

**Universidad de Costa Rica**

**Facultad de Medicina**

**Escuela de Tecnologías en Salud**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE**

**LICENCIATURA EN SALUD AMBIENTAL**

**“Estudio exploratorio sobre la implicación de la dureza del agua para consumo humano en algunas enfermedades de la población de Costa Rica, en el periodo del 2007 al 2013”**

**Nancy Borges Umaña**

**Febrero 2016**

## **Tribunal Examinador**

---

Licda. Judith Umaña Cascante  
Presidente

---

Dr. Horacio Chamizo García  
Director

---

Dr. Darner Mora Alvarado  
Miembro del Tribunal

---

Ing. Eduardo Lezama Fernández  
Miembro del Tribunal

---

Licda. Marianela Rojas Rodríguez  
Miembro del Tribunal

## Dedicatoria

Mi papá William B.Q. y mi abuelita Julieta Q.S. son personas tan extraordinarias y pilares de mi vida...que Dios me bendiga con muchísimos años más con el amor de ustedes, y sigamos compartiendo muchísimas más experiencias.

A los señores Sno Opy, Com-Pyx, y África...por su hermosa compañía e incondicional amor, siempre los amare.

## Índice General

Índice de Tablas	vi
Índice de Gráficos	vii
Índice de Mapas	xiii
Índice de Anexos	xvi
Abreviaturas	xxx
Resumen	xxxii
Capítulo 1	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Objetivos	12
1.4 Justificación	13
Capítulo 2	19
2. Marco Teórico	19
2.1- Ambiente, Salud y Salud Ambiental	19
2.2 - Contaminación del agua para consumo humano y contaminación química	22
2.3 - Efectos en la salud asociados a la contaminación química:	31
2.4 - Gestión del agua para consumo humano	41
2.5 Cuadro de Operacionalización del Marco Teórico	45
Capítulo 3	46
3. Metodología	46
3.1 Diseño Metodológico	46
3.2 Fuentes de Información	48
3.3 Métodos para el procesamiento y manejo de la Información	48
3.4 Consideraciones Éticas	51
Capítulo 4	52
4. Patrones espaciales de la dureza del agua para consumo humano en Costa Rica	52
4.1 Descripción de patrones espaciales según la dureza del agua a nivel nacional	54
4.1.1 Concentración de calcio en el agua de consumo humano a nivel nacional	54
4.1.2 Concentración de magnesio en el agua de consumo humano a nivel nacional	58
4.1.3 Dureza del calcio en el agua de consumo humano a nivel nacional	62
4.1.4 Dureza total en el agua de consumo humano a nivel nacional	68

4.2 1 Descripción de patrones espaciales según la dureza del agua en los distritos de la provincia de Guanacaste _____	75
4.2.1 Concentración de Calcio en el agua de consumo humano a nivel distrital - Guanacaste _____	75
4.2.2 Concentración de Magnesio en el agua de consumo humano a nivel distrital - Guanacaste _____	78
4.2.3 Dureza del calcio en el agua de consumo humano a nivel distrital - Guanacaste	82
4.2.4 Dureza Total en el agua de consumo humano a nivel distrital - Guanacaste ____	88
Capítulo 5 _____	94
5. Patrones espaciales de algunas enfermedades en Costa Rica _____	94
5.1 Patrones espaciales según algunas enfermedades a nivel nacional _____	96
5.1.1 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para el cáncer de colón ____	96
5.1.2 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para el cáncer de riñón ____	106
5.1.3 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para el Cáncer de Vejiga	117
5.1.4 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Enfermedad Isquémica del Corazón _____	128
5.1.5 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Insuficiencia Renal Crónica _____	139
5.1.6 Patrones espaciales según morbilidad para Litiasis Renal _____	150
5.1.7 Patrones espaciales según morbilidad para Osteoporosis _____	156
5.2 Patrones espaciales según algunas enfermedades a nivel distrital - Provincia de Guanacaste _____	166
5.2.1 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Cáncer de Colon ____	166
5.2.2 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Cáncer de Riñón ____	174
5.2.3 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Cáncer de Vejiga ____	181
5.2.4 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Enfermedad Isquémica del Corazón _____	188
5.2.5 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Insuficiencia Renal Crónica _____	195
5.2.6 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Litiasis Renal _____	203
5.2.7 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Osteoporosis _____	207
5.2.8 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Osteopenia _____	210
Capítulo 6 _____	214

6. Análisis de las correlaciones entre la dureza del agua de consumo humano y algunas enfermedades. _____	214
6.1 Correlaciones entre Cáncer de Colón y la Dureza del Agua _____	218
6.2 Correlaciones entre el Cáncer de Vejiga y la Dureza del Agua _____	223
6.3 Correlaciones entre Insuficiencia Renal Crónica y la Dureza del Agua _____	228
6.4 Correlaciones entre Litiasis Renal y la Dureza del Agua _____	239
6.5 Correlaciones entre Osteoporosis y la Dureza del Agua _____	244
6.6 Correlaciones entre Osteopenia y la Dureza del Agua _____	247
Capítulo 7 _____	250
7.1 Conclusiones _____	250
7.2 Recomendaciones _____	256
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	258
ANEXOS _____	268

## Índice de Tablas

- Tabla N°1: Clasificación de la dureza por  $\text{CaCO}_3$  en el agua \_\_\_\_\_29
- Tabla N°2: Correlaciones entre los IME (morbilidad y mortalidad) de cada enfermedad con las concentraciones de calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total. Nivel Nacional \_\_\_\_\_216
- Tabla N°3: Correlaciones entre los IME (morbilidad y mortalidad) de cada enfermedad con las concentraciones de calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total. Provincia de Guanacaste \_\_\_\_\_217

## Índice de Gráficos

-Gráfico N°1: Concentraciones promedio de Calcio en el Agua para cada año de estudio .....	56
-Gráfico N°2: Promedio de las Concentraciones de Calcio en el Agua, para el periodo de estudio 2007- 2012 .....	57
-Gráfico N°3: Concentraciones promedio de Magnesio en el Agua, para cada año de estudio .....	60
-Gráfico N°4: Promedio de las Concentraciones de Magnesio en el Agua, para el periodo de estudio 2007-2012 .....	61
-Gráfico N°5 Concentraciones promedio de Dureza de Calcio en el Agua, para cada año del periodo de estudio 2007-2012 .....	62
-Gráfico N°6: Promedio de las Concentraciones de Dureza de Calcio en el Agua, para el periodo de estudio 2007-2012 .....	65
-Gráfico N°7: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua, para cada año del periodo de estudio, 2007-2012 .....	69
-Gráfico N°8: Promedio de las Concentraciones de Dureza Total en el Agua. En el periodo 2007 al 2012.....	73
-Gráfico N°9: Concentraciones promedio de Calcio en el Agua de Guanacaste, para cada año de estudio .....	77
-Gráfico N°10: Promedio de Concentraciones de Calcio en el agua, para el periodo de estudio 2007-2012, en la provincia de Guanacaste .....	78
-Gráfico N°11: Concentraciones promedio de Magnesio en el agua de Guanacaste, para cada año del periodo de estudio, 2007-2012 .....	79
-Gráfico N°12: Promedio de las Concentraciones de Magnesio en el agua de Guanacaste, para el periodo de estudio 2007-2012 .....	80

-Gráfico N°13: Concentraciones promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste, para cada año del periodo de estudio, 2007-2012 .....	83
-Gráfico N°14: Promedio de las Concentraciones de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Periodo del 2007 al 2012 .....	85
-Gráfico N°15: Concentraciones promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste, para cada año del periodo de estudio, 2007-2012 .....	88
-Gráfico N°16: Promedio de las Concentraciones de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Periodo del 2007 al 2012 .....	90
-Gráfico N°17: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica .....	98
-Gráfico N°18: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica .....	103
-Gráfico N°19: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica .....	109
-Gráfico N°20: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica .....	114
-Gráfico N°21: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica .....	120
-Gráfico N°22: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica .....	126
-Gráfico N°23: Índices de Morbilidad Estandarizada para Enfermedad Isquémica del Corazón .....	132
-Gráfico N°24: Índice de Mortalidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica.....	136
-Gráfico N°25: Índice de Morbilidad Estandarizado para la Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica .....	143

-Gráfico N°26: Índice de Mortalidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica .....	148
-Gráfico N°27: Índice de Morbilidad Estandarizado para la Litiasis Renal. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica .....	153
-Gráfico N°28: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteoporosis. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica .....	160
-Gráfico N°29: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteopenia. Período 2007 al 2013. Cantones - Costa Rica .....	163
-Gráfico N°30: Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	169
-Gráfico N°31: Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.....	171
-Gráfico N°32: Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	177
-Gráfico N°33: Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	179
-Gráfico N°34: Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	183
-Gráfico N°35: Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	186
-Gráfico N°36: Índice de Morbilidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	190
-Gráfico N°37: Índice de Mortalidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	194
-Gráfico N°38: Índice de Morbilidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	196

-Gráfico N°39: Índice de Mortalidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	201
-Gráfico N°40: Índice de Morbilidad Estandarizado para Litiasis Renal. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	204
-Gráfico N°41: Índice de Morbilidad para Osteoporosis. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	208
-Gráfico N°42: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteopenia. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste .....	211
-Gráfico N°43: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa del Cáncer de Colon, según la dureza total del agua. Datos de cantones – nivel nacional. Período 2007 al 2013 .....	218
-Gráfico N°44: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa del Cáncer de Vejiga, según la concentración del calcio en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Período 2007 al 2013 .....	223
-Gráfico N°45: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa del Cáncer de Vejiga, según la Dureza del Calcio en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Período 2007 al 2013.....	225
-Gráfico N°46: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa del Cáncer de Vejiga, según la Dureza Total en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Período 2007 al 2013 .....	226
-Gráfico N°47: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la concentración de calcio en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Período 2007 al 2013 .....	228
-Gráfico N°48: Índice de Mortalidad Estandarizado y Mortalidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la concentración de calcio en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Período 2007 al 2013.....	230

-Gráfico N°49: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la concentración de magnesio. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013 .....	231
-Gráfico N°50: Índice de Mortalidad Estandarizado y Mortalidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la concentración de magnesio. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013 .....	231
-Gráfico N°51: Índice de Mortalidad Estandarizado y Mortalidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la concentración de magnesio. Datos de distritos – Provincia de Guanacaste. Periodo 2007 al 2013 .....	232
-Gráfico N°52: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la dureza del calcio. Datos de distritos – Provincia de Guanacaste. Periodo 2007 al 2013 .....	233
-Gráfico N°53: Índice de Mortalidad Estandarizado y Mortalidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la dureza del calcio. Datos de distritos – Provincia de Guanacaste. Periodo 2007 al 2013 .....	234
-Gráfico N°54: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la dureza total del agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013 .....	235
-Gráfico N°55: Índice de Mortalidad Estandarizado y Mortalidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la dureza total del agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013 .....	236
-Gráfico N°56: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Litiasis Renal, según la concentración de calcio. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013 .....	239
-Gráfico N°57: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Litiasis Renal, según la concentración de magnesio. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013 .....	240

-Gráfico N°58: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Litiasis Renal, según la concentración de dureza del calcio. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013 .....	241
-Gráfico N°59: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Litiasis Renal, según la concentración de dureza total. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013 .....	242
-Gráfico N°60: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Osteoporosis, según la concentración de calcio. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013 .....	244
-Gráfico N°61: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Osteoporosis, según la concentración de dureza del calcio. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013 .....	245
-Gráfico N°62: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Osteopenia, según la concentración de magnesio. Datos de distritos – Provincia de Guanacaste. Periodo 2007 al 2013 .....	247

## Índice de Mapas

-Mapa N°1: Concentración del Calcio a nivel nacional, en el periodo 2007-2012.....	55
-Mapa N°2: Concentración del Magnesio a nivel nacional, en el periodo 2007-2012.....	59
-Mapa N°3: Concentración de Dureza del Calcio para el periodo 2007 al 2012 .....	66
-Mapa N°4: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el periodo 2007 al 2012 .....	72
-Mapa N°5: Concentración del Calcio en el agua a nivel distrital, de la Provincia de Guanacaste. Periodo 2007-2012 .....	76
-Mapa N°6: Concentración de Magnesio en el agua a nivel distrital, de la Provincia de Guanacaste. Periodo 2007-2012 .....	81
-Mapa N°7: Clasificación del agua, según la Dureza del Calcio. En los distritos de Guanacaste, periodo 2007 al 2012 .....	86
-Mapa N°8: Clasificación del agua, según la Dureza Total. En los distritos de Guanacaste, periodo 2007 al 2012 .....	91
-Mapa N°9: índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Colon en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	99
-Mapa N°10: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Colon en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	104
-Mapa N°11: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Riñón en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	110
-Mapa N°12: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Riñón en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	115
-Mapa N°13: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	121

-Mapa N°14: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	125
-Mapa N°15: Índice de Morbilidad Estandarizado para la Enfermedad Isquémica del Corazón, en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	130
-Mapa N°16: Índice de Mortalidad Estandarizado para la Enfermedad Isquémica del Corazón, en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	137
-Mapa N°17: Índice de Morbilidad Estandarizado para la Insuficiencia Renal Crónica, en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	142
-Mapa N°18: Índice de Mortalidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	147
-Mapa N°19: Índice de Morbilidad Estandarizado para Litiasis Renal en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.....	154
-Mapa N°20: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteoporosis, en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	159
-Mapa N°21: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteopenia en Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	164
-Mapa N°22: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Colon en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	168
-Mapa N°23: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Colon en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	172
-Mapa N°24: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Riñón en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	176
-Mapa N°25: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Riñón en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	180
-Mapa N°26: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	184

-Mapa N°27: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	187
-Mapa N°28: Índice de Morbilidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.....	292
-Mapa N°29: Índice de Mortalidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	296
-Mapa N°30: Índice de Morbilidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	301
-Mapa N°31: Índice de Mortalidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	305
-Mapa N°32: Índice de Morbilidad Litiasis Renal en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	312
-Mapa N°33: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteoporosis en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013 .....	209
-Mapa N°34: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteopenia en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.....	212

## Índice de Anexos

ANEXOS _____	268
1. Gráfico N°1: Distribución del Agua Dulce en la Tierra _____	268
2. Gráfico N°2: Personas afectadas por la tensión hídrica y escasez de agua a nivel mundial _____	268
3. Mapa N°1: Cuencas Hidrográficas de Costa Rica _____	269
4. Mapa N°2: Cuencas Principales para consumo Humano en Costa Rica _____	270
5. Tabla N°1: Porcentaje y cantidad de agua extraída anualmente por sector _____	271
6. Tabla N°2: Algunas Sustancias Químicas presentes en el agua, y su concentración máxima para el agua potable _____	271
7. Tabla N°3: Parámetros nacionales para algunas sustancias químicas en el agua _____	272
8. Tabla N°4: Ventajas de las Metas de Protección a la Salud _____	273
9. Cuadro N°1: Pasos para elaborar los Planes de Seguridad del Agua _____	274
10. Tabla N°5: Códigos de los cantones de Costa Rica _____	275
11. Tabla N°6: Códigos de los distritos de la provincia de Guanacaste _____	276
12. Mapa N°3: Cantones de la provincia de San José – Costa Rica _____	276
13. Mapa N°4: Cantones de la provincia de Alajuela – Costa Rica _____	277
14. Mapa N°5: Cantones de la provincia de Cartago – Costa Rica _____	278
15. Mapa N°6: Cantones de la provincia de Heredia – Costa Rica _____	278
16. Mapa N°7: Cantones de la provincia de Guanacaste – Costa Rica _____	279
17. Mapa N°8: Cantones de la provincia de Puntarenas – Costa Rica _____	279

18. Mapa N°9: Cantones de la provincia de Limón – Costa Rica _____	280
19. Tabla N°7: Concentración en mg/L máxima y mínima para el calcio del 2007 al 2012 – Nivel Nacional _____	280
20. Tabla N°8: Concentración en mg/L Máxima y mínima para el Magnesio en el agua del 2007 al 2012 – Nivel Nacional _____	281
21. Tabla N°9: Concentración en mg/L Máxima y mínima para la Dureza del Calcio del 2007 al 2012 – Nivel Nacional _____	281
22. Tabla N°10: Concentración en mg/L Máxima y mínima para la Dureza Total del 2007 al 2012 – Nivel Nacional _____	281
23. Mapa N°10: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2007 _____	281
24. Mapa N°11: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2008 _____	282
25. Mapa N°12: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2009 _____	283
26. Mapa N°13: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2010 _____	283
27. Mapa N°14: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2011 _____	284
28. Mapa N°15: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2012 _____	284
29. Gráfico N° 3: Concentraciones de Calcio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2007 _____	285
30. Gráfico N° 4: Concentraciones de Calcio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2008 _____	285
31. Gráfico N° 5: Concentraciones de Calcio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2009 _____	285
32. Gráfico N° 6: Concentraciones de Calcio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2010 _____	286
33. Gráfico N° 7: Concentraciones de Calcio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2011 _____	286
34. Gráfico N° 8: Concentraciones de Calcio en el – Cantones- C.R. Año 2012 _____	286
35. Mapa N°16: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2007 _____	287
36. Mapa N°17: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2008 _____	287

37. Mapa N°18: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2009 _____	288
38. Mapa N°19: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2010 _____	288
39. Mapa N°20: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2011 _____	289
40. Mapa N°21: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2012 _____	289
41. Gráfico N°9: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2007 _____	290
42. Gráfico N°10: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2008 _____	290
43. Gráfico N°11: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2009 _____	290
44. Gráfico N°12: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2010 _____	291
45. Gráfico N°13: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2011 _____	291
46. Gráfico N°14: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2012 _____	291
47. Mapa N°22: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2007 _	292
48. Mapa N°23: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2008 _	292
49. Mapa N°24: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2009 _	293
50. Mapa N°25: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2010 _	293
51. Mapa N°26: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2011 _	294
52. Mapa N°27: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2012 _	294
53. Gráfico N°15: Concentraciones promedio de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2007 _____	295

54. Gráfico N°16: Concentraciones promedio de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2008 _____	295
55. Gráfico N°17: Concentraciones promedio de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2009 _____	296
56. Gráfico N°18: Promedio de Concentraciones de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2010 _____	296
57. Gráfico N°19: Concentraciones promedio de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2011 _____	297
58. Gráfico N°20: Concentraciones promedio de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2012 _____	297
59. Mapa N°28: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2007 ____	298
60. Mapa N°29: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2008 ____	298
61. Mapa °30: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2009 ____	299
62. Mapa N°31: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2010 ____	299
63. Mapa N°32: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2011 ____	300
64. Mapa N°33: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2012 ____	300
65. Gráfico N°21: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2007 _____	301
66. Gráfico N°22: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2008 _____	301
67. Gráfico N°23: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2009 _____	302
68. Gráfico N°24: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2010 _____	302

69. Gráfico N°25: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2011 _____	303
70. Gráfico N°26: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2012 _____	303
71. Tabla N°11: Concentración en mg/L Máxima y mínima para el calcio libre en el agua. Periodo 2007 al 2012. Distritos-Guanacaste _____	304
72. Tabla N°12: Concentración en mg/L Máxima y mínima para el magnesio libre en el agua. Periodo 2007 al 2012. Distritos-Guanacaste _____	304
73. Tabla N°13: Concentración en mg/L Máxima y mínima para la dureza de calcio en el agua. Periodo 2007 al 2012. Distritos-Guanacaste _____	304
74. Tabla N°14: Concentración en mg/L Máxima y mínima para la dureza total del agua. Periodo 2007 al 2012. Distritos-Guanacaste _____	304
75. Mapa N°34: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2007 _____	305
76. Mapa N°35: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2008 _____	306
77. Mapa N°36: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2009 _____	306
78. Mapa N°37: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2010 _____	307
79. Mapa N°38: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2011 _____	307
80. Mapa N°39: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2012 _____	308
81. Gráfico N°27: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2007 _	308
82. Gráfico N°28: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2008 _	309
83. Gráfico N°29: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2009 _	309
84. Gráfico N°30: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2010 _	309
85. Gráfico N°31: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2011 _	310
86. Gráfico N°32: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2012 _	310

87. Mapa N°40: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2007 _____	311
88. Mapa N°41: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2008 _____	311
89. Mapa N°42: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2009 _____	312
90. Mapa N°43: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2010 _____	312
91. Mapa N°44: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2011 _____	313
92. Mapa N°45: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2012 _____	313
93. Gráfico N°33: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2007 ____	314
94. Gráfico N°34: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2008 ____	314
95. Gráfico N°35: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2009 ____	314
96. Gráfico N°36: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2010 ____	315
97. Gráfico N°37: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2011 ____	315
98. Gráfico N°38: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2012 ____	315
99. Mapa N°46: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2007 _____	316
100. Mapa N°47: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2008 _____	316
101. Mapa N°48: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2009 _____	317
102. Mapa N°49: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2010 _____	317
103. Mapa N°50: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2011 _____	318
104. Mapa N°51: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2012 _____	318
105. Gráfico N°39: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2007 _____	319
106. Gráfico N°40: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2008 _____	319

107. Gráfico N°41: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2009 _____	320
108. Gráfico N°42: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2010 _____	320
109. Gráfico N°43: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2011 _____	321
110. Gráfico N°44: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2012 _____	321
111. Mapa N°52: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2007 _____	322
112. Mapa N°53: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2008 _____	322
113. Mapa N°54: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2009 _____	323
114. Mapa N°55: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2010 _____	323
115. Mapa N°56: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2011 _____	324
116. Mapa N°57: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2012 _____	324
117. Gráfico N°45: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2007 _____	325
118. Gráfico N°46: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2008 _____	325
119. Gráfico N°47: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2009 _____	326
120. Gráfico N°48: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2010 _____	326
121. Gráfico N°49: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2011 _____	327

122. Gráfico N°50: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2012 _____	327
123. Gráfico N°51: Morbilidad por Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica _____	328
124. Gráfico N°52: Mortalidad por Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica _____	328
125. Gráfico N°53: Morbilidad por Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica _____	329
126. Gráfico N°54: Mortalidad por Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica _____	329
127. Gráfico N°55: Morbilidad por Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica _____	330
128. Gráfico N°56: Mortalidad por Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica _____	330
129. Gráfico N°57: Morbilidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Cantones - Costa Rica _____	331
130. Gráfico N°58: Mortalidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica _____	331
131. Gráfico N°59: Morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Cantones--Costa Rica _____	332
132. Gráfico N°60: Mortalidad por Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica _____	332
133. Gráfico N°61: Morbilidad por Litiasis Renal. Período 2007 al 2013. Cantones - Costa Rica _____	333
134. Gráfico N°62: Morbilidad por Osteoporosis. Período 2007 al 2013. Cantones - Costa Rica _____	333

135. Gráfico N°63: Morbilidad para Osteopenia. Período 2007 al 2013. Cantones - Costa Rica _____	334
136. Gráfico N°64: Morbilidad por Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste _____	334
137. Gráfico N°65: Mortalidad para el Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste _____	335
138. Gráfico N°66: Morbilidad por Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste _____	335
139. Gráfico N°67: Mortalidad para el Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste _____	336
140. Gráfico N°68: Morbilidad para el Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste _____	336
141. Gráfico N°69: Mortalidad para el Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste _____	337
142. Gráfico N°70: Morbilidad para Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste _____	337
143. Gráfico N°71: Mortalidad para Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste _____	338
144. Gráfico N°72: Morbilidad para Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste _____	338
145. Gráfico N°73: Mortalidad para Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste _____	339
146. Gráfico N°74: Morbilidad para Litiasis Renal. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste _____	339
147. Gráfico N°75: Morbilidad para Osteoporosis. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste _____	340

148. Gráfico N°76: Morbilidad para Osteopenia. Período 2007 al 2013. Distritos- Guanacaste _____	340
149. Mapa N°58: Morbilidad por Cáncer de Colon. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013 _____	341
150. Mapa N°59: Morbilidad por Cáncer de Riñón. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013 _____	341
151. Mapa N°60: Morbilidad por Cáncer de Vejiga. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013 _____	342
152. Mapa N°61: Morbilidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. CR - 2007 al 2013 _____	342
153. Mapa N°62: Morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica. CR- cantones. 2007 al 2013 _____	343
154. Mapa N°63: Morbilidad por Litiasis Renal. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013	343
155. Mapa N°64: Morbilidad por Osteoporosis. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013	344
156. Mapa N°65: Morbilidad por Osteopenia. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013	344
157. Tabla N°15: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Colon _____	345
158. Tabla N°16: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Riñón _____	346
159. Tabla N°17: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Vejiga _____	347
160. Tabla N°18: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Enfermedad Isquémica del Corazón _____	348
161. Tabla N°19: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Insuficiencia Renal Crónica _____	349
162. Tabla N°20: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Litiasis Renal	350

163. Tabla N°21: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Osteoporosis	351
164. Tabla N°22: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Osteopenia	352
165. Mapa N°66: Mortalidad por Cáncer de Colon. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013	353
166. Mapa N°67: Mortalidad por Cáncer de Riñón. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013	353
167. Mapa N°68: Mortalidad por Cáncer de Vejiga. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013	354
168. Mapa N°69: Mortalidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. CR - 2007 al 2013	354
169. Mapa N°70: Mortalidad por Insuficiencia Renal Crónica. Costa Rica. 2007 al 2013	355
170. Tabla N°23: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para el Cáncer de Colon	356
171. Tabla N°24: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para el Cáncer de Riñón	357
172. Tabla N°25: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para el Cáncer de Vejiga	358
173. Tabla N°26: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Enfermedad Isquémica del Corazón	359
174. Tabla N°27: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) Insuficiencia Renal Crónica	360
175. Mapa N°71: Distritos de la provincia de Guanacaste – Costa Rica	361
176. Mapa N°72: Morbilidad por Cáncer de Colon. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013	362

177. Mapa N°73: Morbilidad por Cáncer de Riñón. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013	362
178. Mapa N°74: Morbilidad por Cáncer de Vejiga. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013	363
179. Mapa N°75: Morbilidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. Guanacaste-distritos. 2007-2013	363
180. Mapa N°76: Morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013	364
181. Mapa N°77: Morbilidad por Litiasis Renal. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013	364
182. Mapa N°78: Morbilidad por Osteoporosis. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013	365
183. Mapa N°79: Morbilidad por Osteopenia. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013	365
184. Tabla N°28: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Colon. Guanacaste-Distritos	366
185. Tabla N°29: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Riñón. Guanacaste-Distritos	367
186. Tabla N°30: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Vejiga. Guanacaste-Distritos	368
187. Tabla N°31: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Enfermedad Isquémica del Corazón. Guanacaste-Distritos	369
188. Tabla N°32: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Insuficiencia Renal Crónica. Guanacaste-Distritos	370
189. Tabla N°33: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Litiasis Renal. Guanacaste-Distritos	371
190. Tabla N°34: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Osteoporosis. Guanacaste-Distritos	372

191. Tabla N°35: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Osteopenia. Guanacaste-Distritos _____	373
192. Mapa N°80: Mortalidad por Cáncer de Colon. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013 _____	374
193. Mapa N°81: Mortalidad por Cáncer de Riñón. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013 _____	374
194. Mapa N°82: Mortalidad por Cáncer de Vejiga. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013 _____	375
195. Mapa N°83: Mortalidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013 _____	375
196. Mapa N°84: Mortalidad por Insuficiencia Renal Crónica. Guanacaste-distritos. 2007 al 2013 _____	376
197. Tabla N°36: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Cáncer de Colon. Guanacaste-Distritos _____	377
198. Tabla N°37: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Cáncer de Riñón. Guanacaste-Distritos _____	378
199. Tabla N°38: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Cáncer de Vejiga. Guanacaste-Distritos _____	379
200. Tabla N°39: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Enfermedad Isquémica del Corazón. Guanacaste-Distritos _____	380
201. Tabla N°40: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Insuficiencia Renal Crónica. Guanacaste-Distritos _____	381
202. Tabla N°41: Correlaciones entre calcio, magnesio, dureza del calcio, y dureza total en el agua de consumo humano. Años 2007 al 2012 _____	382
203. Tabla N°42: Correlaciones entre la tasa bruta de morbilidad, tasa bruta de mortalidad, índice estandarizado de morbilidad, e índice estandarizado de mortalidad _____	383

204. Tabla N°43: Correlaciones entre Concentración de calcio, magnesio, dureza del calcio, dureza total (Del agua de consumo humano), tasa bruta de morbilidad, tasa bruta de mortalidad, índice estandarizado de morbilidad, e índice estandarizado de mortalidad \_\_\_\_\_384
205. Gráfico N°77: Dispersión entre IME (morbilidad) del Cáncer de Colon y la Dureza Total promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_385
206. Gráfico N°78: Dispersión entre IME (morbilidad) del Cáncer de Vejiga y la Concentración de Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_385
207. Gráfico N°79: Dispersión entre IME (morbilidad) del Cáncer de Vejiga y la Dureza del Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_386
208. Gráfico N°80: Dispersión entre IME (morbilidad) del Cáncer de Vejiga y la Dureza Total promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_386
209. Gráfico N°81: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Concentración de Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_387
210. Gráfico N°82: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Concentración de Magnesio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional\_387
211. Gráfico N°83: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Dureza del Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_388
212. Gráfico N°84: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Dureza Total promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_388
213. Gráfico N°85: Dispersión entre IME (mortalidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Concentración de Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_389
214. Gráfico N°86: Dispersión entre IME (mortalidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Concentración de Magnesio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_389
215. Gráfico N°87: Dispersión entre IME (mortalidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Dureza del Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_390

216. Gráfico N°88: Dispersión entre IME (mortalidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Dureza Total promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_390
217. Gráfico N°89: Dispersión entre IME (morbilidad) de Litiasis Renal y la Concentración de Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_391
218. Gráfico N°90: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Litiasis Renal y la Concentración de Magnesio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional\_\_\_\_\_391
219. Gráfico N°91: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Litiasis Renal y la Dureza del Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_392
220. Gráfico N°92: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Litiasis Renal y la Dureza Total promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_392
221. Gráfico N°93: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Osteoporosis y la concentración de Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_393
222. Gráfico N°94: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Osteoporosis y la Dureza del Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional \_\_\_\_\_393
223. Gráfico N°95: Dispersión entre IME (mortalidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la concentración de magnesio promedio del 2007 al 2012, por distritos – Provincia de Guanacaste \_\_\_\_\_394
224. Gráfico N°96: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Osteopenia y la concentración de magnesio promedio del 2007 al 2012, por distritos – Provincia de Guanacaste \_\_\_\_394

**Abreviaturas**

PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
OMS	Organización Mundial de la Salud
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
CCSS	Caja Costarricense del Seguro Social
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
DBO	Demanda Bioquímica del Oxígeno
PVC	Policloruro de vinilo
PTH	Hormona Paratiroidea
DQO	Demanda Química del Oxígeno
HDL	Lipoproteína de Alta Densidad
RTU	Resección Transuretral
CCP	Centro Centroamericano de Población
SIG	Sistema de Información Geográfica
IME	Índice de (morbilidad o mortalidad) Estandarizado
THMs	Trihalometanos
CVSIM	Cáncer de Vejiga Sin invasión Muscular
CVIM	Cáncer de Vejiga con Invasión Muscular

## **Resumen**

Borges, N (2015). Estudio exploratorio sobre la implicación de la dureza del agua para consumo humano en algunas enfermedades de la población de Costa Rica, en el periodo del 2007 al 2013 (Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de licenciatura en Salud Ambiental). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

**Director de la Investigación:** Dr. Horacio Chamizo García.

**Lectores de la Investigación:** Dr. Darner Mora Alvarado.

Ing. Eduardo Lezama Fernández.

**Unidad Académica:** Escuela de Tecnologías en Salud.

**Palabras Claves:** Dureza del Agua - Calidad del Agua – Calcio – Magnesio – Estudio Exploratorio – Salud Ambiental.

La dureza del agua es uno de los parámetros físico-químicos para determinar la calidad del agua. Se han realizado diversas investigaciones que relacionan la dureza del agua con ciertas enfermedades; como factor protector para algunos padecimientos cardiacos, o como factor de riesgo en enfermedades renales. Sin embargo, no ha habido unanimidad en los resultados.

El presente documento es un estudio ecológico-exploratorio-retrospectivo que genera un aporte más a la temática sobre la dureza del agua; la cual se realizó por medio de la recopilación de datos, específicamente sobre la concentración de calcio, magnesio, dureza del calcio, y dureza total en el agua de consumo humano en la población de Costa Rica para los años 2007 al 2012.

La concentración de calcio y de magnesio en el agua de consumo humano según la norma nacional, se encuentra a niveles inferiores a los valores recomendados. La dureza del calcio en agua según la OMS, la clasificación a nivel nacional se distribuye en aguas blandas, moderadamente duras y duras; a nivel distrital en Guanacaste, algunos distritos se clasificaron con aguas muy duras. Con respecto a la dureza total, tanto a nivel nacional

como a nivel distrital en Guanacaste, las aguas se clasificaron en blandas, moderadamente duras, duras y muy duras.

También se dio una recopilación de las tasas brutas e índices estandarizados de morbilidad y mortalidad, por causa del cáncer de colon, cáncer de riñón, cáncer de vejiga, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, y osteopenia, para los años 2007 al 2013. Se realizaron mapeos cantonales a nivel nacional y distrital para la provincia de Guanacaste, tanto en relación a la dureza del agua como en morbilidad y mortalidad para los mencionados padecimientos.

Posteriormente se correlacionaron todos los datos; determinando a nivel cantonal-nacional que no hay correlación entre la dureza del agua con la morbilidad por causa del cáncer de riñón, enfermedad isquémica del corazón, y osteopenia; ni con la mortalidad por causa del cáncer (colon, vejiga, y riñón), enfermedad isquémica del corazón.

Según el coeficiente de Person, y con significancia del 95 % se considera que hay correlación entre la dureza del agua con la morbilidad por causa de cáncer de colon (Correlación: Negativa y débil), y vejiga (Correlación: Negativa y débil), insuficiencia renal crónica (Correlación: Positiva y media), litiasis renal (Correlación: Positiva y media) y osteoporosis (Correlación: Negativa y débil); además con la mortalidad por causa de insuficiencia renal crónica (Correlación: Positiva y media). En la provincia de Guanacaste a nivel distrital solamente se dieron correlaciones entre la concentración de magnesio en el agua con la morbilidad por osteopenia (Correlación: Positiva y débil) y mortalidad por causa de insuficiencia renal crónica (Correlación: Positiva y débil).

Se recomienda la elaboración de estudios a profundidad para precisar más los factores de riesgo de los padecimientos estudiados, que contemplen la alimentación, calidad de vida, acceso a servicios de salud, nivel educativo, incidencia de otras enfermedades, otras variables ambientales. Se sugiere también la elaboración de otros estudios ecológicos exploratorios con otros parámetros físico-químicos del agua, para una posterior correlación entre diversos estudios.

## Capítulo 1

### 1.1 Introducción

El agua es un líquido vital para los seres humanos; en el planeta es amplia la cobertura acuática, pero no toda es apta para el consumo humano. Es por ello, que el disminuir la cantidad y calidad del agua para consumo, se refleja en diversos ámbitos, entre ellos en la salud, en lo económico, lo social, y político.

La calidad del agua se determina por una serie de indicadores físico-químicos, bacteriológicos y radiactivos. Entre los físico-químicos se encuentra el parámetro de la dureza, característica de la cual es necesario seguir realizando investigaciones, con el propósito de establecer con mayor certeza cuál es la relación de la dureza del agua con algunas enfermedades.

Entre los resultados de diversas investigaciones, se le ha atribuido a la dureza del agua como un factor de protección con respecto a padecer algunas enfermedades cardíacas; y como un factor de riesgo o predisposición de sufrir enfermedades renales. Sin embargo, otros estudios no concluyen en que exista dicha relación, o se considera que hay problemas metodológicos para establecer resultados contundentes.

En la presente investigación se abordó la dureza del agua (Periodo del 2007 al 2012) desde el enfoque ecológico-exploratorio; generando un aporte más a la temática, al establecer correlaciones o no con el cáncer (colon, riñón y vejiga), enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis y osteopenia (Periodo del 2007 al 2013). Se abarca todo el territorio nacional, por medio de los datos cantonales; y en la provincia de Guanacaste adicionalmente se consideran los datos distritales.

Los datos contemplados son la concentración en mg/L de calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total en el agua de consumo humano; y para los padecimientos se considera la morbilidad y mortalidad, reflejada en las tasas brutas e índices estandarizados por edad. Se presentó dicha información por medio de gráficos y mapas; posteriormente se realizaron las correlaciones entre los datos a través de programas estadísticos, en donde se consideran solamente las correlaciones con un 95 % o más de índice de confianza.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

El agua cubre tres cuartas partes del planeta Tierra, pero ¿Cuál es la cantidad de agua con la que se dispone realmente, para satisfacer las necesidades de consumo humano? ¿Cuál es la calidad del agua? ¿Cómo se afecta su calidad?; estos son algunos de los cuestionamientos que van surgiendo en relación al agua, y que conllevan el cuestionar el comportamiento y las acciones de los seres humanos con respecto al agua.

Para analizar algunas situaciones en torno al agua, es primordial conocer algunas generalidades en relación a su distribución, clasificación y cantidad tanto a nivel mundial como en el ámbito nacional.

El agua se puede clasificar en diversas formas, según los criterios del parámetro que se utilice. El contenido de sal en el agua, es el parámetro que se utiliza para determinar si el agua es dulce o salada; indicando que de la totalidad del agua en el planeta, solamente un 2,5 % corresponde al agua dulce (ver anexo N°1) (Valverde, 2010).

Las fuentes de agua dulce en el planeta no están presentes en todas las regiones habitadas, por esa razón se afirma que la distribución del agua no es uniforme. Basándose en la información anterior, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ha manifestado que existen desigualdades que se generan a raíz de la distribución del agua en el planeta. Ejemplo de esta situación son las precipitaciones, de las cuales una cuarta parte de las precipitaciones anuales que se dan a nivel global caen en zonas habitadas por solamente dos tercios de la población mundial (Anaya & Martínez, 2007).

El abastecimiento del recurso hídrico se rige también por estaciones, que difieren entre sub-regiones y localidades; tal es el caso del 25 % de la escorrentía de Sudamérica, la cual es mayor en unas zonas, y menor en otras. Sin embargo, en África y el Medio Oriente, son los que sufren el mayor problema de abastecimiento del agua a nivel mundial, situación que se agrava aún más, por sus elevados niveles de crecimiento poblacional, que favorecen la tensión hídrica (Anaya & Martínez, 2007).

La tensión hídrica es la que se genera al dar una disminución en el suministro de agua, llegando a niveles menores de 1700 m<sup>3</sup> por persona al año; si la tendencia es menor de los 1000 m<sup>3</sup> por persona por año, se le denomina escasez de agua, y si el nivel es incluso

inferior a los 500 m<sup>3</sup> por persona al año, se le llama escasez absoluta de agua (Naciones Unidas, 2011).

El crecimiento poblacional se ve fuertemente afectado por la disminución de la cantidad de agua, al dificultar primordialmente la producción de alimentos, que repercute en daños a ecosistemas, y a su vez obstaculiza el desarrollo económico. Esta situación se reflejó en el año de 1950, en que 10 países ya habían sufrido estas problemáticas; para el año de 1990, se contabilizaban 28 países en dicha circunstancias; y en 1995, ya eran 31 países, que representaban 458 millones aproximadamente de personas afectadas. Las proyecciones para el año 2025 y 2050, estiman a 48 y 66 países afectados respectivamente (ver anexo N°2) (Anaya & Martínez, 2007).

En relación a la tensión hídrica y la escasez de agua, la Organización Mundial de la Salud (OMS) contabilizaba para el año 2002, 1100 millones aproximadamente de habitantes, que no contaban con agua adecuada para el consumo, representando un 17 % de la población del planeta (OMS, 2011).

La disminución del agua dulce se ve también afectada por el uso irracional y desperdicios, lo cual se refleja a nivel mundial en ocasiones a la falta controles adecuados; tal es el caso de sistemas de abastecimiento en mal estado; o la mayor extracción subterránea que en ocasiones es mayor a la capacidad de recargarse, con propósitos de irrigación e industria. Sin embargo, la problemática no se limita a la cantidad del agua, sino también a la calidad de la misma (Anaya & Martínez, 2007).

La calidad del agua se define por sus características físico-químicas, biológicas y radiactivas, de acuerdo a parámetros establecidos por la OMS, que complementan las normativas nacionales.

El agua puede llegar a ser de muy baja calidad, al alcanzar niveles de tan alta contaminación, en que sea improbable revertir el daño. Las aguas contaminadas, se les considera como otra fuente de contaminación para el agua no contaminada, lo cual se ejemplifica con los países en vías de desarrollo, en que se estima hasta el 90 % de las aguas residuales no son tratadas y van a dar otras fuentes de agua. Cuando los niveles de contaminación pueden ser reversibles, en ocasiones los tratamientos requeridos o el constante tratamiento resultan en cifras económicas elevadas (Anaya & Martínez, 2007).

En base a diversos estudios para América Latina y el Caribe, la OMS determinó que de las 37 enfermedades más comunes en estos territorios, 21 se relacionan con el agua contaminada, o la ausencia de ella. A nivel mundial un rango de 25 a 30 millones de habitantes fallecen a causas de estas enfermedades, por ello cabe destacar que el 80 % de las enfermedades gastrointestinales son debido a la mala calidad del agua (Anaya & Martínez; 2007).

Más de las acciones desfavorables para el agua, es la construcción y deforestación en zonas de riesgo ambiental y vulnerabilidad ambiental, como en los acuíferos. Un 50 % de los acuíferos del mundo son considerados de poca profundidad y contienen contaminación (Valverde, 2010).

En América Latina y el Caribe, se muestran diversas acciones que disminuyen la cantidad de agua que pudiese ser para consumo humano, además de presentar diversos focos de contaminación del agua, entre ellos el uso de fertilizantes y plaguicidas, deforestación, sistemas de irrigación, represas, construcciones sin adecuado ordenamiento territorial, mal manejo de aguas negras, entre otros. Todo ello puede repercutir en la morfología de las cuencas hidrográficas, la hidráulica de los sistemas fluviales, la calidad del agua y los recursos costeros (Anaya & Martínez, 2007).

Otra problemática en torno al agua, son las aguas sin tratamiento para el consumo humano; en América Latina el 89 % de la población cuenta con acceso a fuentes de agua, pero una de cada cuatro personas recibe agua sin tratar. En Costa Rica, difiere en la generalidad latinoamericana, al tener 90,1 % de sus habitantes con acceso a agua potable tratamiento (El Financiero, 2011).

Para enfatizar más en la situación del agua en Costa Rica, con respecto a su cantidad y calidad, es importante conocer algunas generalidades de la distribución del agua en el país, tomando en cuenta las principales cuencas hidrográficas. Los aportes hidrográficos para Costa Rica, provienen de las vertientes tanto del Caribe como del Pacífico, al contar con 34 cuencas hidrográficas (Ver anexo N°3), y de las precipitaciones que dan alrededor de 1300 mm a 7500 mm anuales, las cuales en el Caribe y Pacífico Sur son muy abundantes, difiriendo con el Pacífico Norte (Valverde, 2010).

Debido a la ubicación, uso del suelo, morfología, y otros aspectos, las cuencas tienen ciertas particularidades que las diferencian entre sí, entre ellas:

La cuenca de San Carlos: Tiene la mayor cantidad de proyectos hidroeléctricos privados, y posee la mayor cantidad de concesiones para hidroeléctricas. Tempisque y Bebedero: Tienen la menor precipitación en el país. Cuenca Península de Nicoya: Mayor número de concesiones para la extracción de agua de pozo, aunque es la más seca del país. Cuenca Reventazón: 43 % de su territorio es para la agricultura, siembra de pastos y área urbana; es la segunda más contaminada. Grande de Tárcoles: Río más contaminado del país; y su uso principal es para generación de energía hidroeléctrica. Grande de Térraba: La más extensa (áreas boscosas, pastizales y zonas de agricultura) y es la tercera cuenca con mayor población. Cuenca Pacuare: La más limpia, y su cubierta vegetal es mayor al 80% de su territorio (El Financiero, 2011).

Para abastecer las necesidades de agua para consumo humano en Costa Rica, cerca del 70 % es proveniente de acuíferos, de esta misma fuente, se obtiene el 36 % que necesitan las industrias. La explotación de los acuíferos, se ha dado de forma acelerada, y se ha llegado al punto que se está imposibilitando cuantificar las demandas del líquido (Ver anexo N°4) (Valverde, 2010). El 98,1 % de la población costarricense cuenta con el servicio de agua para consumo humano, brindado por 2356 acueducto (AYA, Laboratorio Nacional de Aguas, 2012).

La ubicación de las fuentes de agua es primordial para determinar las vulnerabilidades de ser contaminadas. En el Valle Central se encuentra la mayoría de los pozos registrados, esta distribución se le considera lógica a raíz de que el 60 % de la población nacional se ubica en dicha zona, al igual que el 85 % de la industria. La segunda ubicación más importante de fuentes agua, responde al auge turístico e inmobiliario en la Península de Nicoya (Valverde, 2010).

Para el 2007, se afirmó por parte del Laboratorio Nacional de Aguas, que el riesgo por contaminación química representa una gran problemática para 4000 fuentes de tomas de agua, al no contar con un sistema de detección por contaminación de este tipo. Los agroquímicos e hidrocarburos son los contaminantes que tienen mayor posibilidad de contaminar (para el caso de las gasolineras, el Ministerio de Ambiente y Energía, no cuenta con suficiente personal para el monitoreo de las mismas, en donde muchas tienen sistemas de almacenamiento en mal estado que posibilitan fugas, que implican que un galón de gasolina puede contaminar hasta 50 millones de litros de agua) (La Nación, 2007).

Algunos eventos relacionados a contaminación química, registrados por el Laboratorio Nacional de Aguas, son los siguientes: En el 2001, la planta de tratamiento en Guadalupe fue contaminada por carbolina; para el 2002, en la planta potabilizadora en Los Cuadros de Moravia se contaminó por hidrocarburos; en el 2004 en el embalse El Llano se detectó presencia de gasolina; en el mismo año, 20000 litros de hidrocarburos contaminaron el Acuífero Barva en Belén en Heredia; en el 2005, en el Cairo (Siquirres) se encontró el agua de consumo para esa zona con presencia de Bromacill (agroquímico usado en piñeras); en Moín, en el 2006 la contaminación de tolueno y otras sustancias químicas, fue por el incendio que hubo en la Fábrica de Industrias Química Holanda (La Nación, 2007).

La Planta potabilizadora en Ipís de Goicochea y la naciente Zamora en Belén de Heredia, han sido casos de contaminación química debido a las vulnerabilidades en la zona de su ubicación. La vulnerabilidad se atribuye al ser acuíferos poco profundos y gran permeabilidad de suelos, susceptibles a contaminación por pesticidas; entre los que ya se cuantifican eventualidades en pozos y nacientes ubicados en Poás de Alajuela, Cartago y Heredia (Valverde, 2010).

Otras fuentes de agua que cuentan con factores que las hacen vulnerables son los acuíferos en Guanacaste, con posibilidad de agotamiento o salinización; y los acuíferos de Colima y Barva en el Valle Central por sobreexplotación legal y clandestina (Valverde, 2010).

La afectación de la calidad del agua para consumo humano y el mal vertido de las aguas residuales son razones latentes que pueden ocasionar daños a la salud, ejemplo de ello es lo mencionado en el 2004 por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) para el periodo del 1999 al 2003, indicando el registro de varios brotes por diarrea, relacionados al agua; y en el 2002 “se reportaron 138410 casos, lo que representó un costo de atención en salud, por parte de la CCSS, de 31 000000 de dólares” (p.34) y en relación al saneamiento, para el 2003 se dieron 18210 casos de dengue (Valverde, 2010).

Otra problemática es la relacionada con la falta de regulación sobre los pozos explotados, la excesiva burocracia relacionada al recurso hídrico, un modelo de desarrollo agropecuario extensivo en uso de plaguicidas (contaminación del agua por metales

pesados), sobreexplotación de pozos para agua de riego y deforestación (Valverde, 2010).

En Costa Rica los plaguicidas son muy utilizados para el control de plagas en el hogar, como medidas sanitaria por parte de entes encargados de la salud pública y principalmente en la agroindustria; representando dicho consumo un promedio nacional de 2,7 kg/persona/año (trabajadores del campo agrario es de 20,6 kg/persona/año), siendo este resultado 4,5 veces mayor que la media mundial estimada por la OMS, la cual es de 0,6 kg/persona/año. Una de las problemáticas relacionadas en torno a los plaguicidas, son las escasas investigaciones de subregistros de intoxicaciones a nivel comunal (OPS/OMS-DANIDA, 2002).

Otra temática en que se requieren más investigaciones es con respecto a la dureza del agua; la cual es un parámetro que puede estar presente en el agua de forma natural, por la adquisición de minerales por rocas y suelos. En las Guías para la Calidad del Agua de la OMS, afirman la inexistencia de un valor de referencia que relacione el grado de dureza del agua con efectos en la salud.

A la dureza del agua se le ha atribuido como uno de los factores que generan la incrustación en sistemas de distribución de agua, situación que puede generar aumentos de metales pesados en el agua de consumo (OMS, 2006).

Dependiendo del pH y la alcalinidad del agua puede producir depósitos o incrustaciones en las tuberías, es decir las aguas duras afecta la vida media de las cañerías, hidrómetros y duchas, atascan e impiden el paso del agua; por el contrario las aguas blandas generalmente la corrosión causa la lixiviación de materiales de las tuberías o envases, y permiten el paso de posibles elementos nocivos (Mora, 2009).

La presencia de calcio y magnesio en el agua, se relaciona también con la afectación de la calidad y cantidad disponible para consumo. Dependiendo del nivel de dureza del agua, se puede generar precipitaciones de jabón que se utiliza en las actividades domésticas, generando mayor consumo del jabón, y consecuentemente mayor cantidad de aguas residuales con residuos de jabón insolubles (OMS, 2006).

El sabor que genera la dureza del agua, tiene una aceptabilidad muy variada entre la población, se considera que el valor del umbral gustativo del ión calcio se encuentra entre 100 y 300 mg/L, dependiendo del anión asociado, y el del magnesio es menor que el del

calcio. Hay personas que toleran aguas con concentraciones mayores de 500 mg/L de dureza (OMS, 2006).

Por la falta de evidencia, se justificó la ausencia de establecer un valor de referencia de nocividad para la dureza del agua en las Normas Internacionales para el Agua Potable de la OMS en 1958 y 1963. En el año del 1971, señalan un valor permisible de dureza hasta los 500 mg/L tomando en consideración el sabor y el uso doméstico. En 1984, en la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable se concluía la ausencia de efectos adversos en la salud de las personas por falta de pruebas. En la edición de 1993, la única norma relacionada a la dureza del agua, indicaba que las concentraciones mayores a los 200 mg/L podrían ser causantes de incrustaciones en el sistema de distribución (OMS, 2006).

La OMS en la tercera edición de las Guías para la calidad del agua potable, menciona que la afectación de la salud humana en relación con las aguas duras o blandas, ha sido objeto de estudios ecológicos y analíticos, en que se ha logrado alguna evidencia inversa estadísticamente significativa entre la dureza del agua de consumo y las enfermedades cardiovasculares. Con relación a las aguas blandas se presume de un efecto adverso, sin embargo aclara la falta de estudios más detallados para emitir una evaluación (OMS, 2006).

En investigaciones recientes sobre la dureza del agua, a las aguas duras se les ha atribuido como un posible factor de protección a ciertas enfermedades, en especial a los padecimientos cardiacos. Sin embargo, a las aguas duras también se le ha empezado atribuir como causa de otras enfermedades sobre todo de índole renal (Mora & Alfaro, 1999).

A nivel mundial, las enfermedades cardiacas son la principal causa de muerte por año, ejemplo de ello es en el 2008, en que se estimó 17,3 millones de personas fallecidas por este mal (representa un 30 % de la totalidad de muertes registradas a nivel mundial). Por causa de una cardiopatía coronaria corresponde a 7,3 millones, mientras que los accidentes vasculares cerebrales son responsables de 6,2 millones de las muertes antes mencionadas. Se estima que para el 2030 la muerte de 23,3 millones de personas por estas enfermedades, manteniéndose como una de las principales causas de muerte (OMS, 2013).

En lo que respecta a las enfermedades renales, los expertos han considerado que es alarmante la cantidad de pacientes que están padeciendo estos males en Centroamérica; en El Salvador y Nicaragua se ha considerado una de las principales causas de muerte, mientras que en Costa Rica la mortalidad en Guanacaste con respecto a otras partes del país, es cinco veces más (UNA, 2013).

La Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) ha emitido alerta por la enfermedad renal crónica, debido al incremento de morbilidad. En la provincia de Guanacaste, se presentan 112,9 pacientes por cada 100 mil habitantes, en Cartago son 43,8 pacientes por cada 100 habitantes, siendo esta la segunda provincia con mayor padecimiento de esta enfermedad. Otra problemática que se ha detectado es la detección en personas de 20 años, en que lo usual es en personas de mayores de 65 años, generalmente diabéticos e hipertensos (CCSS, 2013).

La relación de protección de enfermedades cardíacas por medio de las aguas duras, y el efecto de riesgo para las enfermedades renales, ha generado en diversos países la realización de estudios con resultados diversos, algunas investigaciones han concluido que si existe una relación de las aguas duras como factor protector de enfermedades cardíacas, y otros estudios no encuentran la relación. Con respecto al factor perjudicial de las aguas duras para la salud, con respecto a enfermedades renales, algunos estudios le atribuyen una relación. Pero la OMS, sigue considerando que falta más evidencias para establecer la dureza del agua como causa o relación a dichas enfermedades (Miñana, 2002).

En Argentina en el 2007 se realizó un estudio de la calidad del agua en las zonas de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, los cuales cuentan con acuíferos muy mineralizados, en que se determinaba el aumento de los niveles de salinidad con la profundidad, y la presencia de tóxicos como el arsénico. El resultado fue de un 47 % de las aguas potables, 77 % de las aguas de lluvia y 100 % de las aguas subterráneas no eran aptas para consumo humano según el Código Alimentario Argentino. La concentración media de la dureza total para el agua potable fue de 85 mg/L, con un mínimo de 5 mg/L y con un máximo de 340 mg/L; para la de lluvia fue 62mg/L, con un mínimo de 10 mg/L, y un máximo de 125 mg/L; y para las subterráneas el promedio era de 236 mg/L, con un mínimo de 155 mg/L, y un máximo 390 mg/L. Además estas fuentes de agua contaban con niveles elevados de arsénico. Las enfermedades que se

consideraban de riesgo en dichas zonas son: Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico, patologías neurológicas, cardiovasculares, pulmonares, cirrosis hepática, hiperqueratosis, melanosis, teratogenicidad, cáncer pulmonar y de piel (Revelli, Fito, Biassoni, Oliviero, Fiore & Quintana, 2008).

En México también se han realizado estudios con respecto a la dureza del agua; en el 2010 se determinó la calidad del agua en tres pozos de la zona centro del acuífero Cuautla – Yautec, y Moreros, y se determinó una dureza total promedio de 389, 8 mg/L como  $\text{CaCO}_3$  para el pozo 1, en el pozo 2 la dureza total promedio fue de 182,9 mg/L como  $\text{CaCO}_3$ , y en el pozo 3 la dureza total tenía un promedio 261 mg/L como  $\text{CaCO}_3$  (Valderrama, Ramírez, Ayala, Durán, Sáinz, Martínez & González 2010).

La urolitiasis es una enfermedad multifactorial, con una prevalencia mundial de 4 a 17 casos por cada 1000 habitantes. Aunque hay estudios que han afirmado que no hay relación del agua dura con la urolitiasis, son estudios que se cuestionan por haberse realizado en zonas donde la dureza no sobrepasa los 400 ppm. En Yucatán-México, cuentan con comunidades en que los niveles de dureza sobrepasan los 800 ppm y la prevalencia de urolitiasis es alta. Un estudio realizado en dicho estado, determinó que la urolitiasis aumenta con la edad; los antecedentes familiares y la dureza extrema en el agua son factores predisponentes (Medina-Escobedo, 2002).

En el 2003 en España, la Nueva Normativa Española del Agua para Consumo Humano, confirmaba que aún faltan evidencias convincentes que relacionen la dureza del agua con efectos adversos para la salud. Sin embargo, resaltaban el factor de protección por la relación inversa entre la dureza del agua de bebida y enfermedad cardiovascular, sustentándose en varios estudios realizados en Gran Bretaña, Suiza y en Taiwán. Así mismo se hace mención de una asociación estadística en el sentido de un mayor riesgo de hipertensión con el consumo de aguas de baja dureza, y denotándose un efecto significativo de protección sobre el riesgo de hipertensión con la ingesta de magnesio en las aguas de bebida (Varó, Chillón & Prats, 2003).

En Perú se realizó un estudio que relacionaban las aguas duras con un mayor consumo de detergentes; también determinaban la toxicidad de los jabones con la trucha *O. mykiss*, que se le considera una especie muy sensible a la contaminación de su hábitat. Los detergentes en estos peces le provocan necrosis y alteraciones en el funcionamiento de

las branquias, y pueden llegar a morir por asfixia en altas concentraciones o exposiciones prolongadas (León, 2006).

En 1985 en un estudio realizado en Costa Rica, con respecto al agua de bebida y la dieta, no se logró establecer una asociación con la incidencia del cáncer de estómago. Este padecimiento de gran incidencia en el país se le atribuyó, junto con el cáncer de esófago, una mayor incidencia en las provincias centrales con respecto a las provincias costeras. Afirmando que el riesgo de padecer cáncer gástrico se determina más por el lugar de nacimiento que por el lugar de residencia (Villalobos, 1985).

En Costa Rica, la mortalidad es más frecuente por enfermedades del sistema circulatorio (34 %), tumores (22 %), causas externas (11 %), sistema respiratorio (11 %) y del sistema digestivo (7 %). El 55,65 % de muertes de enfermedades cardiovasculares, eran personas con 75 años o más, de los cuales 57,09% eran hombres (Ministerio de Salud de Costa Rica, 2008).

En un estudio del 2001 al 2003 en la costa del Océano Pacífico y en unos conglomerados, se determinó que las aguas que recibían procedían de la vertiente del Caribe Sur; estas aguas se clasificaron como duras, mientras que las aguas del resto del país el predominio eran blandas. Establecieron que la dureza del agua, incrementa el riesgo bruto y estandarizado de padecer cálculos renales (Mora & Chamizo, 2007).

Tal como se ha ido mencionando, la contaminación de las fuentes de agua, que conllevan a la disminución del agua para consumo humano, suelen tener como causantes las aguas residuales y sustancias químicas, sin embargo las aguas residuales suelen tener mayor responsabilidad en enfermedades de carácter microbiológico, mientras que las sustancias químicas, en enfermedades crónicas que se desarrollan a mediano o largo plazo. Debido a la heterogeneidad en los resultados con respecto a factores contenidos en el agua que pueden o no afectar la salud humana, en especial a lo referente a la dureza del agua, y a las altas incidencias de las enfermedades con que se le relacionan en el país, cabe la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la situación de la calidad del agua para consumo humano en Costa Rica, con relación a la dureza y su implicación en la incidencia de algunas enfermedades?

### **1.3 Objetivos**

Objetivo General:

Analizar de manera exploratoria, la contaminación química por dureza del agua para consumo humano y sus efectos en algunas enfermedades de las personas en Costa Rica, en el periodo del 2007 al 2013.

Objetivos específicos:

1. Explorar los patrones espaciales de la dureza del agua para consumo humano en Costa Rica, en el periodo del 2007 al 2012.
2. Explorar los patrones espaciales para algunas enfermedades asociadas al agua de consumo humano en Costa Rica, en el periodo del 2007 al 2013.
3. Correlacionar exploratoriamente la incidencia de algunas enfermedades y la dureza del agua para consumo humano según distritos y cantones.

## 1.4 Justificación

El agua es el líquido vital para los seres humanos y otras especies. El cuerpo humano se compone de dos terceras partes de agua, y su cantidad debe mantenerse constante para garantizar la homeóstasis del sistema; las necesidades fisiológicas (transporte de sustancias, metabolitos, elementos celulares y regulación de la temperatura) hacen variar el volumen de agua por su constante intercambio y movilización (Beldarrain, 2003).

El agua tiene una indiscutible importancia en el organismo, sin embargo el agua no se puede mirar solamente desde el punto de vista fisiológico. Es importante conocer sus interacciones con otros factores, y una de las formas de abordar el tema es desde perspectiva de la salud ambiental, la cual tiene su cimiento en la relación de tres pilares fundamentales: Salud, Ambiente y Personas, comprendiendo de esta manera las relaciones que hay entre sí, y a la vez sus repercusiones. Esta triada permite visualizar las interrelaciones que se dan entre ellas, al determinar que la afección de cada pilar, repercute en el otro.

Debido a las situaciones que ya se han presentado y se pueden seguir surgiendo en torno a la contaminación y calidad del agua, que pueden repercutir en el crecimiento demográfico, económico, industrial, agrícola, calidad de vida, y en muchos otros ámbitos; es importante continuar con investigaciones, programas, legislación, educación, y capacitaciones, u cualquier otro mecanismo que ayude a enfrentar, evitar o mitigar los problemas asociados a la falta o mala calidad del agua.

Con respecto a la cantidad y calidad del agua, en el primer tratado de ecológico "Aguas, aires y lugares", Hipócrates 450 a.C, hace mención de la importancia de conocer las características de las aguas, los suelos, los bosques, el aire para determinar la salud de las personas; dando a entender que es necesario conocer el ambiente y costumbres para conocer la salud. Hipócrates resaltaba que el agua, por ser una necesidad diaria, se debía conocer lugar del que proviene (zonas altas, rocosas, pantanosas), si es dura o blanda, el sabor, y la cantidad que se consume (Mora, 2009).

El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública. Lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia

de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades (OMS, 2004).

Es importante ampliar la información existente en relación al agua y la contaminación de la misma, con el propósito de tomar acciones al respecto que minimicen o erradiquen la problemática. El presente trabajo de investigación pretende dar un aporte, al generar un análisis exploratorio desde la perspectiva de la salud ambiental, con el propósito de crear una vinculación entre diversas enfermedades con la calidad del agua, propiamente en los aspectos de la dureza, para los cantones de Costa Rica.

Entre los beneficios de la presente investigación es la realización de mapas que permitirán la comparación entre zonas geográficas, al brindar información espacial-temporal de los cantones (distritos para la provincia de Guanacaste) de la concentración del calcio en el agua, de la concentración de magnesio, dureza del calcio, y dureza total para los años del 2007 al 2012. Y para el periodo del 2007 al 2013, se presentan los mapas que muestran la distribución cantonal (distrital para Guanacaste) según las tasas brutas de morbilidad y mortalidad, los índices estandarizados para morbilidad y mortalidad, para el cáncer de colon, cáncer de riñón, cáncer de vejiga, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, y osteopenia.

La contaminación biológica en el agua, se ha estudiado mayormente con respecto a la contaminación química; esta última suele requerir de estudios de largos periodos de monitoreo, debido a que muchas manifestaciones de exposición a presencia de sustancias químicas no suelen ser inmediatas; esta investigación al ser de carácter retrospectiva, tendrá la facilidad de contar con datos de un periodo de 7 años, permitiendo de esta manera establecer tendencias y correlaciones.

Se había afirmado que la dureza del agua no afectaba la salud humana, sin embargo, investigaciones recientes como las generadas por el Laboratorio Nacional de Aguas, han ido descubriendo una posible relación entre dureza y la formación de cálculos renales; lo cual ha incentivado la realización la presente investigación, cuyo fin es poder generar nuevas correlaciones entre dureza del agua - zona geográfica con respecto a otras enfermedades, además de la litiasis renal.

Las enfermedades que se le relacionan a la dureza, son de alta prevalencia a nivel mundial y nacional, en donde en el país hay zonas con mayor prevalencia que otras. Por ser un estudio que abarca todo el territorio nacional, permitirá el determinar las zonas geográficas y sus pobladores más vulnerables, las cuales ya identificadas, se podrán realizar futuros estudios, con mayor profundidad como los de casos – control.

El proceso de enfermedad es multifactorial, pero es importante determinar cuáles son los factores de riesgo de mayor predisposición de padecer. Este estudio al pretender explorar la relación con la dureza del agua, es un aporte para conocer el complejo proceso de la salud-enfermedad. El generar nuevas evidencias o hipótesis, o sustentar evidencias pasadas, y de esta manera se contribuya en el establecimiento de adecuados mecanismos de mitigación o prevención.

La información que se obtenga de esta investigación, puede ser de gran utilidad para algunas instituciones, las cuales por sus principios institucionales están vinculadas a la salud y al ambiente; y de acuerdo a su función pueden establecer programas de divulgación de la información, mitigación o prevención según corresponda; además de la generación o apoyo a la realización de más investigaciones al respecto.

Una de las partes interesadas en la presente investigación es el AyA, cuya Ley Constitutiva, N°.2726, establece en sus primeros artículos (1 y 2), la responsabilidad del mismo de dirigir, fijar políticas, establecer y aplicar normas, para realizar y promover el planeamiento, financiamiento y desarrollo en relación al suministro de agua potable, así mismo para la recolección y evacuación de aguas negras y residuos industriales líquidos.

Al AyA también le corresponde el aspecto normativo de los sistemas de alcantarillado pluvial en áreas urbanas, y el promover la conservación de las cuencas hidrográficas, la protección ecológica, y el control de la contaminación de las aguas.

Si en la investigación presente, se determina posibles niveles de concentraciones de dureza del agua nocivos para la salud, el AyA puede considerar la realización de acciones al respecto para garantizar que el agua sea potable y apta para consumo humano. Para tal fin se puede establecer conexiones de cooperación con otras instituciones y otros entes interesados, como las Asociaciones Administradoras de Acueductos Rurales, que tienen como fin el brindar el servicio de acueducto y alcantarillado.

En el AyA – Laboratorio Nacional de Aguas es importante que cuenten con la información de cómo se encuentran las fuentes de agua en el país, y la calidad del agua que suministran a la población. Los mapas de la clasificación de los cantones (distritos en Guanacaste) según la dureza del agua, al sintetizar una gran cantidad de información contenida en bases de datos de las concentraciones de dureza de los últimos 6 años, resulta en un acceso a la información más práctico.

El Ministerio de Salud es el ente rector de salud en Costa Rica, encargado de la definición de la política nacional de salud, la formación, planificación y coordinación de todas las actividades públicas y privadas relativas a salud; como parte de sus funciones se estipula el velar por el cumplimiento de la Ley General de Salud (Ley N°5395), en la cual hay varios artículos vinculados con el agua, entre ellos el N°265 que hace mención para que el agua sea potable debe reunir una serie de características físicas, químicas y biológicas que la hacen apta para el consumo humano agua.

Los resultados de la presente investigación pueden contribuir al Ministerio de Salud, información necesaria para el fomento de la vigilancia, como parte del cumplimiento del artículo N°265 de la Ley General de Salud. Por la potestad que tiene el Ministerio de Salud, si en la presente investigación se determina fuentes de aguas, con concentraciones de dureza, que se correlacionan como nocivas para la salud de la población en Costa Rica, puede incentivar más investigaciones, con el propósito de emitir regulaciones de su uso. En conjunto con otras instancias como el AyA, y en complemento con otras investigaciones, puede establecer una normativa que determine el nivel de concentración de dureza permisible para el agua de consumo humano.

El proporcionar los servicios de salud en forma integral al individuo, la familia y la comunidad, es parte de la misión de la CCSS (CCSS, 2012). Parte de la integridad en el servicio, es la investigación, ya sean elaboradas por la entidad o de fuentes externas. La presente investigación puede contribuir como información base para la generación de investigaciones a profundidad y de vigilancia epidemiológica, para enfermedades que se le vinculen a la dureza en el agua por zona geográfica

La Universidad de Costa Rica, en su Estatuto Orgánico, establece su autonomía en cultura superior, constituida por una comunidad de profesores, estudiantes y funcionarios administrativos, dedicada a la enseñanza, la investigación, la acción social, el estudio, la

meditación, la creación artística y la difusión del conocimiento. Por ello el fomento de investigaciones académicas, como parte de la culminación de un proceso de formación académica es la realización de este trabajo de investigación, el cual pretende plasmar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Salud Ambiental; además de ser una fuente de información para la generación de otras investigaciones relativas al tema, e incluso el mismo tema abarcado desde enfoques diferentes al de las ciencias de la salud, como las ciencias sociales, básicas, económicas, y otras.

El ente rector del recurso hídrico es el Ministerio de Ambiente y Energía, el cual tiene como parte de su misión, el impulsar y apoyar la investigación, la conservación y el uso racional de los recursos naturales, con el propósito de mejorar la calidad de vida. La presente investigación puede contribuir en información relacionada a la contaminación del agua, lo cual puede servir de base para futuras formulaciones de políticas o estrategias, gracias a la potestad que tiene este Ministerio; lo cual puede repercutir en minimizar, eliminar y prevenir daños a la salud, al complementarse con la aplicación de procedimientos administrativos para sancionar quien cause daños al medio ambiente.

Por su parte, el Instituto Costarricense de Electricidad, suele utilizar el agua para transformarla en energía, por ello esta institución suele encargarse de la protección de cuencas, fuentes y cauces de ríos (Valverde, 2010). De esta manera, los resultados de la presente investigación pueden favorecer el fomento de la toma de más acciones para la mitigación y prevención de la contaminación del agua.

El otorgamiento de permisos de uso de suelo, además de la planificación cantonal y la vigilancia de los recursos, es parte de la función de los gobiernos locales o Municipalidades; los cuales también administran los acueductos de 33 de los cantones del país (Valverde, 2010). Darles a conocer este tipo de investigaciones, puede colaborar en la incentiva de un mayor control al otorgar permisos del uso del suelo, con el propósito de cumplir con la responsabilidad de la planificación urbana, al tomar en cuenta calidad y cantidad de agua de las fuentes de las que se abastecen; en complemento con el fortalecimiento de los programas municipales de rescate de cuencas.

Para el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), entre sus objetivos se encuentra el procurar el aprovechamiento óptimo y justo de los recursos de tierras y aguas, tanto superficiales como subterráneas en las actividades

agropecuarias del país, sean éstas de carácter privado, colectivo o cooperativo, en los distritos de riego. La presencia de contaminación química en el agua, impide que el uso de la tierra y el agua sea adecuado, por ello esta investigación puede contribuir como fuente de información para la planificación y ejecución de medidas que detengan y reviertan el daño, para lograr cumplir con la funcionalidad establecida.

Cuando algunos estudios empiezan a determinar que algo afecta la salud de las personas, es importante que se realicen más investigaciones y se determinen las causas. Se han realizado ya algunas investigaciones con respecto a la dureza, sin embargo los resultados no son contundentes, al establecer la dureza como factor de protección o riesgo, específicamente para las enfermedades cardíacas y renales.

Se dispone de bases de datos relativas a la calidad del agua, además de los egresos y fallecimientos hospitalarios por diversas enfermedades para los años del 2007 al 2013, los cuales permiten la realización del presente estudio; se pretende generar mayor información con respecto a la enfermedad isquémica del corazón y la litiasis renal con relación a la dureza del agua, además de incluir otros padecimientos de alta prevalencia en el país que pueden estar vinculados al calcio y magnesio en el organismo.

## Capítulo 2

### 2. Marco Teórico

En esta sección se presentan los conceptos de ambiente y salud; de esta manera se pretende el poder visualizar la gran relación entre ambos, y por ende la salud ambiental.

Así mismo se va hacer mención de componentes que contaminan el agua, desarrollándose de esta manera el concepto de contaminación del agua para consumo humano y sus consecuencias para la salud humana.

Por último se podrá encontrar una síntesis, referente a la gestión del recurso hídrico.

Y para entablar la relación de los temas antes mencionados, se realiza un cuadro operacional.

#### 2.1- Ambiente, Salud y Salud Ambiental

El ambiente puede conceptualizarse como ambiente igual a naturaleza; este término incluye “todas las condiciones y factores externos, vivientes y no vivientes (sustancias químicas y energías) que afectan a cualquier organismo o forma de vida; en otras palabras es el medio físico en que se desenvuelven e interactúan los seres humanos” (Avendaño, 2005. p.4).

De forma más específica la OMS, define el ambiente con enfoque hacia a la salud humana, como: los factores externos que actúan sobre las personas, que pueden ser de tipo físico, sociales, conductuales, nutricionales, entre otros excluyendo los genéticos (OMS, 2010).

La Salud y enfermedad no deben concebirse de forma independiente, debido a que en ambos conceptos se construyen relaciones entre sí; tampoco se puede limitar el concepto de salud-enfermedad con solo el enfoque de la biología, debido a que este proceso implica otras dimensiones, especialmente la social. La salud se puede expresar como una adaptación al medio ambiente, la cual se refleja en la duración y la calidad de vida. (Castillo, 2010).

El proceso de salud – enfermedad visto de un punto de vista más amplio, y no limitado a lo biológico, es cuando este abarca los factores sociales, económicos, culturales, psicológicos, educativos y políticos (Chamizo, 2010).

En América la situación de la salud de sus pobladores para el año del 2007, se determinaron algunas estimaciones, en base a la situación de varios aspectos tales como: crecimiento económico, el empleo, la educación, el medio ambiente, la globalización, y la ciencia y tecnología (OPS, 2007).

Para el crecimiento económico, la situación presentaba ciertos grados de incremento, el cual tuvo un estancamiento temporal entre el periodo del 2000 al 2003, sin embargo para el 2006, el crecimiento medio era de 5,6 %. Con respecto a la educación, se generaliza un progreso con relación a los últimos 25 años, al evidenciar un incremento de hasta el 94 % en alfabetización (OPS, 2007).

Con referencia al medio ambiente por parte de la OMS, relacionó que 85 de las 102 enfermedades principales son causadas por la exposición a riesgos y factores ambientales; que si se ajustan los años perdidos de vida en función de la discapacidad y fallecimientos, estos representan una cuarta de la totalidad (OPS, 2007).

La globalización y su creciente conexión, integración e interdependencia del mundo en los ámbitos económico, social, tecnológico, cultural, político y ecológico; se menciona la posibilidad de cambios en estructuras económicas y sociales que pueden ser negativos, sin embargo también ha creado vínculos de cooperación (OPS, 2007).

Y por último, el campo de la ciencia y tecnología, sus avances han permitido prolongar la esperanza de vida en todo el mundo, ejemplo de ello son las investigaciones en áreas de medicina, microbiología, farmacología, entre otras (OPS, 2007).

Sin embargo lo anterior son generalidades de un continente, pero lo cierto es que hay diferencias importantes entre cada país, y dentro de cada país las desigualdades son aún más variadas, en ocasiones los indicadores de salud y sociales no abarcan todas las poblaciones por igual, resultando exclusión de datos de las poblaciones más rezagadas económicamente, con los accesos a servicios públicos limitados o niveles de salud nada alentadores (OPS, 2007).

Por cultural o educación u otra índole, muchas personas al darse la presencia de una o varias enfermedades, es hasta ese momento en que se preocupan por su propia salud, y proceden al sistema sanitario; sin embargo algunos de estos pacientes no participaban en las campañas de prevención y promoción de la salud (Nájera, 1997)

Hipócrates fue uno de los primeros en hacer una relación entre el medio ambiente y la salud, sin embargo este tema empieza a tener fuerza a inicios del siglo antepasado por motivo de la Revolución Industrial, al surgir el concepto de sanidad; este concepto reúne diversas acciones con el propósito de proteger, promover y restablecer la salud tras las condiciones del deterioro del medio ambiente causado de la mencionada revolución (Nájera, 1997).

La sanidad tiene diversos ámbitos para intervenir, entre ellos el ambiental; la sanidad ambiental procede por dos vías, la primera es a través de la investigación, específicamente del cómo afectan los factores ambientales a la salud humana y los medios para evitarlas; y la segunda vía es por medio de políticas, que regulen acciones para mejorar los niveles de la calidad del medio ambiente (Nájera, 1997).

Más detalladamente la sanidad ambiental pretende: Conocer los efectos del ambiente físico y biológico sobre la salud de las personas; determinar la influencia de las acciones humanas sobre los ecosistemas naturales; establecer los pro y contra para la salud de los ambientes urbanos, suburbanos y rurales; determinar las relaciones salud, el desarrollo y la economía; plantear mecanismos para lograr la prevención de los efectos adversos determinados, en conjunto con medios para la promoción de la salud ambiental. (Nájera, 1997)

La OMS ha manifestado que la Salud Ambiental tiene muchas definiciones, algunas con enfoques que limitan la relación de la salud y el ambiente con un ecosistema y condiciones ambientales específicas; otras se orientan como una disminución del riesgo; y algunas definiciones más, corresponden a las que toman en cuenta entornos sociales, riesgos físicos y químicos, siendo de esta manera la sanidad se considera parte de la salud ambiental; y se concluye al afirmar la salud ambiental como un campo académico interdisciplinario, un área de investigación, y un espacio para la práctica para la salud pública aplicada (OMS, 2010).

La OMS (2010) entre las definiciones que destaca:

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 (p. xxxv).

El termino más ampliado, de salud ambiental el cual incluye radiación, vivienda, y transportes:

La Salud Ambiental comprende aspectos de la salud humana y enfermedad que son determinados por factores ambientales. También se refiere a la teoría y práctica de evaluación y control de factores ambientales que pueden afectar potencialmente la salud. Estos incluye tanto efectos patológicos directos de productos químicos, radiación y algunos agentes biológicos, como efectos (con frecuencia indirectos) sobre la salud y el bienestar del ambiente físico, psicológico, social y estético en sentido amplio, incluyendo vivienda, uso de tierra en desarrollos urbanos y transporte (p.xxxv).

La salud ambiental, considerada una profesión:

La disciplina que promueve la salud humana y el bienestar, por medio de interrelaciones entre las personas y ambiente, es la salud ambiental. Que pretender crear de esta manera un ambiente seguro y saludable (p.xxxvi).

## **2.2 - Contaminación del agua para consumo humano y contaminación química**

Se considera contaminación a la presencia de sustancias extrañas o la alteración de las concentraciones de los componentes habituales en el medio ambiente, causando efectos negativos. Hay de dos tipos: la abiótica y biótica; la contaminación abiótica se da por sustancias inanimadas, como los metales, nitritos, nitratos, hidrocarburos, alquitranes, óxidos de C, S y N, olores, radiación y ruidos; la biótica corresponde al desarrollo de microorganismos (Nájera, 1997).

Generalmente el agua puede contener polución en unas cantidades muy pequeñas que proceden de la atmosfera, sin embargo la mayoría de los contaminantes procede de la tierra, siendo las aguas superficiales las más vulnerables a las fuentes de contaminación; para el caso de las aguas subterráneas, se debe mucho a la infiltración que depende de la calidad del terreno y el grosor de la capa filtrante (Beldarrain, 2003).

Tanto el agua como los alimentos se contaminan por diversas fuentes o productos, las cuales pueden encontrarse en productos químicos orgánicos, naturales, sintéticos, metales

pesados, sales, radionúclidos entre otros; que pueden proceden de aguas residuales, productos tóxicos domésticos, desechos industriales, efluentes agrícolas y aguas servidas de diversas actividades, entre ellas granjas o criaderos (Nájera, 1997).

La contaminación puede ser de origen natural o antrópico, y su correspondiente clasificación depende del contaminador; hay diversas clasificaciones, de las cuales se resaltan las tres más importantes:

-Sustancias Biodegradables: La mayoría de estas sustancias son orgánicas y son parte de vertederos de aguas residuales y desechos industriales; ellas se oxidan por la acción microbiana en presencia de oxígeno (Beldarrain, 2003).

-Sustancias No Biodegradables: Pueden ser naturales como los metales pesados que requieren largos periodos de degradación; pero la mayoría son compuestos químicos sintéticos, plásticos, fibras, pesticidas, entre otros; estos contaminantes alteran los ciclos biológicos, al envenenan los procesos autodepurativos, por ende constituyen un peligro para la flora y fauna de los sistemas acuáticos, y consecuentemente al ser humano (Beldarrain, 2003).

-Sustancias Químicas inorgánicas y minerales: Son las sustancias que pueden afectar el equilibrio ácido-base del agua y la salinidad, entre ellas se mencionan las sales inorgánicas y los ácidos minerales (Beldarrain, 2003).

Propiamente las aguas residuales suelen tener más componentes orgánicos como: aminoácidos, policlorofenilos, halometanos, cloruro de vinilo, jabones, ácidos grasos, detergentes, entre otros; estos suelen sedimentarse y se pueden depurar una vez formados los lodos por medio de la oxidación bioquímica; esta oxidación depende de la Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO) (Nájera, 1997).

Cuando se da la degradación de materia orgánica en el agua, se consume oxígeno; la cantidad de dicho oxígeno es el DBO, la cual suele rondar entre 10 a 40 partes por millón (ppm) en aguas naturales, en aguas residuales los niveles son sumamente elevados, al punto de agotar el oxígeno, generando un aumento de  $H_2S$  y microorganismos anaerobios (Nájera, 1997).

Los compuestos inorgánicos que suelen presentarse en las aguas residuales generalmente están de manera ionizada tales como:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , nitritos, nitratos, bicarbonatos, fosfatos y sulfatos. Estos por su parte, sobre todo las sales y los ácidos alteran el equilibrio ácido-base, además de la salinidad del agua, lo que provoca una difícil depuración, al permitir que estos compuestos den crecimiento de algas y plantas (eutrofización) (Nájera, 1997).

Contaminación Química del Agua según la OMS: Sustancias químicas que se encuentran en el agua y pueden resultar nocivas para la salud, al cabo de una exposición de meses, pero sobre todo de años; debido a que la calidad de la misma se va afectando progresivamente, con excepción de los vertidos o filtraciones esporádicas que provienen de diversas fuentes contaminadas (OMS, 2006).

Muchos de los contaminantes abióticos que afectan el agua como también a los alimentos, son los metales (plomo, arsénico, mercurio, estaño, cadmio, cobalto, manganeso); selenio (generalmente en el suelo), compuestos nitrosos, hidrocarburos aromáticos, insecticidas, aditivos alimentarios, aditivos de en piensos y estimulantes de crecimiento, sustancias tóxicas naturales (Aflatoxinas, cornezuelo del centeno, toxina de dinoflagelados) y radioisótopos (Nájera, 1997).

Los siguientes son algunos de los contaminantes químicos que se pueden presentar en el agua:

-Plomo: Su distribución en la corteza terrestre es amplia, presentándose en diferentes minerales y como producto final de la desintegración radioactiva del uranio y el torio (Vega, 1985). El agua potable se solía contaminar por el grifo, cuando las fontanerías domésticas contenían plomo en las tuberías, las soldaduras, los accesorios o las conexiones de servicio a las casas, hoy en día se utiliza policloruro de vinilo (PVC); sin embargo no se descarta que en construcciones antiguas, la presencia de este tipo de utilería con plomo. Hay factores que interceden en la disolución del plomo entre ellos el pH, la temperatura, la dureza del agua y el tiempo de permanencia del agua en la instalación. Se suele generalizar que este es más soluble en aguas blandas y ácidas (OMS, 2006) Otras fuentes de contaminación son las industrias por efluentes (OMS, 2001).

-Arsénico: Se encuentra en gran cantidad en la naturaleza al provenir de 150 minerales, entre ellos plomo, plata, oro y sulfuros de arsénico; y de origen volcánico. Su utilización se ha dado para elaborar plaguicidas, vidrios (y derivados), aleaciones de cobre y plomo, semiconductores, productos farmacéuticos y productos químicos diversos (Vega, 1985). De acuerdo a algunas investigaciones no se ha determinado ningún beneficio para la salud esta sustancia (OMS, 2006).

-Mercurio: En la naturaleza se puede presentar como un metal libre o en diversos minerales como el disulfuro de mercurio. Se suele utilizar como metálicos y los compuestos inorgánicos para la creación de instrumentos de medición como el termómetro o el barómetro, equipos eléctricos, amalgamas, tubos de rayos X, seda artificial, entre otras. Los compuestos de arilmercurio, fenilmercurio, alquimercurio, etilmercurio y metilmercurio, se utilizan como desinfectantes, plaguicidas, antisépticos y bactericidas (Vega, 1985). Se puede metilar en agua dulce y en agua de mar; sin embargo se estima que el mercurio del agua de consumo no contaminada está en forma de  $Hg^{2+}$ ; lo que hace poco probable consumir compuestos orgánicos de mercurio (como los alquilmercuriales), pero si es posible que el metilmercurio se transforme en mercurio inorgánico (OMS, 2006).

-Estaño: Dialquilos de estaño, es un compuesto orgánico que suele ser usado en compuestos disustituidos para estabilizar materiales plásticos, en tuberías de agua de PVC, estos pueden contaminar durante las instalaciones, por medio de las inmunotoxinas. Como biocidas se suelen utilizar en forma de compuestos trisustituidos (OMS, 2006).

El Estaño inorgánico, se usa más en la industria alimentaria, en enlatados, siendo esta la vía de exposición principal para las personas. En relación al agua de consumo concentraciones mayores que 1-2 g/l es excepcional. Sin embargo por el estaño utilizado en soldaduras (que pueden incluir la fontanería domestica), puede representar una fuente de contaminación (OMS, 2006).

-Cadmio: No es un elemento común en la corteza terrestre, pero se asocia con el zinc, plomo, en trazas de carbón y el petróleo (Vega, 1985). Su uso se da en la industria del acero y en los plásticos; además es componente de pilas eléctricas. La contaminación ambiental se da por aguas residuales y fertilizantes. Otra fuente suele estar presentes por

las soldaduras, tuberías galvanizadas y fontanería metálica (por medio de las impurezas del cinc) (OMS, 2006).

-Manganeso: Se encuentra en gran abundancia en la tierra, su uso suele ser para la fabricación de aleaciones de hierro y acero; también se puede utilizar como oxidante para la limpieza, el blanqueado y la desinfección en forma de permanganato potásico; entre otros. Se le considera esencial para las personas y algunos animales. También se puede encontrar en ciertos alimentos y de forma natural en agua superficial y subterránea (en especial en condiciones anaerobias o de microoxidación). Los estados de oxidación más importantes para la biología y el medio ambiente son el  $Mn^{2+}$ , el  $Mn^{4+}$  y el  $Mn^{7+}$  (OMS, 2006).

-Selenio: Se le suele encontrar en la corteza terrestre cuando hay presencia de minerales que contienen azufre; las personas lo suelen ingerir en alimentos (cereales, carne y pescado) (OMS, 2006).

-Talio: Es parecido al plomo en color, dureza y fusibilidad, pero difieren en volatilidad y espectro de emisión. Forma diversas sales inorgánicas como el cloruro, yoduro, carbonato, entre otras; además forma sales orgánicas como el acetato, benzoato, entre otras. Sus usos se han relacionado en fotografía, vidrios, raticidas, pesticidas, y en medicina para tratamiento de la caída del cabello (Buzzo & Soría, 1960).

-Aluminio: En la superficie terrestre es el responsable de constituir el 8 %, por ello se le denomina el metal de mayor abundancia. Las sales de aluminio, se usan como coagulante en el tratamiento del agua, una de las razones por las que se puede encontrar excesos en el agua (OMS, 2006).

-Bario: De él se derivan varias sales, las cuales se han utilizado en minería, síntesis química, tintes, pinturas, insecticidas, explosivos, goma, vidrio, entre otras (Plunkett, 1968). Proviene de rocas ígneas y sedimentarias; la fuente de exposición del bario al agua, son de índole natural. El valor de referencia es 0,07 mg/L; pero la concentración suele presente en el agua para consumo humano es de 100 µg/L; aunque en aguas subterráneas, se han encontrado valores más elevados de más de 1 mg/L (OMS, 2006).

-Cromo: Tiene gran distribución en la capa terrestre, y se suele presentar como cromita. Se le suele utilizar para aleaciones de ferro-cromo. El asbesto es otra fuente de cromo. Es

un elemento esencial en cantidades trazas para el organismo, entre sus funciones es ser un factor de tolerancia a la glucosa al unirse con la niacina; y se le encuentra en el ácido ribonucleico (OMS, 2006).

-Hierro: Es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre, se tiene presencia en aguas dulces naturales en concentraciones de 0,5 a 50 mg/L. Por medio de la distribución del agua, puede llegar al agua de consumo debido a la corrosión de tuberías de acero o hierro colado; otro aspecto que puede provocar su presencia en el agua que se ingiere es por medio de los coagulantes de hierro. Es un elemento esencial en la nutrición humana (10 y 50 mg/día) (OMS, 2006).

-Cobre: Nutriente esencial. Se utiliza en accesorios de fontanería, tales como las válvulas, fabricación de tuberías, también como aleaciones y revestimientos. Se ha utilizado como control de algas (OMS, 2006).

-Cinc: Su presencia es muy amplia en alimentos y agua (oligoelemento esencial) con requerimientos de 1 mg/kg de peso corporal. El agua de consumo tiene el límite permisible de 3 mg/L (OMS, 2006).

-Calcio y Magnesio: Son los elementos que conforman la dureza del agua, también conocida como la cantidad equivalente de carbonato cálcico. La dureza menor que 100 mg/L afecta la capacidad de amortiguación, y corroen las tuberías (OMS, 2006).

Otras fuentes de calcio se encuentran en lácteos, en algunas legumbres, verduras y el brócoli. El magnesio se puede encontrar también en lácteos, verduras, granos, frutos y frutos secos. La variabilidad de ingesta de estos alimentos y el agua, puede generar alteraciones sustanciales de las concentraciones de estos elementos en el organismo en términos de deficiencia o exceso (OMS, 2009).

Ambos son elementos esenciales para el organismo: El magnesio es el cuarto catión más abundante en el cuerpo y el segundo catión más abundante en el líquido intracelular. Es un co-factor para algunas 350 enzimas celulares, al cual se le relaciona con las proteínas y síntesis de ácido nucleico; además de ser necesario para el tono vascular normal y sensibilidad a la insulina. Más del 99 % del calcio corporal total, está presente en los dientes y en los huesos como elemento estructural, sus otras funciones corporales son relativas a procesos metabólicos, entre ellas como señal de procesos fisiológicos vitales

(contracción vascular, la coagulación sanguínea, contracción muscular y la transmisión nerviosa) (OMS, 2009).

El metabolismo del calcio en el organismo: Siendo el catión de mayor abundancia en el cuerpo, se le encuentra de forma de cristales de hidroxapatita en el hueso (99 % del calcio corporal total), del calcio plasmático, 50 % se le denomina calcio iónico libre, ligado a aniones corresponde un 10%, y el 40% del calcio sérico restante se encuentra ligado a proteínas, especialmente a la albúmina. El pH puede alterar su interacción, la disminución de uniones a proteínas se da con la acidosis, y con la alcalosis estas uniones aumentan (Gómez, Rodríguez & Cannata, 2004).

Su absorción se realiza principalmente en el duodeno y el yeyuno. “La capacidad de absorción viene condicionada por la biodisponibilidad del calcio dietético (reducida en presencia de fitatos y oxalatos) y por la propia cantidad de calcio ingerido. Un escaso porcentaje se absorbe por difusión simple, paracelular y no saturable, y la mayor parte mediante un proceso de absorción transcelular fisiológicamente regulado por la vitamina D, que estimula su paso tanto mediante acciones genómicas (síntesis de proteínas transportadoras) como no genómicas. En circunstancias normales se absorbe aproximadamente un 30 % del calcio dietético (Gómez, Rodríguez & Cannata, 2004).

Las dietas pobres en calcio, el déficit de vitamina D y la falta de respuesta intestinal a la misma (exceso de glucocorticoides o de hormona tiroidea, síndromes de malabsorción) son las causas más frecuentes del déficit de absorción del calcio (Gómez, Rodríguez & Cannata, 2004).

El 60 % del calcio plasmático no ligado a proteínas, se filtra a nivel glomerular. En el túbulo proximal el 70 % del calcio ultrafiltrado se reabsorbe (a nivel intercelular). En el asa de Henle se reabsorbe el 20 % del calcio filtrado. El 8 % del calcio filtrado de forma activa es reabsorbido por el túbulo contorneado distal, allí se da la regulación de la eliminación del calcio (Gómez, Rodríguez & Cannata, 2004).

La Hormona paratiroidea (PTH) es la principal reguladora de la excreción de calcio, al disminuir la filtración y elevar la reabsorción tubular (La PTH puede aumentar la calciuria). El calcitriol promueve el aumento en la reabsorción, y también puede elevar la calciuria. La calcitonina tiene un papel fisiológico en la reabsorción tubular del calcio y a dosis suprafisiológicas la inhibe. El balance del calcio en el organismo “normalmente existe un

equilibrio entre la absorción intestinal neta y las pérdidas urinarias de calcio, permaneciendo constante el calcio extracelular e intercambiándose, con balance cero, calcio extracelular y calcio óseo” (Gómez, Rodríguez & Cannata, 2004).

El metabolismo del magnesio: Es esencialmente intracelular, un 70 % de magnesio corporal se encuentra en el tejido óseo; mientras que en el plasma se encuentra un 1 % del total (55 % en forma iónica, 20 % unido a proteínas y el restante formando complejos con aniones); 95 % del magnesio que circula es reabsorbido por el túbulo renal, siendo el riñón el regulador de su concentración. La hipercalcemia, la depleción de fosfatos y la expansión de volumen disminuyen la capacidad de reabsorción. La aldosterona y la PTH son responsables de la excreción de magnesio (Gómez, Rodríguez & Cannata, 2004).

Circunstancias que aumentan los niveles de calcio y fósforo promoverían una pérdida renal de magnesio. El magnesio se ha involucrado en el mecanismo de sensor del calcio de la PTH y, a través de la misma, participaría de la regulación del calcio, siendo la hipomagnesemia una de las causas de hipocalcemia (Gómez, Rodríguez & Cannata, 2004).

El calcio y el magnesio están presentes en el agua, y se clasifica el agua de acuerdo a su concentración. Si hay un exceso, se le denomina aguas duras (Beldarrain, 2003).

En la siguiente tabla N°1 se puede apreciar los rangos de concentraciones que se puede presentar de calcio y magnesio en el agua de consumo humano, y su respectiva clasificación de acuerdo a la dureza del agua.

Tabla N°1: Clasificación de la dureza por CaCO<sub>3</sub> en el agua, según OMS:

<b>Concentración de CaCO<sub>3</sub> / mg/L.</b>	<b>Tipo</b>
0 – 60	Blanda
61-120	Moderadamente dura
121 – 180	Dura
> 180	Muy dura

Fuente: OMS, 2006.

Para determinar la contaminación o la calidad del agua se deben realizar una serie de estudios, que van desde inspecciones sanitarias en el campo, exámenes físicos (temperatura, turbiedad por materiales en suspensión, color por sustancias en solución, olor y sabor), análisis químicos, bacteriológicos y microscópicos. (Beldarrain, 2003):

Propiamente el examen físico, no suele brindar mucha relación entre los daños en que puede causar, al tener alterados los índices establecidos. Por ello este y los otros estudios son complementarios.

En el examen bacteriológico se realizan análisis de recuento de bacterias aerobias a 37°C y 22°C; investigación de coliformes fecales y totales; investigación de *Streptococo* fecales; y recuento de *Clostridios* sulfurito reductores. Uno de los determinantes que se utilizan, en especial para el agua que es para beber, es el Índice de Coli (Beldarrain, 2003).

El examen microscópico se realiza para los organismos que solamente son visibles por este medio presentes en el agua (plancton) (en el caso de las bacterias se utiliza el de siembra de muestra). De esta manera se pueden explicar condiciones “desagradables” físicas del agua, además de lograr establecer el origen de las obstrucciones en tuberías y filtros, entre otros. Muchos de los organismos observados por el microscópico son las algas (generalmente responsables de la turbiedad), hongos, mohos, levaduras, bacterias, moluscos, artrópodos, helmintos y protozoarios (Beldarrain, 2003).

El examen químico tiene como finalidad el cuantificar cualquier sustancia orgánica o inorgánica presente en el agua a niveles dañinos. En el anexo N°6 se encuentra la lista de algunas de las sustancias que se pueden encontrar, con su respectiva máxima concentración, el excederlo hace prohibido el consumo. En el anexo N°7 se disponen los parámetros nacionales para algunas sustancias químicas en el agua.

Otros indicadores de contaminación química, es la presencia de nitrógeno en sus diferentes formas, oxígeno consumido en grandes cantidades y la presencia de cloruros y aquil benceno sulfonado; estos dan a conocer que los contaminantes son orgánicos, con posible presencia de microorganismos patógenos (Beldarrain, 2003).

De los indicadores antes mencionados se tiene:

El nitrógeno orgánicamente combinado, significa que el agua ha sido contaminada por sustancia vegetales o animales (Beldarrain, 2003)

Para el oxígeno consumido, se puede medir por medio de DBO “*Cantidad de oxígeno necesario para estabilizar la materia orgánica que está sujeta a descomposición*” en el

agua potable debe ser 0 mg/L. Demanda Química de Oxígeno (DQO) “*Mide el oxígeno que se ha consumido en el agua*”, y el oxígeno disuelto se utiliza para medir cuanta cantidad de oxígeno hay disuelto en el agua (Beldarrain, 2003)

En relación a los cloruros, se les considera contaminación por residuos domésticos e industriales, también por la salinización de las cuencas superficiales o subterráneas por penetración del agua de mar, al encontrarse en cantidades elevadas. Estos no deben ser mayores que 250 mg/L (Beldarrain, 2003)

Y por último el Sulfonato de alquilbenceno lineal (También llamados humectantes), Producen espumas y sabor al agua; es un componente de los detergentes, y su concentración no debe ser mayor de 1 mg/L (Beldarrain, 2003).

### **2.3 - Efectos en la salud asociados a la contaminación química:**

La salud se puede ver afectada por los productos químicos dependiendo de la cantidad ingerida u otra forma de exposición, el tiempo transcurrido, la sustancia, entre otras. Cuando el efecto es a corto plazo, se le considera una intoxicación, siendo esta por la ingesta de una cantidad de producto tóxico suficiente; cuando el efecto es a largo plazo, debido a un consumo constante u ocasional que se bioacumula en el organismo, a esta intoxicación se le denomina crónica (Nájera, 1997).

La enfermedad de Minamata, es un ejemplo de las intoxicaciones crónicas; un caso fue en Japón, primeramente no se encontraba razón de la enfermedad, posteriormente se determinó la presencia de metilmercurio en los pescados (Nájera, 1997).

A continuación se presentan los efectos de la salud asociados a ciertas sustancias:

-Plomo: No se le ha determinado beneficio biológico para la salud humana; una de las enfermedades que se le atribuye es el saturnismo (Envenenamiento por acumulación en el organismo) (Beldarrain, 2003). Entre los sistemas que puede causar daños es el nervioso, reproductivo y los riñones; así mismo provoca la alta presión sanguínea y anemia. Su mayor concentración se da en los huesos y dientes (un 95 %) (Vega, 1985). Es muy dañino para el cerebro de fetos, infantes, y mujeres embarazadas. Interfiere con el metabolismo del calcio y la vitamina D. Los daños pueden ser irreversibles, y pueden variar de problemas de aprendizaje, conducta y retardo mental; y a muy altas concentraciones puede provocar convulsiones, coma y muerte (OMS, 2001).

-Arsénico: El exceso de arsénico se da por una exposición prolongada (consumo de agua entre durante 5 a 20 años) puede dar origen a arsenicosis o también llamada envenenamiento por arsénico. Sus efectos en la salud son diversos, entre ellos problemas en la piel (manchas en especial en las manos y pies, además de cambios de color); cáncer (piel, vejiga, riñón y pulmón); enfermedades de los vasos sanguíneos de las piernas y los pies; diabetes, presión arterial alta y trastornos del aparato reproductor. Estos síntomas se le relacionan a su ingesta y no tanto al contacto con el agua contaminada. En China (Taiwán) se evidencio que la enfermedad de los vasos sanguíneos, puede causar gangrena (OMS, 2011).

-Mercurio: Sus compuestos inorgánicos afectan principalmente a los riñones con exposiciones breves o prolongadas; los riñones tienden a tener un aumento del peso absoluto o relativo. Otros daños son la necrosis tubular, la proteinuria y la hipoalbuminemia. Además puede ser causa de colitis y gastritis hemorrágicas. Un aspecto importante son las afecciones que causa como cloruro de mercurio (II), entre ellas el aumento de la incidencia de algunos tumores benignos en los tejidos afectados y que posee una leve actividad genotóxica (sin ocasionar mutaciones puntuales) (OMS, 2006).

-Estaño: Para los Dialquilos de estaño, se dice que su toxicidad es baja, sin embargo hay falta de datos. Para su estado inorgánico, este es absorbido por el aparato digestivo, no hay bioacumulación, y suele ser expulsado por las heces (OMS, 2006).

-Cadmio: En la sangre, se mantiene unos 77 días, mientras su vida media en el cuerpo es de 10 a 30 años. Suelen afectar proteínas, aunque la toxicidad depende en la capacidad de interferir en procesos fisiológicos (por medio de su solubilidad); afecta principalmente a los riñones; y se ha evidenciado acumulación en testículos y próstata (Vega, 1985).

-Manganeso: Su deficiencia o sobre exposición pueden causar efectos negativos en la salud. La inhalación puede provocar efectos neurológicos. Investigaciones han relacionado también su ingesta con agua, y en concentraciones elevadas hacer daños neurológicos; es importante mencionar que en esta sustancia aún no se logra dar con exactitud sus consecuencias, debido a que otra serie de estudios no se ha determinado efectos adversos tras su ingesta (OMS, 2006).

-Selenio: Es necesario para el organismo en cantidades de 1 gramo por kilogramo de peso corporal. Su exposición prolongada o excesiva conlleva a efectos tóxicos manifestándose en las uñas, cabello y el hígado (OMS, 2006).

-Talio: Sus compuestos se les considera venenosos; se puede absorber por inhalación, ingestión y percutáneo. En el agua las concentraciones suelen ser muy bajas. La patología relacionada es la toxicidad en el hígado, riñones y sistema nervioso central. Entre los síntomas dados por efectos acumulativos son: Conjuntivitis, urticaria, petequia, eritema en la piel, alopecia, rinitis, disnea, sabor metálico, gingivitis, estomatitis, salivación, ictericia, pérdida de peso, fatiga, náuseas, vómitos, diarrea, oliguria, convulsiones, temblores, fiebre, incoordinación, encefalopatía, entre otros (Plunkett, 1968).

-Aluminio: La absorción del aluminio en el organismo varía de acuerdo al tipo de sal de aluminio, pH, biodisponibilidad y nutrición (consideraciones toxicocinéticas y toxicodinámicas del aluminio). Se le atribuye una relación con la enfermedad de Alzheimer (Plunkett, 1968).

La OMS (1997) destacó:

En definitiva, la correlación positiva entre el aluminio del agua de consumo y la enfermedad de Alzheimer, detectada en varios estudios epidemiológicos, no se puede descartar totalmente. No obstante, es preciso plantear reservas importantes respecto de la inferencia de una relación causal, dado que estos estudios no han tenido en cuenta factores de confusión demostrados ni la ingesta total de aluminio de todas las fuentes. En su conjunto, los riesgos relativos de enfermedad de Alzheimer por exposición a concentraciones de aluminio en el agua de consumo mayores que 100 µg/L, según determinan estos estudios, son bajos (menores que 2,0). Pero, dado que las estimaciones del riesgo son imprecisas, por diversos motivos de tipo metodológico, no se puede calcular con precisión un riesgo atribuible poblacional. Estas predicciones imprecisas pueden, no obstante, ser útiles para adoptar decisiones relativas a la necesidad de controlar la exposición al aluminio de la población general (p.247).

Otros síntomas por ingesta excesiva de aluminio, se le relaciona: La anorexia, deficiencia respiratoria, tos seca, respiración dolorosa, dolor epigástrico; sin embargo esta sintomatología se le atribuye en mayor manera a la inhalación (Plunkett, 1968).

-Bario: En un estudio de epidemiología se determinó poca diferencia entre personas que tomaran agua con una concentración media de bario de 7,3 mg/L y otra población

consumiendo agua de concentración de 0,1 mg/L; con relación a la tensión arterial tampoco se observó una diferencia entre la prevalencia de enfermedades cardiovasculares. Otras particularidades de este elemento es que se le atribuyen nefropatías en animales de laboratorio. No hay pruebas de que el bario sea cancerígeno o mutágeno (OMS, 2006).

Con respecto a las sales de bario solubles, se han observado una serie de síntomas, tales como: Irritantes, dermatitis, pérdida de cabello, vértigo, escalofríos, vómitos, cólico, diarrea, respiración rápida, convulsiones, entre otras (es importante, tener en consideración que mucha de la sintomatología, es propia de la exposición por inhalación) Con respecto al bario insoluble, este causa neumoconiosis con deposición en los folículos linfáticos alrededor de los bronquiolos, además de ser alérgeno (Plunkett, 1968).

-Cromo: En la presentación de cromo hexavalente es mutagénico. En casos de intoxicaciones agudas, causa daños al tracto gastrointestinal y shock cardiovascular; entre las secuelas están las necrosis hepática y renal, además de daños hematopoyético (Vega, 1985).

-Hierro: Es un elemento esencial en la nutrición humana, y dependiendo de la edad del sexo, el estado físico y la biodisponibilidad del hierro. Las necesidades diarias mínimas de este son entre 10 y 50 mg/día (OMS, 2006).

-Cinc: En deficiencia: dermatitis, alopecia, alteraciones en el sentido del gusto, anorexia, retraso en la cicatrización de las heridas, alteraciones inmunológicas y disminución de los niveles de fosfatasa alcalinas; se le relaciona un factor importante en la patogenia de la esquizofrenia; también se le asocia con un incremento en el riesgo de padecer cáncer. En exceso: riesgo significativamente mayor de cáncer avanzado de próstata, inhibición de los efectos beneficiosos de los biofosfonatos, el incremento de los niveles de testosterona, colesterol, reducción de los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL), fomentar una disfunción inmune (González, 2007).

-Cobre: No se ha determinado el límite de la concentración exacta para la ingesta. Se ha estimado que tiene efectos gastrointestinales; se le consideran personas sensibles a su exposición a personas con la enfermedad de Wilson, y quienes sufren trastornos metabólicos de la homeostasis del cobre (OMS, 2006).

-Calcio: Cuando se ingiere en cantidades insuficientes, pueden haber afecciones como la osteoporosis, litiasis renal, el cáncer colorrectal, la hipertensión y el accidente cerebro vascular, enfermedad arteria coronaria, resistencia a la insulina y la obesidad. En infantes se le atribuye raquitismo. Se le considera el único nutriente que su reserva es funcional, dado que aumenta la masa ósea (reducción del riesgo de fractura) (OMS.2009).

La osteoporosis, es un padecimiento de fragilidad esquelética por una disminución de la masa ósea. Genera un aumento del riesgo de fracturas. Está determinada como una de las enfermedades más frecuentes de padecer con el avance de la edad (OMS, 2009).

La hipertensión o presión arterial alta, es considerado un problema de salud para países desarrollados y en vías de desarrollo. Su origen es multifactorial, pero se le asocia con la inadecuada ingesta de calcio, algunos estudios prospectivos aleatorizados, atribuyen a los lácteos y más calcio a una disminución del riesgo de sufrir este padecimiento y accidentes cerebrovasculares (OMS, 2009).

Resistencia a la insulina, se le relaciona con el calcio por las fluctuaciones en las regulaciones de hormonas debido a la insuficiencia y exceso. Este padecimiento está relacionado a la diabetes mellitus tipo 2, y este a su vez, al aumento de la obesidad (OMS, 2009).

El exceso de la ingesta de calcio, no suele afectar a las personas, debido a un mecanismo de regulación de absorción intestinal por medio de la acción de la 1,25 -dihidroxitamina D (la forma hormonalmente activa de la vitamina D), y el exceso se elimina por el riñón. Sin embargo hay una población vulnerable al Síndrome de la leche y alcalinos (la presencia simultánea de la hipercalcemia, alcalosis metabólica e insuficiencia renal) y la hipercalcemia. El calcio puede interactuar con el hierro, zinc, magnesio y fósforo dentro del intestino, reduciendo así la absorción de estos minerales (OMS, 2009).

-Magnesio: Al igual que el calcio es un elemento esencial; se le atribuye relación a funciones cardíacas y vasculares. A nivel extracelular cambios pequeños en su concentración de  $Mg^{2+}$  y / o  $Mg^{2+}$  libre tiene consecuencias significativas en la excitabilidad cardíaca y en el tono vascular, la contractilidad, la reactividad y el crecimiento (OMS, 2009).

El aumento de la concentración de magnesio, provoca vaso dilación, mejora del fluido sanguíneo, disminución de la resistencia vascular, aumento de la capacitancia periférica, renal, coronaria, arterias cerebrales y la atenuación de la vasoconstricción (OMS, 2009).

Se le relaciona con la hipertensión y enfermedades cardíacas cuando las concentraciones son bajas, por lo que se le está atribuyendo la hipótesis que en concentraciones adecuadas (aguas duras), es un factor de protección. La ingesta de ser de al menos 450-500 mg/día, y el agua de bebida de mínimo de 25-50 mg/L (en Estados Unidos fuentes de agua potable contienen <10 mg/L) (OMS, 2009).

La principal causa de hipermagnesemia es la insuficiencia renal asociada con una significativa disminución de la capacidad de excretar el magnesio. El aumento del consumo de las sales de magnesio puede causar un cambio en los hábitos intestinales (diarrea) (OMS, 2009).

Las arritmias cardíacas con procedencia ventricular y fibrilación, se han encontrado en personas con hipomagnesemia; es por ello que se utiliza magnesio intravenoso en arritmias cardíacas graves (OMS, 2009).

Con respecto a la aterosclerosis, se relaciona a la ingesta de magnesio como un factor de protección. Esta enfermedad se define como un “endurecimiento” de las arterias (OMS, 2009).

La enfermedad coronaria, se le ha relacionado con la proteína C reactiva como un factor de riesgo; y el magnesio como un factor protector atribuible a su poder anti-inflamatorio (OMS, 2009).

Diabetes mellitus tipo 2, su relación con el magnesio según algunos estudios es la disminución del riesgo de padecer esta enfermedad con la ingesta de magnesio, incluso los suplementos orales de magnesio se les considera como estimulantes de insulina y como control metabólico en este tipo de diabetes (OMS, 2009).

Otro padecimiento es el agotamiento de magnesio, se le atribuye como causantes el alcoholismo y la mala absorción intestinal. Sin embargo otros factores pueden favorecer la disminución del magnesio en el organismo, tal es el caso de algunos medicamentos como

los diuréticos y algunos antibióticos; lo mismo ocurre con algunos tratamientos de quimioterapia (OMS, 2009).

No se tiene un patrón establecido de los síntomas de hipomagnesemia, pero algunas sintomatologías a las que se le relaciona son: calambres musculares, latidos cardíacos adicionales y la irritabilidad neuromuscular asociada con convulsiones en casos muy graves. Pero la mejor evidencia, es la medida de la concentración sérica de este analito, y que este se encuentre en un nivel inferior al intervalo de referencia establecido por el laboratorio clínico (OMS, 2009).

La baja concentración de magnesio, algunos estudios han logrado establecer que un 45 % de los pacientes que sufrieron un infarto agudo de miocardio, la padecían al igual que el 63 % de pacientes hospitalizados. Así mismo establecieron que la tasa de mortalidad de pacientes con hipomagnesemia era el doble de los pacientes que la tenían en una concentración normal (OMS, 2009)

Un caso de hipomagnesemia severa crónica, fue en un niño que murió a los 14 años, debido al padecimiento de una pérdida de el magnesio por una nefropatía, ello condujo al niño de sufrir una cardiomiopatía hipertrófica y dilatada (Riggs, 1992. Mencionado por la OMS, 2009).

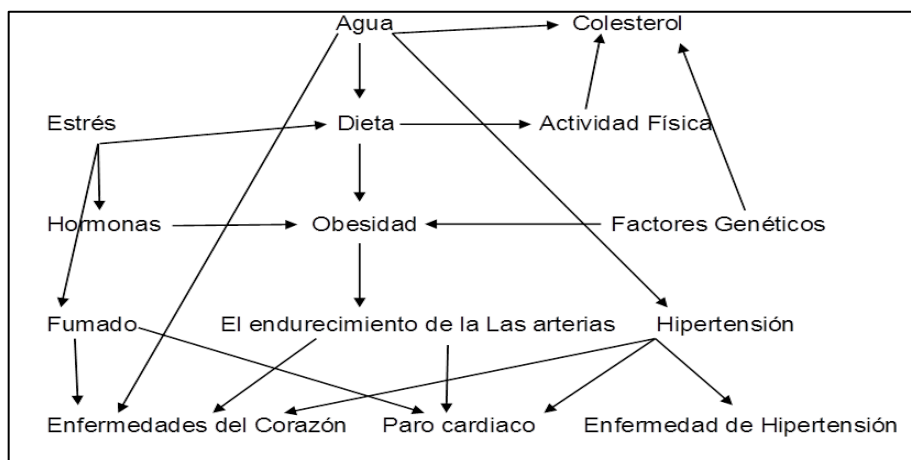
La hipomagnesemia estudiada en animales determino que ellos empezaron a enfermar de necrosis miocárdica, hiperexcitabilidad neuromuscular, arritmia, hiperirritabilidad, eritema, lesiones hemorrágicas en la piel, aterosclerosis, aumento de los índices de lesiones oxidativas, susceptibilidad al estrés isquemia – reperfusión (OMS, 2009).

Las siguientes son enfermedades que se relacionan con la dureza del agua, tomadas en consideración para la presente investigación:

-Infartos Agudos de miocardio y Otras Isquemias del corazón: Se define en como la muerte de la célula miocárdica debida a isquemia prolongada (disminución del aporte sanguíneo y oxígeno al corazón). Los infartos de miocardio, se clasifican en 5 tipos: Tipo 1: Infarto de miocardio espontáneo; Tipo 2: Infarto de miocardio secundario a desequilibrio isquémico; Tipo 3: Infarto de miocardio que produce la muerte y no se dispone de valores de los biomarcadores; Tipo 4: Infarto de miocardio relacionado con angioplastia intraluminal coronaria; Tipo 4b: Infarto de miocardio relacionado con

trombosis del stent; Tipo 5: Infarto de miocardio relacionado con cirugía de derivación aortocoronaria (Thygesen, Alpert, Simoons & Chaitman, 2012).

Red de Causas relacionadas a Enfermedad Cardiovascular:



Fuente: Rockett, 1994.

Las enfermedades cardiovasculares, puede generarse por la exposición de uno o más riesgo como los que aparecen en el diagrama anterior; sin embargo es importante apreciar que el agua tiene una conexión indirecta o directa con las enfermedades cardiacas.

-Litiasis Renal: Enfermedad crónica que genera la formación de cálculos en el aparato urinario (Robles, 2011).

-Cáncer de Riñón: Los tumores en el riñón son agresivos y no responden a la quimioterapia; el único tratamiento efectivo es la cirugía cuando no se ha extendido; en ocasiones no presenta síntomas y crecen desproporcionalmente. Entre los síntomas que pueden presentar el dolor renal y hematuria (Rodríguez, 2013).

-Cáncer de Vejiga: Los tumores en este órgano son frecuentes en personas fumadoras especialmente, y en no fumadores la frecuencia es alta. Hay de dos tipos, los superficiales, que crecen hacia dentro de la vejiga, suelen ser múltiples y tienen gran tendencia a reproducirse; los otros son los infiltrantes, son los que ya se han extendido al músculo de la vejiga, son muy agresivos, con tendencia a extenderse y diseminarse con rapidez. Un síntoma común es la hematuria; se suele tratar con el procedimiento de Resección Transuretral (RTU) (Rodríguez, 2013).

-Insuficiencia Renal Crónica: “Es la disminución en la función renal, expresada por un filtrado glomerular o un aclaramiento de creatinina estimado  $< 60 \text{ ml/min/1,73 m}^2$ ; o como la presencia de daño renal en ambos casos de forma persistente durante al menos 3 meses” (Soriano, 2004).

Las siguientes son aportes por investigaciones relacionadas a la dureza del agua en relación a las enfermedades mencionadas anteriormente:

-Relación entre la Dureza del Agua y las Cardiopatías isquémicas en Costa Rica: Se le atribuye un factor de protección el consumo de aguas con calcio y magnesio. Lo cual concluyen en la investigación que el consumo prolongado de aguas (por medio de análisis cantonal) con contenidos inferiores a  $60 \text{ mg/L}$  ( $\text{CaCO}_3$ ) y  $30 \text{ mg/L}$  ( $\text{MgCO}_3$ ), tienen en promedio mayores tasas/100 000 de infartos agudos de miocardio y otras isquemias del corazón. Sin embargo, el abuso del consumo de aguas duras con niveles de  $\text{CaCO}_3$  mayores a  $120 \text{ mg/L}$  según el estudio trae consigo otras afecciones, tal es el caso de atribuirse o relacionarse a una mayor prevalencia de cálculos de vías urinarias (Mora, Alfaro & Portugués, 2001)

-Agua para consumo humano: Aporte de Calcio y Magnesio a la Dieta del Costarricense y su efecto sobre la salud: Es otra investigación que comprende el periodo de 1994 a 1996, la cual atribuye la concentración superior de Ca ( $>120 \text{ mg/L}$  de  $\text{CaCO}_3$ ) a la prevalencia de cálculos renales. Otra de las conclusiones del estudio es que los cantones con aguas blandas y moderadamente duras, presentan mayor prevalencia de Infarto agudo de Miocardio y otras isquemias del corazón, lo que hace suponer un factor protector contra estas patologías las aguas duras (Mora, Alfaro & Portugués, 2001).

-Aporte del agua de bebida a los requerimientos de magnesio de la población costarricense: El estudio se enfatiza en determinar las concentraciones de magnesio en el agua de consumo de acuerdo a los requerimientos nutricionales de este; no obstante hace mención que la escasez o exceso de calcio o magnesio puede resultar dañino para la salud; en caso de ausencia se atribuyen problemas de isquemias del corazón, mientras que el exceso de calcio puede provocar cálculos en las vías biliares y renales. Así mismo se resalta la importancia del magnesio en el organismo al ser partícipe en más de 300 funciones o reacciones enzimáticas del metabolismo celular (Mora, Alfaro & Portugués, 2000).

-Cálculos en las vías urinarias y su relación con el consumo de calcio en el agua de bebida en Costa Rica: Concluye el estudio en que concentraciones promedio de  $\text{CaCO}_3$  por cantón, en los que se presentan niveles superiores a 120 mg/L, se observa un incremento de 22.7 % en los egresos por litiasis renal y de uréter, en comparación con cantones que tienen niveles inferiores de concentración (se destaca que este dato estadísticamente no es significativo en cuanto a las diferencias de las comparaciones entre los cantones), sin embargo, en los cantones con concentraciones mayores de 120 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  en comparación con los cantones que tienen concentraciones más bajas, la presencia de cálculos en vías urinarias inferiores es del 129 % de los casos (Mora, Alfaro, Peinador & Portugués, 2000).

-Prevalencia y factores de riesgo en Yucatán, México, para litiasis urinaria: En esta investigación se concluye que la prevalencia de urolitiasis en el estado de Yucatán es elevada, y esta se relaciona al incrementa con la edad, antecedentes familiares, a la dureza extrema del agua ( $\leq 400$  ppm) (Medina-Escobedo, Zaidi, Real de León & Orozco, 2002).

-Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa: El fin de la investigación es dar una alternativa potencial a los métodos ya existentes para la destoxificación y recuperación de metales tóxicos o valiosos presentes en aguas residuales industriales, por medio microorganismos (biosorbentes de metales pesados); se resalta la situación de algunos metales pesados (Na, K, Mg, Ca, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn y Mo,) en lo indispensables para el crecimiento, pero también en su efecto tóxicos para las células (al alterar o desnaturalizar las proteínas) (Cañizares, R. 2000).

-Estudio Exploratorio - Ecológico sobre las concentraciones de las sales de calcio en el agua de consumo humano y la litiasis en Costa Rica: El estudio contempla el periodo del 2001 al 2003, el cual consiste en buscar relación entre la incidencia de cálculos renales y los contenidos de carbonato de calcio en el agua de consumo huma, tomando en consideración que este padecimiento es multifactorial. Se concluye que existe una asociación ecológica entre la zona geográfica relacionada a la dureza del agua y dicho padecimiento. El consumo de agua duras se relaciona a un riesgo mayor de padecer litiasis en un 27 %, mientras las zonas de consumo de aguas blandas el riesgo es inferior al promedio nacional (Mora & Chamizo, 2007).

-Dureza del agua de consumo doméstico y prevalencia de eczema atópico en escolares de Castellón, España: Investigación con el propósito de determinar asociación entre la dureza del agua y el eczema atópico en escolares de 6 y 7 años, y de 13 y 14 años. Se realizó en tres zonas de Castellón en don se clasificaron de acuerdo a la dureza con rangos de: <200 mg/l, 200-250 mg/l, y >300 mg/l. Se concluyó que en la población de 13 y 14 años no había una tendencia significativa de padecer esta dermatitis, mientras que en los niños de 6 y 7 años, la tendencia aumentaba en relación al aumento de dureza del agua (Arnedo-Pena, 2007).

-El cáncer en la mujer: Incidencia por registros poblacionales y relación del cáncer de mama, ovario y útero con la dureza del agua. Afrontación psicológica: El estudio consistía en determinar si la incidencia del cáncer de mama, ovario y útero tiene relación con el nivel de dureza de agua. Se concluyó que la dureza del agua no tiene relación la incidencia de los tipos de cáncer antes mencionados, en zona de estudio, sin embargo no se descarta que se predisponente a otros tipos de cáncer (Monge, 2013).

#### **2.4 - Gestión del agua para consumo humano**

Son diversas las causas que han conllevado a una gestión del recursos hídrico un tanto deficiente, que pueden variar desde la educación primaria de unos años atrás donde se afirmaba el agua como inagotable, hasta falta de legislación pertinente. Sin embargo hay esfuerzos por cambiar esta situación.

Es hasta 1992 con la Declaración de Dublín, mediante 4 principios, el agua dulce es redefinida como finita y vulnerable, mediante el principio 1, que además aclara que es necesaria para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. El principio 2, hace referencia a la gestión y aprovechamiento, por medio del planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles. Principio 3, es respecto a la mujer en su papel en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua. Por último, se habla del valor económico del agua, por el principio 4 (Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible, 1992).

La OMS en el 2006 emitió la tercera edición de las Guías para la Calidad del Agua Potable, que tiene como antecedentes la primera y segunda dadas en los años de 1983-1984, 1993-1997 (con actualizaciones posteriores). Estas guías han sido promovidas por las diversas actividades internacionales, que han ido demostrando la importancia del

agua, el saneamiento y la higiene para la salud y el desarrollo, basándose en ya otras normas promulgadas por la OMS. Esta tercera, contempla acciones de vigilancia, monitoreo y evaluación de la calidad del agua de consumo en sistemas de abastecimiento comunitario (OMS, 2006).

Entre las principales acciones que establece la tercera guía de la calidad del agua, con respecto a la gestión son:

La prevención que se complementa con la vigilancia y el control de la calidad. Esto se debe lograr por medio de la promoción de normas, leyes, objetivos por parte de organismos nacionales para permitir, exigir, comprobar, garantizar a quienes proveen el agua, y el cumplimiento de sus obligaciones (OMS, 2006).

Por su parte, la guía establece para las autoridades de salud pública, la ejecución de vigilancia del estado y la evolución de la salud pública; elaboración directa de reglamentos y normas relativas al agua de consumo; plasmación de la preocupación por los peligros para la salud en el desarrollo de políticas de mayor alcance; intervención directa por medio de órganos subsidiarios. A las autoridades locales, también les corresponde inspecciones, comprobación y auditorias (OMS, 2006).

Las guías de calidad del agua avistan, para el éxito de garantizar buena calidad del agua potable, la toma en cuenta de estos pilares: Salud y Planes de Seguridad (OMS, 2006).

Las metas relativas a la salud, se deben de apreciar en el establecimiento de metas sanitarias, calidad del agua, eficacia, y técnicas especificadas (relacionadas a la reglamentación dada por organismos nacionales en aplicación de medidas concretas municipales, en sistemas de abastecimiento de agua de consumo de menor tamaño, comunitaria o doméstica); en el anexo N°8 se resumen algunas ventajas de las metas de protección a la salud (OMS, 2006).

El otro pilar contenido en la guía, son los Planes de Seguridad, los cuales son integrales que evalúan los riesgos y la gestión de los riesgos, en todas las etapas del sistema (Desde captación hasta consumidor), con el fin de implementar acciones de mitigación. Conformados por tres componentes: 1-Evaluación del sistema 2- Monitoreo 3- Planes de gestión. En el anexo N°9 se presentan los pasos necesarios para elaborar los Planes de Seguridad del Aguas (OMS, 2006).

La gestión hídrica en Costa Rica, ha tenido muchas contrariedades, debido principalmente a la poca coordinación entre las instituciones que tienen a cargo funciones relativas al agua. Que resaltan el otorgamiento de permisos en alguna instancia, pero en otra es negado, datos disgregados, fiscalización nula, y funciones dobles (El Financiero, 2011).

Son varias las instancias gubernamentales, que utilizan el recursos hídrico, entre ellas: MINAE, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento, Ministerio de Salud, Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, Instituto de Acueductos y Alcantarillado, Municipalidades, los antiguos Comités Administradores de Acueductos Rurales, Asociaciones Administradoras de Agua, Empresa de Servicios Públicos de Heredia y acueductos privados (Vega, 2008).

La gestión hídrica al ser encargada por varias instituciones, puede generar roles institucionales indefinidos, dando como resultado una gestión inadecuada, como el caso de Sardinal, del cantón de Carrillo, Guanacaste-Costa Rica; este caso comienza el 2007, con el grupo Mapache que plantea al AYA la construcción y ampliación de un acueducto, a cambio de 5000 servicios de agua para Cocowater. En dicho caso se denunció desinformación del proyecto a los vecinos de la zona, a SENARA se le atribuyó posiciones contradictorios en relación a las perforaciones, al AyA irregularidades legales y técnicas, al MINAE permisos de extracción de agua sin los respectivos estudios, al SETENA estudios incompletos, entre otros (El Financiero, 2011).

Del caso anterior, se permite apreciar un ejemplo de la poca gobernabilidad del agua, reforzándose en palabras de José Miguel Zeledón (Jefe de la Dirección General de Aguas) “La gobernabilidad del agua no existe, cada institución vela por su parte y no hay una visión de país para gestionar el recurso” (Citado por L. Vindas -El Financiero2011); además J. Zeledón manifiesta por ejemplo que la Dirección General de Aguas logran acuerdos con el Ministerio de Salud y el AYA, sin embargo con SENARA, esto no se logra; agregando a lo anterior dice que la Contraloría, la Defensoría y la Sala Constitucional, en vez de dar orden, provocan que la gestión del agua se vuelva más complicada (El Financiero, 2011).

Parte de estas irregularidades en el manejo del agua recaen en la propia legislación costarricense, donde la primera Ley relacionada al agua, fue la N°276 del año de 1942, cuya vigencia se ha mantenido a pesar de contener en ciertos artículos incongruencias

con las necesidades y condiciones actuales. Además de contemplar poca rigurosidad en el control y manejo de este recurso.

En respuesta a esta situación, desde el año de 1998 se ha trabajado en un proyecto de ley para el recurso hídrico, el cual pretende establecer un adecuado manejo integral del agua, por medio de coordinación interinstitucional. Para los años del 2000 al 2010, proyectos relacionados al agua, en la asamblea legislativa se aprobaron 5 proyectos, otros 27 han sido archivados y en trámite se encontraban 22 (El Financiero, 2011).

En materia de gestión del agua a nivel internacional hay muchas medidas que se han ido optando entre ellas la propuesta por las Naciones Unidas en el 2006 con el proyecto PCCP (“Del posible conflicto a la cooperación posible”) como parte de una iniciativa de todos los organismos de las Naciones Unidas para promover la seguridad hídrica en el siglo XXI. En este se pretende lograr acuerdos de cooperación en partes interesadas, para prever, prevenir y resolver conflictos sobre los recursos hídricos; parte de sus herramientas para lograrlo, es la investigación y capacitaciones. Un ejemplo de ello ha sido Bolivia y el Perú, mediante una Autoridad Autónoma del Agua, han logrado un ordenamiento de la cuenca compartida del el Lago Titicaca.

Otra de las iniciativas fue IV Foro Mundial del Agua, en el 2006 (México), allí se propusieron ciertos compromisos como el abastecer de agua en cantidad y calidad a todos los habitantes del planeta. Por medio del fomento a la educación ambiental. Si bien es cierto, algunos de los objetivos son muy ambiciosos como el #10 “Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sustentable al agua potable y al saneamiento básico”, las medidas que se toman para lograrlo o intentar cumplirlo, serán de beneficio.

## 2.5 Cuadro de Operacionalización del Marco Teórico

	Objetivos	Variables		Indicadores	Unidad de Observación	Fuente de Información
Correlacionar exploratoriamente la incidencia de algunas enfermedades y la dureza del agua para consumo humano	Explorar los patrones espaciales de la dureza del agua para consumo humano en Costa Rica.	Dureza del Agua		Concentración de Calcio (Ca)	Cantón (Nivel Nacional)	Revisión de bases de datos del Laboratorio Nacional de Aguas
				Concentración de Magnesio (mg)		
	Explorar los patrones espaciales para algunas enfermedades asociadas al agua de consumo humano en Costa Rica	Cáncer de Colon, Cáncer de riñón, cáncer de vejiga, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, osteopenia	Morbilidad	Tasa Bruta de morbilidad. Índice de morbilidad estandarizado por edad (IME)	Cantón (Nivel Nacional)	Revisión de bases de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos.
				Mortalidad		
				Dureza del Calcio	Distrito (Provincia de Guanacaste)	Revisión Bibliográfica
				Dureza Total		

## Capítulo 3

### 3. Metodología

La metodología está constituida por las siguientes secciones: Diseño Metodológico, es donde se hace mención del tipo de estudio con sus respectivas ventajas y desventajas; Fuentes de Información: Se describe cuál será la procedencia de los datos que se requieren para el desarrollo de la investigación; Métodos para el procesamiento y manejo de la Información, describe cuáles son los procesos a los que se somete la información obtenida, como el uso de programas tecnológicos, y el posterior análisis de los resultados obtenidos. La última parte corresponde a las implicaciones éticas consideradas en la realización de este estudio.

#### 3.1 Diseño Metodológico

La presente investigación es de índole cuantitativa, por tener como fundamento el uso de datos observables y cuantificados (Barrantes, 2002) y analítica al pretender el establecimiento de relaciones y análisis de variables por medio de datos estadísticos, con el propósito de identificar patrones que vinculen la mortalidad y morbilidad de algunas enfermedades relacionadas a la dureza del agua.

Esta investigación es de carácter retrospectiva-longitudinal, basándose en la recopilación de información secundaria, con registros entre 2007 al 2013 de diversas variables, para conocer la tendencia o los cambios sufridos a través del tiempo.

El estudio ecológico-exploratorio cuenta con la particularidad de su unidad de observación, que a diferencia de otros estudios no se limita a individuos por separado, se enfocan en grupos. Por ello que es común que la unidad de observación sean diversas áreas geográficas, y cuando se trata de una misma área geográfica, es cuando se estudia la misma en diferentes periodos de tiempo (Borja-Arburto, 2000); es por ello que este estudio se clasifica como ecológico-exploratorio y la unidad de análisis será cantonal con cobertura nacional (distrital en la provincia de Guanacaste), de esta manera se permitirá establecer comparaciones en diferentes áreas geográficas en relación a las variables establecidas.

-Las ventajas del diseño ecológico son:

- La cobertura de la investigación será a nivel nacional.
- La información necesaria para el análisis, se encuentra disponible en documentos y bases de datos oficiales.
- Puede ser una alternativa para el monitoreo de enfermedades y su relación con factores ambientales en el tiempo y espacio (Chamizo, 2000).
- Estudia la salud en el contexto ambiental, y no se limita a entender la salud de un grupo como la suma de la salud de los miembros individuales (Susser M, 1984, mencionado por Borja-Aburto, 2000)

La descripción de las variaciones de la frecuencia de enfermedades entre o al interior de regiones geográficas permite frecuentemente sugerir hipótesis sobre posibles factores de riesgo o mecanismos de transmisión, las que pueden ser verificadas posteriormente en estudios analíticos (Chamizo, 2000).

-Las desventajas del diseño ecológico son:

- No proporciona información sobre la distribución conjunta de la variable de incidencia y las variables de exposición. Por ello no se puede determinar la cantidad de personas enfermas, expuesta al factor de riesgo (Chamizo, 2000).
- La falacia ecológica (sesgo de agregación), no se puede atribuir daño con respecto a la exposición a nivel individual. Además cada zona estudiada se toma como una unidad homogénea, considerándose promedios, omitiéndose del estudio que en una zona se pueden presentar gran heterogeneidad.
- La estimación del riesgo no se puede cuantificar (OMS, 2009).
- Imprecisión en los casos.
- Los errores sistemáticos pueden pasar inadvertidos
- Este tipo de estudio no es útil para enfermedades de corta duración.
- Las variables que causan confusión, son difíciles de controlar.

El sesgo de confusión en esta investigación, está relacionado a las múltiples causas por las que se puede desenvolver una enfermedad, en donde no se realizará ninguna prueba o examen clínico a ninguna persona, para comprobar las procedencia de dicho padecimiento. Dado que es un estudio que no considera el objeto de estudio de forma

individual y más bien será por grupo de población, se obviarán las particularidades individuales. Cada cantón será un objeto de estudio, y se estratificará por grupo etario.

### **3.2 Fuentes de Información**

Las fuentes de información que se utilizan en la presente investigación corresponden a bases de datos elaboradas por medio de investigaciones y muestreos por parte de instituciones estatales, siendo así datos considerados oficiales para el ámbito nacional. La información para el respaldo teórico de este estudio, se complementa por revisión bibliográfica, contemplando libros, revistas, periódicos, documentos en internet y otros datos generados por organismos internacionales, como la OMS.

- Censo Nacional de Vivienda 2011: Cantidad de pobladores, estandarizados por edad por cada cantón y distrito.
- Bases de Datos del Laboratorio Nacional de Agua: Información de parámetros físico – químicos del agua, específicamente la concentración de calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total, en los acueductos rurales, municipales, y en los sistemas administrados por Acueductos y Alcantarillados. Los datos serán cantonales a nivel nacional, y distritales en la provincia de Guanacaste, por periodos anuales desde 2007 al 2012.
- Población 2007 al 2013 Centro Centroamericano de Población (CCP) y el Instituto Costarricense de estadística y Censo, estadísticas vitales de los años 2000 al 2012.
- Base de Datos de Egresos Hospitalarios: CCSS.
- Base de Datos de Defunciones: CCSS.

### **3.3 Métodos para el procesamiento y manejo de la Información**

Se realiza por medio de dos métodos, el descriptivo y el analítico. El primero consiste en “medir la presencia, características o distribución de un fenómeno en una población en un momento de corte en el tiempo”. Es decir describir un problema de salud en una población, sin establecer relaciones de causa. Para complementar estos estudios y poder establecer relaciones, se recurre al método analítico, el cual pretende “descubrir” una hipotética relación entre algún factor de riesgo y un determinado efecto (Veiga del Cabo, 2008).

Para el método descriptivo se realizó por medio de gráficos, cuadros, histogramas y mapas epidemiológicos, apoyado por un programa estadístico. Con el analítico se establecen correlaciones entre variables, determinando asociaciones con la salud con respecto al ambiente (propiamente al agua de consumo humano determinada por la dureza).

El método descriptivo se desarrolló de la siguiente manera: Las bases de datos se manejaron con el Microsoft Office Excel 2010 en complemento con el Programa SPSS versión 19. La base de datos de las concentraciones de dureza, allí se realizaron cálculos matemáticos, para sacar el promedio de la concentración de dureza por magnesio, calcio y la total por cada cantón o distrito. La información generada se utilizó para el análisis espacial y de series temporales. Se relaciona dicha información con las otras bases de datos de salud. Con estos programas se realizaron los gráficos, cuadros e histogramas, resumiendo así la información, y se complementó con la elaboración de los mapas epidemiológicos.

El análisis espacial se llevó a cabo por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG): Con el fin de manejar datos espaciales, en los cuales se pueden integrar la cartografía y datos estadísticos Por medio del programa ArcView GIS 3.2 se elaboraron diversos mapas, que permitan visualizar de manera fácil la información y la vez de forma integrada.

Entre las temáticas de los mapas, es mostrar la distribución cantonal (distrital en la provincia de Guanacaste) de la concentración del calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total en agua, por cada año del periodo de estudio, además de un mapa por cada una de estas variables que contemple el promedio del periodo. Los mapas cuentan con 4 a 5 categorías, según corresponda, cada una de ellas con un color en particular para su identificación.

Otros mapas tienen el propósito de mostrar la distribución cantonal (distrital en la provincia de Guanacaste) según la tasa bruta de morbilidad, la tasa bruta de mortalidad, el índice de morbilidad estandarizado, y el índice de mortalidad estandarizado para el cáncer de colon, cáncer de riñón, cáncer de vejiga, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, y osteopenia, para el periodo del 2007 al 2013.

El Análisis de Series Temporales: Permitió establecer patrones temporales entre los indicadores seleccionados. Se realizaron graficas temporales, para determinar la evolución de las variables en el tiempo, considerando cada cantón el cuál se identifica por medio de un código cantonal (en caso de los distritos de Guanacaste, es por medio del código distrital correspondiente).

En el método analítico, se llevó a cabo de la siguiente manera: Para la morbilidad y mortalidad, la información se manejará por medio de las tasas brutas de morbilidad y mortalidad por cada mil habitantes para cada cantón (distritos en Guanacaste) para cada enfermedad (cáncer de colon, cáncer de riñón, cáncer de vejiga, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, y osteopenia).

La fórmula requerida es específica [(N°De casos (de morbilidad o mortalidad, según corresponda) por la enfermedad en determinado año / Población a mitad de ese año) x 1000] al realizarse por cantones los números son muy pequeños y podría generar susceptibilidad en la influencia de la variabilidad, por ello se utilizará también el método indirecto, por medio del Índice Mortalidad Estandarizada (IME) (Índice de Mortalidad/Morbilidad estandarizado) (muertes observadas/muertes esperadas). Para ello se requiere conocer los valores de incidencia acumulada (N° de casos nuevos/Población en riesgo al inicio del periodo) este debe ser multiplicado por la población expuesta según la estratificación que se esté manejando, como por la edad. Los resultados se suman, y este será el valor que se denomina “casos esperados”.

El IME se interpreta de la siguiente manera: Si es igual a 1, la morbilidad o mortalidad del cantón es igual al promedio nacional; si es mayor a 1, el cantón tiene mayor riesgo de morir o enfermar que el promedio; y si es menor a 1 el riesgo es menor respecto al promedio nacional. De 0 a 1 se considera con protección, mayor de 1, se considera sin protección. El intervalo de confianza se realiza por la siguiente fórmula: Intervalo de Confianza =  $IME (+ y -) ((\sqrt{CO})/CE)$

Se utilizó la regresión lineal con los IME y las concentraciones de dureza, determinando el comportamiento de las variables.

Se utilizará el Coeficiente de correlación de Pearson, con el propósito de determinar si hay correlación entre las concentraciones de la dureza del agua y las enfermedades. Las correlaciones que se consideran, serán la que tengan una significación mínima del 95 %. La fuerza de la correlación se determina en baja, media y alta, la cual indica si es positiva (ambas variables se comportan con similitud, a mayor x, mayor y) o negativa (a mayor x, menor y). Se completan las correlaciones con gráficos de dispersión y de tendencia.

### **3.4 Consideraciones Éticas**

La presente investigación no vinculó datos personales de poblaciones, tomando en consideración que el objeto de estudio es un distrito o cantón, los datos son generales y de dominio público. No se realizaron experimentos clínicos en personas o animales en que se les pueda afectar su salud e integridad. Los datos requeridos y suministrados por Instituciones o Centros de Información, u otros, se utilizaron solamente con fines académicos.

La salud debe considerarse como una prioridad, y no se debe considerar solamente como un asunto individual, sino más bien colectivo, el cual implique un compromiso por cada miembro de la sociedad para mejorarla con diversas intervenciones; reflejándose en un bienestar general social y ambiental. Es por ello que una vez concluida esta investigación, se cumplirá como parte del compromiso moral y profesional, el divulgar y compartir los resultados con las partes interesadas mencionadas en la justificación de este estudio. A fin de que se puedan plantear soluciones o mecanismos de mitigación si se determina una relación que podría estar afectando la salud de las personas con respecto a la dureza del agua.

## Capítulo 4

### **4. Patrones espaciales de la dureza del agua para consumo humano en Costa Rica**

En este capítulo se hace descripción de los patrones espaciales con respecto a la dureza del agua de consumo humano en Costa Rica, para el periodo del 2007 al 2012. La primera parte del primer capítulo, corresponde al enfoque nacional a nivel cantonal; y la segunda parte se enfatiza en los distritos de la provincia de Guanacaste.

En el desarrollo del capítulo se irán haciendo referencias a diferentes anexos, los cuales permiten complementar la información que se describe.

En las dos partes del presente capítulo, se contemplan las siguientes secciones: Concentración de Calcio, Concentración de Magnesio, Dureza del Calcio, y Dureza Total. Todas las concentraciones están dadas en mg/L.

Las concentraciones de las variables correspondientes, se muestran por medio de gráficos y mapas; los gráficos y mapas para cada año de estudio se encuentran en la sección de anexos, los cuales se les hará referencia cuando se amerite.

Los mapas contienen información por cada variable, según el promedio de todo el periodo de estudio. Para facilitar la identificación de los cantones en los mapas, en la sección de anexos se encuentran los mapas por provincia-cantones (Anexos N°12 al N°18), y para los distritos de la provincia de Guanacaste (Anexo N°175).

Los gráficos por cada variable indican la concentración promedio del periodo correspondiente en cada cantón (al énfasis de la provincia de Guanacaste, es por cada distrito), además se presenta un gráfico que resume las concentraciones anuales; cada año se muestra con una línea de color única, para facilitar su identificación. Para los gráficos de dureza de calcio y dureza total, en la concentración hay unas líneas que indican el cambio de clasificación.

En todos los gráficos se omite el nombre del cantón o del distrito, y la forma de identificarlos es por medio de un código. El nombre de cada cantón y el respectivo código se ubica en el anexo N°10; los códigos distritales de la provincia de Guanacaste se

encuentra en el anexo N°11. Dichos códigos se utilizan también en los capítulos siguientes.

En los anexos N°19 al N°22, se disponen unas tablas que indican los cantones que tuvieron la concentración máxima y mínima para la concentración de calcio, concentración de magnesio, dureza del calcio y dureza total, para cada año del periodo de estudio; para los distritos de Guanacaste, son los anexos N°71 al N°74.

De los 81 cantones de Costa Rica, hay cinco cantones de los cuales no se pudo obtener información de la concentración del calcio, concentración de magnesio, dureza del calcio, y dureza total. Estos cantones se omiten de los gráficos, y en los mapas se identifican según la simbología. Dichos cantones son:

- 1-Aguirre de la provincia de Puntarenas (Cód.606).
- 2-Esparza de la provincia de Puntarenas (Cód.602).
- 3-Montes de Oro de la provincia de Puntarenas (Cód.604).
- 4-Orotina de la provincia de Alajuela (Cód.209).
- 5-San Rafael de la provincia de Heredia (Cód.405).

#### **4.1 Descripción de patrones espaciales según la dureza del agua a nivel nacional**

En esta sección se presentan las concentraciones de calcio, magnesio, dureza del calcio, y dureza total en el agua de consumo humano para los cantones de Costa Rica. Se enfatiza en las concentraciones promedio del periodo 2007 al 2012, con algunas menciones particulares de cada año, específicamente al detectarse cambios importantes de una concentración de un año a otro; en dicha situación se verifica si hubo cambios en los puntos de muestreos por parte del Laboratorio Nacional de Aguas – AyA.

##### **4.1.1 Concentración de calcio en el agua de consumo humano a nivel nacional**

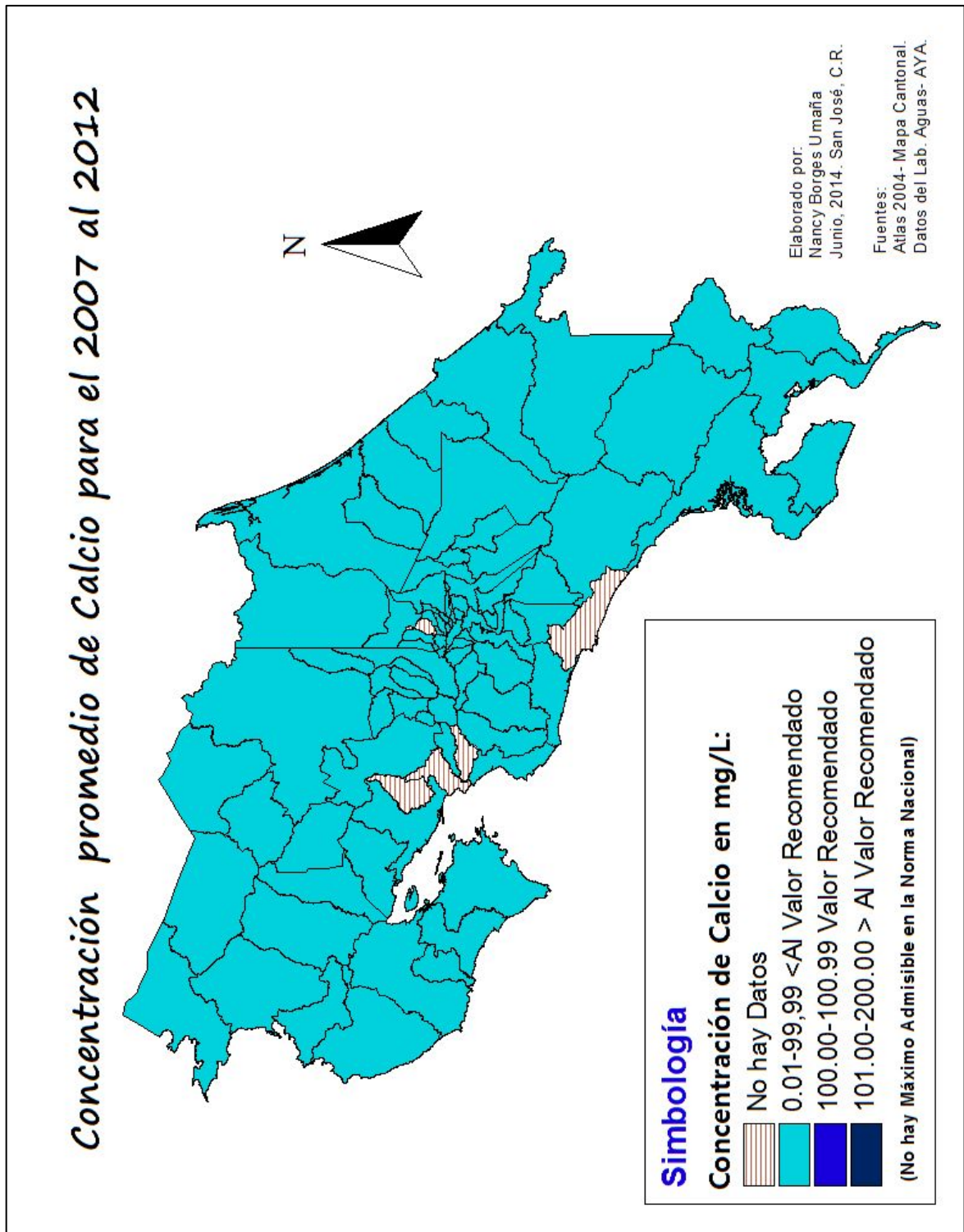
Las concentraciones del ión calcio en el agua de consumo humano a nivel nacional para los años del 2007 al 2012, fueron inferiores a la concentración recomendada de 100 mg/L según la norma nacional (ver anexo N°7).

Las concentraciones se clasificaron en tres rangos, el primero corresponde a la concentración de calcio de 0,01mg/L a 99 mg/L, siendo esta inferior a la concentración recomendada de ingesta diaria; el segundo es del 100,00mg/L a 100,99mg/L, considerándose la concentración recomendada; y el último corresponde a los valores mayores de 100,99 mg/L de calcio en el agua.

En el anexo N°19 muestra la concentración máxima y mínima por año de estudio, e indica que no hubo un solo cantón que estuviera en el rango de la concentración de calcio aceptable, apreciándose todas las concentraciones en la primera clasificación.

Para complementar el anexo N°19, a continuación se adjunta el mapa N°1, que presenta la distribución, según la concentración de calcio libre en el agua de consumo humano por cada cantón. Este mapa permite visualizar la distribución geográfica, según la clasificación de la concentración del calcio libre en el agua.

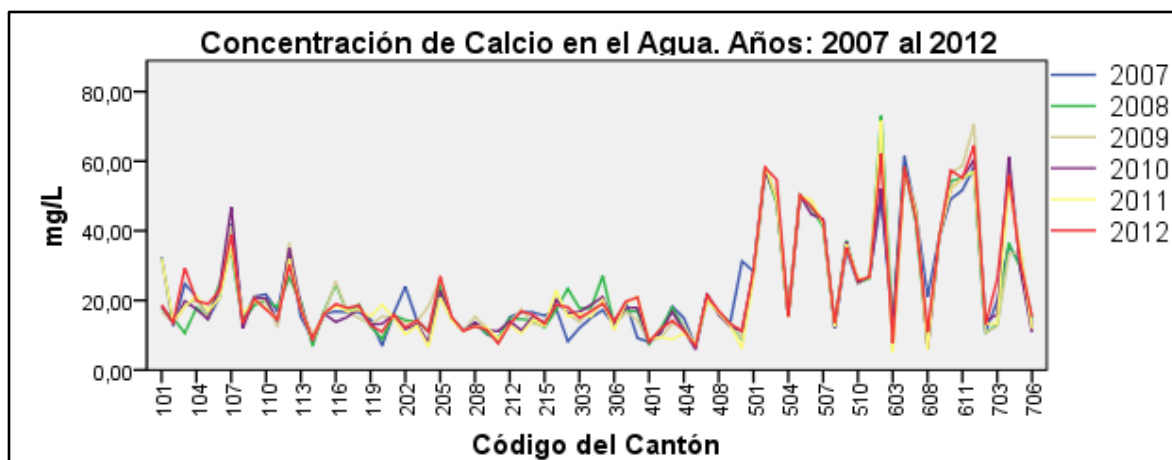
-Mapa N°1: Concentración del Calcio a nivel nacional, en el periodo 2007-2012:



En el mapa anterior, la clasificación de la distribución del calcio libre en agua de consumo humano, según la simbología es homogénea para el promedio del periodo de estudio. Los mapas anuales (anexos N°23 al N°28) no muestran cambios específicos en la clasificación.

Aunque en los mapas anuales no se visualice cambios significativos en la concentración del calcio en el agua de consumo humano, a continuación se adjunta el gráfico N°1, el cual resume las concentraciones anuales y permite identificar de manera más precisa algún cambio en las concentraciones sin implicar de un cambio en la clasificación. Los gráficos anuales se ubican en los anexos N°29 al N°34.

-Gráfico N° 1: Concentraciones promedio de Calcio en el Agua para cada año de estudio:

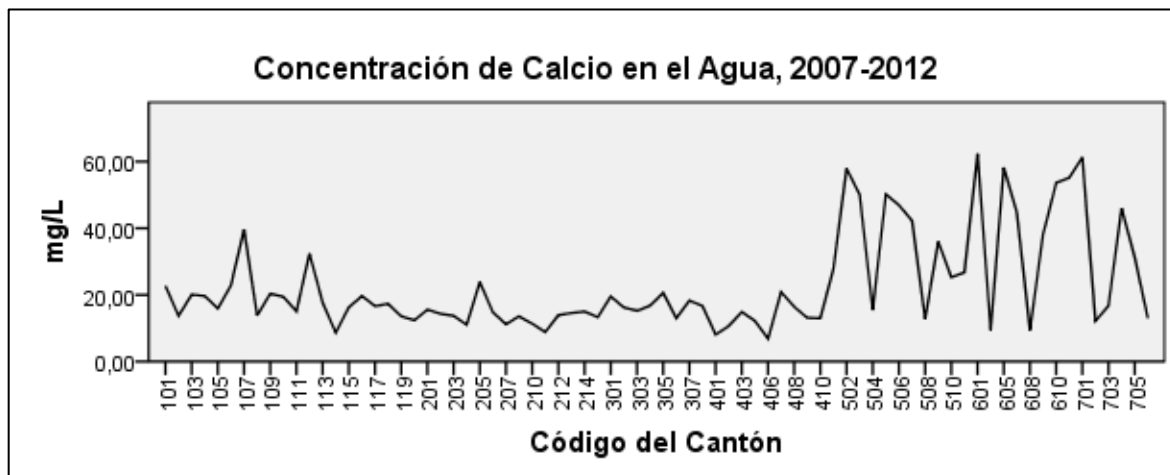


Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

El gráfico N°1 denota que las medidas de las concentraciones de calcio en el agua de consumo humano no variaban mucho por cada año de estudio; aunque en el anexo N°19 el cantón extremo no sea el mismo en cada año, esto no implica una variación considerablemente en la concentración del mismo, pero muestra que hay diferencias mínimas entre algunos cantones.

El siguiente gráfico muestra el promedio general cantonal para el periodo de estudio, considerando cada año del 2007 al 2012:

-Gráfico N°2: Promedio de las Concentraciones de Calcio en el Agua, para el periodo de estudio 2007-2012:



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

El gráfico N°2 presenta las mediciones promediadas de las concentraciones del ión calcio, para el periodo de estudio por cada cantón; estos promedios se basan en los datos anuales, los cuales se mostraban en el gráfico N°1.

En este segundo gráfico se notan que todas las concentraciones son inferiores a los 100mg/L, en donde los máximos tal como se muestra en anexo N°19, se encuentran entre los 60mg/L y 70mg/L; no obstante las concentraciones de la mayoría de los cantones se encuentran entre el rango de los 10mg/L a los 20mg/L.

El gráfico N°2 muestra los cantones de Mora (Cód.107) y Acosta (Cód.112) como los más elevados para la provincia de San José; sin embargo no son los cantones con concentraciones más elevadas a nivel nacional. El resto de cantones de San José se encuentran con concentraciones menores de los 20mg/L, igualmente sucede con los cantones de las provincias de Alajuela, Cartago y Heredia.

Las provincias de Guanacaste, Puntarenas y Limón, tal como se observan en el gráfico N°2, cuentan con las concentraciones más altas de calcio libre a nivel nacional en el agua de consumo humano; éstas provincias también muestran diferencias importantes de las concentraciones entre los cantones de la misma provincia.

En Guanacaste las concentraciones de calcio libre según el gráfico N°2, para los cantones de Bagaces (Cód.504) y Tilarán (Cód.508) son inferiores a los 20mg/L; en los restantes cantones de la provincia, las concentraciones oscilan entre los 20mg/L a los 50 mg/L.

Para la provincia de Puntarenas, las concentraciones de calcio libre son promedios extremos (concentraciones extremas dentro de la misma clasificación “menores a la dosis recomendada”), tan bajas como la de Buenos Aires (Cód.603) y Coto Brus (Cód.608), y los otros cantones con las concentraciones mayores de los 40 mg/L.

En la provincia de Limón también las concentraciones son altas y otras bajas. Considerando que tiene 6 cantones, la mitad de sus cantones tienen las concentraciones promedios rondando los 15mg/L; mientras que los cantones de Matina (Cód.705), Talamanca (Cód.704) y Limón (Cód.701) superan los 30mg/L. En anexo N°19 se aprecia al cantón de Limón con el promedio más elevado para los años 2009 y 2012.

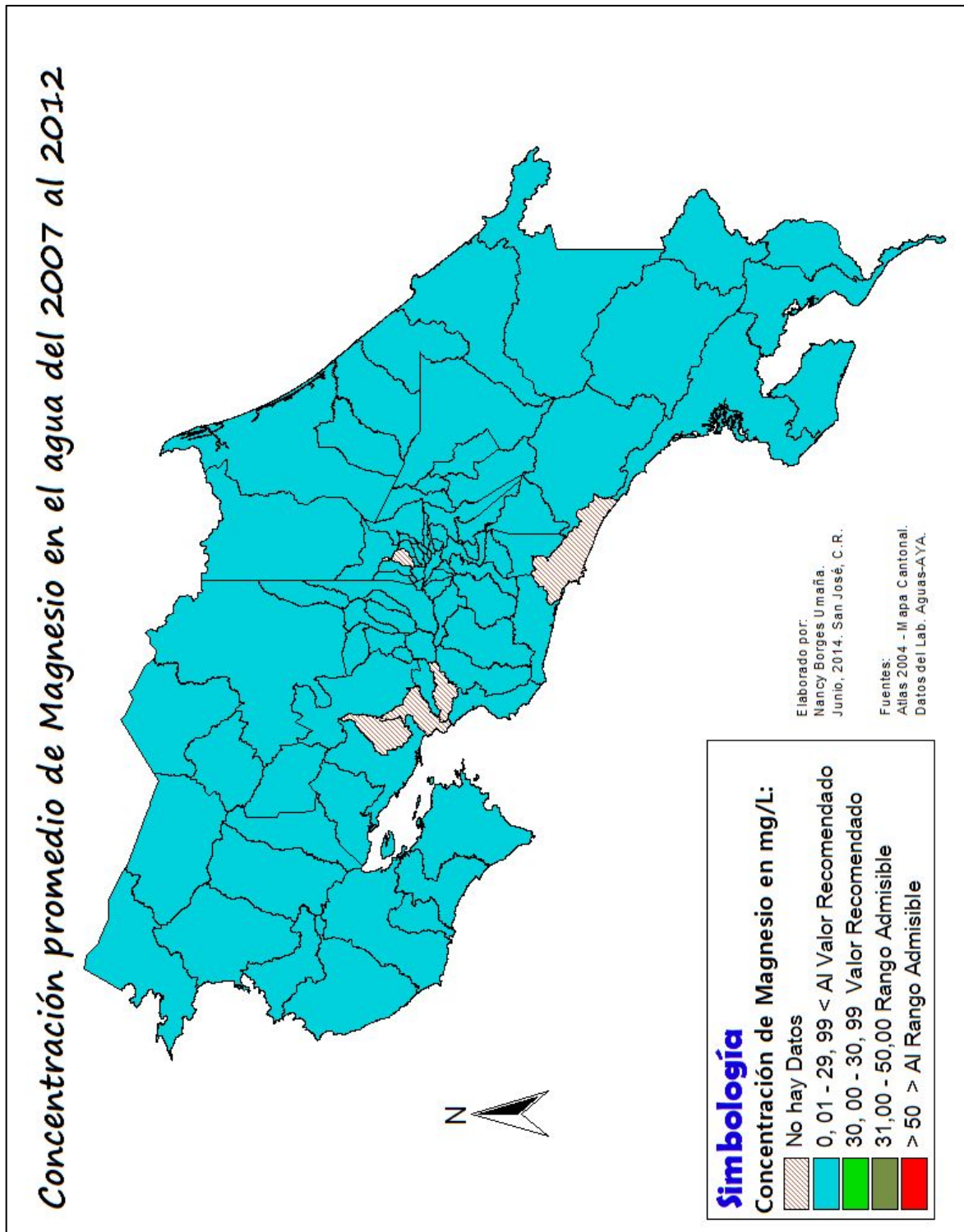
#### **4.1.2 Concentración de magnesio en el agua de consumo humano a nivel nacional**

La concentración recomendada de magnesio en el agua para consumo humano, según la norma nacional es de 30mg/L, siendo 50mg/L el máximo admisible. Sin embargo durante el periodo de estudio, las concentraciones son inferiores.

Las concentraciones de magnesio máximas y mínimas a nivel nacional, por cada año del periodo de estudio, se presentan en el anexo N°20. Con la excepción de Sarapiquí (Cód.410) en el año 2007, todas las concentraciones son muy inferiores con respecto al valor recomendado.

En el siguiente mapa se observa la distribución de los cantones de acuerdo a la clasificación según las concentraciones anuales del magnesio en agua de consumo:

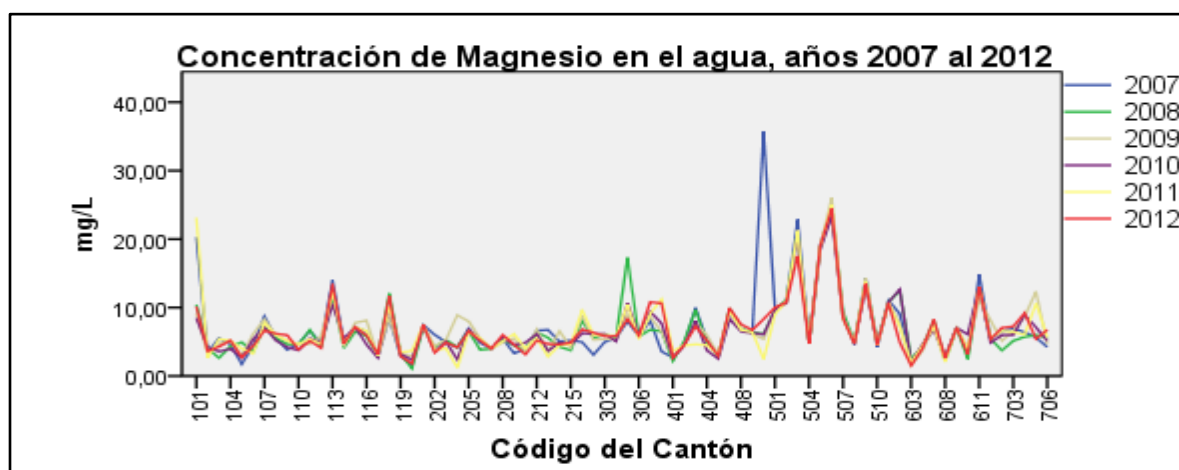
-Mapa N°2: Concentración del Magnesio a nivel nacional, en el periodo 2007-2012:



De acuerdo al mapa N°2 se observa que la clasificación es la misma para todos los cantones, estando todos en el rango de concentración menor a la recomendada. Aunque en el anexo N°20 se observa a Sarapiquí (Cód.410) en el año 2007 con la concentración en el rango de admisible, en los otros años la concentración es mucho menor.

El gráfico N°3 presenta la concentración del magnesio en el agua por cada año de estudio. Los gráficos anuales se encuentran en los anexos N°41 al N°46.

-Gráfico N°3: Concentraciones promedio de Magnesio en el Agua, para cada año de estudio:



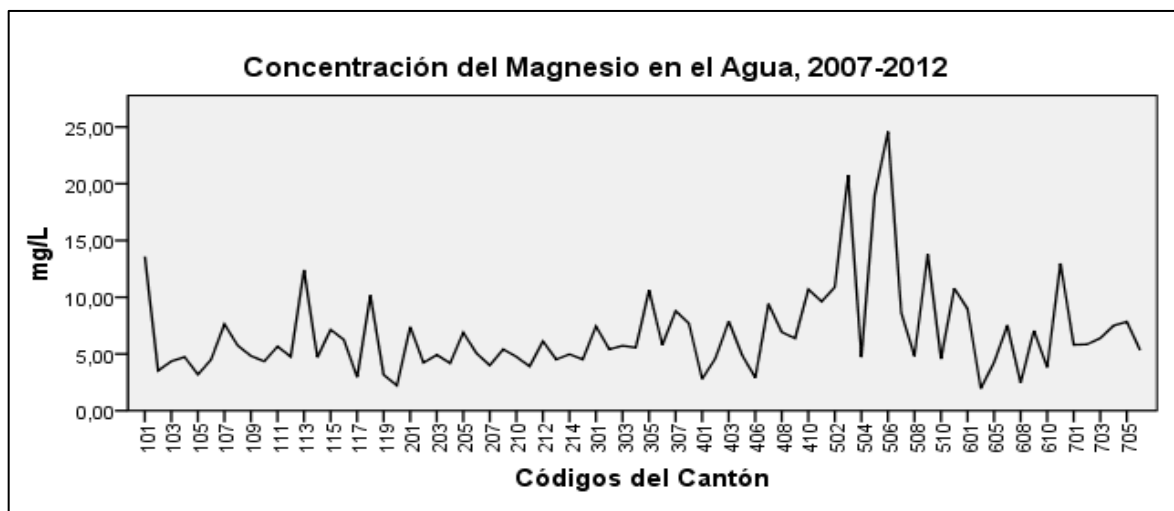
Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

En el gráfico N°3 se observan tres situaciones sobresalientes; la primera es el cantón de San José (Cód.101), el cual muestra concentraciones con diferencias de casi 10mg/L entre los años 2007 al 2012; la segunda es Turrialba (Cód.305) en el 2008; y la última es Sarapiquí (Cód.410) para el año 2007.

Las variaciones en las concentraciones para el cantón de San José (Cód.101), se debe a los diferentes sitios de toma de muestra en el año 2007 y 2011. Con respecto al cantón de Turrialba (Cód.305) algunos de los puntos de muestreo en Turrialba son en San Juan Sur y en San Juan norte, en estas zonas las concentraciones son elevadas; sin embargo, otros puntos de muestreo también para el cantón de Turrialba, tienen concentraciones bastante bajas como en Eduviges. En Sarapiquí (Cód.410) las mediciones con las que se cuentan para el año 2007, se realizaron solamente en la zona Puerto Viejo, sector la Guaría.

En el siguiente gráfico N°4 se presentan las concentraciones promediadas del periodo de estudio, complementando el mapa N°2. Este gráfico permite conocer las variaciones que hay entre los cantones, con respecto al ion magnesio en el agua de consumo humano.

-Gráfico N°4: Promedio de las Concentraciones de Magnesio en el Agua, para el periodo de estudio 2007-2012:



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

En gráfico N°4 se observa que no hay ningún cantón en todo el periodo que tenga concentraciones en el rango recomendado o en el rango admisible. Todos los valores son inferiores.

En la provincia de Guanacaste, específicamente los cantones de Carrillo (Cód.505), Santa Cruz (Cód.503) y Cañas (Cód.506) tienen en promedio las concentraciones más elevadas a nivel nacional, con 19mg/L, 21mg/L y 25 mg/L respectivamente.

En las provincias de Puntarenas y Limón, las concentraciones de calcio libre presentan diferencias con respecto a la media de las provincias de Heredia, Alajuela y Cartago; no obstante con la concentración de magnesio, las cuales son muy similares.

Todos los cantones tienen el magnesio en el agua de consumo en la categoría de "Menor al valor recomendado", y dentro de esa clasificación, solamente dos cantones tienen valores entre los 20mg/L a 25mg/L: Cañas y Santa Cruz; entre 15mg/L a 19 mg/L: Solamente Carrillo; entre 10 mg/L a 14mg/L: Liberia, Curridabat, Turrialba, Sarapiquí, Hojanca, Nicoya, Tibás, Garabito, San José y Nandayure; Y todos los demás cantones

tienen concentraciones inferiores de 10mg/L, entre ellos: Matina (Cód.705), El Guarco (Cód.308), Montes de Oca (Cód.115), Poás (Cód.208), y Limón (Cód.701).

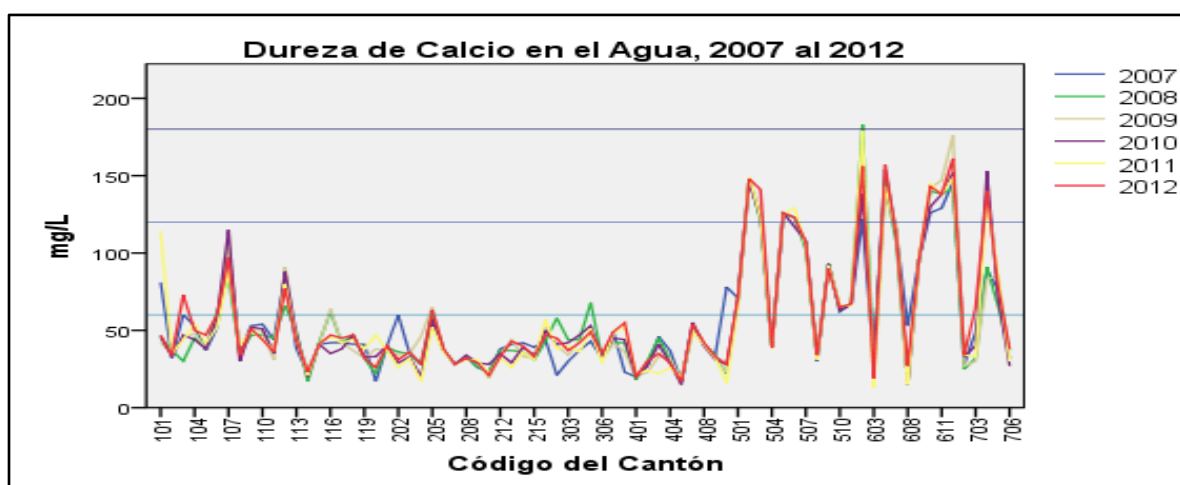
#### 4.1.3 Dureza del calcio en el agua de consumo humano a nivel nacional

La dureza del Calcio a diferencia de las variables de calcio y magnesio, presenta variaciones en la clasificación entre los cantones a nivel nacional. La clasificación que se utiliza es la misma que se utiliza para determinar el tipo de agua según la dureza total. Esta clasificación con respecto a la dureza del calcio, es: El rango de los 0mg/L a 60mg/L, para aguas blandas; 61mg/L a 120mg/L para aguas moderadamente duras; entre 121mg/L a 180mg/L para las aguas duras; y las concentraciones mayores de los 180mg/L le corresponde a las aguas muy duras.

La dureza del calcio durante el periodo de estudio, las concentraciones mínimas con respecto a las concentraciones máximas tienen una diferencia significativa debido a la clasificación del agua de consumo humano cambia (Ver anexo N°21). Las concentraciones mínimas se clasificaron como aguas blandas, mientras que los valores máximos se encuentran dentro de la categoría de aguas duras a muy duras.

El gráfico N°5 resume los promedios de las concentraciones de la dureza del calcio por cada año de estudio, con el fin de mostrar las variaciones de las concentraciones en cada cantón, por cada año. Los gráficos anuales se encuentran en los anexo N°53 al N°58.

-Gráfico N° 5 Concentraciones promedio de Dureza de Calcio en el Agua, para cada año del periodo de estudio 2007-2012:



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

En el gráfico N°5 no se observan grandes diferencias para el año 2007, con respecto a los promedios de las concentraciones de los otros años; y las únicas variaciones las presentan los cantones de San José (Cód.101), San Ramón (Cód.202), Paraíso (Cód.302) y Sarapiquí (Cód.410). En este año ningún cantón se clasifica con aguas muy duras, con aguas duras se clasifican 10 cantones, son 12 cantones con aguas moderadamente duras, y 54 cantones clasificados con aguas blandas.

Las variaciones que se observan para el año 2007, se pueden determinar por el gráfico anual disponible en el anexo N°53, en complemento con el mapa del anexo N°47.

En San José (Cód.101) las concentraciones están más elevadas que la media con respecto a los otros años (exceptuando en el 2011), y según los datos de las fuentes para ese año, una de los lugares de toma de muestra fue en el Pozo Plantel Uruca, y allí las concentraciones son más elevadas que en otros puntos de medición.

La concentración de dureza del calcio en el 2007 para San Ramón (Cód.202), fue más elevada que en los otros años; sin embargo se mantiene en la clasificación de aguas blandas. En el cantón de Paraíso (Cód.302) la concentración es menor con respecto a los otros años, pero mantiene su clasificación de agua blanda.

En el cantón de Sarapiquí (Cód.410) solo cuenta con mediciones en Puerto Viejo, sector la Guaría, y allí las concentraciones de las diferentes variables son elevadas, con respecto a otros puntos de medición. En los otros años también cuentan con mediciones en esa zona, pero tienen asimismo mediciones en otros puntos, donde las concentraciones son menores.

Según se observa en el gráfico N°5, para el año 2008 las concentraciones de la mayoría de los cantones se mantienen en la media de los otros años, no obstante en este año, según la tabla de máximos y mínimos del anexo N°21, Puntarenas (Cód.601) tiene clasificación de aguas muy duras.

El cantón de Puntarenas (Cód.601) en el gráfico para el año 2008 disponible en el anexo N°54, en complemento con el respectivo mapa del anexo N°48, muestran que sus concentraciones son más elevadas con relación a los demás años, sin embargo se aprecia en el gráfico N°5 que en los otros años sus concentraciones también son elevadas con la diferencia que en otros años su aguas se clasifican como duras.

Entre el año de 2007 a 2008, algunos cantones muestran clasificaciones distintas; los que pasan de aguas blandas a moderadamente duras son: Atenas, Turrubares, Aserrí y Turrialba; de moderadamente duras a blandas: San José y Sarpiquí; de agua dura a muy dura: Puntarenas.

Para el año 2009 en el gráfico N°5, no se muestran grandes diferencias con respecto a la media de los otros años. Solamente se observan en San Mateo (Cód.204) y Limón (Cód.701) un leve aumento en la concentración.

En San Mateo (Cód.204) según se aprecia en el gráfico del año 2009 en el anexo N°55, en complemento con el mapa del mismo año, disponible en el anexo N°61; este cantón alcanza los 46mg/L, siendo esta la concentración más alta en todo el periodo de estudio, sin embargo sigue clasificado como agua blanda. Para Limón (Cód.701) se muestra en el anexo N°21, que es el cantón que posee la concentración más elevada a nivel nacional para dicho año, e igualmente en el año 2012; aunque en los otros años no tiene la concentración máxima, se observa en el gráfico N°5 que sus concentraciones se mantienen de igual manera elevadas.

Los cambios de clasificación en los cantones del año 2008 al 2009, son los siguientes: Aserrí (Cód.106) pasa de agua moderadamente dura a agua blanda, y el cantón de Puntarenas (Cód.601) pasa de aguas muy duras a duras.

En el gráfico N°5 para el año 2010, la mayor variante se muestra con el cantón de Talamanca (Cód.704), el cual pasa de la clasificación de aguas moderadamente duras a aguas duras, y se mantiene en esta clasificación en el 2011 y 2012.

Las fuentes de aguas en se realizaron los muestreos, y la cantidad de mediciones en cada año de estudio variaron en el cantón de Talamanca (Cód.704); pero en el 2010 la particularidad se atribuye en el punto de muestreo de Home Creek, el cual ha mostrado concentraciones elevadas con respecto a otras zonas, y se ha reflejado la misma situación con las otras variables.

En el 2010 se observaron otros cambios de clasificación con respecto al 2009, los cuales son los siguientes: De aguas moderadamente duras a blandas: Turrubares y Atenas; y de aguas duras a moderadamente duras: Cañas. Estos cambios de clasificación se deben a que sus concentraciones se encontraban cercanas al límite del cambio de clasificación.

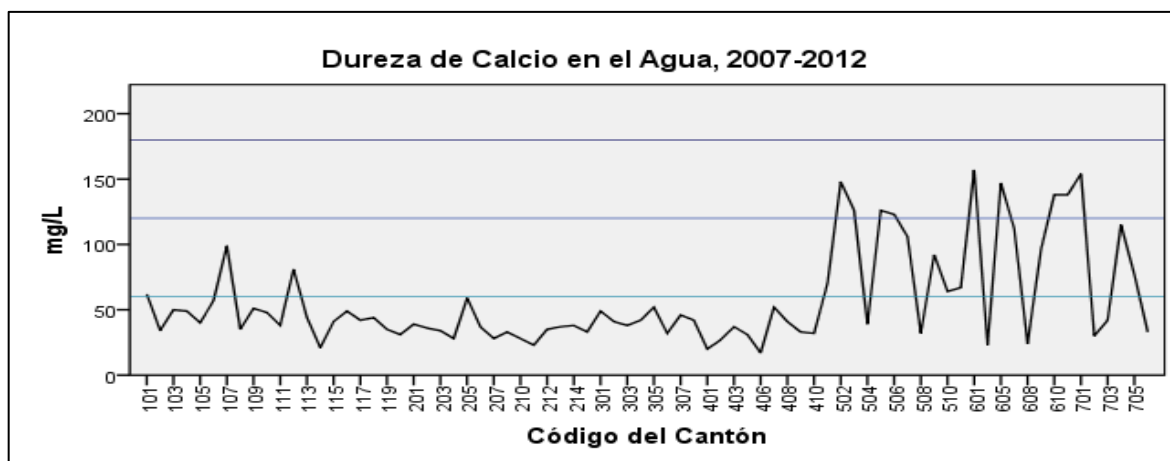
En el gráfico N°5 para el año 2011 no se aprecian grandes diferencias con respecto a los otros años, y la única particularidad se observa en el cantón de San José (Cód.101), al mostrar una concentración más elevada con respecto a las medidas de otros años (exceptuando el 2007). Para este cantón la situación es similar a la del 2007, con la diferencia que las mediciones no incluyeron el Pozo Plantel Uruca, pero se incluyeron los pozos Villalobos, y allí las concentraciones en todas las variables fueron elevadas.

Los cambios de clasificación entre el 2010 al 2011 son: Cañas (Cód.506) pasa de agua moderadamente dura a dura, y San José (Cód.101) de agua blanda a moderadamente dura.

Para el año 2012 en el gráfico N°5, no muestra algún cantón que presente grandes diferencias con respecto a las mediciones de los otros años. Y los únicos cambios de clasificación entre 2011 al 2012 son: San José (Cód.101) pasa de agua moderadamente dura a blanda, y de agua blanda a moderadamente dura pasan los cantones de Atenas (Cód.205), Siquirres (Cód.703) y Desamparados (Cód.103).

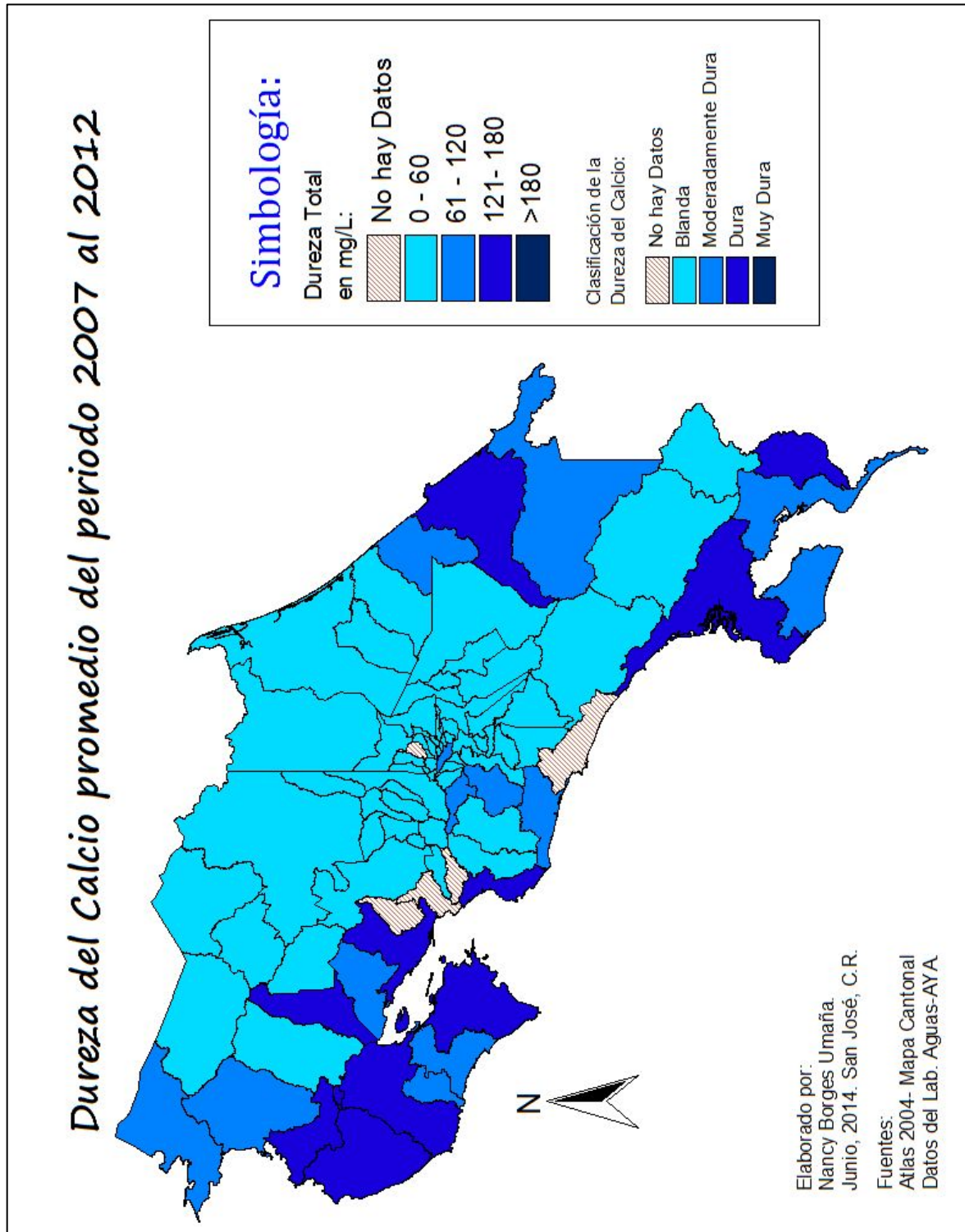
La concentración de dureza del calcio promedio para todo el periodo, se muestra en el gráfico N°6 en complemento del mapa N°3. De tal manera se permite observar las diferencias en las concentraciones entre los cantones, y la respectiva distribución geográfica.

-Gráfico N°6: Promedio de las Concentraciones de Dureza de Calcio en el Agua, para el periodo de estudio 2007-2012:



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

-Mapa N°3: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el periodo 2007 al 2012:



El promedio de la dureza del calcio según se refleja en el gráfico N°6 y el mapa N°3, son las provincias de Guanacaste, Puntarenas y Limón, las que tienen las concentraciones más elevadas; lo cual fundamenta la tabla de máximos y mínimos del anexo N°21, en que los cantones con concentraciones máximas estuvieron entre Puntarenas (Cód.601) y Limón (Cód.701); el cantón de Nicoya (Cód.502) no tuvo la concentración máxima extrema, aunque sus concentraciones se encuentran entre las más elevadas a nivel nacional.

Las provincias de Puntarenas, Guanacaste y Limón para el periodo del 2007 al 2012, muestran también la mayor variación entre sus cantones en relación a la clasificación del agua de acuerdo a la dureza del calcio.

Con respecto a las provincias de San José, Heredia, Cartago y Alajuela, el gráfico N°6 y el mapa N°3 muestran que todos sus cantones se clasifican como aguas blandas; exceptuando San José (Cód.101) y Mora (Cód.107), no obstante las concentraciones de estas dos excepciones apenas sobrepasan el límite de las aguas blandas.

Del gráfico N°6 y el mapa N°3 se determina que para el promedio del periodo 2007 al 2012, no hay cantones clasificados como aguas muy duras. Y la clasificación según la dureza del calcio para cada cantón es la siguiente (El primer cantón de cada lista indica que tiene la concentración más baja, mientras que el último indica que es el cantón con la concentración más alta):

Los cantones de aguas blandas son:

- |                 |                        |                         |
|-----------------|------------------------|-------------------------|
| 1. San Isidro   | 12. Santa Bárbara      | 23. Goicoechea          |
| 2. Heredia      | 13. León Cortés Castro | 24. Pérez Zeledón       |
| 3. Moravia      | 14. Tilarán            | 25. Valverde Vega       |
| 4. Alfaro Ruíz  | 15. Alvarado           | 26. San Ramón           |
| 5. Buenos Aires | 16. Sarapiquí          | 27. Upala               |
| 6. Coto Brus    | 17. Poás               | 28. Naranjo             |
| 7. Barva        | 18. Guácimo            | 29. Santo Domingo       |
| 8. San Mateo    | 19. San Pablo          | 30. Los Chiles          |
| 9. Palmares     | 20. Guatuso            | 31. Vázquez de Coronado |
| 10. San Carlos  | 21. Grecia             | 32. La Unión            |
| 11. Pococí      | 22. Escazú             | 33. Bagaces             |

34. Alajuela	42. El Guarco	50. Desamparados
35. Tarrazú	43. Curridabat	51. Santa Ana
36. Paraíso	44. Tibás	52. Turrialba
37. Montes de Oca	45. Oreamuno	53. Belén
38. Flores	46. Alajuelita	54. Aserri
39. Jiménez	47. Cartago	55. Atenas
40. Dota	48. Puriscal	
41. Siquirres	49. Turrubares	

Los cantones de aguas moderadamente duras son:

1. San José
2. La Cruz
3. Hojancha
4. Liberia
5. Matina
6. Acosta
7. Nandayure
8. Parrita
9. Mora
10. Abangares
11. Golfito
12. Talamanca

Los cantones de aguas duras son:

- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| 1. Cañas      | 4. Corredores | 7. Nicoya     |
| 2. Carrillo   | 5. Garabito   | 8. Limón      |
| 3. Santa Cruz | 6. Osa        | 9. Puntarenas |

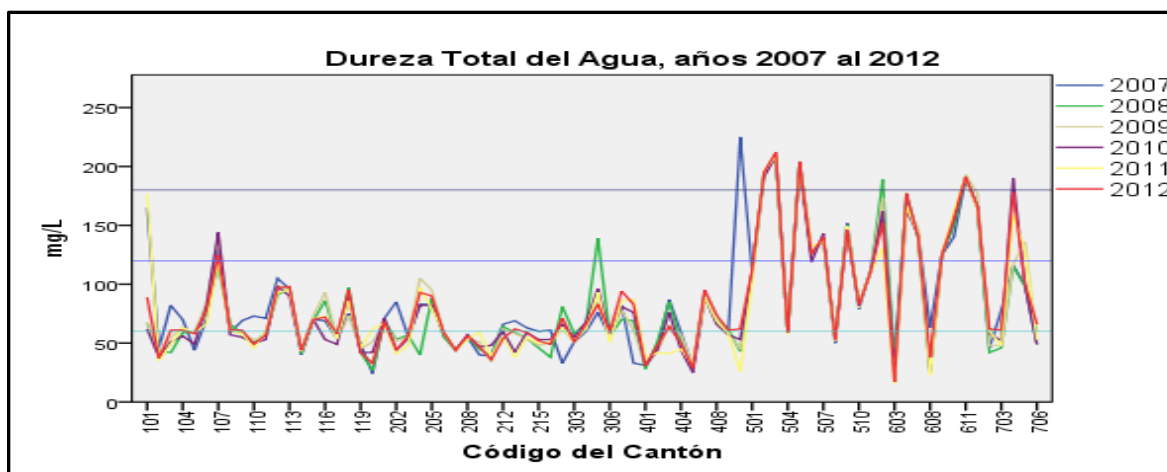
#### **4.1.4 Dureza total en el agua de consumo humano a nivel nacional**

La dureza total del agua a nivel nacional presenta importantes diferencias en las concentraciones y la respectiva clasificación de los cantones. La clasificación que se utiliza son los mismos rangos utilizados para la dureza del calcio, tal como se determina por la OMS en la tabla N°1.

Las concentraciones máximas y mínimos para esta variable, se aprecian en el anexo N°22, el cual muestra diferencias bastante amplias entre los cantones; dado que todas las concentraciones máxima extremas corresponden a la clasificación de aguas muy duras, y las concentraciones mínimas extremas a aguas blandas.

El siguiente gráfico N°7 se resumen las concentraciones de dureza total por cada año de estudio. Los gráficos anuales se encuentran en los anexos N°65 al N°70.

-Gráfico N°7: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua, para cada año del periodo de estudio, 2007-2012:



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

En el gráfico N°7 se observa diferencias en las concentraciones en algunos de los cantones durante el periodo de estudio, no obstante la mayoría de los cantones presentan diferencias mínimas en la concentración de dureza total del agua de consumo humano.

Para el año 2007 se observa en el gráfico N°7, el cantón de Sarapiquí (Cód.410) con una concentración pico con respecto a los otros años de estudios, tal como se muestra en el mapa anual (anexo N°59) y en el respectivo gráfico para el año 2007 (anexo N°65).

En el cantón de Sarapiquí (Cód.410) la toma de muestra en el año 2007, se realizó solamente en Puerto Viejo, sector la Guaría. En los años 2009, 2010 y 2012 se realizaron también mediciones en este sector, y de igual manera las concentraciones son elevadas; sin embargo la diferencia radica para esos tres años, es en la toma de muestra en otras zonas que tienen concentraciones inferiores.

En el mapa del anexo N°59 se muestra a Sarapiquí como un cantón de aguas muy duras para el año 2007, igualmente sucede con Garabito (Cód. 611), Nicoya (Cód.502), Carrillo (Cód. 505) y Santa Cruz (Cód. 503), estos últimos cantones son de zonas costeras.

En el gráfico N°7 se observa para el año 2008, algunos cantones que su clasificación varía (ver anexos N°60 y N°66) con respecto al 2007. Uno de los cambios más notables es de Sarapiquí (Cód.410) que pasa de ser de aguas muy duras a aguas blandas.

Otro de los cambios en clasificación se presenta con el cantón de Puntarenas (Cód.601), el cual pasa de ser agua dura a agua muy dura; pero estos cambios de clasificación según el gráfico N°7 se presentan a lo largo del periodo de estudio, debido a que posee concentraciones cercanas al límite de cambio de clasificación.

Del 2007 al 2008, el cantón de San José (Cód.101) también presenta cambio en la clasificación, y pasa de ser agua dura a modernamente dura; el cantón de Turrialba (Cód.305) pasa de agua modernamente dura a dura. En ambos cantones, los lugares de toma de muestra y cantidad de mediciones no fueron uniformes durante el periodo de estudio. En San José en el 2007 parte de las fuentes medidas, es el Pozo del Plantel de la Uruca, el cual presenta concentraciones elevadas, reflejadas también en las otras variables; este punto de muestreo fue omitido en el 2008.

Los otros cantones que cambiaron su clasificación son: Mora (Cód.107) pasa de ser agua dura a moderadamente dura; El Guarco (Cód.308), Paraíso (Cód.302) y Goicochea (Cód.108) pasan de aguas blandas a aguas moderadamente duras; y la mayor cantidad de cambios fueron cantones clasificados como aguas moderadamente duras a blandas, estos cantones fueron 9, entre ellos Coto Brus (Cód.608), Los Chiles (Cód.214), Upala (Cód.213), entre otros. Todos estos cantones tenían concentraciones cercanas al límite del cambio de clasificación.

Para el año 2009 (ver anexo N°61 y N°67), según el gráfico N°7 no se aprecian concentraciones que sobresalgan a la media de los otros años. Los cambios en las clasificaciones entre el 2008 al 2009 son: De agua blanda a moderadamente dura: Puriscal (Cód.104) y San Mateo (Cód.204); de moderadamente dura a blanda: Guácimo (Cód.706) y San Pablo (Cód.409); de moderadamente dura a dura: Mora (Cód.107) y Matina (Cód.705); y de agua dura a moderadamente dura: Turrialba.

En el gráfico N°7 para el año 2010, no se aprecian grandes diferencias con respecto a la media de los demás años, exceptuando a Talamanca (Cód.704) (Ver anexo N°62 y N°68), que pasa de clasificarse de agua moderadamente dura a aguas muy duras. Para este cantón, la cantidad de mediciones y lugar de toma de muestras varían por año; tal es el caso de Home Creek, que presenta concentraciones elevadas.

Los otros cambios de clasificación del 2009 con respecto al 2010 son: Turrubares (Cód.116), Valverde Vega (Cód.212) y Puriscal (Cód.104) pasan de aguas modernamente

duras a aguas blandas; Cañas (Cód.506) y Matina (Cód.705) pasan de aguas duras a moderadamente duras. Estos cambios de clasificación se dieron por ligeros aumentos o disminuciones en las concentraciones de dureza total que se encontraban cercanas al límite de cambio.

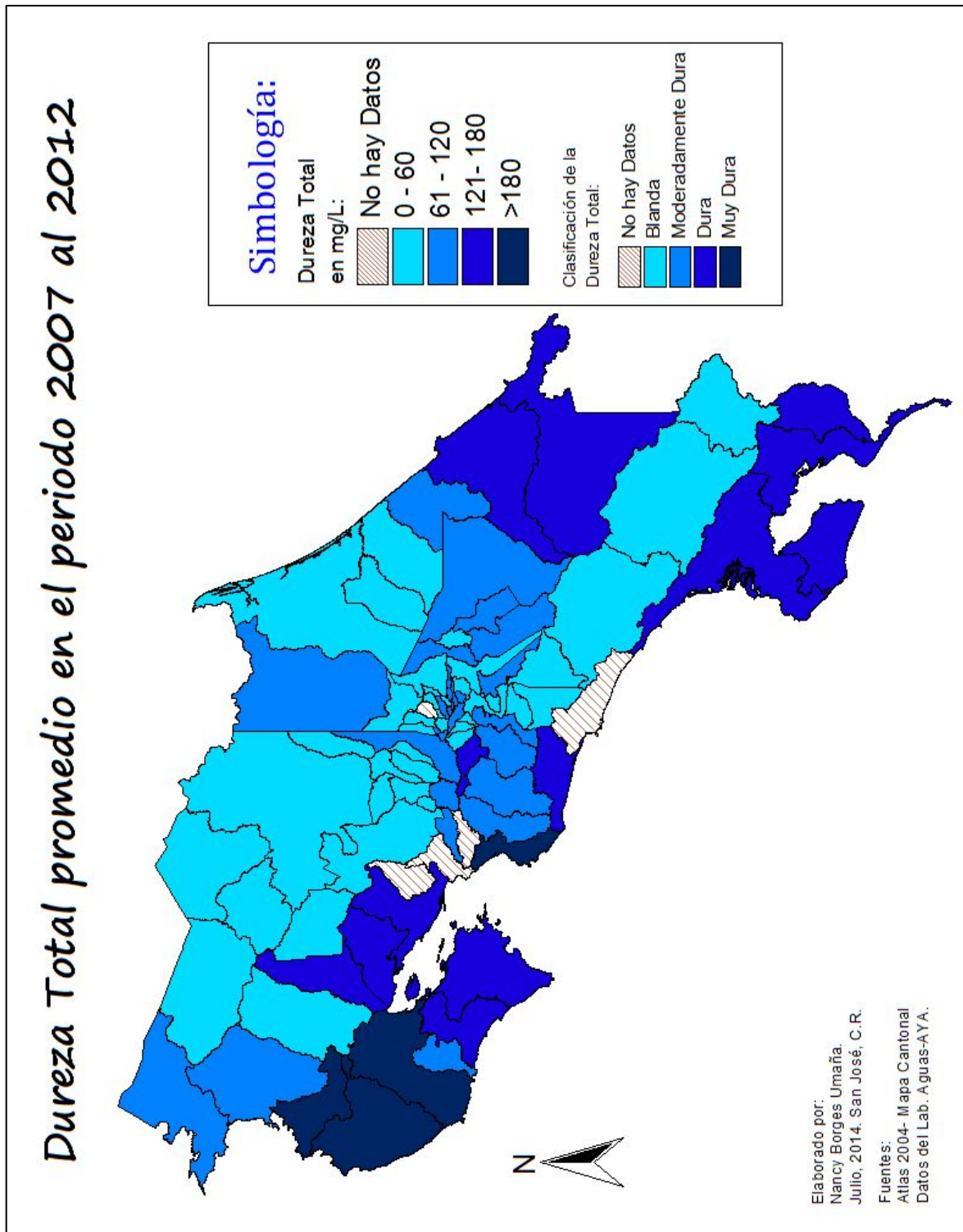
Para el año 2011, en el gráfico N°7 se observan pequeñas diferencias entre las concentraciones de un mismo cantón; con algunas excepciones, entre ellas el cantón de San José (Cód.101) por su aumento en la concentración, y Sarapiquí (Cód.410) que su concentración es una de las más bajas a nivel nacional para este año, hecho contrario con el año 2007. Los lugares de medición para San José (Cód.101) se centraron en las nacientes Los Villalobos y los Moizoles; en el 2010 se centraron más en mezcla de Pozos la Valencia, entre otros.

Las otras clasificaciones que variaron entre el año 2010 al 2011 son: De aguas blandas a moderadamente duras: Goicoechea (Cód.108), León Cortez (Cód.120), Puriscal (Cód.104) y Turrubares (Cód.116); de moderadamente duras a blandas: Santo Domingo (Cód.403); de aguas duras a moderadamente duras: Mora (Cód.107); de moderadamente duras a duras: Matina (Cód.705), Cañas (Cód.506) y San José (Cód.101); de aguas muy duras a aguas duras: Talamanca (Cód.704).

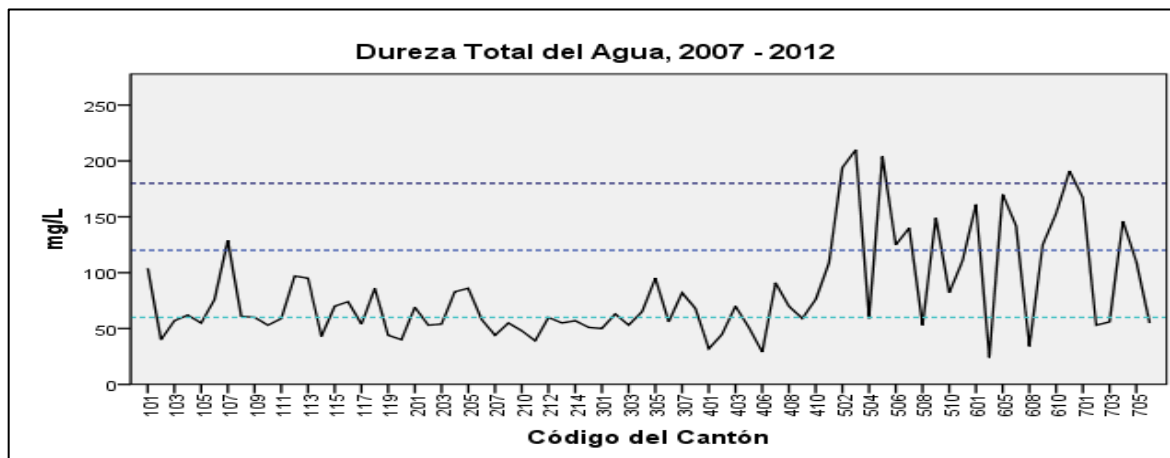
En el gráfico N°7 para el año 2012 (ver anexo N°64 y N°70) no presenta alteraciones visibles que lo hagan salirse de la media con respecto a los demás años. Los cambios en las clasificaciones con respecto al año 2011 son: de aguas moderadamente duras a blandas: León Cortez (Cód.120); de aguas blandas a moderadamente duras, son: San Pablo (Cód.409), Siquirres (Cód.703), Desamparados (Cód.103), Santa Ana (Cód.109), Upala (Cód.213), Sarapiquí (Cód.410), Pococí (Cód.702), Santo Domingo (Cód.403), y Guácimo (Cód.706); de aguas duras a aguas moderadamente duras: San José (Cód.101) y Matina (Cód.705); de moderadamente dura a dura: Mora (Cód.107).

La clasificación de los cantones según la dureza total promedio para todo el periodo, se muestra en mapa N°4 en complemento de el gráfico N°8; los cuales permiten observar las diferencias en las concentraciones entre los cantones, y la respectiva distribución geográfica.

-Mapa N°4: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el periodo 2007 al 2012:



-Gráfico N°8: Promedio de las Concentraciones de Dureza Total en el Agua. En el periodo 2007 al 2012:



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

El gráfico N°8 y el mapa N°4 muestran a las provincias de Guanacaste, Puntarenas y Limón con las concentraciones más altas de dureza total en el agua de consumo humano, y también presentan en los cantones de la misma provincia variedades en sus clasificaciones. Lo cual observa con el cantón de Santa Cruz (Cód.503) en Guanacaste, todo el periodo de estudio estuvo con la clasificación de aguas muy duras; caso contrario con Buenos Aires (Cód.603) que mantuvo durante todo el periodo de las concentraciones más bajas del país

Las provincias de San José, Heredia, Cartago y Alajuela, en general se les clasifican como provincias de aguas blandas o moderadamente duras.

A continuación se presentan los cantones y su respectiva clasificación según la dureza total promedio en el agua de consumo humano para el periodo del 2007 al 2012.

Los siguientes cantones son de aguas blandas:

- |                       |                   |                   |
|-----------------------|-------------------|-------------------|
| 1. Buenos Aires       | 7. Escazú         | 13. Cartago       |
| 2. San Isidro         | 8. Moravia        | 14. Santa Bárbara |
| 3. Heredia            | 9. Palmares       | 15. Guatuso       |
| 4. Coto Brus          | 10. Pérez Zeledón | 16. Tilarán       |
| 5. Alfaro Ruíz        | 11. Barva         | 17. Pococí        |
| 6. León Cortés Castro | 12. San Carlos    | 18. La Unión      |

- |                |                  |                         |
|----------------|------------------|-------------------------|
| 19. San Ramón  | 25. Upala        | 31. Naranjo             |
| 20. Alajuelita | 26. Poás         | 32. Vázquez de Coronado |
| 21. Dota       | 27. Siquirres    | 33. Bagaces             |
| 22. Grecia     | 28. Alvarado     | 34. San Pablo           |
| 23. Tarrazú    | 29. Desamparados | 35. Santa Ana           |
| 24. Guácimo    | 30. Los Chiles   | 36. Valverde Vega       |

Los siguientes cantones son de aguas moderadamente duras:

- |                  |                |               |
|------------------|----------------|---------------|
| 1. Goicoechea    | 10. Turrubares | 19. Turrialba |
| 2. Puriscal      | 11. Sarapiquí  | 20. Tibás     |
| 3. Paraíso       | 12. Aserrí     | 21. Acosta    |
| 4. Jiménez       | 13. Oreamuno   | 22. San José  |
| 5. El Guarco     | 14. La Cruz    | 23. Liberia   |
| 6. Alajuela      | 15. San Mateo  | 24. Matina    |
| 7. Santo Domingo | 16. Curridabat | 25. Hojancha  |
| 8. Flores        | 17. Atenas     |               |
| 9. Montes de Oca | 18. Belén      |               |

Los siguientes cantones son de aguas duras:

- |              |               |               |
|--------------|---------------|---------------|
| 1. Parrita   | 5. Golfito    | 9. Puntarenas |
| 2. Cañas     | 6. Talamanca  | 10. Limón     |
| 3. Mora      | 7. Nandayure  | 11. Osa       |
| 4. Abangares | 8. Corredores |               |

Los siguientes cantones son de aguas muy duras:

1. Garabito
2. Nicoya
3. Carrillo
4. Santa Cruz

#### **4.2 1 Descripción de patrones espaciales según la dureza del agua en los distritos de la provincia de Guanacaste**

En esta sección se describe para los distritos de Guanacaste, las concentraciones del calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total promedio en el agua de consumo humano, del periodo del 2007 al 2012. Para mostrar dichos datos se recurre al uso de gráficos y mapas del periodo de estudio; para los específicos por año, estos se disponen en la sección de anexos, los cuales en medida que se amerite se les hace referencia. Se reitera que los parámetros de clasificación de los distritos, son los mismos utilizados en la sección anterior.

Al darse cambios importantes de una concentración de un año a otro, se verifica si hubo cambios en los puntos de muestreos por parte del Laboratorio Nacional de Aguas – AyA.

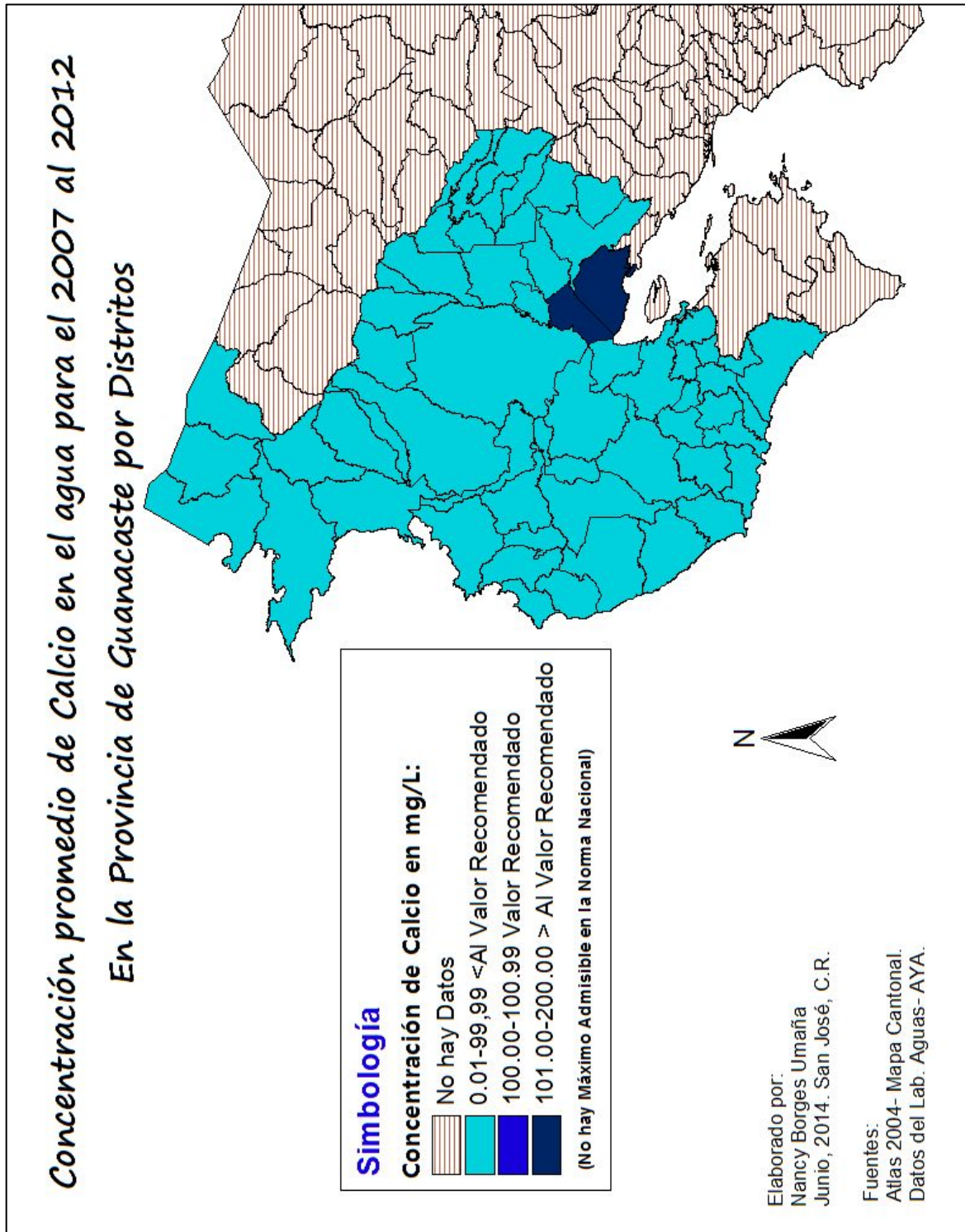
##### **4.2.1 Concentración de Calcio en el agua de consumo humano a nivel distrital - Guanacaste**

El ión calcio a nivel nacional se determinó durante el periodo de estudio, como inferior a la concentración recomendada de 100mg/L según la norma nacional. En la provincia de Guanacaste considerando los promedios cantonales, todos se mantuvieron en esa categoría; pero considerando los distritos, Colorado de Abangares (Cód.50704) y Porozal de Cañas (Cód.50605), se mantienen durante todo el periodo de estudio con una concentración mayor a las dosis recomendada de 100mg/L

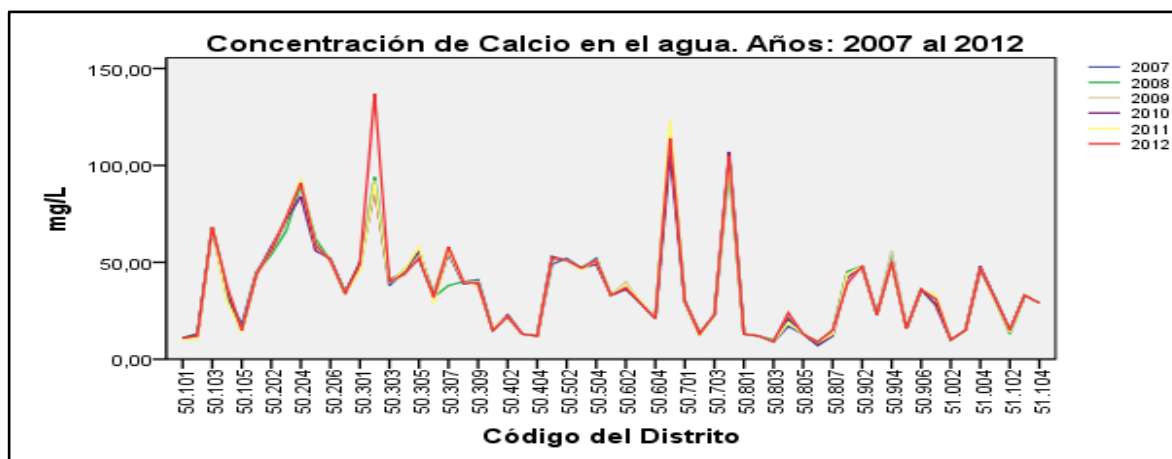
Las concentraciones máximas y mínimas según el ión calcio para cada año del periodo de estudio, se refleja en el anexo N°71; los cantones de Cañas, Abangares y Santa Cruz tienen un distrito que su clasificación es mayor al valor recomendado.

A continuación se adjunta el mapa N°5 para presentar la distribución geográfica, según la concentración de calcio libre en el agua de consumo humano por cada distrito de la provincia de Guanacaste en el periodo del 2007 al 2012; los mapas anuales se encuentran en los anexos N°75 al N°80. En complemento se adjunta seguidamente el gráfico N°9, el cual facilita la comparación de los cambios de concentración de los distritos en los años del periodo de estudio, los gráficos anuales se encuentran en los anexos N°81 al N°86. Posteriormente se adjunta el gráfico N°10, el cual indica el promedio general del periodo para cada distrito.

-Mapa N°5: Concentración del Calcio en el agua a nivel distrital, de la Provincia de Guanacaste. Periodo 2007-2012:



-Gráfico N°9: Concentraciones promedio de Calcio en el Agua de Guanacaste, para cada año de estudio:



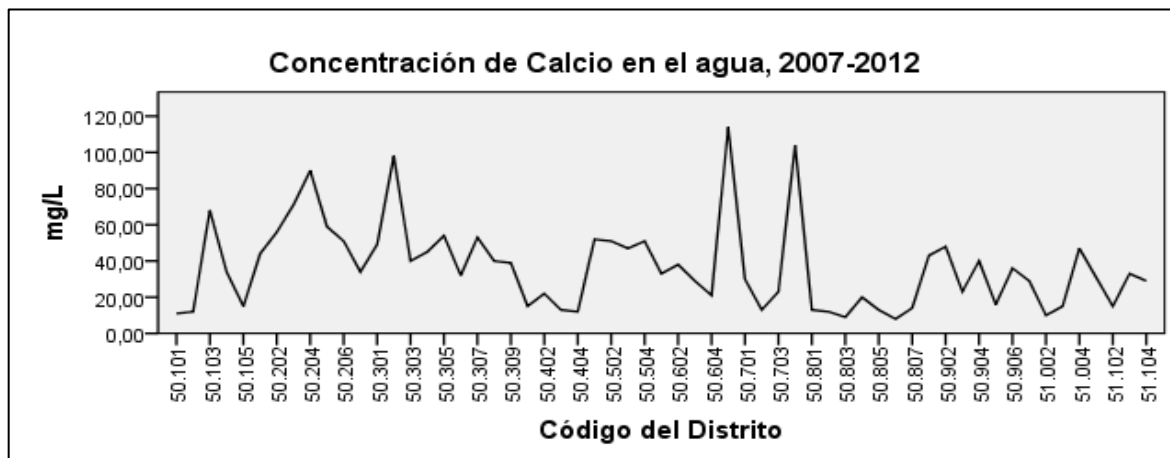
Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Según el gráfico N°9 y el mapa N°5 las concentraciones por distrito durante el periodo de estudio, en su mayoría no tienen variaciones significativas anuales. La excepción es el distrito de Bolsón (Cód. 50302) en año 2012, el cual muestra un pico con respecto a los demás años.

En el año 2012 el distrito de Bolsón (Cód. 50302) del cantón de Santa Cruz, la medición del calcio libre es mayor con respecto a los otros años de estudio; sin embargo la medida de los otros años también es elevada con respecto a otros distritos. En Bolsón todos los muestreos del periodo se realizaron en el pozo#3, la única variante que se presenta de un año a otro, es el mes o los meses en que se realizaron las mediciones; para el 2012 las mediciones se hicieron en abril.

En el siguiente gráfico N°10 se muestra la concentración promedio general de los distritos de Guanacaste para el periodo 2007 al 2012; el cual permite apreciar las diferencias de las concentraciones entre los distritos. El mapa N°5 muestra la distribución geográfica según la clasificación del promedio general.

-Gráfico N°10: Promedio de Concentraciones de Calcio en el agua, para el periodo de estudio 2007-2012, en la provincia de Guanacaste:



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

El gráfico N°10 presenta las mediciones promediadas de las concentraciones del ión calcio, para el periodo de estudio por cada distrito; estos promedios se basan en los datos anuales, los cuales se mostraban en el gráfico N°9.

En el gráfico N°10 se observa que la mayoría de las concentraciones son inferiores a los 100mg/L, y la mayoría de los distritos tienen promedios que oscilan entre los 20 mg/L y 50mg/L. Los distritos de Colorado de Abangares (Cód.50704) y Porozal de Cañas (Cód.50605) tienen las concentraciones más elevadas a nivel distrital para la provincia de Guanacaste; las concentraciones más bajas pertenecen al cantón de Tilarán, con los distritos de Tierras Morenas (Cód.50806) y Tronadora (Cód.50803).

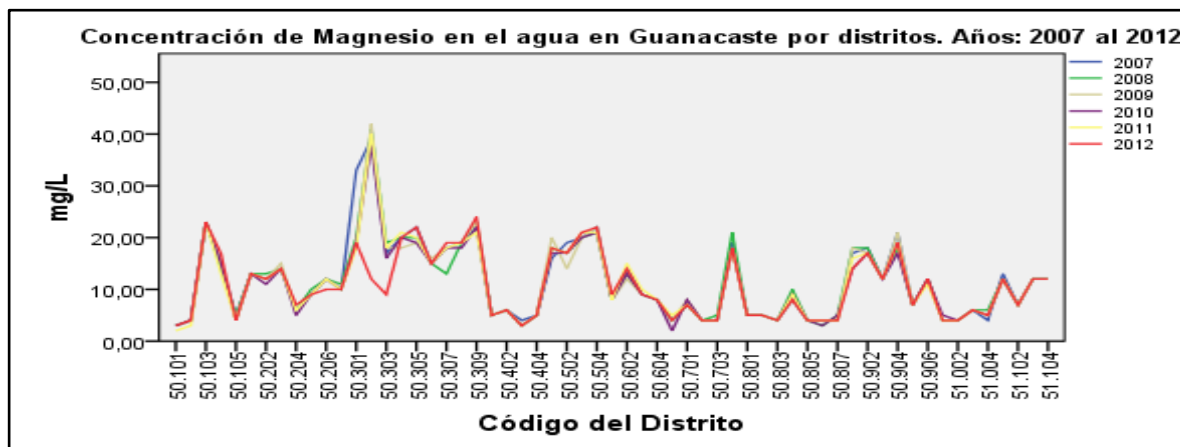
#### **4.2.2 Concentración de Magnesio en el agua de consumo humano a nivel distrital - Guanacaste**

La concentración de magnesio en el agua de consumo humano a nivel nacional es inferior a los 50 mg/L del máximo admisible, e inferiores a los 30 mg/L valor de la concentración recomendada. Específicamente en los cantones de la provincia de Guanacaste, las concentraciones más elevadas se mostraron en Carrillo, Santa Cruz y Cañas; dichos cantones son parte de las concentraciones cantonales de magnesio más elevadas a nivel nacional.

Las concentraciones máximas y mínimas de magnesio por cada año del periodo de estudio, en el agua de consumo humano en Guanacaste por distritos, se muestran en el anexo N°72; se resalta al distrito de Bolsón (Cód.50302) del cantón de Santa Cruz, por poseer durante casi todo el periodo la concentración de magnesio en el rango recomendado.

El siguiente gráfico N°11 se muestran las variaciones de las concentraciones de magnesio en el agua de los distritos de la provincia de Guanacaste en cada año del periodo de estudio. Para los gráficos específicos por año, se disponen en los anexos N°93 al N°98.

-Gráfico N°11: Concentraciones promedio de Magnesio en el agua de Guanacaste, para cada año del periodo de estudio, 2007-2012:



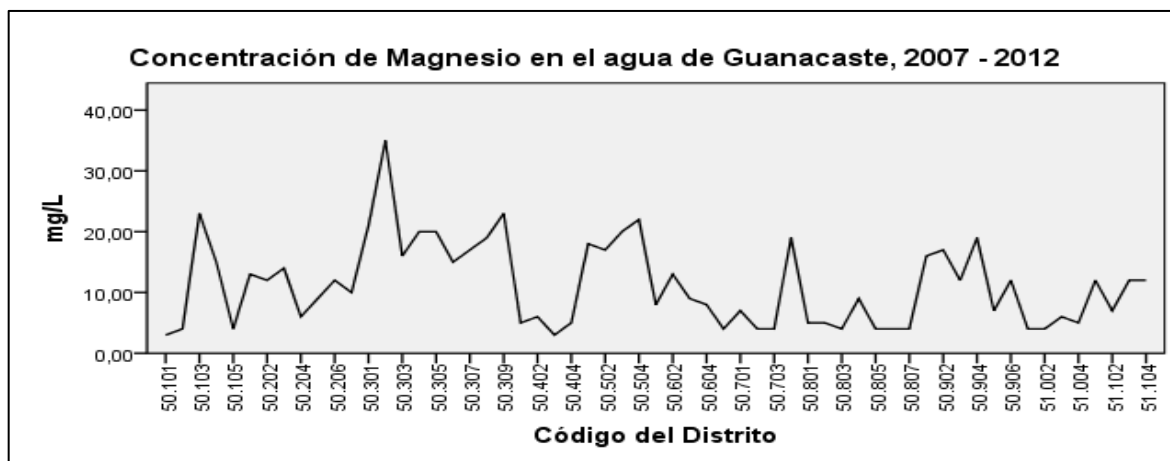
Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

En el gráfico N°11 se aprecia que la mayoría de las concentraciones de magnesio para cada distrito en el periodo de estudio, fueron similares; con la excepción del distrito de Bolsón (Cód.50302), el cual mantiene durante casi todo el periodo la concentración más elevada, pero en el año 2012 su concentración baja considerablemente.

Para el distrito de Bolsón (Cód.50302) las condiciones en que se midieron las concentraciones para esta y las demás variables, fueron las mismas; sin embargo contrario a las otras variables, que son más elevadas para el año 2012, para el magnesio es más bajo.

A continuación se adjunta el gráfico N°12 con el promedio general del periodo de estudio para cada distrito de la provincia de Guanacaste, lo cual permite la comparación de las concentraciones entre los distritos.

-Gráfico N°12: Promedio de las Concentraciones de Magnesio en el agua de Guanacaste, para el periodo de estudio 2007-2012:



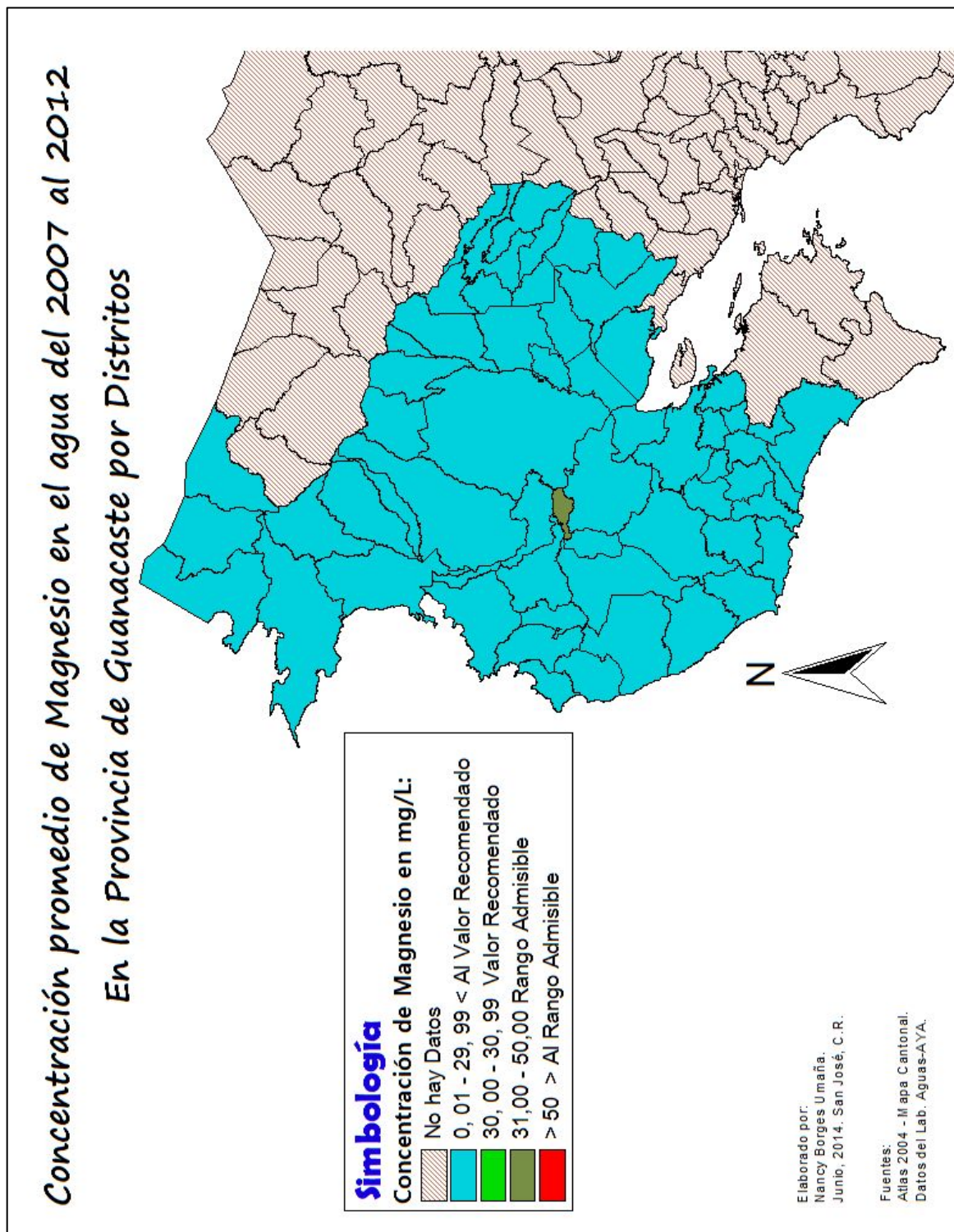
Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Se observa en el gráfico N°12 los promedios de las concentraciones de magnesio para el periodo de estudio, en que se evidencia que entre distritos hay grandes diferencias, sin embargo se mantienen la mayoría en la misma clasificación.

A nivel nacional los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Cañas presentan concentraciones más elevadas de magnesio; específicamente a nivel distrital en la provincia de Guanacaste, solamente Bolsón de Santa Cruz (Cód.50302) tiene la concentración promedio en el valor recomendado; los distritos de Tempante, Santa Cruz, Cartagena y Tamarindo del cantón de Santa Cruz, tienen las concentraciones entre los 20mg/L a los 30mg/L, igualmente los distritos de Sardinal de Carrillo, y Mayorga de Liberia; el resto de los distritos se encuentran con concentraciones que oscilan los 19mg/L a los 3mg/L.

El mapa N°6 complementa el gráfico N°12, al mostrar la distribución geográfica de los distritos de acuerdo a la clasificación según la concentración de magnesio en el agua de consumo humano en el periodo del 2007 al 2012.

-Mapa N°6: Concentración de Magnesio en el agua a nivel distrital, de la Provincia de Guanacaste. Periodo 2007-2012:



En el mapa N°6 el distrito de Bolsón es el único que tiene rango admisible; la distribución geográfica según la clasificación por la concentración de magnesio por cada año del periodo de estudio, se dispone en los anexos N°87 al N°92.

En el mapa del 2007 del anexo N°87, difiere del mapa N°6 por presentar al distrito de Santa Cruz también en el rango admisible. Las concentraciones de magnesio en el agua para este distrito son altas durante el periodo de estudio, en donde el muestreo se realizó en base a la mezcla de los pozos #1, #2 #,4 y #5, además de la muestra individual.

Otra variante que se observa entre los mapas anuales con respecto al mapa N°6, es en el mapa del anexo N°92 del año 2012, en donde todos los distritos de la provincia de Guanacaste se encuentran en el rango inferior del valor recomendado.

#### **4.2.3 Dureza del calcio en el agua de consumo humano a nivel distrital - Guanacaste**

La dureza del calcio para el agua de los distritos de la provincia de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2012, utiliza la clasificación según la OMS (Ver Tabla N°1).

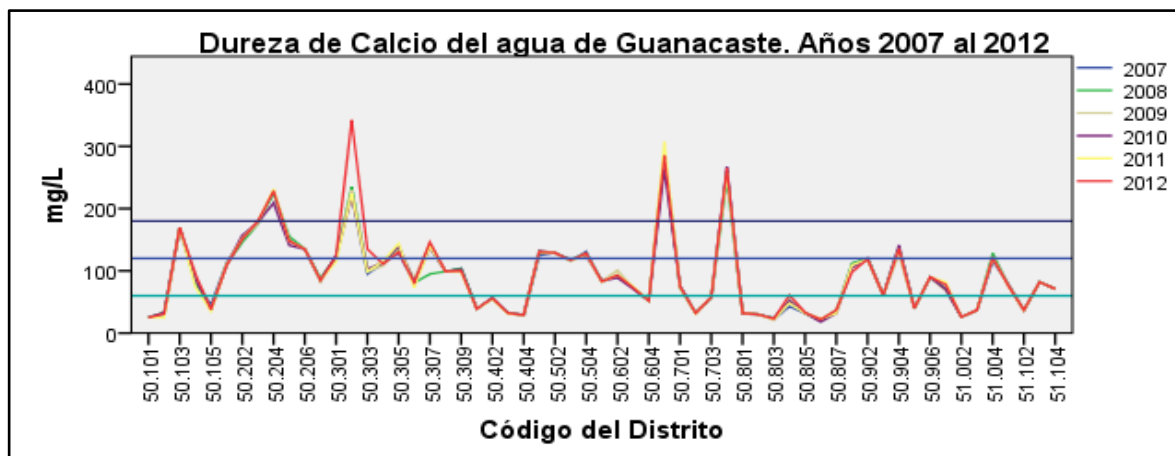
A nivel nacional la provincia de Guanacaste presenta cantones en diversas clasificaciones según la dureza del calcio, teniendo entre sus cantones concentraciones muy elevadas, y otros cantones de aguas blandas. Las concentraciones de la dureza del calcio para los distritos de la provincia de Guanacaste, también presenta clasificaciones diferentes, lo cual se refleja en el anexo N°73; todas las concentraciones máximas son clasificadas como aguas muy duras, y las concentraciones mínimas son aguas blandas.

Una notable diferencia de apreciar las concentraciones desde el punto de vista distrital, con respecto al cantonal, es que en el cantonal los promedios vienen de diversos de distritos que pueden tener concentraciones extremas, y a la hora del promedio se pierde el detalle de cuáles son los distritos de concentraciones extremas.

A nivel nacional los valores máximos y mínimos para la dureza del calcio, ninguno fue para los cantones de Guanacaste; sin embargo tal como se mencionó anteriormente, Guanacaste fue una de las provincias que tuvo entre sus cantones con las concentraciones más elevadas.

El gráfico N°13 permite ver la variación de las concentraciones distritales de dureza del calcio en el agua de consumo humano en el transcurso de los años contemplados en este estudio. Los gráficos anuales se encuentran en los anexos N°105 al N°110.

-Gráfico N°13: Concentraciones promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste, para cada año del periodo de estudio, 2007-2012:



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

En el gráfico N°13 se muestra a la línea superior sobrepasada con holgura por algunos distritos de Guanacaste, indicando que son aguas muy duras; también se aprecian diferencias muy amplias entre las concentraciones de dureza del calcio entre distritos de un mismo cantón. También se aprecia que la mayoría de las concentraciones de los distritos mantienen el promedio similar durante el periodo de estudio, no obstante algunos distritos por ligeros cambios en su concentración les varía su clasificación del tipo de agua.

Para el año 2007 (ver anexo N°99 y N°105) en el gráfico N°13 se observan los distritos de Quebrada Honda (Cód.50204), Bolsón (Cód.50302), Porozal (Cód. 50605), y Colorado (Cód.50704) clasificados como aguas muy duras, con concentraciones que sobrepasan los 220mg/L; los distritos clasificados con aguas duras son 12, entre ellos: Palmira (Cód.50502), Santa Cruz (Cód.50301), y Samara (Cód.50205); con aguas moderadamente duras, son 22 distritos, entre ellos: Cañas (Cód.50601) y La Cruz (Cód.51001); y de aguas blandas son los 28 distritos restantes, entre ellos: Tierras Morenas (Cód.50806) y Tronadora (Cód.50803) que tienen las concentraciones más bajas a nivel distrital para la provincia de Guanacaste.

En el gráfico N°13 no se observan grandes diferencias para el año 2008 (ver anexos N° 100 y N°106) con respecto a los demás años. Con respecto a las variaciones que se presentan en la clasificación de los distritos con relación al año 2007 son: El distrito de Diría (Cód.50307) del cantón de Santa Cruz pasa de ser clasificado como agua dura a moderadamente dura; Santa Elena (Cód.51004) del cantón de La Cruz pasa de agua moderadamente dura a dura.

Los muestreos del distrito de Diría (Cód.50307) presentan una disminución en la cantidad de tomas de muestras, pero los puntos de muestreo son los mismos considerados en el año 2007.

Según el gráfico N°13 para el año 2009 (ver anexos N°101 y N°107) la única variación que se observa con relación al 2008, es con el distrito de Diría (Cód.50307) el cual vuelve a clasificarse sus aguas como aguas duras.

En el gráfico N°13 para el año 2010 con respecto a los demás años no muestra mayores variaciones, y la única variación en la clasificación del agua según la dureza del calcio se aprecia mejor en el mapa del año 2010 del anexo N°102 (ver gráfico del 2010, en el anexo N°108), el cual muestra al distrito de Santa Elena (Cód.51004) del cantón de La Cruz, pasar de aguas duras a aguas moderadamente duras.

Para el año 2011 (ver anexo N°103 y N°109) el gráfico N°13 no muestra mayores diferencias con respecto a las concentraciones de los otros años del periodo del estudio. Las ligeras variaciones en las concentraciones de la dureza del agua, que implicaron cambio en la clasificación entre el año 2010 al 2011 son las siguientes: Santa Elena (Cód.51002) del cantón de La Cruz cambia de agua moderadamente dura a dura, por una variación menor a 5mg/L; y el otro cambio se dio en Santa Cruz (Cód.50301) del cantón de Santa Cruz al pasar de aguas duras a moderadamente duras.

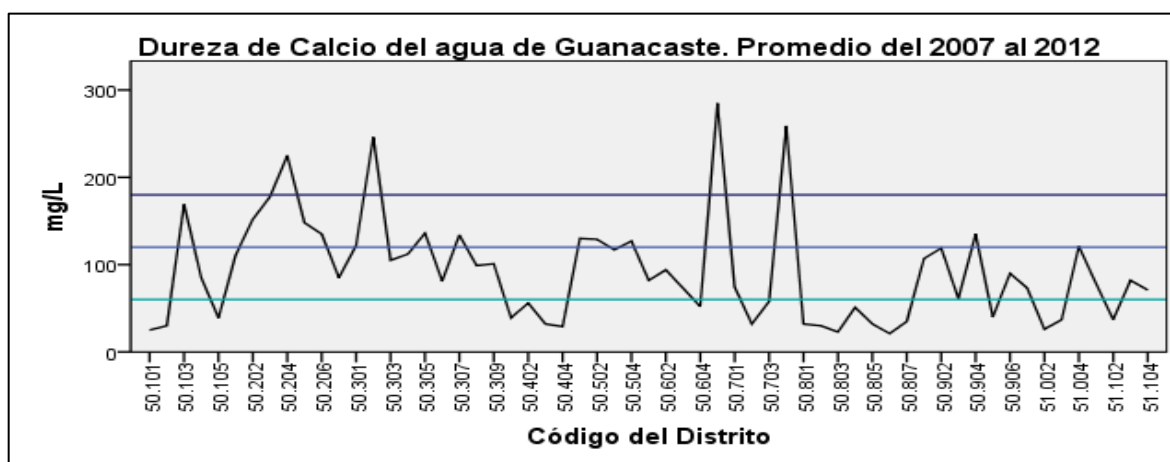
El gráfico N°13 muestra para el año 2012 (ver anexos N°104 y N°110) un aumento en la concentración de dureza del calcio en el agua de consumo humano del distrito de Bolsón (Cód.50302). Los puntos de muestreo realizados en el distrito de Bolsón para el 2012, son los mismos para los otros años; la variación puede radicar en la cantidad de muestreos y la época del año en que se realizaron. Específicamente en el 2012 las mediciones se realizaron en el mes de marzo, y fueron menos cantidad muestras en relación a los otros años; sin embargo el aumento del 2011 al 2012, es de más de 100mg/L.

Otros de los cambios que se presentaron del año 2011 al 2012 en relación a la concentración de dureza del calcio en el agua, son los siguientes: El distrito de Veintisiete de Abril (Cód.50303) del cantón de Santa Cruz, presenta una leve variación en la concentración, y pasa de agua moderadamente dura a dura; y el distrito de Santa Rosa (Cód.50804) de Tilarán, pasa de clasificarse con aguas blandas a moderadamente duras.

La dureza de calcio en los distritos de Guanacaste, según los datos anuales en general no presentaron grandes cambios a lo largo del periodo de estudio; para establecer una clasificación general del periodo 2007 al 2012, se adjunta a continuación el gráfico N°14.

En el gráfico N°14 se promedian las concentraciones de todos los años del periodo de estudio por cada distrito, en complemento se adjunta el mapa N°7 para apreciar la distribución geográfica de los distritos según la clasificación de dureza de calcio en el agua de consumo humano.

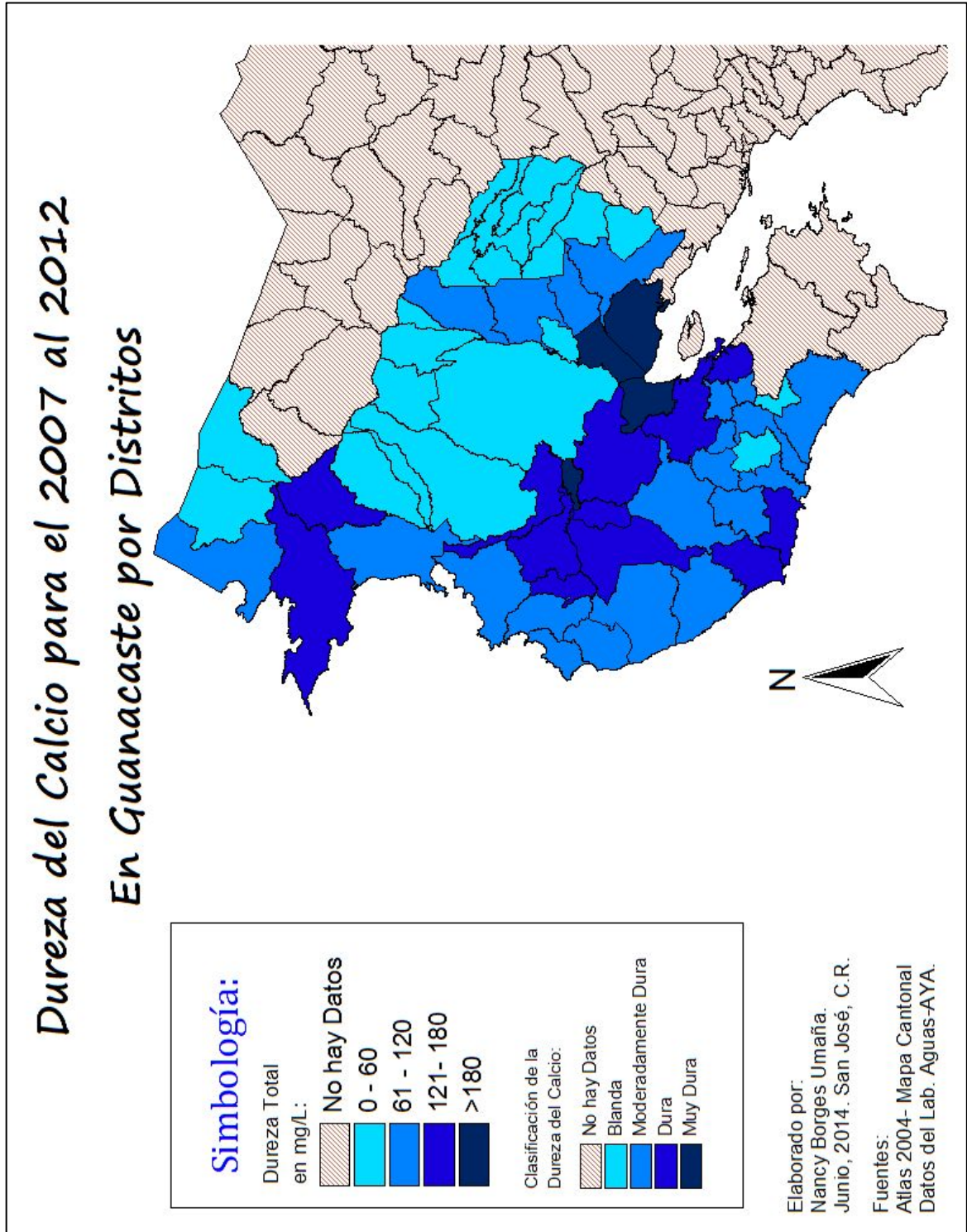
-Gráfico N°14: Promedio de las Concentraciones de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Periodo del 2007 al 2012



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

De acuerdo al gráfico N°14 se determina que en la provincia de Guanacaste tiene poca homogeneidad en la clasificación en sus aguas. Para facilitar la identificación del distrito con su respectiva clasificación por la dureza de calcio, se adjunta el siguiente mapa N°7, el cual se basa en los promedios de las concentraciones de todo el periodo de estudio.

-Mapa N°7: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio. En los distritos de Guanacaste, periodo 2007 al 2012:



Según el gráfico N°14 y el mapa N°7 se determina la clasificación de los distritos según la dureza del calcio en el agua de consumo humano de la siguiente manera (la lista es en orden ascendente a la concentración):

Los distritos de aguas blandas son:

- |                    |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|
| 1. Tierras Morenas | 8. Mogote      | 15. Curubande  |
| 2. Tronadora       | 9. Sierra      | 16. Bagaces    |
| 3. Liberia         | 10. Tilarán    | 17. Porvenir   |
| 4. Santa Cecilia   | 11. Líbano     | 18. Santa Rosa |
| 5. Rio Naranja     | 12. Arenal     | 19. Bebedero   |
| 6. Quebrada Grande | 13. Monte Romo | 20. Fortuna    |
| 7. Cañas Dulces    | 14. La Garita  | 21. San Juan   |

Los distritos de aguas moderadamente duras son:

- |                |                       |                          |
|----------------|-----------------------|--------------------------|
| 1. Zapotal     | 8. Puerto Carrillo    | 15. Tamarindo            |
| 2. Huacas      | 9. Cañas              | 16. Veintisiete De Abril |
| 3. San Miguel  | 10. Belén De Nosarita | 17. Carmona              |
| 4. La Cruz     | 11. Nacascolo         | 18. Nicoya               |
| 5. Juntas      | 12. Bejuco            | 19. Tempate              |
| 6. Hojancha    | 13. Palmira           | 20. Sardinal             |
| 7. Cuajiniquil | 14. Cabo Velas        | 21. Santa Rita           |

Los distritos de aguas duras son:

- |                |              |                 |
|----------------|--------------|-----------------|
| 1. Santa Elena | 6. Diría     | 11. Mansión     |
| 2. Santa Cruz  | 7. Nosara    | 12. Mayorga     |
| 3. Belén       | 8. San Pablo | 13. San Antonio |
| 4. Palmira     | 9. Cartagena |                 |
| 5. Filadelfia  | 10. Samara   |                 |

Los distritos de aguas muy duras son:

- |                  |          |            |           |
|------------------|----------|------------|-----------|
| 1-Quebrada Honda | 2-Bolson | 3-Colorado | 4-Porozal |
|------------------|----------|------------|-----------|

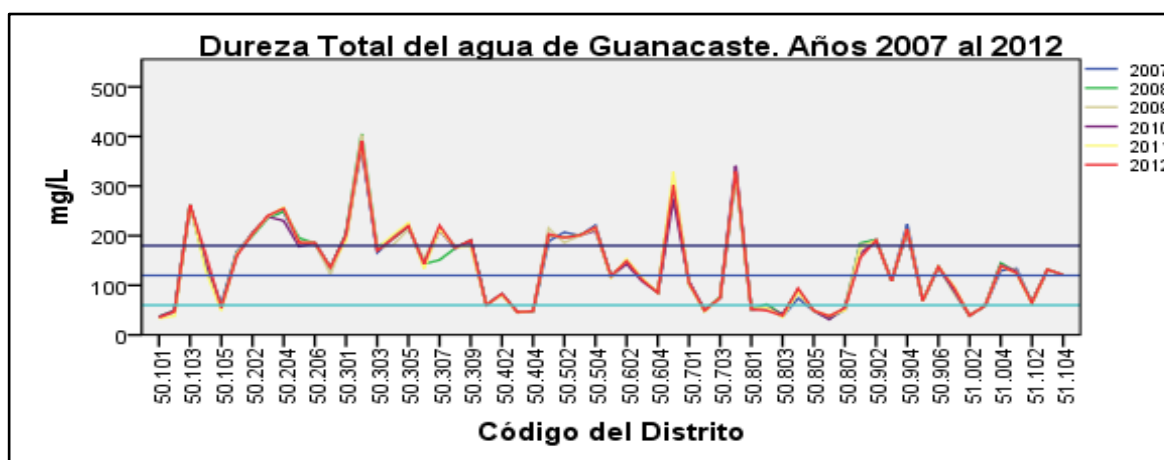
#### 4.2.4 Dureza Total en el agua de consumo humano a nivel distrital - Guanacaste

La dureza Total para el agua de consumo humano en los distritos de Guanacaste se clasifica de acuerdo a los mismos parámetros que se utilizaron a nivel nacional. Según la clasificación nacional a nivel cantonal, los cantones de la provincia de Guanacaste tienen diferentes clasificaciones que varían desde aguas muy duras a blandas, entre ellos el cantón de Santa Cruz que se clasificó con aguas muy duras, y fue de tal manera el cantón con la concentración más elevada a nivel nacional.

Las concentraciones extremas, tanto máximas como mínimas para cada año del periodo de estudio se resumen en el anexo N°74; el distrito de Bolsón (Cód.50302) del cantón de Santa Cruz posee todas las concentraciones máximas para cada año del periodo de estudio; las concentraciones mínimas se atribuyen a Tierras Morenas (Cód.50806) y Liberia (Cód.50101).

A continuación se adjunta el gráfico N°15 que presenta los promedios anuales, con el fin de conocer cuál es la tendencia de la concentración de dureza total del agua, en el transcurso de los años de estudio para cada distrito de Guanacaste.

-Gráfico N°15: Concentraciones promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste, para cada año del periodo de estudio, 2007-2012:



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Según el gráfico N°15 la mayoría de los distritos tienen concentraciones elevadas de dureza total, y no hubo grandes cambios en las concentraciones con el paso del tiempo;

no obstante algunos distritos por ligeros cambios en su concentración les varía su clasificación del tipo de agua.

Se observa en el gráfico N°15 para el año 2007 (ver anexos N°111 y N°117) que los distritos quedaron clasificados de la siguiente forma: 13 distritos con aguas blandas, entre ellos Tierras Morenas (Cód.50806) y Quebrada Grande (Cód.50802); de aguas moderadamente duras, son 13 distritos, entre ellos: Bagaces (Cód.50401) y Cañas (Cód.50601); los distritos de aguas duras son 12, entre ellos: Huacas (Cód. 51104) y Cabo Velas (Cód. 50308); y de aguas muy duras, son 21 los distritos, entre ellos: Carmona (Cód.50901) y Mayorga (Cód.50103). Se determina también, que no hay distritos de aguas blandas en zonas costeras, y la mayoría de los distritos de aguas muy duras, se encuentran concentrados en una zona geográfica.

Para el año 2008 (ver anexos N°112 y N°118) el gráfico N°15 muestra los siguientes cambios con respecto al 2007: Curubande (Cód. 50105) pasó de aguas moderadamente duras a blandas; Quebrada Grande pasó de aguas moderadamente duras a blandas; y la diferencia más notable es para el distrito de Diría (Cód.50307), que pasó de aguas muy duras con 213mg/L a aguas duras con una concentración de 151mg/L.

La variación en la concentración del distrito de Diría (Cód.50307) del cantón de Santa Cruz en el año 2008, se puede deber a que las mediciones en los sistemas de Santa Bárbara y Polvazales, fueron menores con respecto a los otros años; en Polvazales solamente hicieron un muestreo, y allí la concentración de dureza total fue muy inferior con respecto a los demás años de estudio.

Según el gráfico N°15 para el año 2009 (ver anexos N°113 y N°119) se presentan 3 cambios en la clasificación con relación al 2008: Quebrada Grande (Cód.50802) pasa de aguas moderadamente duras a blandas; Tamarindo (Cód.50309) de aguas moderadamente duras a duras; y Diría (Cód.50307) pasa de aguas duras a muy duras.

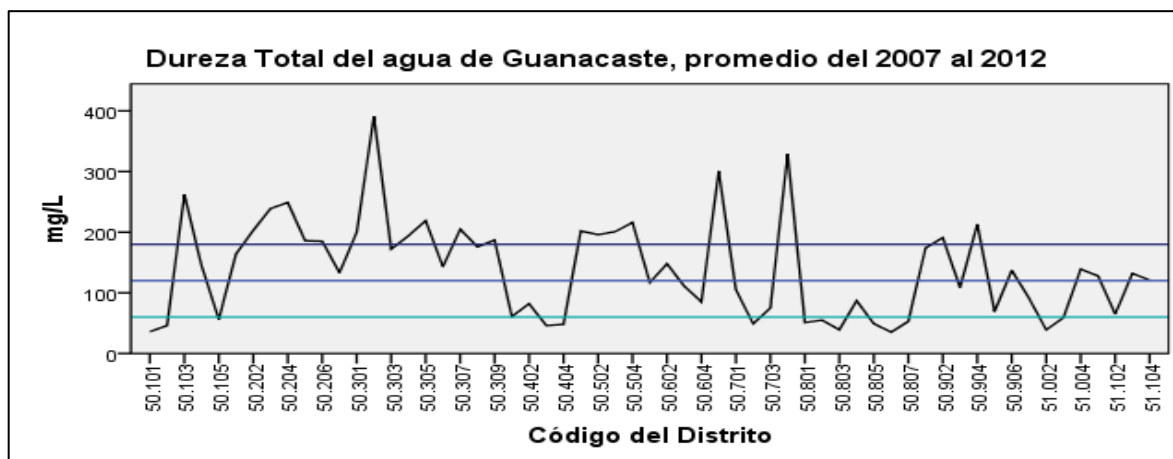
Para el año 2010 (ver anexos N°114 y N°120) según el gráfico N°15 los cambios que se presentan con respecto al 2009 son: Samara (Cód.50205) pasa de aguas muy duras a duras; Tamarindo (Cód.50309) pasa de aguas duras a muy duras; y el distrito de Carmona (Cód. 50901) pasa de aguas muy duras a duras.

Para el año 2011 (ver anexo N°115 y N°121) según el gráfico N°15, hay dos variaciones con respecto al año 2010. El distrito de Tamarindo (Cód.50309) pasa de aguas muy duras a duras; y Samara (Cód.50205) pasa de aguas duras a muy duras.

Los cambios en las clasificaciones con respecto la dureza total para el 2011 al 2012 (ver anexos N°116 y N°122) según el gráfico N°15, son: Bagaces (Cód.50401) pasa de agua moderadamente dura a blanda, al variar en de 1mg/L su concentración; y Tamarindo (Cód.50309) pasa de agua dura a muy dura.

La dureza total del agua de consumo humano para los distritos de Guanacaste, según los datos anuales en general no presentaron grandes cambios a lo largo del periodo de estudio; para establecer una clasificación general del periodo 2007 al 2012, se adjunta a continuación el gráfico N°16, el cual se complementa con el mapa N°8.

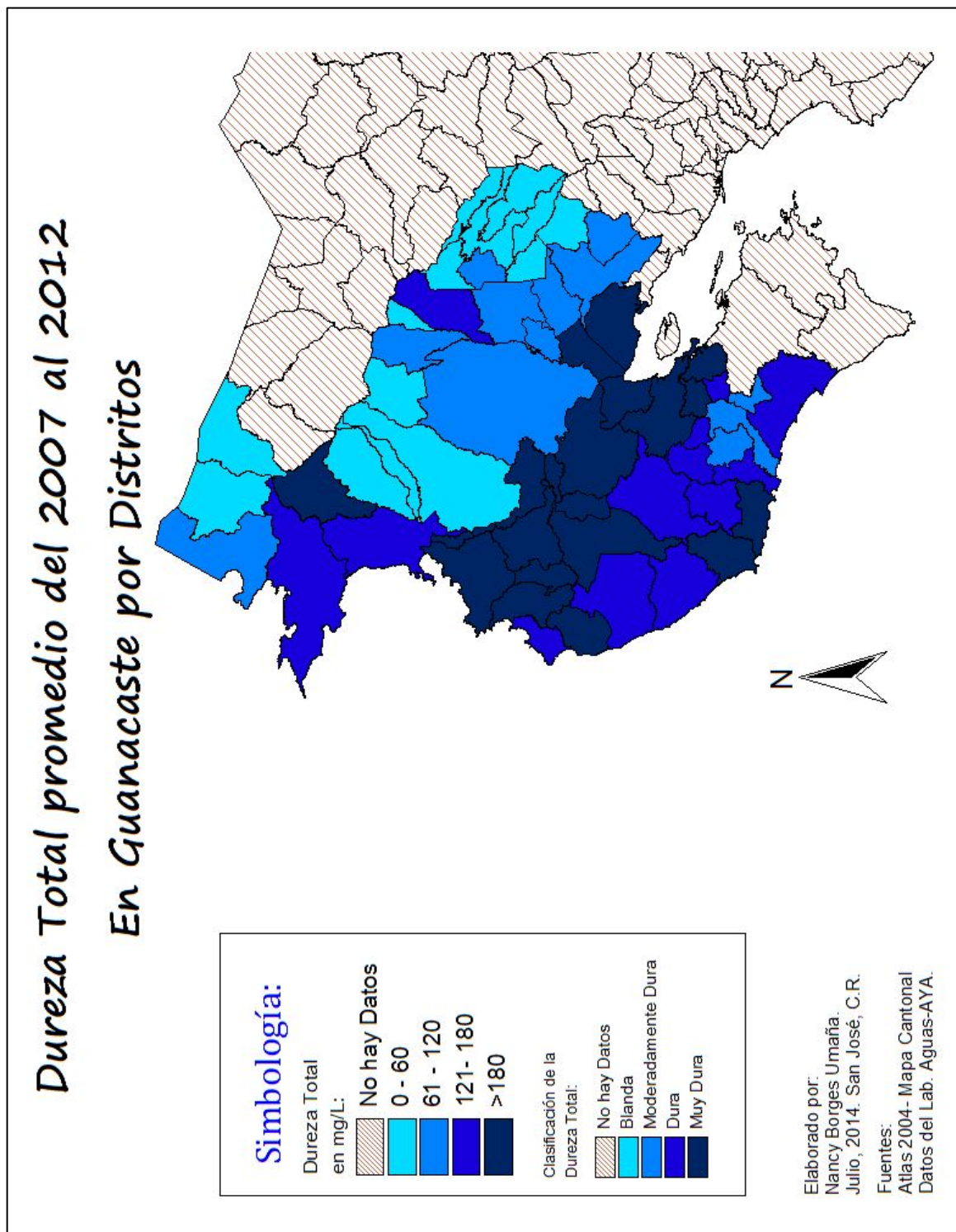
-Gráfico N°16: Promedio de las Concentraciones de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Periodo del 2007 al 2012



Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

De acuerdo al gráfico N°16 se aprecia que los distritos de Guanacaste tienen importantes diferencias entre sí, con concentraciones que varían desde los casi 400mg/L hasta 30mg/L. A continuación se adjunta el mapa N°8 con la distribución geográfica de los distritos según la dureza total promedio del periodo 2007 al 2012.

-Mapa N°8: Clasificación del agua según la Dureza Total. En los distritos de Guanacaste, periodo 2007 al 2012:



Del gráfico N°16 y el mapa N°8 se aprecian las diferencias entre los distritos del mismo cantón, como el caso del cantón de Liberia, que tiene distritos de aguas blandas, como Liberia (Cód.50101) que tiene una concentración de 36mg/L, mientras que el distrito de Mayorga (Cód.50103) tiene sus aguas muy duras, con un promedio en sus concentraciones de dureza total de 262mg/L.

También se determina que hay cantones que no tienen ni un solo distrito con aguas blandas o moderadamente duras, tal es el caso del cantón de Santa Cruz, en que su distrito con la concentración menor es Cuajiniquil (Cód.50306) con 143mg/L en promedio, mientras que Bolsón (Cód.50302) tiene un promedio de 391mg/L.

Se observa también que ningún distrito con concentración de aguas blandas se encuentra en zona de la costa, y la mayoría de los distritos de aguas muy duras se encuentran concentrados.

De acuerdo al promedio general de la dureza total para el periodo del 2007 al 2012, se clasificación de los distritos es la siguiente (El orden es ascendente en relación a la concentración):

Los distritos de aguas blandas son:

- |                    |                 |                     |
|--------------------|-----------------|---------------------|
| 1. Tierras Morenas | 6. Cañas Dulces | 11. Arenal          |
| 2. Liberia         | 7. Rio Naranjo  | 12. Quebrada Grande |
| 3. Santa Cecilia   | 8. Líbano       | 13. Curubande       |
| 4. Tronadora       | 9. Sierra       | 14. La Garita       |
| 5. Mogote          | 10. Tilarán     |                     |

Los distritos de aguas moderadamente duras son:

- |               |               |                |
|---------------|---------------|----------------|
| 1. Bagaces    | 5. Fortuna    | 9. Juntas      |
| 2. Monte Romo | 6. Bebedero   | 10. Zapotal    |
| 3. Porvenir   | 7. Santa Rosa | 11. San Miguel |
| 4. San Juan   | 8. La Cruz    | 12. Cañas      |

Los distritos de aguas duras son:

- |                      |                |                          |
|----------------------|----------------|--------------------------|
| 1. Hojancha          | 5. Santa Elena | 9. Nicoya                |
| 2. Puerto Carrillo   | 6. Cuajiniquil | 10. Veintisiete De Abril |
| 3. Belén De Nosarita | 7. Nacascolo   | 11. Carmona              |
| 4. Bejuco            | 8. Palmira     | 12. Cabo Velas           |

Los distritos de aguas muy duras son:

- |               |               |                    |
|---------------|---------------|--------------------|
| 1. Nosara     | 8. Sardinal   | 15. San Antonio    |
| 2. Samara     | 9. Filadelfia | 16. Quebrada Honda |
| 3. Tamarindo  | 10. Mansión   | 17. Mayorga        |
| 4. Santa Rita | 11. Diría     | 18. Porozal        |
| 5. Tempate    | 12. San Pablo | 19. Colorado       |
| 6. Palmira    | 13. Belén     | 20. Bolsón         |
| 7. Santa Cruz | 14. Cartagena |                    |

## Capítulo 5

### 5. Patrones espaciales de algunas enfermedades en Costa Rica

En el Capítulo 5 se describe a partir de la exploración de patrones espaciales algunas enfermedades en Costa Rica, durante el periodo del 2007 al 2013.

Las variables que se consideran son la morbilidad y mortalidad; los indicadores para la morbilidad son la tasa bruta de morbilidad (por cada mil habitantes) y el índice estandarizado de morbilidad (IME) para los siguientes padecimientos: Cáncer de colon, cáncer de riñón, cáncer de vejiga, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, osteopenia; y los indicadores de mortalidad son la tasa bruta de mortalidad (por cada mil habitantes) y el índice estandarizado de mortalidad (IME) para las enfermedades antes mencionadas, exceptuando la litiasis renal, osteoporosis, y osteopenia.

El capítulo se divide en dos secciones, la primera se enfoca a nivel nacional por cantones, y la segunda parte se enfatiza en la provincia de Guanacaste y sus respectivos distritos. Para el desarrollo de ambas secciones se realiza por medio de gráficos y mapas que comprenden el promedio del periodo 2007 al 2013.

Los mapas que reflejan las tasas brutas de morbilidad y mortalidad se disponen en la sección de anexos, e igualmente con los respectivos gráficos; los cuales se le hace correspondiente referencia cuando se requiere. Los gráficos y mapas que corresponden a los índices de morbilidad o mortalidad estandarizados se adjuntan en el desarrollo del presente capítulo.

Se reitera que en los anexos N°12 al N°18 se encuentran los mapas provincia-cantoniales, y en el anexo N°175 el mapa de Guanacaste por distritos, los cuales facilitan la localización e identificación de los cantones o distritos en los mapas correspondientes al presente capítulo.

En el desarrollo del capítulo, considerando también los mapas y gráficos que se encuentran adjuntos al capítulo o en la sección de anexos, se hace uso de los códigos cantonales (ver anexo N°10) y distritales (ver anexo N°11).

Los gráficos que se utilizan para este capítulo son de barras, en que el eje X corresponde al código cantonal o distrital, y en el eje Y la variable; para los gráficos relativos a los IME se encuentra una línea en el valor de 1, que al sobrepasarla indicaría que el cantón o distritos no tienen protección ante dicho padecimiento. En caso de cantones o distritos que la variable sea cero, se apreciara sobre su código un espacio vacío, por ende ausencia de barra.

Los mapas de tasa bruta de morbilidad y mortalidad muestran diferentes rangos, los cuales no siguen ninguna norma nacional o internacional; y dichos rangos se establecen con aumentos equitativos. Los mapas de los IME muestran en su clasificación cuando se tiene protección o no. Cuando los valores de las tasas brutas de morbilidad o mortalidad, o IME son 0, se agrega una clasificación con dicho valor. En los mapas correspondientes a la provincia de Guanacaste hay una clasificación adicional que puede ser la primera o última, y su único propósito es indicar los distritos que no corresponden a la provincia de Guanacaste, por lo que no se le atribuye ningún valor.

Para todas las enfermedades que se contemplan en el presente capítulo, los IME de morbilidad y mortalidad se encuentran dentro de los límites superiores e inferiores; dichos límites se encuentran en la sección de anexos, los cuales se les hace referencia cuando se amerite.

## **5.1 Patrones espaciales según algunas enfermedades a nivel nacional**

En esta sección se hace la descripción de los patrones espaciales, específicamente por cantones a nivel nacional en el periodo del 2007 al 2013, para los padecimientos de cáncer de colon, cáncer de riñón, cáncer de vejiga, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, y osteopenia.

### **5.1.1 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para el cáncer de colón**

El Cáncer de Colon se le considera de sintomatología inespecífica en sus primeras etapas, y su incidencia se le atribuye varios factores de riesgo como el fumado, la edad, genética, dieta, entre otros; los cuales suelen relacionarse también como factores de riesgo para otros tipos de cáncer.

En la dieta el consumo de agua puede ser de varias maneras, desde su consumo en alimentos preparados, hasta su ingesta desde el grifo; el agua puede aportar minerales y otras sustancias que pueden favorecer o no la salud humana, dependiendo de sus concentraciones.

#### **5.1.1.1 Morbilidad para el Cáncer de Colon a Nivel Nacional**

La morbilidad por cáncer de colon en Costa Rica, para el periodo 2007 al 2013, se describe por medio de la tasa bruta de morbilidad a nivel cantonal.

En el gráfico del anexo N°123 en complemento con el mapa para la morbilidad por causa de colon del anexo N°149, se observa que no hay tasas de morbilidad 0 por cada mil habitantes a nivel cantonal en Costa Rica. No obstante, se aprecia diferentes tasas brutas de morbilidad entre cantones de una misma provincia.

La provincia de San José es la que alberga el mayor porcentaje de concentración de la población con respecto a las demás provincias. Con relación al cáncer de colon, esta provincia tiene la mayor cantidad de cantones con tasas brutas de morbilidad más elevadas; siendo el cantón de Montes de Oca (Cód.115) el que tuvo la tasa bruta de morbilidad más alta de todo el país.

El segundo cantón con la tasa bruta de morbilidad más elevada es Parrita (Cód. 609) de la provincia de Puntarenas; en el mapa de anexo N°149 se observa que el territorio de

Parrita es mucho más extenso que muchos de los cantones de San José, como Montes de Oca; sin embargo la diferencia de cantidad de pobladores entre los cantones es muy notoria, la población en Parrita para el 2010 era de unos 16500 pobladores aproximadamente, mientras que en el cantón de Montes de Oca, eran casi 60000 habitantes.

Garabito (Cód.611) también de la provincia de Puntarenas, tiene la segunda tasa bruta de morbilidad más baja a nivel nacional; el cantón de Buenos Aires (Cód.603) posee también una morbilidad baja. Los demás cantones de la provincia de Puntarenas, tienen tasas brutas que varían entre 0,49 a 0,70 por cada mil habitantes.

Según el los anexos N°123 y N°149, la provincia de Limón en promedio tiene las tasas brutas de morbilidad más bajas entre sus cantones; lo cual se refleja con el cantón de Talamanca (Cód.704) que tiene la tasa bruta de morbilidad más baja a nivel nacional, y la tercera más baja es Matina (Cód.705).

Para la provincia de Alajuela los anexos N°123 y N°149, muestran que Upala (Cód.213) es el sexto cantón con la tasa bruta de morbilidad más baja a nivel nacional; los cantones de San Mateo (Cód.204) y Guatuso (Cód.215) tienen la segunda y tercer tasa bruta de morbilidad más baja pero propiamente de la provincia de Alajuela; la morbilidad más elevada para la provincia son los cantones de Alajuela (Cód.201), Grecia (Cód.203), y Naranjo (Cód.206), siendo este último el noveno cantón con la tasa bruta más elevada a nivel nacional. Los demás cantones tienen sus tasas de morbilidad entre 0,45 a 0,75 por cada mil habitantes.

La cuarta tasa bruta de morbilidad más baja a nivel nacional es del cantón de Alvarado (Cód.306) de la provincia de Cartago; en el cantón de Jiménez tiene la morbilidad más alta para dicha provincia, seguida por el cantón de Cartago (Cód.301); los demás cantones tienen sus tasas brutas de morbilidad entre los 0,34 a 0,74 por cada mil habitantes.

La morbilidad en la provincia de Heredia según los anexos N°123 y N°149, muestran al cantón de Sarapiquí (Cód.410) con la tasa bruta más baja para la provincia y quinta a nivel nacional; seguido del cantón de Flores (Cód.408); mientras que las más elevadas son Santo Domingo (Cód.403) y Belén (Cód.407), siendo este último el que posee la sexta tasa bruta más elevada a nivel nacional.

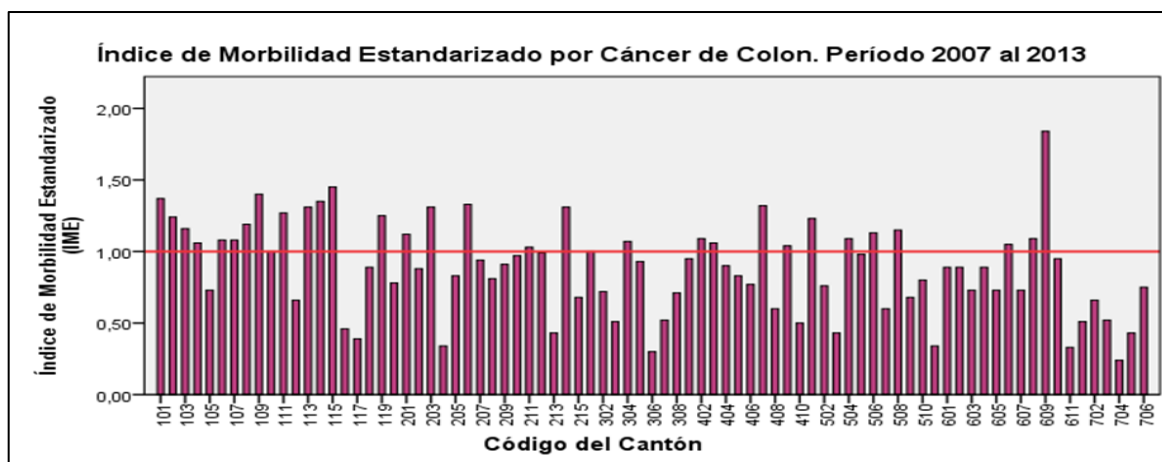
La séptima tasa bruta de morbilidad más baja a nivel nacional es Hojancha (Cód.511), el cual es el cantón con la tasa de morbilidad más baja para la provincia de Guanacaste, seguido de Santa Cruz (Cód.503). La tasa más elevada para la provincia es Tilarán (Cód.508), la cual representa la onceava tasa más elevada a nivel nacional.

### 5.1.1.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Colon a Nivel Nacional

Para el IME se realiza la estandarización por edades, de esta manera las comparaciones entre los cantones, se hacen en un supuesto de condiciones similares. Los IME de dos poblaciones podrían ser iguales, pero sus tasas brutas distintas, lo cual se podría deber a que uno de los cantones su pobladores son más longevos que la otra población, y tienen vulnerabilidad de enfermarse más por su edad (en un supuesto de que fuese una enfermedad que suele dar en personas longevas), que por otras condiciones.

En el anexo N°157 se presentan los índices de morbilidad estandarizados, y sus respectivos límites superiores e inferiores. A continuación se adjunta el gráfico N°17 que contempla los IME para cada cantón:

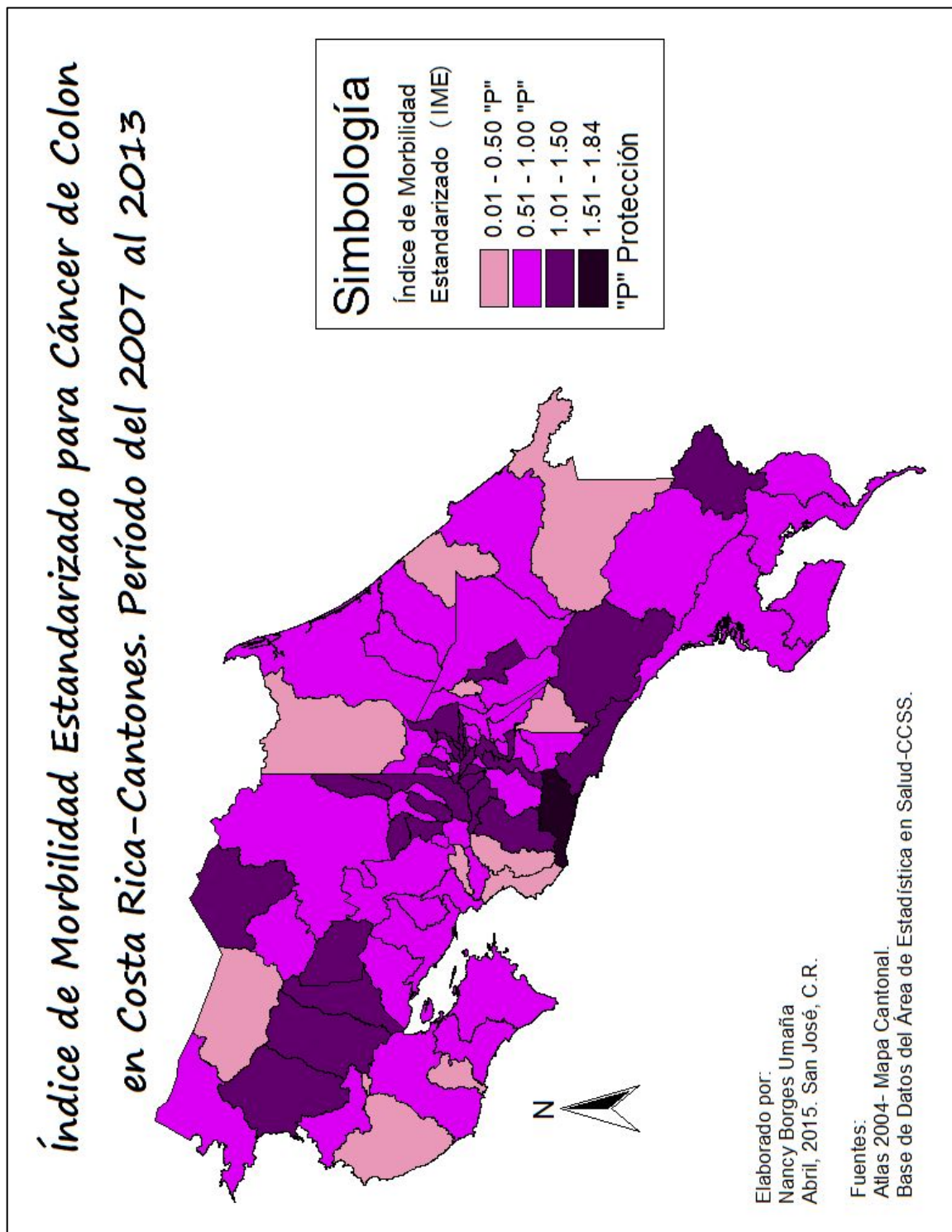
-Gráfico N°17: índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

Para complementar la información del gráfico N°17, se adjunta el mapa N°9 para observar la distribución geográfica de los cantones que tienen protección o no con respecto al IME.

-Mapa N°9: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Colon en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



Según el gráfico N°17 y el mapa N°9 se determina que 51 cantones se encontraron con protección al tener un IME igual o menor a 1; pero solamente la provincia de Limón tiene a todos sus cantones dentro del rango de protección, lo cual se reafirma con Talamanca (Cód.704) que posee el IME más bajo a nivel nacional.

El segundo cantón con el IME más bajo le corresponde a Alvarado (Cód.306) de la provincia de Cartago. Sin embargo en esta provincia tal como se muestra en el gráfico N°17 el cantón de Cartago (Cód.301) quedó en el límite con un IME de 1, pero Jiménez (Cód.304) lo sobrepasa, aunque su tasa bruta de morbilidad fue muy similar a la de Cartago.

La provincia de Alajuela presenta también cantones con IME bajos, específicamente los cantones de San Mateo (Cód.204) y Upala (Cód. 213). Sin embargo, tal como se aprecia en el mapa N°9 y en el gráfico N°17, los cantones de Alajuela (Cód.201), Grecia (Cód.203), Naranjo (Cód.206), Alfaro Ruiz (Cód.211), y Los Chiles (Cód.214), tuvieron un IME mayor de 1. Para los restantes cantones sus IME son inferiores a 1, pero no se encuentran dentro más bajos a nivel nacional.

El mapa N°9 muestra claramente el cantón de Sarapiquí (Cód.410) que se encuentra entre los cantones de IME más bajos del país. Los cantones de Heredia (Cód.401), Santo Domingo (Cód.403) y San Pablo (Cód.409) sus IME apenas sobrepasan el valor de 1; para el cantón de Belén (Cód. 407), los excesos de morbilidad pueden ser de hasta el 32 % según muestra el IME.

La provincia de San José es la que presenta más cantones sin protección debido a que la mayoría de sus IME sobrepasan el valor de 1; siendo Montes de Oca (Cód.115) el segundo a nivel nacional de poseer el IME más alto. Esta provincia también tiene dos cantones con IME bastantes bajos, tal es el caso de Dota (Cód.117) y Turrubares (Cód.116); los cantones de Tarrazú (Cód.105), Alajuelita (Cód.110), Acosta (Cód.112), Curridabat (Cód.118), y León Cortes (Cód.120) son los otros cantones que no sobrepasaron el IME de 1, pero no están entre los más bajos del país.

El cantón de Parrita (Cód.609) se muestra en el mapa N°9, como el único cantón en la clasificación más alta, con respecto a las categorías que se establecieron para dicho mapa. Su IME es casi el doble del esperado, indicando de tal manera que se tiene casi el doble de riesgo de padecer cáncer de colon en este cantón.

Para el resto de la provincia de Puntarenas según el gráfico N°17 y el mapa N°9, tampoco tienen protección los cantones de Aguirre (Cód.606) y Coto Brus (Cód.608), pero difieren con el cantón de Parrita, porque sobrepasaron ligeramente el IME límite que indicaba protección. Esparza (Cód.602) era el segundo cantón de la provincia con la mayor tasa bruta de morbilidad por cáncer de colon, e inclusive un poco mayor con respecto a las tasas de los cantones de Aguirre y Coto Brus, pero con la estandarización de la tasa por edad, Esparza no presenta más casos de morbilidad de los esperados.

Según el gráfico N°17 y el mapa N°9 en la provincia de Guanacaste, los cantones sin protección son Liberia (Cód.501), Bagaces (Cód.504), Cañas (Cód.506) y Tilarán (Cód.508) que tienen sus IME mayores de 1; caso contrario con los cantones de Hojancha (Cód.511) y San Cruz (Cód.503) que tienen sus IME entre los más bajos a nivel nacional.

### **5.1.1.3 Mortalidad para el Cáncer de Colon a Nivel Nacional**

Las muertes que se presentaron en Costa Rica durante el período 2007 al 2013, a causa del cáncer de colon, para esta investigación se muestran por medio de la tasa bruta de mortalidad, para cada cantón. Estas tasas se resumen en el gráfico del anexo N°124 en complemento con el mapa del anexo N°165.

Según los anexos N°124 y N°165 algunos cantones presentan tasas brutas de mortalidad de 0 por cada mil habitantes, y en otros cantones son muy elevadas, tal es el caso del cantón de Valverde Vega (Cód. 212), este cantón en relación a la morbilidad y al IME-morbilidad no se encontró entre los más elevados, pero con la tasa bruta de mortalidad, este cantón es el que la tiene más elevada con respecto a todo los cantones del país.

Para los otros cantones de la provincia de Alajuela, las tasas brutas de mortalidad son de 0 por cada mil habitantes para los cantones de San Mateo (Cód.204), Orotina (Cód.209) y Upala (Cód. 213). Los cantones de Alajuela (Cód.201), Grecia (Cód.203), Atenas (Cód.205), y Poás (Cód.208) tienen las tasas entre los 0,12 y 0,31 por cada mil habitantes; y los cantones restantes sus tasas oscilan entre los 0,02 y 0,11 por cada mil habitantes.

En la provincia de Limón la mortalidad se muestra similar a la morbilidad, al tener entre sus tasas las más bajas a nivel nacional.

En la provincia de San José, los cantones de Turrubares (Cód.116) y León Cortés Castro (Cód.120) tienen la tasa de 0 por cada mil habitantes; entre 0,02 a 0,11 por cada mil habitantes, se encuentran Mora (Cód.107), Acosta (Cód.112), Tarrazú (Cód.105), Puriscal (Cód.104), Aserri (106), y Curridabat (Cód.118); San José (Cód.101), Santa Ana (Cód.109), Montes de Oca (Cód.115), y Dota (Cód.117) tienen tasas entre los 0,22 y 0,31 por cada mil habitantes; y los cantones restantes se encontraron con tasas entre 0,12 a 0,21 por cada mil habitantes

La mortalidad para la provincia de Cartago, muestra al cantón de Jiménez (Cód.304) como el segundo cantón con la tasa bruta de mortalidad más alta a nivel nacional; los cantones de Cartago (Cód.301), Turrialba (Cód.305), y el Guarco (Cód.308) tienen las tasas entre los 0,12 y 0,21 por cada 1000 habitantes; y los demás cantones de la provincia tienen las tasas entre los 0,02 y 0,11 por cada mil habitantes.

El cantón de Sarapiquí (Cód.403) se observa en los anexos N°124 y N°165 con la tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes; los demás cantones de la provincia de Heredia tienen tasas entre 0,02 y 0,11 por cada mil habitantes; exceptuando los cantones de Heredia (Cód.401), San Isidro (Cód. 406), y Belén (Cód.407), que tienen las tasas entre 0,12 y 0,21 por cada mil habitantes. La tasa más alta de la provincia es del cantón de Barva (Cód.402) con un 0,25 por cada mil habitantes.

Los cantones de Montes de Oro (Cód.604) y Garabito (Cód.611) de la provincia de Puntarenas tienen la tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes, según se aprecia en los anexos N°124 y N°165. Los demás cantones de la provincia tienen las tasas entre 0,02 al 0,11 por cada mil habitantes; y Osa (Cód.605), Parrita (Cód. 609) y Puntarenas (Cód.601) presentan la tasa entre 0,12 a 0,21 por cada mil habitantes.

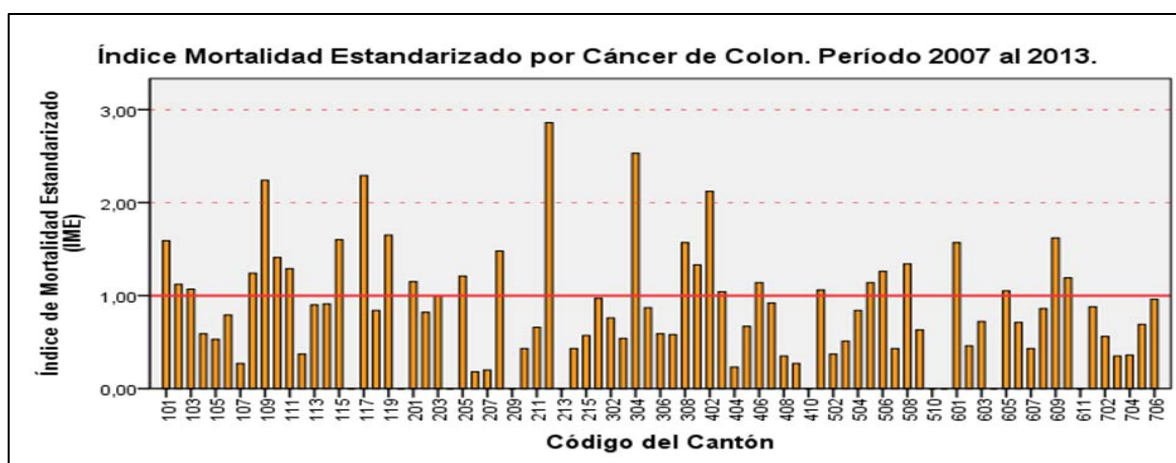
Los anexos N°124 y N°165 indican para la provincia de Guanacaste, a La Cruz (Cód.510) y Hojancha (Cód. 511) con tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes. La tasa más elevada para la provincia, es del cantón de Tilarán (Cód.508) con 0,20 por cada mil habitantes; los demás cantones tienen sus tasas entre los 0,05 y los 0,11 por cada mil habitantes; exceptuando a Carrillo (Cód.505) y Cañas (Cód.506) que tiene una tasa bruta de mortalidad por cada mil habitantes de 0,13 y 0,14 respectivamente.

#### 5.1.1.4 Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Colon a Nivel Nacional

En esta sección se describe la mortalidad por medio del índice de mortalidad estandarizado, en el periodo del 2007 al 2013 para el cáncer de colon. Los IME y los respectivos límites superiores e inferiores, se encuentran en el anexo N°170.

Los IME se resumen en el gráfico N°18 y en el mapa N°10; se muestran los cantones que tienen protección y los que tienen un riesgo mayor de mortalidad por causa del cáncer de colon.

-Gráfico N°18: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica:

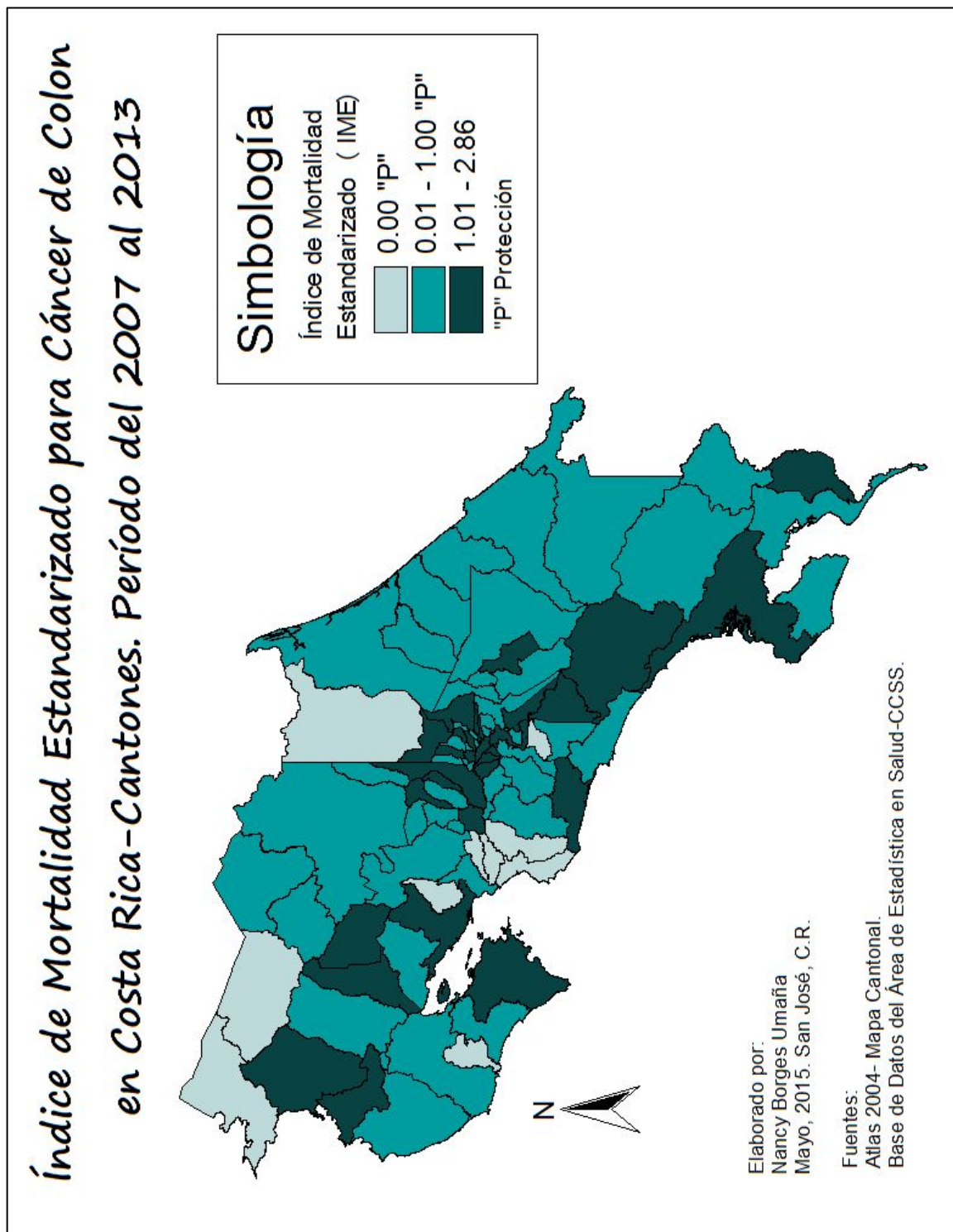


Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

En el gráfico N°18 se muestran que la mayoría de los cantones con un valor a 1 o inferior; y de los que tienen el IME más elevado, son 28 los cantones, de los cuales 5 sobrepasaron el IME de 2; y el cantón de Valverde Vega (Cód.212) es el que tiene su IME mayor, casi llegando al valor de 3.

Para complementar la información del gráfico N°18, se adjunta el mapa N°10 con la distribución geográfica a nivel cantonal según su Índice de Mortalidad Estandarizado para el cáncer de colon.

-Mapa N°10: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Colon en Costa Rica.  
Período del 2007 al 2013:



Según el mapa N°10 y el gráfico N°18 los cantones con IME de 0 están distribuidos en 5 de las 7 provincias (se exceptúan a Cartago y Limón); en la provincia de Alajuela son: San Mateo (Cód.204), Orotina (Cód.209), y Upala (Cód.213); en San José son: León Cortes (Cód.120), y Turrubares (Cód.116); en Heredia: Sarapiquí (Cód.410); en Guanacaste son: La Cruz (Cód.510), y Hojancha (Cód.511); y en la provincia de Puntarenas son: Montes de Oro (Cód.604), y Garabito (Cód.611).

Aunque no presenta cantones con IME de 0, en el mapa N°10 se observa a la provincia de Limón con protección, al tener todos los cantones con un IME inferior o igual a 1.

En la provincia de San José se observa en el gráfico N°18 y en el mapa N°10 también con protección a Turrubares (Cód.116), León Cortes (Cód.120), Mora (Cód.107), Acosta (Cód.112), Tarrazú (Cód.105), Puriscal (Cód.104), Aserrí (Cód.106), Curridabat (Cód.118), Tibás (Cód.113), y Moravia (Cód.114). Sin embargo, los cantones de Mora, Puriscal, Aserrí, Tibás, y Moravia, con respecto al índice de morbilidad estandarizado, no se encontraban con protección.

El IME más alto de la provincia de San José, corresponde al cantón de Dota (Cód.117) con un 2,29. Al relacionar este cantón con el IME-morbilidad este cantón es el más bajo de la provincia con un 0,39. Esta situación indica que los casos que se presentan por morbilidad, son más bajos de los que se esperaran; no obstante fallecen más personas de las que se esperaría estadísticamente.

En la provincia de Alajuela tiene IME extremos, tal es el caso de los cantones que tienen 0, y el más elevado a nivel nacional con Valverde Vega (Cód.212). Los cantones de Naranjo (Cód.206), Los Chiles (Cód.214), Alfaro Ruiz (Cód.211), y Grecia (Cód.203) están con protección, aunque con el IME-morbilidad no tienen protección. Alajuela (Cód.201), Atenas (Cód.205), y Poás (Cód.208) no tienen protección, aunque el IME-morbilidad los tiene con protección.

El segundo IME más elevado a nivel nacional es Jiménez (Cód.304) de la provincia de Cartago; otro cantón sin protección de la provincia es El Guarco (Cód.308). Los otros cantones de esta provincia se encuentran con protección.

El cantón de Barva (Cód.402) de la provincia de Heredia, es uno de los cinco cantones que tuvieron su IME mayor de 2 según el gráfico N°18. Los otros cantones que no tienen

protección según el mapa N°10, son: Santo Domingo (Cód.403), San Isidro (Cód.406), y Heredia (Cód.401); Los otros cantones de la provincia de Heredia, se encuentran con protección.

Los cantones de la provincia de Guanacaste que no tienen protección según lo que indica el mapa N°10 y el gráfico N°18, son: Liberia (Cód.501), Carrillo (Cód.505), Cañas (Cód.506), y Tilarán (Cód.508). El cantón de Carrillo, al contrario de los otros cantones guanacastecos que no tuvieron protección para el IME-mortalidad, sí mostraba protección para el IME-morbilidad. De los cantones que tuvieron protección para el IME-mortalidad, pero que no tuvieron para el IME-morbilidad, se encuentra Bagaces (Cód.504).

Los cantones de Osa (Cód.605), Corredores (Cód.610), Puntarenas (Cód.601), y Parrita (Cód.609) de la provincia de Puntarenas, no tienen protección según el gráfico N°18 y el mapa N°10. El cantón de Parrita tiene el IME más alto de dicha provincia.

### **5.1.2 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para el cáncer de riñón**

A nivel global se ha determinado que el cáncer de riñón representa entre el 2 % y el 3 % de todos los cánceres que se presentan, con una incidencia máxima en los países occidentales. Sin embargo a nivel mundial se ha calculado que este tipo de cáncer ha ido aumentando un promedio del 2 % en la incidencia. Se les atribuye a los hombres el predominio de incidencia del 1,5:1 con respecto a las mujeres, además la mayor incidencia se da en edades que rondan los 60 y 70 años (Ljungberg, Cowan, Hanbury, Hora, Kuczyk, Merseburger, Mulders, Patard, & Sinescu, 2010).

Algunos de los factores de riesgo que se le atribuyen son: Tabaquismo, obesidad, hipertensión arterial, y genética (pariente de primer grado con cáncer de riñón) (Ljungberg, Cowan, Hanbury, Hora, Kuczyk, Merseburger, Mulders, Patard, & Sinescu, 2010).

El problema con el diagnóstico de este tipo de cáncer, radica en lo asintomático de las masas renales o no se palpan. El diagnóstico suele presentarse de forma fortuita en más del 50 % de los casos, cuando se realizan pruebas de imagen para investigar diversos complejos sintomáticos inespecíficos. En el 30 % de las personas que padecen cáncer de riñón, es posible identificar síndromes paraneoplásicos tales como: Hipertensión arterial, caquexia, pérdida de peso, fiebre, neuromiopatía, amiloidosis, velocidad de sedimentación

globular elevada, anemia, disfunción hepática, policitemia, e hipercalcemia (Ljungberg, Cowan, Hanbury, Hora, Kuczyk, Merseburger, Mulders, Patard, & Sinescu, 2010).

El agua puede aportar minerales y otras sustancias que pueden favorecer o no la salud humana, dependiendo de sus concentraciones; es por ello que en esta sección se describen los patrones espaciales relacionados al cáncer de riñón, para los 81 cantones de Costa Rica, a través de las tasas brutas de morbilidad y mortalidad, y los IME, en complemento de gráficos y mapas; para finalmente en el siguiente capítulo, conocer si existen correlaciones de entre la dureza del agua y los padecimientos considerados en esta investigación.

#### **5.1.2.1 Morbilidad para el Cáncer de Riñón a Nivel Nacional**

La morbilidad para cáncer de riñón en Costa Rica para esta investigación, es contemplada para el periodo 2007 al 2013. Los resultados se muestran por medio del gráfico del anexo N°125, el cual indica las tasas brutas de morbilidad; y se complementa con el mapa del anexo N°150, que muestra la ubicación y distribución geográfica según la morbilidad.

En el anexo N°125 se observa que hay cantones que tuvieron su tasas bruta de 0 por cada mil habitantes; y también que entre los cantones de cada provincia hay algunas diferencias importantes, tal es el caso de la provincia de San José.

El cantón de León Cortes (Cód.120) tiene la tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes; caso contrario con Dota (Cód.117) que tiene una tasa de 0,41 por cada mil habitantes, siendo de esta manera la más elevada a nivel nacional, y ubicándose en el último rango del mapa del anexo N°150, el cual alberga a los 5 cantones con las tasas más altas del país, incluyendo a Moravia (Cód.114) y Montes de Oca (Cód.115).

Los cantones de Goicoechea (Cód.108), Vázquez de Coronado (Cód.111), Tibás (Cód.113), y San José (Cód.101), tienen las tasas entre 0,22 a 0,31 por cada mil habitantes. Los demás cantones de la provincia se encuentran en el tercer rango del mapa del anexo N°150, al tener tasas entre 0,12 a 0,21 por cada mil habitantes; exceptuando a Tarrazú (Cód.105), Acosta (Cód.112), Aserrí (Cód.106), Puriscal (Cód.104), y Mora (Cód.107) que tienen las tasas entre 0,01 a 0,11 por cada mil habitantes.

Según los anexos N°125 y N°150 en la provincia de Alajuela, el cantón de San Mateo (Cód. 204) tiene la tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes; con tasas entre

0,01 a 0,11 por cada mil habitantes se encuentran Upala (Cód.213), Valverde Vega (Cód.212), Guatuso (Cód.215), y Orotina (Cód.209); en el tercer rango del anexo N°150 están Naranjo (Cód.206), Palmares (Cód.207), San Carlos (Cód.210), Grecia (Cód.203), y Poás (Cód.208). La tasa más elevada es en Alfaro Ruíz (Cód.211), el cual es parte de los 5 cantones con las tasas brutas de morbilidad más elevadas a nivel nacional. Los restantes cantones tienen la tasa entre 0,22 a 0,31 por cada mil habitantes.

El cantón de Alvarado (Cód.306) tiene la tasa de 0 por cada mil habitantes, siendo de esta manera el cantón con la tasa más baja en la provincia de Cartago; las elevadas son las de Jiménez (Cód.304) y Turrialba (Cód.305) ambos con 0,26 por cada mil habitantes. Los demás cantones tuvieron las tasas entre los 0,12 a los 0,21 por cada mil habitantes, según los anexos N°125 y N°150.

Para la provincia de Heredia según el anexo N°150, todos los cantones se encontraron con tasas brutas de morbilidad entre los 0,05 y 0,18 por cada mil habitantes.

Los cantones de la provincia de Guanacaste que tienen las tasas brutas de morbilidad más bajas son los cantones de Bagaces (Cód.504), Tilarán (Cód.508), y Hojancha (Cód.511). Considerando los rangos del anexo N°150, en el segundo rango con tasas entre 0,01 a 0,11 por cada mil habitantes, se encuentran los cantones de Nicoya (Cód.502), Santa Cruz (Cód.503), Carrillo (Cód.505), y Abangares (Cód.507).

El cantón de Nandayure (Cód.509) es el que posee la tasa más alta para la provincia, con 0,27 por cada mil habitantes, ubicándose de esta manera en penúltimo rango del anexo N°150. Los restantes cantones de Guanacaste se encuentran tercer rango, al tener tasas entre 0,12 a 0,21 por cada mil habitantes.

El cantón de Parrita (Cód.609) según los anexos N°125 y N°150, es parte de los 5 cantones con las tasas brutas de morbilidad más elevadas del país; el segundo cantón con la tasa más elevada para la provincia de Puntarenas, es Buenos Aires (Cód.603) con una tasa de 0,26 por cada mil habitantes. Corredores (Cód.610), Osa (Cód.605), y Garabito (Cód.611) tienen las tasas entre los 0,01 a los 0,11 por cada mil habitantes; y los restantes cantones de la provincia, tienen la tasa entre 0,12 a 0,21 por cada mil habitantes.

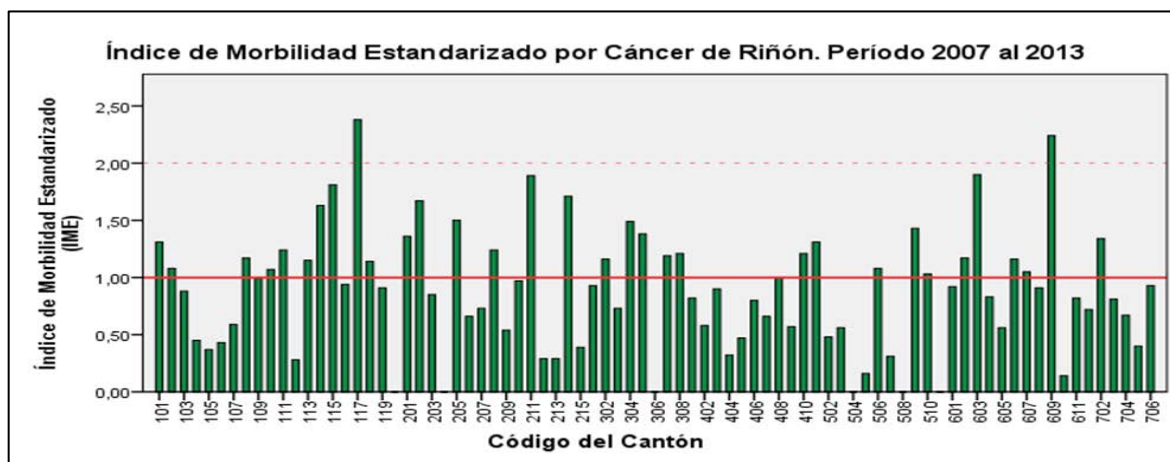
En la provincia de Limón, el cantón de Matina (Cód.705) posee la tasa bruta de morbilidad más baja de la provincia, con un 0,05 por cada mil habitantes; mientras que Pococí (Cód.702) tiene la tasa mayor con un 0,2 por cada mil habitantes.

### 5.1.2.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Riñón a Nivel Nacional

El índice de morbilidad estandarizada para el cáncer de riñón, durante el periodo del 2007 al 2013, se describe en esta sección. En el anexo N°158 se encuentran los límites superiores e inferiores para este IME.

En el gráfico N°19 complementado con el mapa N°11, muestran los cantones que tiene protección, los cuales poseen un IME igual o menor a 1; y también se determina cuales cantones tienen un riesgo mayor de morbilidad por causa del cáncer de riñón.

-Gráfico N°19: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica

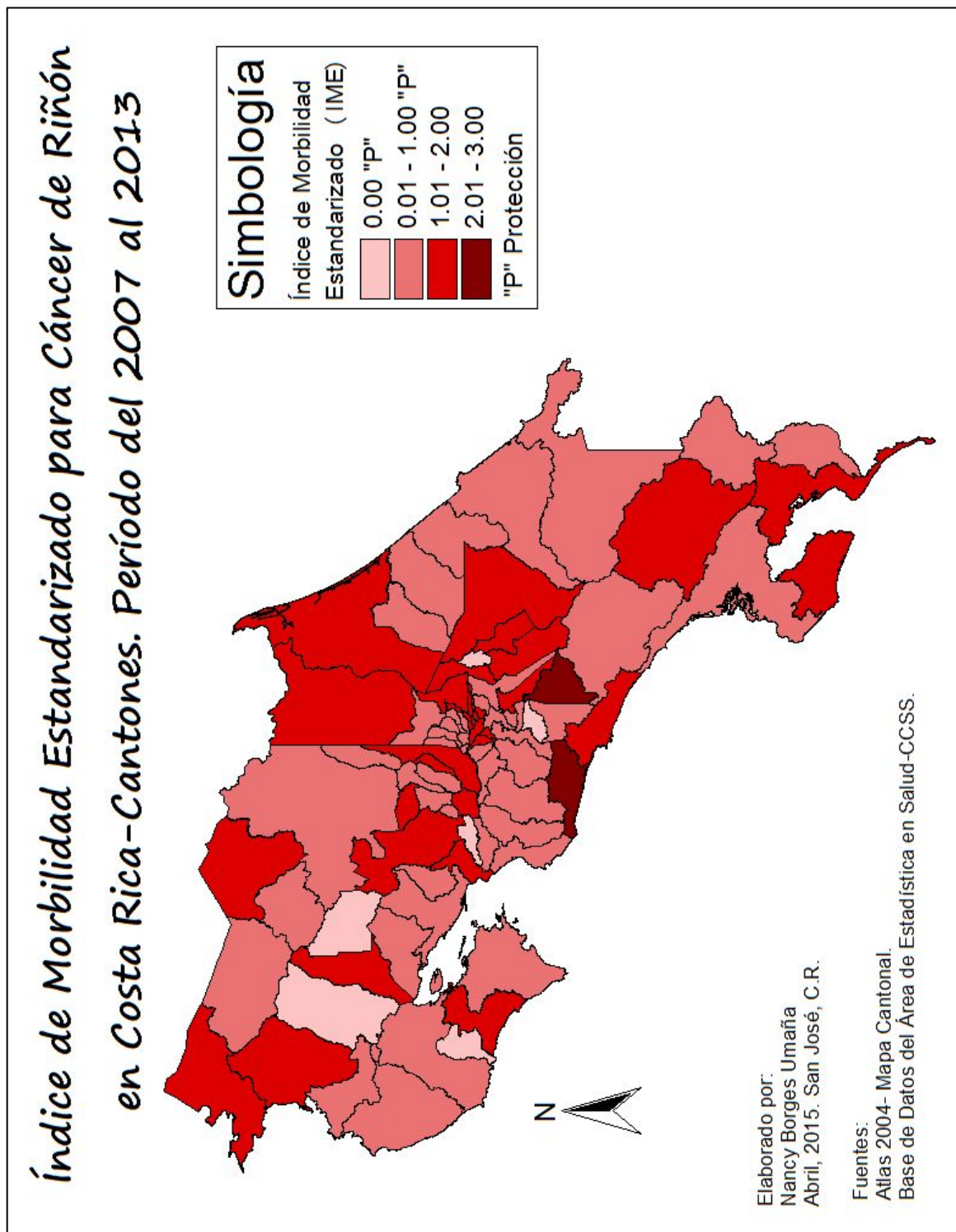


Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

El gráfico N°19 evidencia que todas las provincia tuvieron al menos un cantón que sobrepasa el valor de 1, y dos cantones duplicaron ese valor; en contraste también se observa que algunos cantones tuvieron el IME de 0.

Para complementar el gráfico N°19 se adjunta el mapa N°11, el cual muestra la distribución geográfica de acuerdo al IME, mostrando de tal manera los cantones con protección o con riesgo de morbilidad por causa del cáncer de riñón.

-Mapa N°11: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Riñón en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



Según el mapa N°11 y el gráfico N°19 para la provincia de Guanacaste, los cantones de Bagaces (Cód.504), Tilarán (Cód.508), y Hojancha (Cód.511) tienen un IME de 0. Carrillo (Cód.505), Abangares (Cód.507), Nicoya (Cód.502), y Santa Cruz (Cód.503) también tienen también protección, al tener un IME que es mayor que 0, pero menor o igual a 1. Sin protección se aprecian los cantones de La Cruz (Cód.510), Cañas (Cód.506), Liberia (Cód.501), y Nandayure (Cód.509).

El cantón de León Cortes (Cód.120) de la provincia de San José, tiene su IME de 0, reflejo de una tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes; los otros cantones que tuvieron protección en dicha provincia son: Acosta (Cód.112), Tarrazú (Cód.105), Aserri (Cód.106), Puriscal (Cód.104), Mora (Cód.107), Desamparados (Cód.103), Pérez Zeledón (Cód.119), Turrubares (Cód.116), y Santa Ana (Cód.109), estos cantones tienen las tasas brutas de morbilidad entre los 0,01 a los 0,17 por cada mil habitantes; Alajuelita (Cód.110) tiene su tasa en ese rango, pero la cantidad de diagnósticos superan los esperados por causa del cáncer de riñón.

El cantón de Dota (Cód.117) tiene el IME más elevado a nivel nacional, al igual que la tasa bruta de morbilidad; el segundo IME más elevado es Parrita (Cód.609) de la provincia de Puntarenas. Ambos cantones presentan el doble de riesgo de padecer cáncer de riñón con respecto al promedio nacional.

El cantón Buenos Aires (Cód.603) tiene el tercer IME más elevado a nivel nacional; los cantones de Golfito (Cód.607), Aguirre (Cód.606), y Esparza (Cód.602) tampoco presentan protección según muestran el gráfico N°19 y el mapa N°11.

El cantón de Alfaro Ruiz (Cód.211) tiene el IME de 1,89 siendo de esta manera el cuarto más elevado a nivel nacional; los demás cantones de la provincia de Alajuela que no tiene protección son: Poás (Cód.208), Alajuela (Cód.201), Atenas (Cód.205), San Ramón (Cód.202), y Los Chiles (Cód.214). Los restantes cantones se muestran con protección, siendo el cantón San Mateo (Cód.204) uno de los 6 cantones con un IME de 0.

En la provincia de Cartago, específicamente el cantón de Alvarado (Cód.303) es parte de los cantones con el IME de 0; también se aprecian con protección La Unión (Cód.303), y Cartago (Cód.301); los cantones restantes el gráfico N°19 y el mapa N°11 los muestra sin protección.

En la provincia de Heredia, según se observa en el mapa N°11 solamente el cantón de Sarapiquí (Cód.410) se encuentra sin protección.

En la provincia de Limón solamente de Pococí (Cód.702) presenta más casos de morbilidad con respecto a los casos esperados; dicho cantón tuvo la tasa bruta de morbilidad más elevada para la provincia.

### **5.1.2.3 Mortalidad para el Cáncer de Riñón a Nivel Nacional**

La mortalidad a causa del cáncer de riñón, durante el periodo del 2007 al 2013 en Costa Rica, se presenta por medio de la tasa bruta de mortalidad para cada uno de los 81 cantones. Estos datos se presentan a través del gráfico del anexo N°126, y se complementa con el mapa del anexo N°166.

Según los anexos N°126 y N°166 41 los cantones tienen la tasa bruta de mortalidad por causa del cáncer de 0 por cada mil habitantes.

Los 3 cantones con tasas brutas más elevadas a nivel nacional son: Atenas (Cód.205), Montes de Oro (Cód.604), y Cañas (Cód.506). Atenas y Montes de Oro tienen la tasa de 0,08 por cada mil habitantes. Atenas cuando se consideró la morbilidad estuvo entre los cantones con las tasas elevadas, pero Montes de Oro y Cañas, las tenían bajas en comparación con las otras tasas de otros cantones.

Otra particularidad que se observa es el cantón de Dota (Cód.117) el cual tuvo la tasa de morbilidad más elevada del país para el cáncer riñón, sin embargo al considerar la mortalidad, esta tasa es 0 por cada mil habitantes. Dicha situación es similar con el cantón de Montes de Oca (Cód.115), que tuvo la segunda tasa más alta del país, pero en relación a mortalidad su tasa es de 0 por cada mil habitantes.

Los demás cantones de la provincia de San José según se aprecian en los anexos N°126 y N°166, muestran a los cantones de San José (Cód.101), Aserrí (Cód.106), y Tibás (Cód.113) con las tasas brutas de mortalidad más altas de la provincia, con 0,05 por cada mil habitantes; y las tasas más bajas son para los cantones de Puriscal (Cód.104), Tarrazú (Cód.105), Acosta (Cód.112), Turrubares (Cód.116), Dota (Cód.117), y León Cortés Castro (Cód.120). Los cantones restantes se encuentran con tasas entre los 0,01 y 0,04 por cada mil habitantes.

El segundo cantón de la provincia de Alajuela con la tasa bruta de mortalidad más elevada es Valverde Vega (Cód.212), el cual en el mapa del anexo N°166, se encuentra en el segundo rango de las tasas más elevadas. Palmares (Cód.207) presenta un tasa 0,03 por cada mil habitantes; San Carlos (Cód.210), Alajuela (Cód.201), y San Ramón (Cód.202) tiene tasas entre 0,01 y 0,02 por cada mil habitantes. Los 9 cantones restantes tienen la tasa de 0 por cada mil habitantes; de dichos cantones se destaca Alfaro Ruiz (Cód.211) que en referencia a la morbilidad tuvo uno de las tasas más altas.

Los cantones de La Unión (Cód.303), Turrialba (Cód.305), y Alvarado (Cód.306) de la provincia de Cartago, fueron los que tuvieron su tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes. El cantón de Jiménez (Cód.304) tiene la tasa bruta más elevada para dicha provincia; sin embargo, retomando la morbilidad, el cantón de Turrialba y Jiménez tuvieron la misma tasa de morbilidad, pero en cuanto a mortalidad son cantones extremos.

El cantón del El Guarco (Cód.308) forma parte del segundo rango de tasas brutas por mortalidad más elevadas del mapa del anexo N°166; en el tercer rango se encuentra solamente de la provincia de Cartago, el cantón de Cartago (Cód.301). Los cantones de Paraíso (Cód.302) y Oreamuno (Cód.307) sus tasas son de 0,02 por cada mil habitantes.

En la provincia de Heredia, se muestra al cantón de Heredia (Cód.401) la tasa bruta de mortalidad de 0,02 por cada mil habitantes; y San Isidro (Cód.406) tiene 0,05 por cada mil habitantes. Los otros 8 cantones de la provincia de Heredia tienen la tasa de 0 por cada mil habitantes.

El cantón de Cañas (Cód.506) previamente se mencionó que es uno de los tres cantones con las tasas brutas de mortalidad más altas del país; sin embargo lo que predomina en la provincia de Guanacaste según los anexos N°126 y N°166 son cantones con tasa de 0 por cada mil habitantes; exceptuando a Nicoya (Cód.502) tiene una tasa de 0,02 por cada mil habitantes, además de Liberia (Cód.501) y Carrillo (Cód.505), que tienen sus tasas entre 0,03 y 0,04 por cada mil habitantes.

En la provincia de Puntarenas, el cantón de Montes de Oro (Cód.604) tiene la mortalidad bruta más alta del país por cáncer de riñón durante el período de estudio. Parrita (Cód.609) es el segundo cantón con la tasa más elevada para la provincia de Puntarenas. Buenos Aires (Cód.603), se encuentra en el rango intermedio del mapa N°166; y

Puntarenas (Cód.601) y Golfito (Cód.607) se encuentran en el segundo rango más bajo. Los restantes cantones tienen las tasas de 0 por cada mil habitantes.

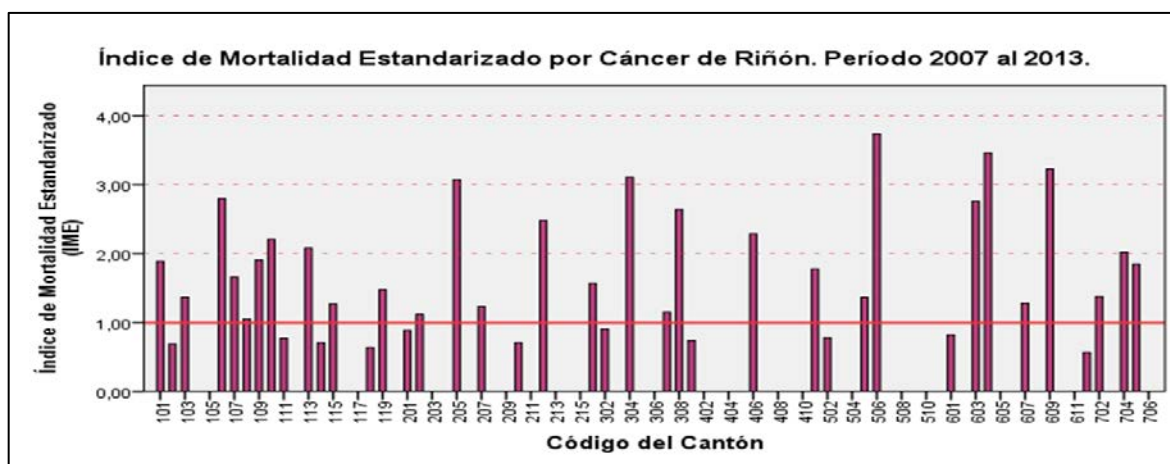
Los cantones de Siquirres (Cód.703) y Guácimo (Cód.706) tienen la tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes. Talamanca (Cód.704) presenta una tasa de 0,03 por cada mil habitantes; y los cantones de Limón (Cód.701), Pococí (Cód.702), y Matina (Cód.705) tienen las tasas entre 0,01 y 0,02 por cada mil habitantes.

#### 5.1.2.4 Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Riñón a Nivel Nacional

El índice de mortalidad estandarizado para el cáncer de riñón, durante el periodo del 2007 al 2013, se describe en esta sección. Los Índices de mortalidad estandarizados, y sus respectivos límites superiores e inferiores, se encuentran en el anexo N°171.

A continuación se adjunta el gráfico N°19 el cual presenta los IME para cada cantón, indican de tal manera si tiene protección ante la mortalidad por causa del cáncer de riñón, o tiene un mayor riesgo de fallecer por dicho padecimiento.

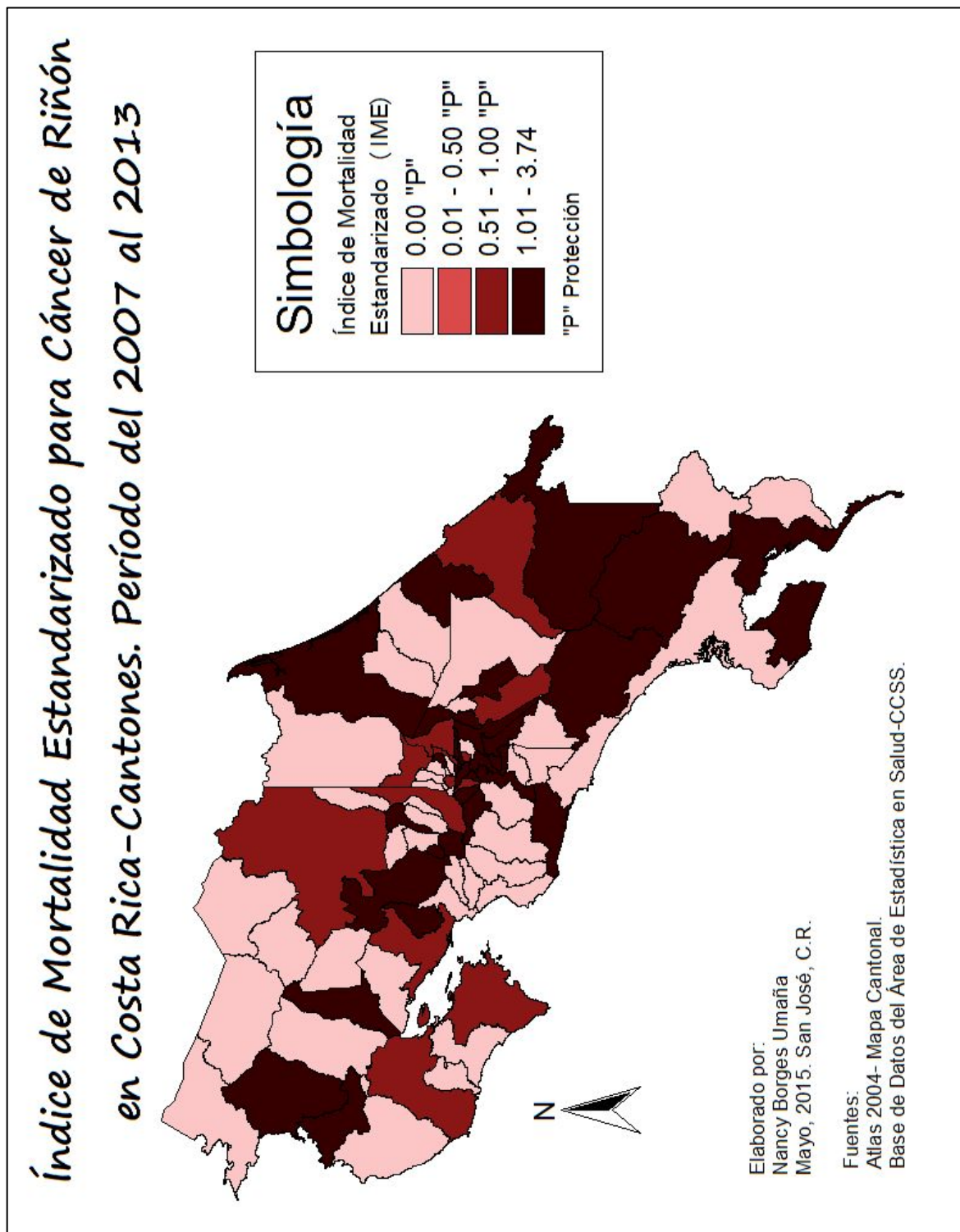
-Gráfico N°20: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

En gráfico N°20 se observan muchos los cantones con IME de 0, y sobresalen también los que no tienen protección, por tener IME muy elevados. Para complementar este gráfico, se adjunta el mapa N°12 mostrando la distribución geográfica según el IME.

-Mapa N°12: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Riñón en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



Según el gráfico N°20 y el mapa N°12 la mayor parte del país se considera con protección con respecto a la mortalidad por cáncer de riñón.

En la provincia de San José, según el mapa N°12 hay 10 cantones que se consideran con sin protección; entre ellos Tibás (Cód.113), Alajuelita (Cód.110), y Aserrí (Cód.106), los cuales tuvieron IME más altos que el doble del máximo IME para haber sido considerado con protección. Aserrí tiene la particular que tiene el IME más alto para dicha provincia, sin embargo, su IME-morbilidad está considerado con protección; es decir que en este cantón se diagnostican menos de los casos que se esperarían, pero fallece casi el triple de los casos que se esperan.

Los cantones de Desamparados (Cód.103), Pérez Zeledón (Cód.119), Mora (Cód.107), y Santa Ana (Cód.109), no tienen protección según el IME, aunque en morbilidad sí tienen protección. Los otros cantones de que no tienen protección de la provincia de San José son: San José (Cód.101), Goicoechea (Cód.108), y Montes de Oca (Cód.115).

Los cantones de Curridabat (Cód.118), Escazú (Cód.102), Moravia (Cód.114), y Vázquez de Coronado (Cód.111), se encuentran con protección, aunque en el IME-morbilidad no tenían protección, indicando que hay más personas padeciendo cáncer de riñón con respecto a las esperadas estadísticamente, pero fallecen menos de los casos esperados. Los demás cantones la provincia de San José, se encuentran con protección, incluyendo a Dota (Cód.117) que tiene el IME-morbilidad más alto del país.

Los cantones que no tienen protección de la provincia de Alajuela son: San Ramón (Cód.202), Palmares (Cód.207), Valverde Vega (Cód.212), y Atenas (Cód.205); Palmares y Valverde Vega, presentan protección en cuanto a la morbilidad, pero fallecen más personas por cáncer de riñón de las que se esperan.

El cantón de Jiménez (Cód.304) de la provincia de Cartago, presenta el IME más elevado para la provincia, seguido por El Guarco (Cód.308) que presenta más del doble de los fallecimientos que se esperarían a causa de este padecimiento; los cantones de Oreamuno (Cód.307), y Cartago (Cód.301) tampoco se encuentran considerados con protección; pero los cantones de La Unión (Cód.303), Turrialba (Cód.305), Alvarado (Cód.306), y Paraíso (Cód.302) sí cuentan con protección.

En el mapa N°12 se aprecia que solamente el cantón de San Isidro (Cód.406) de la provincia de Heredia no cuenta con protección; y todos los demás cantones de dicha provincia cuentan con protección.

El cantón de Cañas (Cód.506) de la provincia de Guanacaste, es el que tiene el IME más elevado a nivel nacional, el cual indica que el riesgo de fallecer o la cantidad muertes son casi 4 veces más con respecto a los casos esperados. También los cantones de Carrillo (Cód.505) y Liberia (Cód.501) son considerados sin protección.

El segundo IME más elevado a nivel nacional es Montes de Oro (Cód.604), y el tercero es de Parrita (Cód.609) ambos cantones de la provincia de Puntarenas; en ambos casos las muertes por cáncer de riñón son más de 3 veces las que se esperan; sin protección se encuentran también los cantones de Golfito (Cód.607) y Buenos Aires (Cód.603).

Los cantones de Pococí (Cód.702), Matina (Cód.705) y Talamanca (Cód.704) presentan más casos de mortalidad con relación a los casos esperados, o el riesgo de fallecer por cáncer de riñón es aproximadamente el doble con respecto al promedio nacional.

### **5.1.3 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para el Cáncer de Vejiga**

En base a una recopilación de diversas investigaciones científicas, la Asociación Europea de Urología determinó que el cáncer de vejiga, suele presentarse en el 30 % de los casos sin invasión muscular (CVSIM), mientras el 70 % restante presentan invasión muscular. (CVIM). Cuando son casos de CVSIM, se ha determinado que hay pacientes que inicialmente tienen evolución clínica muy agresiva, y por ende son tumores de alto riesgo. (Stenzl, Cowan, De Santis, Kuczyk, Merseburger, Ribal, Sherif, & Witjes,. 2010).

Con respecto a CVIM que se tratan con cistectomía radical, el 43 % había sido diagnosticado inicialmente de CVSIM, y a pesar del tratamiento, en donde conservaban la vejiga, el cáncer siguió avanzando hasta la invasión muscular. La tercera parte de los casos que se les da tratamiento al tumor primario por CVIM, presentaban metástasis que no es detectada inicialmente. Por ello el 25 % de los que se tratan con cistectomía radical, tienen afectación ganglionar en el momento de la cirugía (Stenzl, Cowan, De Santis, Kuczyk, Merseburger, Ribal, Sherif, & Witjes. 2010).

La sintomatología que se le asocia es hematuria indolora, tenesmo vesical, disuria, polaquiuria y dolor pélvico. En los casos avanzados hay dolor pélvico y los síntomas que se presentan cuando se padece de obstrucción de las vías urinarias (Stenzl, Cowan, De Santis, Kuczyk, Merseburger, Ribal, Sherif, & Witjes. 2010).

Los factores de riesgo son: tabaquismo; exposición a sustancias tóxicas, especialmente las derivadas de benceno y arilaminas; radioterapia; infección urinaria crónica; esquistosomiasis vesical; quimioterapia; tumores sincrónicos y metacrónicos de las vías urinarias superiores; sexo; y alimentación, este último factor se le considera controvertido, debido a que son pocos los estudios que respaldan la relación causal con el cáncer de vejiga (Stenzl, Cowan, De Santis, Kuczyk, Merseburger, Ribal, Sherif, & Witjes. 2010).

El agua se considera un alimento que aporta minerales, los cuales dependiendo de su concentración, varía el aporte que hace a la salud humana. En esta sección se desarrolla los patrones espaciales para cáncer de vejiga en Costa Rica, con el propósito de establecer en el capítulo siguiente la correlación o no con la dureza del agua.

#### **5.1.3.1 Morbilidad para el Cáncer de Vejiga a Nivel Nacional**

La morbilidad para el cáncer de vejiga durante el periodo 2007 al 2013 en Costa Rica, se refleja en por medio del gráfico del anexo N°140 y el mapa del anexo N°151. Los anexos N°140 y N°151 muestran las tasas brutas de morbilidad por cáncer de vejiga por cada mil habitantes por cantón, y respectiva distribución geográfica, según el rango en que se encuentre la respectiva tasa bruta.

Los anexos N°140 y N°151 muestran a los cantones de Garabito (Cód.611), Guatuso (Cód.215), Hojancha (Cód.511), y San Mateo (Cód.204) con su tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes. El caso contrario es Vázquez de Coronado (Cód.111), al tener la tasa bruta más alta de morbilidad para el cáncer de vejiga.

La segunda tasa más elevada para la provincia de San José, es el cantón de San José (Cód.101), ubicado el rango más alto según el mapa del anexo N°151. En el rango de tasas entre 0,55 a 0,81 por cada mil habitantes se ubican los cantones de Mora (Cód.107), Moravia (Cód.114), Tibás (Cód.113), Montes de Oca (Cód.115), y Goicoechea (Cód.108). Los cantones restantes tienen su entre 0,28 a 0,54 por cada mil habitantes; exceptuando los cantones de Aserrí (Cód.106), Turrubares (Cód.116), Puriscal (Cód.104),

y Acosta (Cód.112) que tuvieron sus tasas en el rango de 0,01 a 0,27 por cada mil habitantes.

El cantón de Santo Domingo (Cód.403) tiene la segunda tasa bruta de más elevada del país; también se aprecia para la misma provincia a varios cantones con tasas entre las más altas del país, tal es el caso de Belén (Cód.407); los cantones de Heredia (Cód.401) y Santa Bárbara (Cód.404) tienen tasas entre 0,28 a 0,54 por cada mil habitantes. La tasa más baja para la provincia es en Sarapiquí (Cód.410) con 0,06 por cada mil habitantes. Los cantones restantes tienen tasas que variaban entre los 0,55 a los 0,81 por cada mil habitantes.

Los cantones de Alajuela (Cód.201) y Atenas (Cód.205) tiene la tasa bruta de morbilidad más elevada de la provincia de Alajuela; seguidos de Grecia (Cód.203) y Poás (Cód.208), los cuales la tasa de 0,62 por cada mil habitantes. Los cantones de San Ramón (Cód.202), Orotina (Cód.209), San Carlos (Cód.210), Valverde Vega (Cód.212) tienen las tasas entre 0,28 a 0,54 por cada mil habitantes. Los cantones restantes tienen las tasas entre 0,01 a 0,27 por cada mil habitantes; exceptuando San Mateo (Cód.204) y Guatuso (Cód.215) que tienen la tasa de 0,00 por cada mil habitantes.

En la provincia de Cartago el cantón de Jiménez (Cód.304) tiene la tasa bruta de morbilidad por cáncer de vejiga, muy por encima de los demás cantones de la provincia, considerándose entre las más elevadas a nivel nacional. Los demás cantones de la provincia de Cartago, tiene la tasa entre 0,28 a 0,54 por cada mil habitantes; exceptuando a La Unión (Cód.303) y Alvarado (Cód.306), que sus tasas están entre 0,01 a 0,27 por cada mil habitantes.

Guanacaste es una de las provincias que en general entre sus cantones tuvieron sus tasas brutas de morbilidad por cáncer de vejiga más bajas del país, en conjunto con la provincia de Limón.

El cantón de Hojancha (Cód.511) con su tasa de 0,00 por cada mil habitantes, es el cantón con la tasa más baja para la provincia de Guanacaste; y le siguen los cantones de Abangares (Cód.507), Santa Cruz (Cód.503), Carrillo (Cód.505), Cañas (Cód.506), y La Cruz (Cód.510) que tienen tasas entre 0,01 a 0,27 por cada mil habitantes. Bagaces (Cód.504), Nicoya (Cód.502), Tilarán (Cód.508), Liberia (Cód.501), y Nandayure (Cód.509) tiene las tasas dentro del rango de 0,28 a 0,54 por cada mil habitantes.

La mayoría de los cantones de la provincia de Limón tienen las tasas entre los 0,01 y 0,27 por cada mil habitantes; exceptuando a Pococí (Cód.702) y Siquirres (Cód.703) que sus tasas brutas de morbilidad de están entre 0,30 a 0,40 por cada mil habitantes.

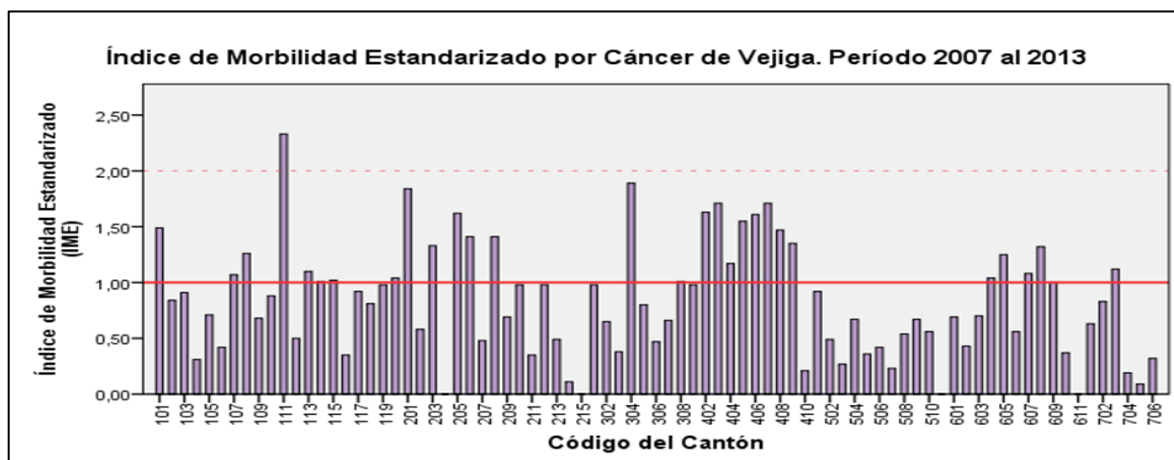
Las tasas brutas de morbilidad más elevadas de la provincia de Puntarenas se muestran en los cantones de Montes de Oro (Cód.604) y Osa (Cód.605); caso contrario el cantón de Garabito (Cód.611) el cual posee una tasa de 0,00 por cada mil habitantes. Los cantones de Corredores (Cód.610), Esparza (Cód.602), Aguirre (Cód.606), y Buenos Aires (Cód.603) sus tasas están entre 0,01 a 0,27 por cada mil habitantes. Los cantones restantes tienen sus tasas entre 0,28 a 0,54 por cada mil habitantes.

### 5.1.3.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Vejiga a Nivel Nacional

El índice de morbilidad estandarizado para el cáncer de vejiga, durante el periodo del 2007 al 2013, se describe en esta sección. Los límites superiores e inferiores se encuentran en el anexo N°159

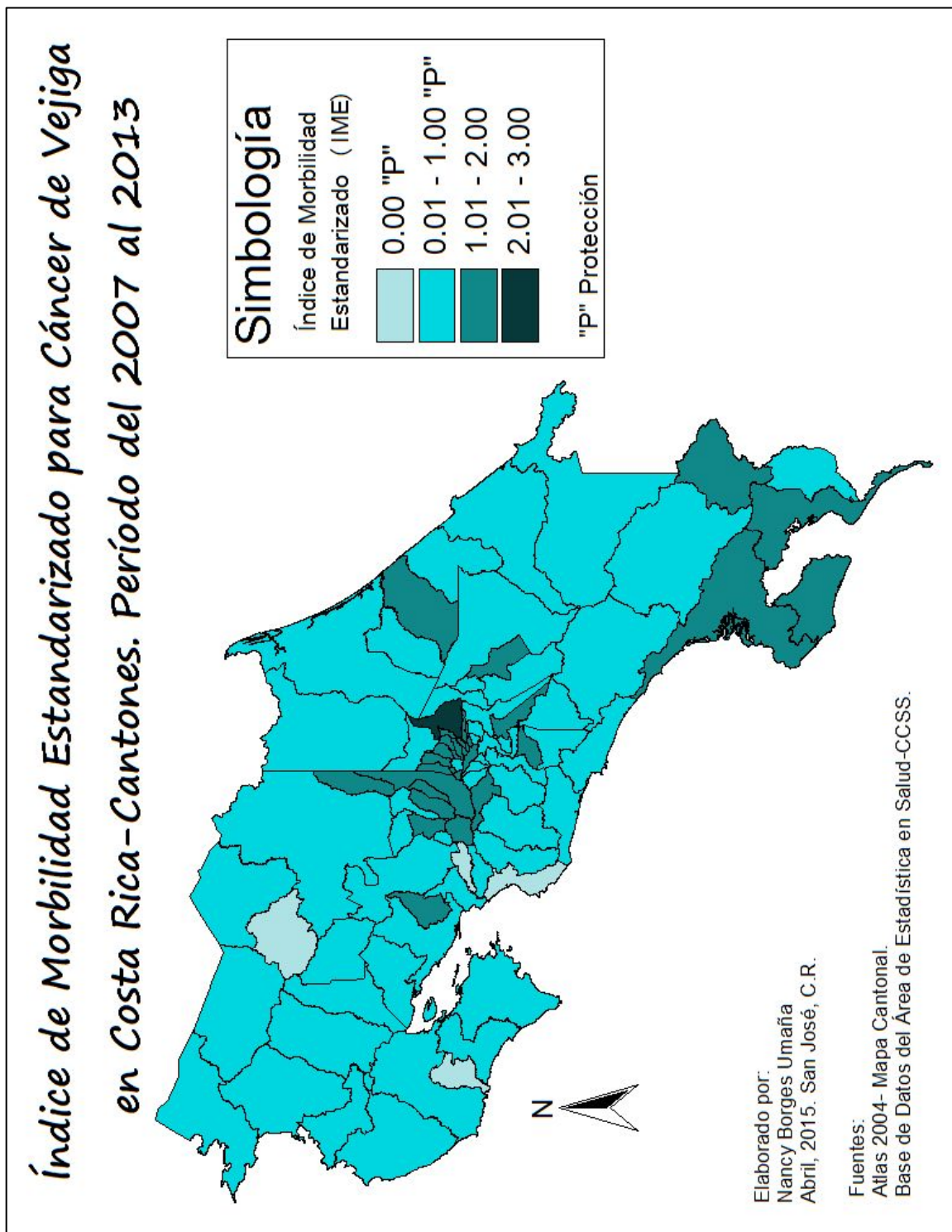
Los IME se presentan por medio del gráfico N°21, el cual se adjunta a continuación indicando los cantones que tienen protección o no, ante la morbilidad por causa del cáncer de vejiga; y se complementa con el mapa N°13, el cual muestra la distribución geográfica de los cantones según el IME.

-Gráfico N°21: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

-Mapa N°13: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



Según el gráfico N°21 y el mapa N°13 se indica que la mayoría de los cantones se encuentran según el IME con protección; pero algunos de los cantones que tienen IME mayor de 1, casi duplican el valor máximo de IME para ser considerados con protección.

Cuatro cantones presentan un IME de 0, entre ellos Hojancha (Cód.511) de la provincia de Guanacaste. En esta provincia fácilmente se visualiza en el mapa N°13, que todos los cantones se encuentran con un IME inferior a 1, por lo tanto son clasificados con “protección”, dado que presentan menos casos de morbilidad con respecto a los esperados. El IME más elevado de la provincia es en el cantón de Liberia (Cód.501) con un 0,92.

Los cantones de San Mateo (Cód.204) y Guatuso (Cód.215) de las provincia de Alajuela, tienen un IME de 0. Los cantones de Grecia (Cód.203), Naranjo (Cód.206), Poás (Cód.208), Atenas (Cód.205), y Alajuela (Cód.201), tienen su IME superior a 1, por lo tanto son considerados sin protección; los demás cantones de la provincia son considerados con protección.

Para la provincia Puntarenas los cantones de Montes de Oro (Cód.604), Golfito (Cód.607), Osa (Cód.605), y Coto Brus (Cód.608) no se clasifican con protección al tener sus IME entre 1,01 y 2,00. Los demás cantones tienen protección, entre ellos Garabito (Cód.611) el cual tiene el IME de 0.

El IME más elevado a nivel nacional es del cantón de Vázquez de Coronado (Cód.111), el cual sobrepasa el valor de 2,00 indicando que se presentan más del doble de los casos que se esperarían; el segundo cantón con el IME más elevado para la provincia de San José (tercero a nivel nacional) es San José (Cód.101), y le siguen los cantones de Moravia (Cód.114), Montes de Oca (Cód.115), León Cortes (Cód.120), Mora (Cód.107), Tibás (Cód.113), y Goicoechea (Cód.108), todos con un IME superior a 1. Los restantes cantones de la provincia tienen protección.

El cantón de Jiménez (Cód.304) de la provincia de Cartago tiene el segundo IME más elevado del país, con un valor de 1,84, lo cual implica que casi duplica los casos que se esperan estadísticamente. El Guarco (Cód.308) es el otro cantón de la provincia que no cuenta con protección; todos los demás cantones tienen el IME igual o inferior a 1.

La mayoría de los cantones de la provincia de Heredia se encontraron sin protección, exceptuando solamente el cantón de Heredia (Cód.401) y Sarapiquí (Cód.410) que se encontraron con protección, al tener un IME de 0,98 y de 0,21 respectivamente.

En el mapa N°1 se muestra que la provincia de Limón tiene casi todos sus cantones con protección, al tener sus IME en el segundo rango. Solamente el cantón de Siquirres (Cód.703) presenta más casos de morbilidad por cáncer de vejiga, de los que se espera que tuviese, y por ello se clasifica sin protección.

### **5.1.3.3 Mortalidad para el Cáncer de Vejiga a Nivel Nacional**

En esta sección se describe la mortalidad a causa del cáncer de vejiga, para el periodo del 2007 al 2013 en Costa Rica. Para para ello, se basa en las tasas brutas de mortalidad, las cuales se presentan por medio del gráfico del anexo N°128, y se complementa con el mapa del anexo N°167.

Según los anexos N°128 y N°167 la provincia de San José, tiene varios cantones con tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes., los cuales son: Escazú (Cód.102), Puriscal (Cód.104), Tarrazú (Cód.105), Aserri (Cód.106), Mora (Cód.107), Acosta (Cód.112), Moravia (Cód.114), Turrubares (Cód.116), Dota (Cód.117), y León Cortés Castro (Cód.120). El cantón de San José (Cód.101) tiene la tasa bruta de mortalidad más elevada para la provincia, seguido por el cantón de Santa Ana (Cód.109), en donde ambos cantones se ubican según el mapa del anexo N167° en el tercer rango.

La tasa bruta de mortalidad más elevada a nivel nacional, es del cantón de San Mateo (Cód.204) de la provincia de Alajuela; la segunda y tercer tasa más elevadas del país son Atenas (Cód.205) y Valverde Vega (Cód.212) respectivamente. Mientras que los cantones de Naranjo (Cód.206), Orotina (Cód.209), Alfaro Ruiz (Cód.211), y Guatuso (Cód.215) tienen la tasa de 0 por cada mil habitantes. Los demás cantones de la provincia tienen la tasas entre los 0,01 a 0,04 por cada mil habitantes.

En la provincia de Cartago, solamente los cantones de Cartago (Cód.301), Turrialba (Cód.305), y El Guarco (Cód.308) no tienen su tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes.

Los cantones de San Isidro (Cód.406), Belén (Cód.407), y Sarapiquí (Cód.410) tienen la tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes. El cantón de Heredia (Cód.401) y

San Pablo (Cód.409) su tasa esta entre 0,01 a 0,4 por cada mil habitantes. Flores (Cód.408) tiene su tasa entre 0,09 a 0,12 por cada mil habitantes; y los demás cantones sus tasas están entre 0,05 a 0,08 por cada mil habitantes

El cantón de Nandayure (Cód.509) tiene su tasa entre 0,09 a 0,12 por cada mil habitantes, ubicándose en el penúltimo rango del mapa del anexo N°167; mientras que los cantones de Abangares (Cód.507) y Tilarán (Cód.508) se encuentran en el tercer rango; y en el segundo rango Liberia (Cód.501), y Nicoya (Cód.502). Los cantones restantes de la provincia de Guanacaste tiene la tasa de 0 por cada mil habitantes.

Los cantones de Puntarenas (Cód.601), Esparza (Cód.602), y Osa (Cód.605) tienen sus tasas brutas de mortalidad entre 0,05 a 0,08 por cada mil habitantes; los cantones de Buenos Aires (Cód.603), Coto Brus (Cód.608), y Corredores (Cód.610) tienen la tasa bruta de 0,02 por cada mil habitantes; y los restantes cantones de la provincia tienen la tasa de 0 por cada mil habitantes.

En la provincia de Limón solamente el cantón de Matina (Cód.705) tiene la tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes; sin embargo los otros cantones de la provincia tienen sus tasas entre 0,01 a 0,04 por cada mil habitantes.

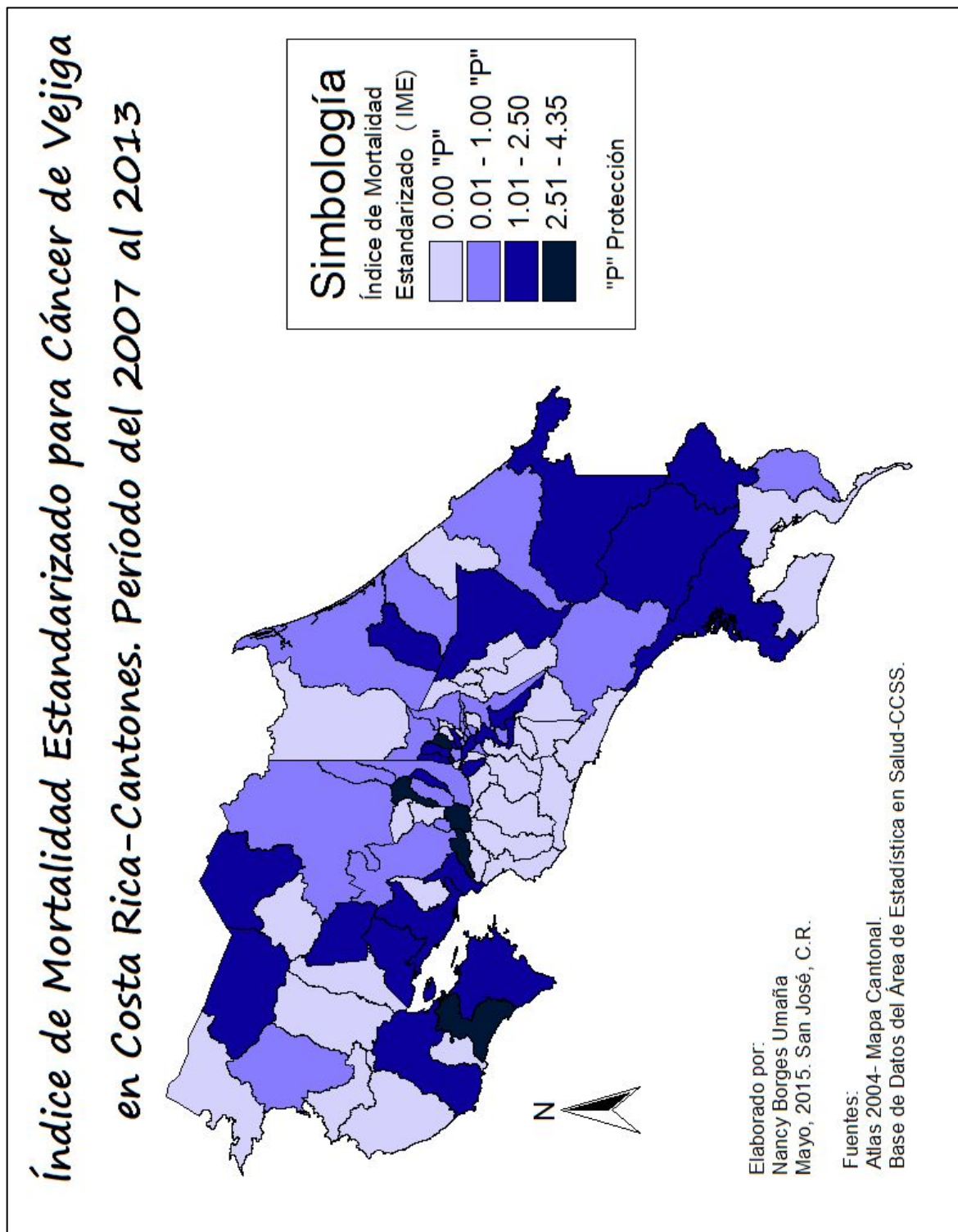
#### **5.1.3.4 Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Vejiga a Nivel Nacional**

El índice de mortalidad estandarizado para el cáncer de vejiga, para el periodo del 2007 al 2013, se describe en esta sección. Los límites superiores e inferiores para este IME, se encuentra en el anexo N°172.

Los IME de esta sección, se presentan por medio del gráfico N°22 y el mapa N°14, los cuales indican los cantones catalogados con protección y sin protección.

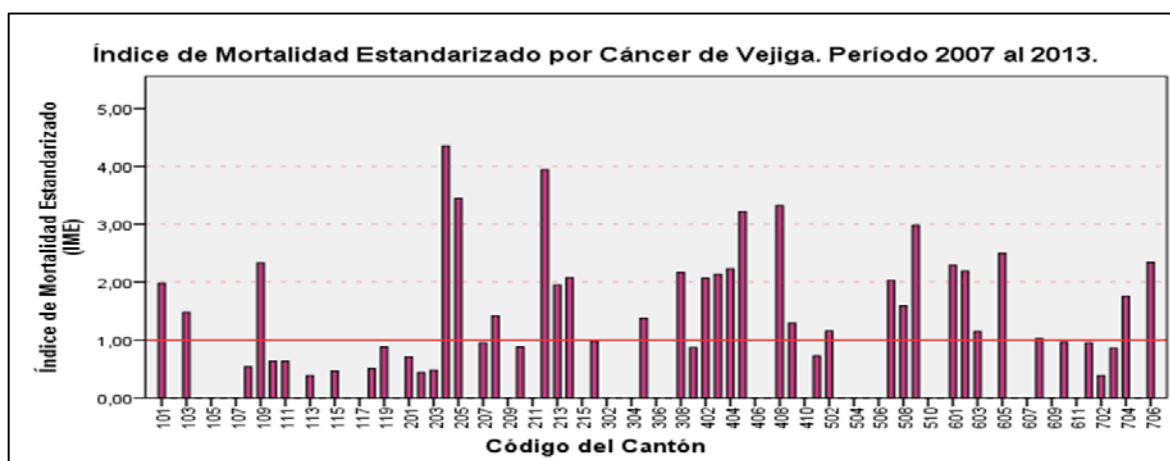
A continuación se adjunta el mapa N°14, con el fin de conocer la distribución geográfica según los IME; y seguidamente se adjunta el gráfico N°22:

-Mapa N°14: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el mapa N°14 se aprecia que muchos cantones se encuentran con protección, pero los que no se encuentran sin protección, su IME asciende a más de cuatro veces, el valor del IME máximo para ser considerado con protección del morir por cáncer de vejiga. Para conocer los IME exactos para cada cantón, a continuación se adjunta el gráfico N°22.

-Gráfico N°22: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

En el gráfico N°22 se aprecia que los IME varían considerablemente entre los cantones de una misma provincia; tal es el caso de la provincia de Alajuela, en que hay cantones con el IME de 0, y también el cantón con el IME más elevado para el país.

El cantón de San Mateo (Cód.204) tiene el IME más elevado a nivel nacional, el cual indica que la mortalidad en dicho cantón es 4 veces más a la esperada, aunque la morbilidad por causa del cáncer de vejiga sea menor a los casos esperados. Valverde Vega (Cód.212) tiene el segundo IME más elevado a nivel nacional, pero en dicho cantón se diagnostican menos casos de cáncer de vejiga de los que se esperan. Y Atenas (Cód.205) es el tercer IME más elevado a nivel nacional, en donde las muertes a causa del cáncer de vejiga son más del triple de los casos que se esperan.

Los cantones de Poás (Cód.208), Upala (Cód.213), y Los Chiles (Cód.214) de la provincia de Alajuela también se consideran sin protección; los demás cantones se encuentran con protección. Particularmente Alajuela (Cód.201), Naranjo (Cód.206), y Grecia (Cód.203) presentaban más casos de morbilidad de los esperados, pero el fallecimiento por cáncer de vejiga, es menor a los casos esperados estadísticamente.

Los cantones sin protección de la provincia de San José son: Desamparados (Cód.103), San José (Cód.101), y Santa Ana (Cód.109). Todos los demás tienen protección, de los cuales Escazú (Cód.102), Puriscal (Cód.104), Tarrazú (Cód.105), Aserrí (Cód.106), Mora (Cód.107), Acosta (Cód.112), Moravia (Cód.114), Turrubares (Cód.116), Dota (Cód.117), y León Cortes (Cód.120) tienen IME de 0.

En la provincia de Cartago la mayoría de los cantones tuvieron su IME de 0, exceptuando los cantones de El Guarco (Cód.308), y Turrialba (Cód.305).

En la provincia de Heredia, San Rafael (Cód.405) y Flores (Cód.408), tienen un IME entre los más elevados del país, al presentar una mortalidad más del triple de las que se esperaban, o hay una triple posibilidad de morir por esta causa del cáncer de vejiga. Los otros cantones que no tienen protección son: San Pablo (Cód.409), Barva (Cód.402), Santo Domingo (Cód.403), y Santa Bárbara (Cód.404). Situación contraria, sucede con San Isidro (Cód.406), Belén (Cód.407), Sarapiquí (Cód.410), y Heredia (Cód.401) que sí cuentan con protección.

Según el IME-morbilidad, se determinó que todos los cantones de la provincia de Guanacaste se encontraban con protección; pero con respecto al IME-mortalidad, muestra a Nicoya (Cód.502), Tilarán (Cód.508), Abangares (Cód.507), y Nandayure (Cód.509) sin tienen protección; particularmente Nandayure presenta una mortalidad de casi el triple de los casos que se esperan para dicho cantón. Los demás cantones de la provincia, se encuentran con protección.

Los cantones de Coto Brus (Cód.608), Buenos Aires (Cód.603), Esparza (Cód.602), Puntarenas (Cód.601), y Osa (Cód.605) no tienen protección según el IME. Los cantones de Montes de Oro (Cód.604), Aguirre (Cód.606), Golfito (Cód.607), Parrita (Cód.609), y Garabito (Cód.611) tienen un IME de 0, mientras que el cantón de Corredores (Cód.610) se encuentra también con protección, pero su IME es mayor de 0 menor que 1.

El IME en la provincia de Limón, indica para Talamanca (Cód.704) y Guácimo (Cód.706) que no tienen protección; en Talamanca muertes a causa del cáncer de vejiga son casi el doble de las que se esperan, mientras que en Guácimo, son más del doble. Estos dos cantones, su IME-morbilidad indicaba que se enferman menos de los casos esperados, pero fallecen más de los esperados. Los demás cantones de la provincia de Limón tienen protección, e inclusive el cantón de Matina (Cód.705) tiene un IME de 0.

#### **5.1.4 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Enfermedad Isquémica del Corazón**

A nivel mundial y nacional, las enfermedades cardiovasculares son las principales causas de la morbilidad y mortalidad. Es por ello, que se realizan búsquedas e investigaciones exhaustivas para determinar los factores de riesgo que son prevenibles y los que no; sin embargo, por lo multifactorial de la enfermedad, se precisa seguir indagando el surgimiento de nuevas causas (Esquivel, Vásquez, Jiménez, Guerrero, Bermúdez, Araya & Araya, 2005).

Algunos de los factores de riesgo que se le relacionan son: Colesterol LDL elevado, HDL baja, hipertensión arterial, obesidad, diabetes mellitus, e hipertrofia ventricular izquierda (EKG). Los factores genéticos, son parte de los factores de riesgo, y se les considera no modificables, al igual que la edad, el sexo y la raza; contrario a los factores modificables como los atribuidos al estilo de vida, como: el sedentarismo, tabaquismo, y dieta (Esquivel, Vásquez, Jiménez, Guerrero, Bermúdez, Araya & Araya, 2005).

Para describir el patrón espacial por cantones en Costa Rica para la enfermedad isquémica del corazón población de Costa Rica, se considera la tasa bruta de morbilidad y mortalidad, además de los índices estandarizados tanto para morbilidad como mortalidad; dicha información se muestra por medio de gráficos y mapas. Los mapas de morbilidad y mortalidad, se encuentran en la sección de anexos; mientras que los mapas de los IME, se presentan en el desarrollo de esta sección.

##### **2.1.4.1 Morbilidad para Enfermedad Isquémica del Corazón a Nivel Nacional**

Para el periodo del 2007 al 2013 en Costa Rica, en cada uno de los 81 cantones, se hace la descripción de la morbilidad para la Enfermedad Isquémica del Corazón; las tasas brutas de morbilidad se muestran en el gráfico del anexo N°129 y el mapa del anexo N°152

Las tasas brutas de morbilidad para la Enfermedad Isquémica del Corazón según los anexos N°129 y N°152, durante el periodo de estudio, son las más altas (generalizando) con respecto a las tasas brutas de morbilidad de los otros padecimientos considerados en el presente capítulo. Particularmente ningún cantón tiene la tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes.

El cantón de Turrubares (Cód.116) tiene la tasa bruta de morbilidad más baja para la provincia de San José. Los cantones de Pérez Zeledón (Cód.119), Curridabat (Cód.118), Moravia (Cód.114), Vázquez de Coronado (Cód.111), y Goicoechea (Cód.108) tienen la tasa entre 8,37 a 11,62 por cada mil habitantes; y las tasas más altas de la provincia son de los cantones de Montes de Oca (Cód.115), San José (Cód.101), y Tibás (Cód.113) las cuales están entre 11,63 a 14,88 por cada mil habitantes. Los cantones restantes tienen las tasas entre 5,11 a 8,36 por cada mil habitantes

Valverde Vega (Cód.212) tiene la tasa de 14,18 por cada mil habitantes y Grecia (Cód.203) de 14,87 por cada mil habitantes, siendo de esta manera los cantones con las tasas brutas de morbilidad más elevadas a nivel nacional y por ende de la provincia de Alajuela.

Para los demás cantones de la provincia de Alajuela sus tasas son: En Orotina (Cód.209), Atenas (Cód.205), Naranjo (Cód.206), Alajuela (Cód.201), y Poás (Cód.208) tienen las tasas entre 8,37 a 11,62 por cada mil habitantes. Con tasas entre 5,11 y 8,36 por cada mil habitantes son San Carlos (Cód.210), Palmares (Cód.207), San Ramón (Cód.202), y San Mateo (Cód.204); y los cantones restantes tiene la tasa entre 1,85 a 5,10 por cada mil habitantes.

El cantón de Turrialba (Cód.305) tiene la tasa bruta de morbilidad más elevada de la provincia de Cartago, tercera a nivel nacional con 13,81 por cada mil habitantes; seguido por el cantón de Jiménez (Cód.304) con una tasa de 8,89 por cada mil habitantes. Los demás cantones de la provincia, tienen la tasa entre los 5,11 a 8,36 por cada mil habitantes.

Para la provincia de Heredia, se muestra a Sarapiquí (Cód.410) con la tasa bruta de morbilidad más baja, con 4,22 por cada mil habitantes; los cantones de Santo Domingo (Cód.403), San Pablo (Cód.409), Flores (Cód.408), y Heredia (Cód.401) se encuentran con la tasa entre 8,37 a 11,62 por cada mil habitantes; y los cantones restantes tienen la tasa entre 5,11 a 8,36 por cada mil habitantes.

En la provincia de Guanacaste los anexos N°129 y N°152 indican que es la provincia con las tasas de morbilidad bruta más bajas; lo cual se refleja con la tasa más baja a nivel nacional, perteneciente al cantón de La Cruz (Cód.510) con 1,85 por cada mil habitantes, seguido por Carrillo (Cód.505), Cañas (Cód.506), Liberia (Cód.501), y Bagaces (Cód.504)

que tiene la tasa entre 1,85 a 5,10 por cada mil habitantes. Los cantones restantes de la provincia de Guanacaste, se encuentran con tasas brutas de morbilidad que rondan el los 5,11 a 8,36 por cada mil habitantes.

La tasa bruta de morbilidad de Montes de Oro (Cód.604) de 12,75 por cada mil habitantes, es la más alta de la provincia de Puntarenas, seguida por Puntarenas (Cód.601) con 9,72 por cada mil habitantes. Los demás cantones de la provincia se encuentran con tasas entre 5,11 a 8,36 por cada mil habitantes; exceptuando los cantones de Buenos Aires (Cód.603), Garabito (Cód.611), y Parrita (Cód.609) que tienen las tasas menores a 5,11 por cada mil habitantes.

El Cantón de Limón (Cód.701) tiene la tasa bruta de morbilidad más alta de la provincia de Limón. Matina (Cód.705) con 3,72 por cada mil habitantes, y Talamanca (Cód.704) con 3,87 por cada mil habitantes, son los cantones de la provincia con las tasas más bajas. Guácimo (Cód.706), Siquirres (Cód.703), y Pococí (Cód.702) tienen las tasas entre los 5,11 a 8,36 por cada mil habitantes.

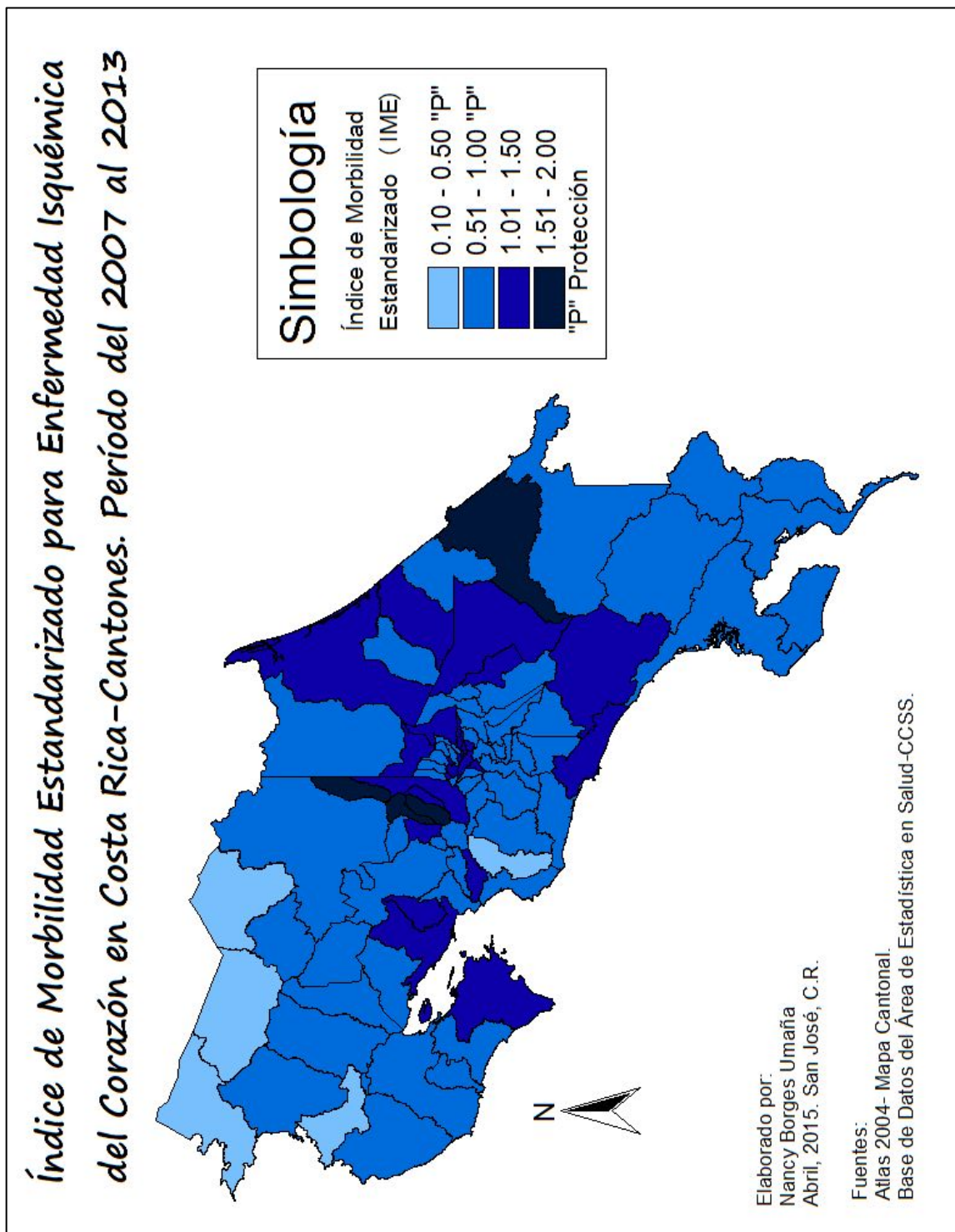
#### **5.1.4.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón a Nivel Nacional**

En esta sección se hace descripción del índice de morbilidad estandarizado para la Enfermedad Isquémica del Corazón, durante el periodo del 2007 al 2013. En el anexo N°160 se encuentran los límites superiores e inferiores para cada IME de cada cantón.

Por medio del mapa N°15, y el gráfico N°23 se muestran los IME para la Enfermedad Isquémica del Corazón. En ellos se facilita identificar los cantones que tiene protección al tener un IME igual o inferior a 1, y los cantones que no se encuentran con protección al tener un IME es superior a 1,00.

A continuación se adjunta el mapa N°15, el cual permite observar la distribución geográfica de los cantones, según el índice estandarizado de movilidad a casusa de Enfermedad Isquémica del Corazón:

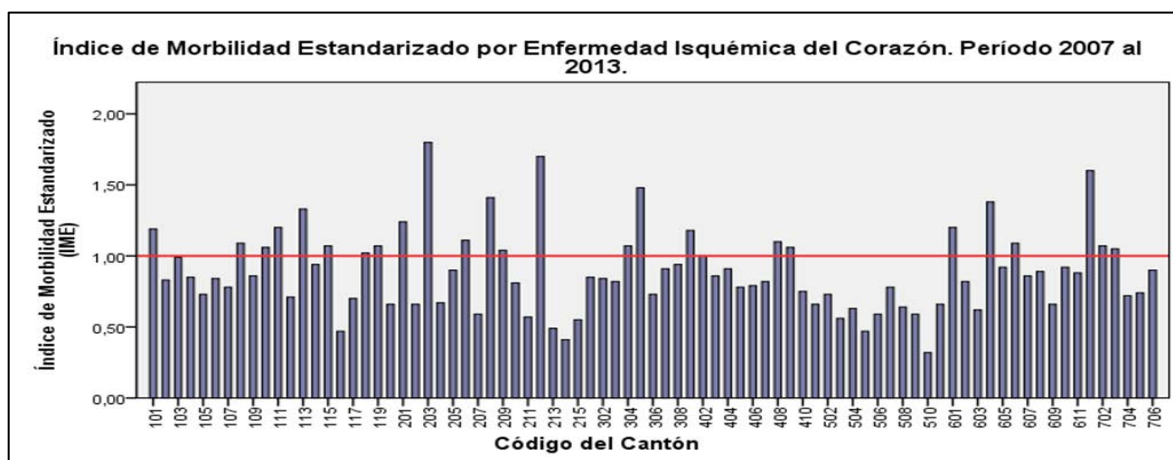
-Mapa N°15: Índice de Morbilidad Estandarizado para la Enfermedad Isquémica del Corazón, en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el mapa N°15, se observa que predominan los cantones con IME que van entre los 0,51 y 1,00 (segundo rango) y se consideran con protección; no hay IME de 0 como ha sucedido con otros padecimientos, sin embargo hay unos cantones con IME bajos que están en el primer rango que va de 0,10 a 0,50. Los cantones que no se encuentran con protección la mayoría se encuentra con el IME del tercer rango.

Para complementar el mapa N°15, se adjunta seguidamente el gráfico N°54, para conocer exactamente cuál es el IME de cada cantón, y así relacionarlo con su ubicación geográfica.

-Gráfico N°23: Índices de morbilidad estandarizada para Enfermedad Isquémica del Corazón:



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

Las tasas brutas de morbilidad para la Enfermedad Isquémica del Corazón, han sido las más elevadas que se han descrito en este capítulo, sin embargo los IME no son los más elevados, debido precisamente a la estandarización por edades.

Según el mapa N°15 y el gráfico N°23, los cantones de Curridabat (Cód.118), Alajuelita (Cód.110), Montes de Oca (Cód.115), Pérez Zeledón (Cód.119), Goicoechea (Cód.108), San José (Cód.101), Vázquez de Coronado (Cód.111), y Tibás (Cód.113) de la provincia de San José se encuentran sin protección. El IME mayor fue el cantón de Tibás, el cual es de 1,33 indicando que los casos observados fueron un 33 % aproximadamente de más, con respecto a los casos esperados.

Los cantones de Valverde Vega (Cód.212), y Grecia (Cód.203) tienen los IME más elevados a nivel nacional; dichos cantones poseen las tasas brutas de morbilidad más elevadas del país; en el mapa N°15 se ubican en el último rango, junto con el cantón de Limón (Cód.701), lo cual indica para estos tres cantones, que los casos que se observan son casi el doble de los casos de morbilidad esperados.

Los cantones de Orotina (Cód.209), Naranjo (Cód.206), Alajuela (Cód.201), y Poás (Cód.208) de la provincia de Alajuela, tampoco tienen protección, al tener un IME mayor a 1,00. Los demás cantones de dicha provincia, se observaron que sus IME fueron inferiores a los casos que se esperaban.

En la provincia de Cartago, en el mapa N°15, muestra que los cantones de Jiménez (Cód.304), y Turrialba (Cód.305), son los dos únicos cantones que no tienen protección con respecto a la morbilidad por Enfermedad Isquémica del Corazón en dicha provincia.

En el mapa N°15 se observa en la provincia de Heredia, que los cantones de San Pablo (Cód.409), Flores (Cód.408), y Heredia (Cód.401) no se encuentran con protección, al tener un IME superior de 1,00. Los demás cantones de la provincia se encuentran con protección, entre ellos el cantón de Barva (Cód.402), que según indica el gráfico N°23, tiene el IME de 1,00 denotando que los casos esperados, son casi exacto a los casos que se observan.

La provincia de Guanacaste tiene a todos sus cantones con protección, siendo la única provincia que tuvo dicha condición. El IME más bajo a nivel nacional, lo tiene el cantón de La Cruz (Cód.510).

En la provincia de Puntarenas, el mapa N°15 muestra que los cantones de Aguirre (Cód.606), Puntarenas (Cód.601), y Montes de Oro (Cód.604), no tienen protección al tener casos observados mayores a los casos que se esperaban. Los demás cantones de la provincia tienen el IME inferior a 1,00.

En la provincia de Limón, el cantón de Limón (Cód.701) tiene uno de los IME más altos a nivel nacional. Según indica el gráfico N°23, en el cantón de Limón los casos observados de morbilidad a causa de Enfermedad Isquémica del Corazón, son casi el 60 % más de los que se esperaban para dicho cantón. Sin protección también se encuentran Pococí (Cód.702) y Siquirres (Cód.703).

#### **5.1.4.3 Mortalidad para Enfermedad Isquémica del Corazón a Nivel Nacional**

La mortalidad a causa de la Enfermedad Isquémica del Corazón, para el periodo del 2007 al 2013, se realiza en esta sección. La tasa bruta de mortalidad para este padecimiento, se muestra para cada uno de los 81 cantones de Costa Rica, por medio de gráfico del N°130 y el mapa del anexo N°168.

En anexo N°130, se da a conocer la tasa bruta exacta de mortalidad para cada cantón, y se complementa con el mapa del anexo N°168, el cual permite visualizar la distribución geográfica de los cantones, los cuales son agrupados en cinco rangos de tasa bruta de mortalidad.

Según el anexo N°130 ningún cantón tuvo la tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes; también se evidencia que en cada provincia hay diferencias notorias entre cantones, según su tasa de mortalidad. Por su parte, en el mapa del anexo N°168 se muestra diversidad entre los cantones, considerando los 5 rangos; pero se evidencia que los cantones en el último rango, en el cual están las tasas brutas de mortalidad más elevadas, son 5, y 3 de ellos pertenecen a la provincia de San José.

Los tres cantones con la tasa bruta de mortalidad más elevada para San José, son San José (Cód.101), Pérez Zeledón (Cód.119), y Tibás (Cód.113); siendo este último el cantón que tiene la tasa bruta de mortalidad más elevada a nivel nacional, pero de morbilidad fue el cuarto cantón con la tasa bruta más elevada.

El cuarto cantón con la tasa más elevada para la provincia de San José, es Puriscal (Cód.104), el cual sobresale en el mapa del anexo N°168, por ser el único cantón de dicha provincia en el cuarto rango. Similar es el caso del cantón de Dota (Cód.117), que es el único cantón de dicha provincia en el primer rango.

Los restantes cantones de San José, se encuentran en el tercer rango, exceptuando a los cantones de Curridabat (Cód.118), León Cortés Castro (Cód.120), Santa Ana (Cód.109), y Turubares (Cód.116), los cuales el anexo N°130 indica que sus tasas brutas de mortalidad van de 0,44 a 0,67 por cada mil habitantes, ubicándolos de esta manera en el segundo rango.

El cantón de Grecia (Cód.203) de la provincia de Alajuela posee la tasa bruta más elevada a nivel nacional; San Mateo (Cód.204), Alajuela (Cód.201), Alfaro Ruiz (Cód.211),

Atenas (Cód.205), y Valverde Vega (Cód.212) tienen la tasa entre 0,92 a 1,15 por cada mil habitantes; con la tasa entre 0,68 a 0,91 se observan los cantones de San Ramón (Cód.202), Naranjo (Cód.206), Guatuso (Cód.215), Palmares (Cód.207), y Orotina (Cód.209). Poás (Cód.208) y San Carlos (Cód.210) tienen su tasa entre 0,44 a 0,67 por cada mil habitantes; y Los Chiles (Cód.214) y Upala (Cód.213) entre 0,20 a 0,43 por cada mil habitantes.

El cantón de Turrialba (Cód.305) tiene la tasa bruta de morbilidad más elevada para la provincia de Cartago, con 1,23 por cada mil habitantes; seguido por Jiménez (Cód.304) con una tasa de 0,96 por cada mil habitantes; con tasas entre 0,68 a 0,91 por cada mil habitantes se aprecian a los cantones de Cartago (Cód.301), Paraíso (Cód.302), y El Guarco (Cód.308). La tercera tasa más baja para la provincia, es La Unión (Cód.303) con 0,47 por cada mil habitantes; y las tasas más bajas para la provincia son de Oreamuno (Cód.307) y Alvarado (Cód.306), con 0,35 y 0,42 por cada mil habitantes, respectivamente.

En la provincia de Heredia, con tasas entre 0,68 a 0,91 por cada mil habitantes se encuentran los cantones de Santo Domingo (Cód.403), Belén (Cód.407), y Heredia (Cód.401). Los cantones restantes tienen sus tasas entre 0,44 a 0,67 por cada mil habitantes; exceptuando a Sarapiquí (Cód.410) que su tasa es de 0,43 por cada mil habitantes.

Para la provincia de Guanacaste, el cantón de La Cruz (Cód.510) tiene la tasa bruta de mortalidad más baja para la provincia con 0,36 por cada mil habitantes; seguido por Bagaces (Cód.504), Carrillo (Cód.505), Liberia (Cód.501), Santa Cruz (Cód.503), y Hojanca (Cód.511), que tienen la tasa entre 0,44 a 0,67 por cada mil habitantes. Tilarán (Cód.508), Nandayure (Cód.509), y Nicoya (Cód.502) tienen la tasa entre 0,68 a 0,91 por cada mil habitantes. Las tasas más elevadas son las de Abangares (Cód.507) y Cañas (Cód.506), siendo este último la más alta con un 0,94 por cada mil habitantes.

El cantón de Aguirre (Cód.606) tiene la tasa bruta de mortalidad más elevada para la provincia de Puntarenas con 0,86 por cada mil habitantes; seguido por Golfito (Cód.607), Montes de Oro (Cód.604), Coto Brus (Cód.608), y Esparza (Cód.602). Los restantes cantones tienen su tasa entre 0,44 a 0,67 por cada mil habitantes; exceptuando a

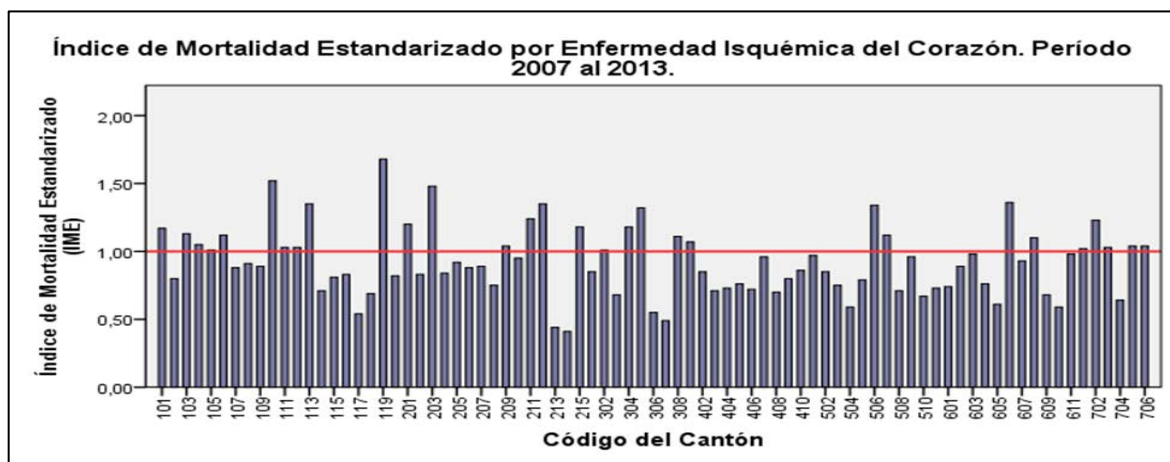
Corredores (Cód.610) y Garabito (Cód.611) que tienen su tasa 0,41 por cada mil habitantes.

La provincia de Limón, Talamanca (Cód.704) posee la tasa bruta más baja para la provincia con 0,31 por cada mil habitantes. Los cantones de Matina (Cód.705), Guácimo (Cód.706), y Siquirres (Cód.703) tienen su tasas entre 0,44 a 0,67 por cada mil habitantes; Limón (Cód.701) y Pococí (Cód.702) tienen las tasas respectivas de 0,68 y 0,74 por cada mil habitantes.

#### 5.1.4.4 Índice de Mortalidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón a Nivel Nacional

En la Enfermedad Isquémica del Corazón, el índice de mortalidad estandarizado del periodo del 2007 al 2013, se describe en esta sección. En el anexo N°173 se encuentran los límites superiores e inferiores. Los IME se presentan por medio del gráfico N°24, y el mapa N°16, el gráfico N°24 muestra los IME específicos para cada cantón, los cuales se determina si tienen protección o no, y se complementa con el mapa N°16 al mostrar la distribución geográfica según el IME.

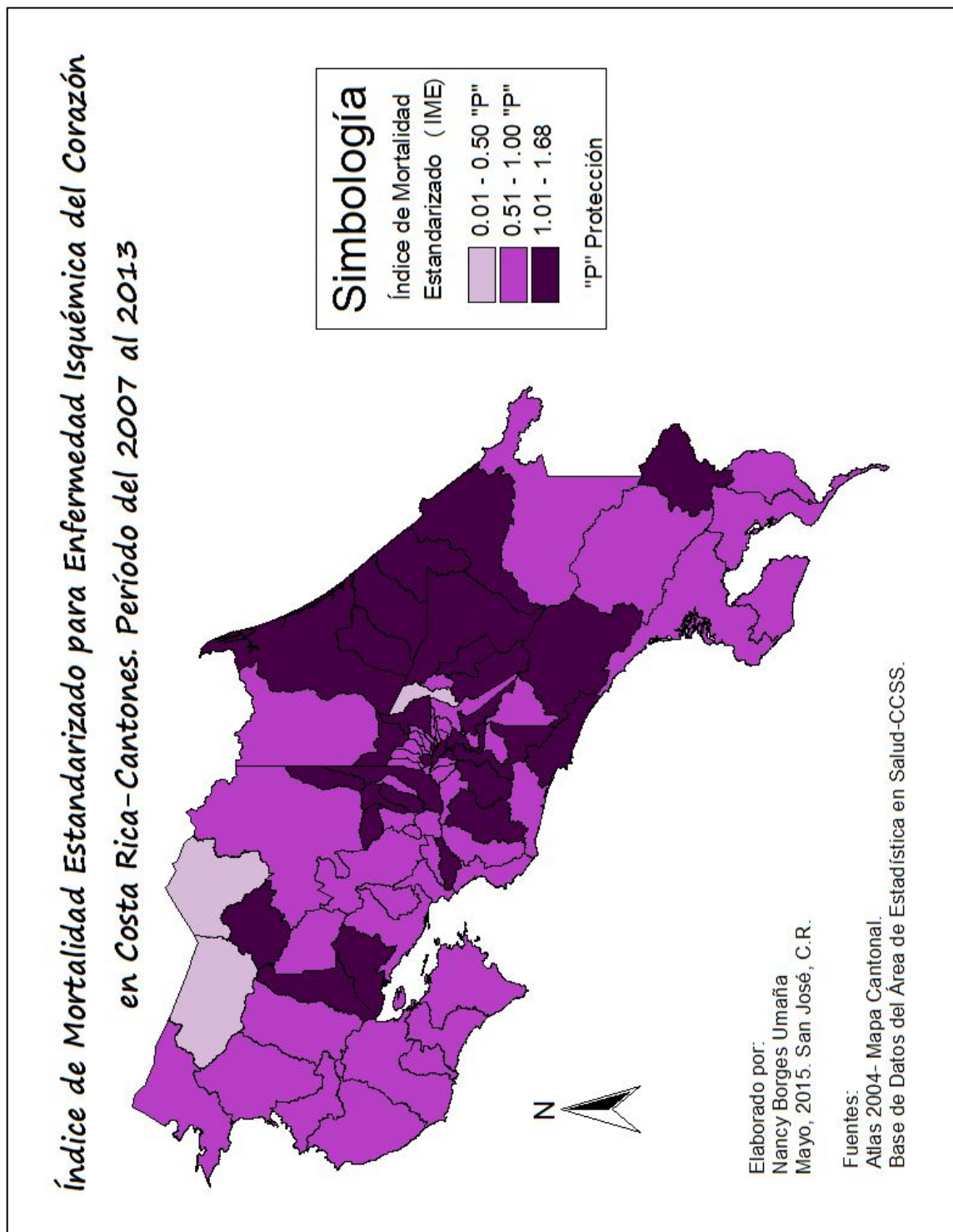
-Gráfico N°24: Índice de Mortalidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

La mayoría de los cantones se les aprecia en el gráfico N°24 con protección, para complementar la distribución geográfica con respecto al tener protección a no de fallecer por causa de la enfermedad isquémica del corazón se adjunta el mapa N°16.

-Mapa N°16: Índice de Mortalidad Estandarizado para la Enfermedad Isquémica del Corazón, en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el gráfico N°24 y en el mapa N°16, la mayoría de cantones tienen protección, según el IME. El IME mayor a nivel nacional, corresponde al cantón de Pérez Zeledón (Cód.119) de la provincia de San José; y no hay cantones con IME de 0.

El cantón de Pérez Zeledón (Cód.119) no tiene protección al presentar aproximadamente un 68 % de exceso de casos de mortalidad con relación a los casos esperados; seguido por Alajuelita (Cód.110) que tiene un 52 % de más riesgo de fallecer por dicha enfermedad, con respecto al promedio nacional. Los demás cantones sin protección de la provincia de San José son: San José (Cód.101), Vázquez de Coronado (Cód.111), y Tibás (Cód.113), Tarrazú (Cód.105), Acosta (Cód.112), Puriscal (Cód.104), Aserri (Cód.106), y Desamparados (Cód.103).

En la provincia de Alajuela se muestra a Los Chiles (Cód.214) con el IME menor a nivel nacional es el cual está protegido por presentar muchos menos casos de fallecimientos de los que se esperados; contrariamente con Grecia (Cód.203) el cual tiene el tercer IME más elevado a nivel nacional; los cantones de Orotina (Cód.209), Alajuela (Cód. 201), Valverde Vega (Cód.212) Guatuso (Cód.215) y Alfaro Ruiz (Cód.211) tampoco cuentan con protección.

Los cantones de Paraíso (Cód.302), El Guarco (Cód.308), Jiménez (Cód.304), y Turrialba (Cód.305) fallecen más casos de los que se esperan estadísticamente por enfermedad isquémica del corazón. El IME para la provincia de Heredia muestra solamente al cantón de Heredia (Cód.401) sin protección; aunque en morbilidad si habían más cantones sin protección, entre ellos el cantón de Flores (Cód.408), que en lo que respecta mortalidad, tiene protección al tener el IME más bajo para dicha provincia.

Los cantones de Abangares (Cód.507) y Cañas (Cód.506) de la provincia de Guanacaste, se muestran en el mapa N°16 sin protección; siendo de esta manera los cantones restantes con protección, entre ellos el cantón de Bagaces (Cód.504) el cual es indicado en el gráfico N°24 como el IME menor para dicha provincia, seguido por La Cruz (Cód.510).

Los cantones de Coto Brus (Cód.608) y Aguirre (Cód.606) son los únicos de la provincia de Puntarenas que no tienen protección, por presentar más casos de mortalidad con respecto a los esperados estadísticamente.

En la provincia de Limón casi todos sus cantones tienen un IME superior al 1,00; solamente el cantón de Talamanca (Cód.704) presenta menos casos de fallecimiento por la enfermedad isquémica del corazón, de los que se esperan. Para los cantones de Matina (Cód.705) y Guácimo (Cód.706) el tener protección de morbilidad, no impide que mueran más casos de los que se esperan.

### **5.1.5 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Insuficiencia Renal Crónica**

Los riñones tienen diversas funciones entre ellas: Filtrar la sangre y eliminar productos de desecho del metabolismo; mantener el balance hidroelectrolítico; regulan el equilibrio ácido – base; secretar hormonas como la eritropoyetina y la renina; y regulación del fósforo y el calcio, por medio de la modificación de sustancias, como la vitamina D (Venado, Moreno, Rodríguez &López. 2009).

La Insuficiencia Renal Crónica es multifactorial, y de carácter progresivo e irreversible, en el cual el paciente se llega a encontrar en estado terminal, y requiere diálisis o trasplante de riñón como única posibilidad de seguir viviendo. La razón de la gravedad de esta enfermedad, radica en la gran variedad de funciones que realiza el riñón, el cual cuando falla, altera todos los sistemas de organismo (Venado, Moreno, Rodríguez &López. 2009).

A la insuficiencia renal crónica, se le atribuyen diversas causas entre ellas enfermedades vasculares, enfermedades glomerulares, túbulo intersticiales y uropatías obstructivas; siendo las enfermedades cardiovasculares la causa principal de morbilidad y mortalidad para estos pacientes; en que se aumenta 30 veces más riesgo de morir que el de la población general. Otros factores de riesgo son la hipertensión arterial, dislipidemias, diabetes, edad avanzada, y tabaquismo. La enfermedad renal poliquística es la principal enfermedad congénita que causa insuficiencia renal crónica (Venado, Moreno, Rodríguez &López. 2009).

Se le considera una enfermedad asintomática, debido a que la pérdida gradual de la función renal; por en las etapas tempranas suele no detectarse, y se diagnostica cuando el daño es severo (Venado, Moreno, Rodríguez &López. 2009).

En esta sección, se va a realizar la descripción de la morbilidad y mortalidad de Insuficiencia Renal Crónica, a través de las tasas brutas de morbilidad y mortalidad; y de

los índices estandarizados de morbilidad y mortalidad. Dichos datos se manifiestan por medio de gráficos y mapas.

#### **5.1.5.1 Morbilidad para Insuficiencia Renal Crónica a Nivel Nacional**

En esta sección se hace descripción de la morbilidad para la Insuficiencia Renal Crónica, durante el periodo del 2007 al 2013 en Costa Rica, específicamente para cada uno de los 81 cantones. Los datos se muestran por medio del gráfico del anexo N°131 y el mapa del anexo N°153.

Según los anexos N°131 y N°153 se determina que la mayoría de los cantones de la provincia de Guanacaste tienen las tasas brutas de morbilidad muy superiores a las demás provincias, con algunas excepciones cantonales en las provincias de Alajuela y Puntarenas.

En base al mapa del anexo N°153 se muestra que mayoría del país está con tasas brutas morbilidad en el segundo rango (0,01 a 0,80 por cada mil habitantes), tal es el caso de la provincia de San José, que tiene a todos sus cantones en el segundo rango; con la tasa menor es Santa Ana (Cód.109) con 0,10 por cada mil habitantes, y la más alta de Pérez Zeledón (Cód.119) con 0,54 por cada mil habitantes.

Cartago tiene los cantones en el segundo rango; la tasa inferior para dicha provincia es La Unión (Cód.303) con 0,12 por cada mil habitantes, y la mayor es Turrialba (Cód.305) con 0,40 por cada mil habitantes. La provincia de Limón, tiene también todos sus cantones en el segundo rango, con la tasa menor en Talamanca (Cód.704) con 0,20 por cada mil habitantes, y la tasa bruta más elevada, es Matina (Cód.705) con 0,59 por cada mil habitantes.

En la provincia de Heredia, casi todos sus cantones se encuentran en el segundo rango, con la variante, que el cantón de Belén (Cód.407) que tiene su tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes, siendo uno de los dos únicos cantones con esta tasa a nivel nacional. La tasa bruta mayor en dicha provincia, tal como se mencionó previamente es parte del segundo rango, por ser de 0.40 por cada mil habitantes, para el cantón de Barva (Cód.402).

El cantón de San Mateo (Cód.204) de la provincia de Alajuela, tiene la tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes. En esta provincia no todos los restantes cantones

son parte del segundo rango; las variantes son los cantones de Upala (Cód.213) y Los Chiles (Cód.214) que son parte del tercer rango, al tener la tasa bruta de 1,12 y 1,54 por cada mil habitantes respectivamente, según lo indica el anexo N°131.

En la provincia de Puntarenas, se muestra en el anexo N°153, a la mayoría de sus cantones en el segundo rango; siendo el cantón de Montes de Oro (Cód.604) con 0,08 por cada mil habitantes, el poseedor de la tasa más baja. Sin embargo, la tasa bruta más alta en dicha provincia, forma parte del tercer rango, al contar con una tasa bruta de 1,60 por cada mil habitantes para el cantón de Golfito (Cód.607).

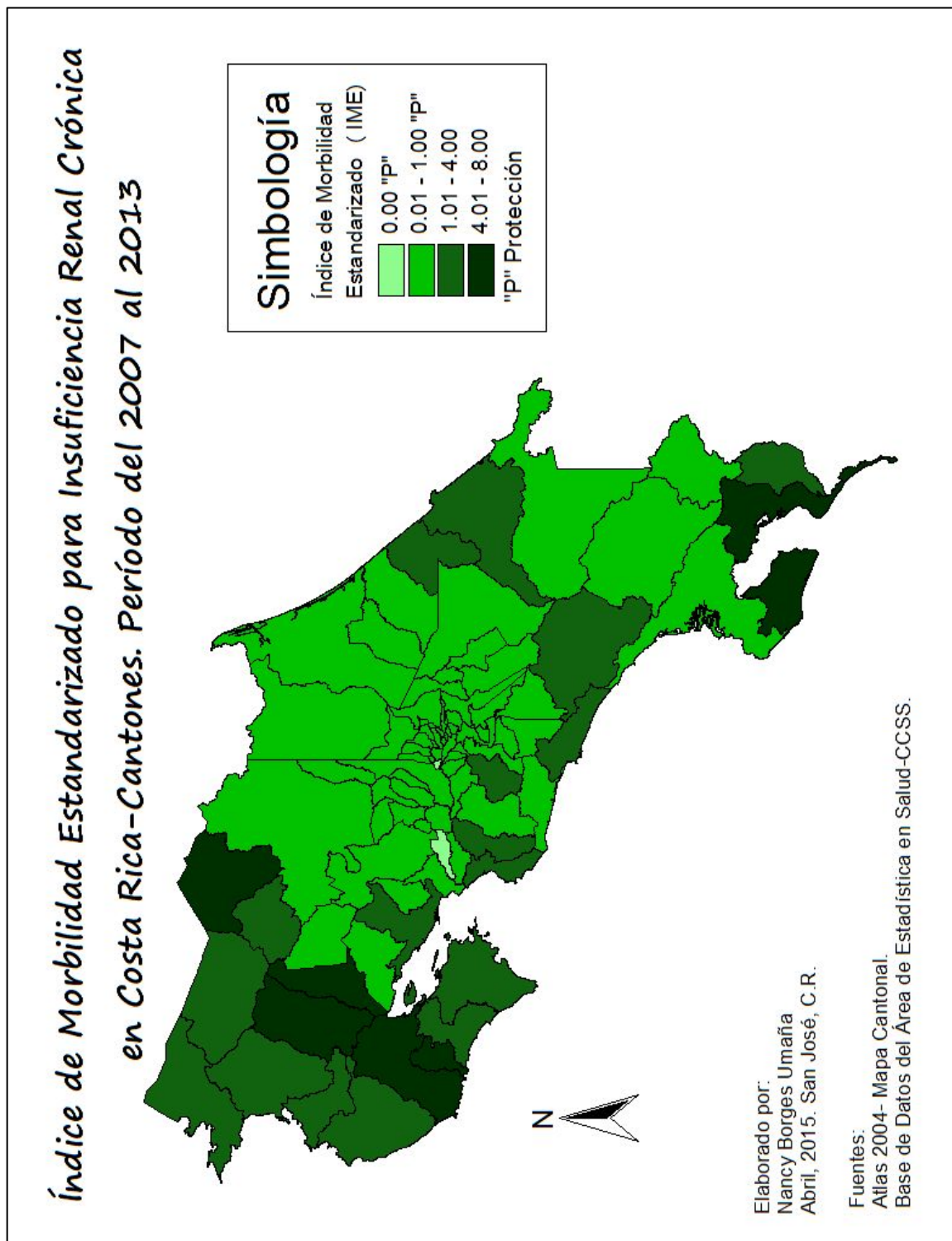
Según los anexos N°131 y N°153 para la provincia de Guanacaste es la que muestra las tasas brutas más elevadas a nivel nacional. El cantón de Cañas (Cód. 506) con la tasa de 3,05 por cada mil habitantes, es el único en el quinto rango, al poseer la tasa bruta de morbilidad más elevada a nivel nacional, la cual es casi el triple de la media nacional.

La segunda, tercera y cuarta tasa bruta de morbilidad más elevadas a nivel nacional, también son de la provincia de Guanacaste, siendo los cantones de Nicoya (Cód.502), Bagaces (Cód.504), y Hojancha (Cód.511) los únicos tres cantones del cuarto rango (1,61 a 2,40 por cada mil habitantes). Y son seguidos por los cantones de La Cruz (Cód.510), Santa Cruz (Cód.503), Liberia (Cód.501), y Carrillo (Cód.505) que forman parte del tercer rango. En el segundo rango están los cantones de Tilarán (Cód.508), Abangares (Cód.507), y Nandayure (Cód.509); siendo Tilarán el que posee la tasa bruta de morbilidad más baja en esta de provincia, con un 0,25 por cada mil habitantes.

#### **5.1.5.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica a Nivel Nacional**

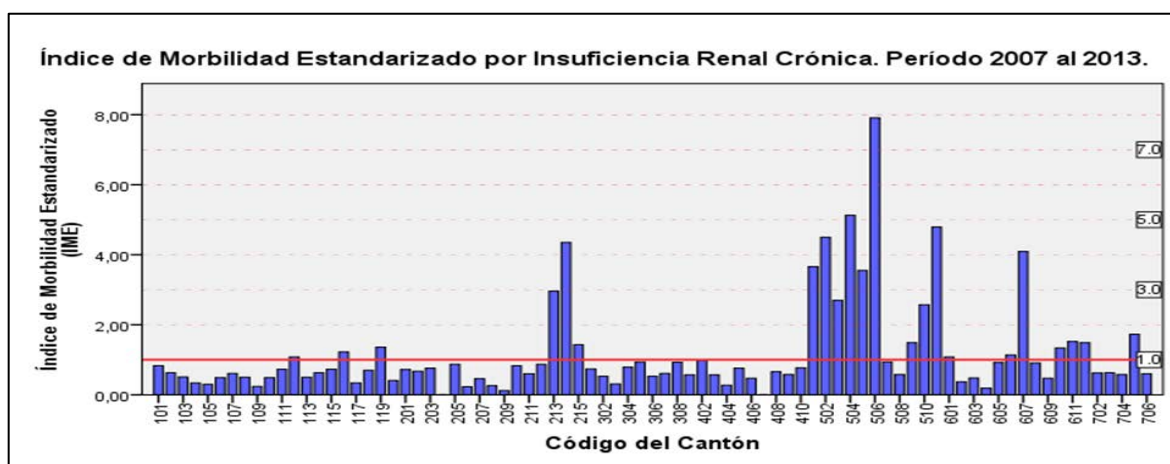
El índice de morbilidad estandarizado para la Insuficiencia Renal Crónica para el periodo del 2007 al 2013 por cantones, se describe en esta sección. Los límites superiores e inferiores se presentan en el anexo N°161. Los datos se mostraran por medio del mapa N°17, y el gráfico N°25, primeramente se adjunta el mapa N°17 que permite ver la distribución geográfica con protección o no según el IME; y posteriormente se complementa con el gráfico N°25 que indicará los IME más específicos para cada cantón.

-Mapa N°17: Índice de Morbilidad Estandarizado para la Insuficiencia Renal Crónica, en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el mapa N°17 se muestra que una gran mayoría de los cantones cuentan con protección para la morbilidad por insuficiencia renal crónica, sin embargo los cantones que se encuentran sin protección son muy elevados, por ello los rangos sin protección son muy amplios, debido a que hay IME que pueden ser casi 8 veces más elevados del máximo, para ser considerados con protección. A continuación se adjunta el gráfico N°25 para facilitar identificar el IME exacto para cada cantón:

Gráfico N°58: Índice de Morbilidad Estandarizado para la Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

En el gráfico N°25 se muestra importantes diferencias entre los cantones y la respectiva protección o no a la morbilidad por insuficiencia renal crónica, en donde las provincias de Alajuela, Limón, Puntarenas, y en especial Guanacaste presentan IME muy elevados con respecto a la mayoría de los cantones. A continuación se hace una descripción del IME para cada provincia, considerando el mapa N°17 y el gráfico N°25.

En la provincia de San José, la mayoría de los cantones tienen protección de morbilidad por insuficiencia renal crónica; sin embargo en el mapa N°17, se muestra a los cantones de Acosta (Cód.112), Turrubares (Cód.116), y Pérez Zeledón (Cód.119) en el tercer rango, el cual es sin protección. Observando el gráfico N°25, se aprecia que el exceso de casos de morbilidad, no sobrepasa el 30 % de los casos esperados para dichos cantones.

El IME de la provincia de Alajuela, tienen entre sus cantones IME extremos; tal es el caso del cantón de San Mateo (Cód.204), que está en el primer rango del mapa N°17, por tener un IME de 0, caso contrario es el cantón de Los Chiles (Cód.214) que está en el

último rango, por tener un IME superior a 4, lo cual indica un poco más de cuatro veces los casos de morbilidad, de los que se esperan para para dicho cantón.

Sin protección se encuentran también los cantones de Guatuso (Cód.215) y Upala (Cód.213)], los cuales están en el segundo rango; siendo Upala un cantón que según indica el gráfico N°25, presenta casi tres veces más casos de los de que se esperaban a causa de la insuficiencia renal crónica. Los demás cantones de la provincia, tal como se observan en el mapa, tienen protección.

En el mapa N°17 muestra a las provincias de Cartago y Heredia con todos sus cantones con protección, al tener sus IME dentro del segundo rango, con la única excepción del cantón de Belén (Cód.407), que es el otro cantón que tuvo su IME de 0, por ende tiene protección.

La provincia de Guanacaste, solamente tiene protección los cantones de Tilarán (Cód.508) y Abangares (Cód.507); los demás cantones no tienen protección: Nandayure (Cód.509) presenta casi la mitad de los casos de demás, con respecto a los casos esperados; La Cruz (Cód.510) tiene mucho más de doble de los casos que se esperan en dicho cantón; en Santa Cruz (Cód.503) se presentan casi tres veces más de los esperados; en Carrillo (Cód.505) los casos que se presentan son más del triple de los esperados; y Liberia (Cód.501) su situación es similar a la del cantón de Carrillo.

En cuarto rango del mapa N°17, de la provincia de Guanacaste, se encuentran los siguientes cantones: Nicoya (Cód.502), el cual presenta casos de morbilidad de cuatro y medio veces más de los esperados; en Hojancha (Cód.511) la morbilidad es casi cinco veces más de la esperada; Bagaces (Cód.504), tiene una morbilidad de un poco más de cinco veces la esperada; y Cañas (Cód.506) que tiene el IME mayor a nivel nacional, presenta casi ocho veces más casos de los que se esperarían para dicho cantón.

Para la provincia de Puntarenas, el mapa N°17 muestra que los cantones con protección son: Montes de Oro (Cód.604), Esparza (Cód.602), Parrita (Cód.609), Buenos Aires (Cód.603), Coto Brus (Cód.608), y Osa (Cód.605). Contrario sucede con Puntarenas (Cód.601), Aguirre (Cód.606), Corredores (Cód.610), y Garabito (Cód.611), en que el gráfico N°25 indica que estos cantones no sobrepasan los excesos de morbilidad en más de la mitad de los casos esperados. Para Golfito (Cód.607) su ausencia de protección, se refleja en que los casos que presenta son un poco más de cuatro veces los esperados.

El IME en la provincia de Limón, muestra que los cantones protegidos, según el mapa N°17, son: Talamanca (Cód.704), Guácimo (Cód.706), Pococí (Cód.702), y Siquirres (Cód.703). Y sin protección se presentan en el gráfico N°25, el cantón de Limón (Cód.701) y Matina (Cód.705) con un poco menos del doble de los casos que se esperan de morbilidad para dichos cantones.

### **5.1.5.3 Mortalidad para Insuficiencia Renal Crónica a Nivel Nacional**

Para la mortalidad por causa de la Insuficiencia Renal Crónica durante el periodo del 2007 al 2013 en Costa Rica, se describe en la presente sección. Las tasas brutas de mortalidad para los 81 cantones, se presentan por medio del gráfico del anexo N°132, en complemento del mapa del anexo N°169.

Según los anexos N°132 y N°169 en la provincia de San José, los cantones con tasas de 0 por cada mil habitantes son: Acosta (Cód.112), Montes de Oca (Cód.115), Turrubares (Cód.116), y Dota (Cód.117). Los demás cantones tienen su tasa bruta de mortalidad en el segundo rango (0,01 a 0,15 por cada mil habitantes), siendo el cantón de Santa Ana (Cód.109) que la tiene más alta para dicha provincia, con un 0,10 por cada mil habitantes.

Los cantones de San Mateo (Cód.204), Palmares (Cód.207), y Alfaro Ruiz (Cód.211) de la provincia de Alajuela, son los que tiene su tasa de 0 por cada mil habitantes. Con la excepción de Alajuela (Cód.201), Atenas (Cód.205), y Upala (Cód.213) que se encuentran con las tasas brutas de mortalidad entre 0,31 a 0,45 por cada mil habitantes, los demás cantones se ubican en el segundo cantón.

En la provincia de Cartago todos los cantones se encuentran en el segundo rango, con la tasa bruta de mortalidad más baja para Turrialba (Cód.305) con un 0,03 por cada mil habitantes, y la más alta para la provincia de Jiménez (Cód.304) con un 0,13 por cada mil habitantes.

En la provincia de Heredia la mayoría de los cantones se encuentran en el segundo rango, siendo de esta manera el cantón de Belén (Cód.407) el que tiene la tasa bruta más baja con un 0,04 por cada mil habitantes. Los cantones de Flores (Cód.408) y San Isidro (Cód.406) tienen las tasas brutas más altas, ubicándose en el tercer rango.

Las primeras cinco tasas brutas de mortalidad más elevadas a nivel nacional, son de la provincia de Guanacaste, de los cuales Santa Cruz (Cód.503), Cañas (Cód.506), y Nicoya

(Cód.502) son parte del último rango (0,46 a 0,60 por cada mil habitantes); y Carrillo (Cód.505) junto con Hojanca (Cód.511) del cuarto rango.

En el tercer rango (0,16 a 0,30 por cada mil habitantes) se encuentran los cantones de La Cruz (Cód.510), Nandayure (Cód.509), Liberia (Cód.501), y Bagaces (Cód.504). Y las tasas brutas de mortalidad más bajas para la provincia son Abangares (Cód.507), y Tilarán (Cód.508), que se encuentran en el segundo rango.

En la provincia de Puntarenas los cantones de Buenos Aires (Cód.603), Montes de Oro (Cód.604), y Garabito (Cód.611) tienen la tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes; los demás cantones se ubican en el segundo rango, entre ellos Aguirre (Cód.606) que tiene la tasa bruta más elevada de la provincia con un 0,14 por cada mil habitantes.

El cantón de Guácimo (Cód.706) tiene su tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes. Los demás cantones de la provincia de Limón son parte del segundo rango; la tasa más elevada para dicha provincia, es Matina (Cód.705) con 0,15 por cada mil habitantes.

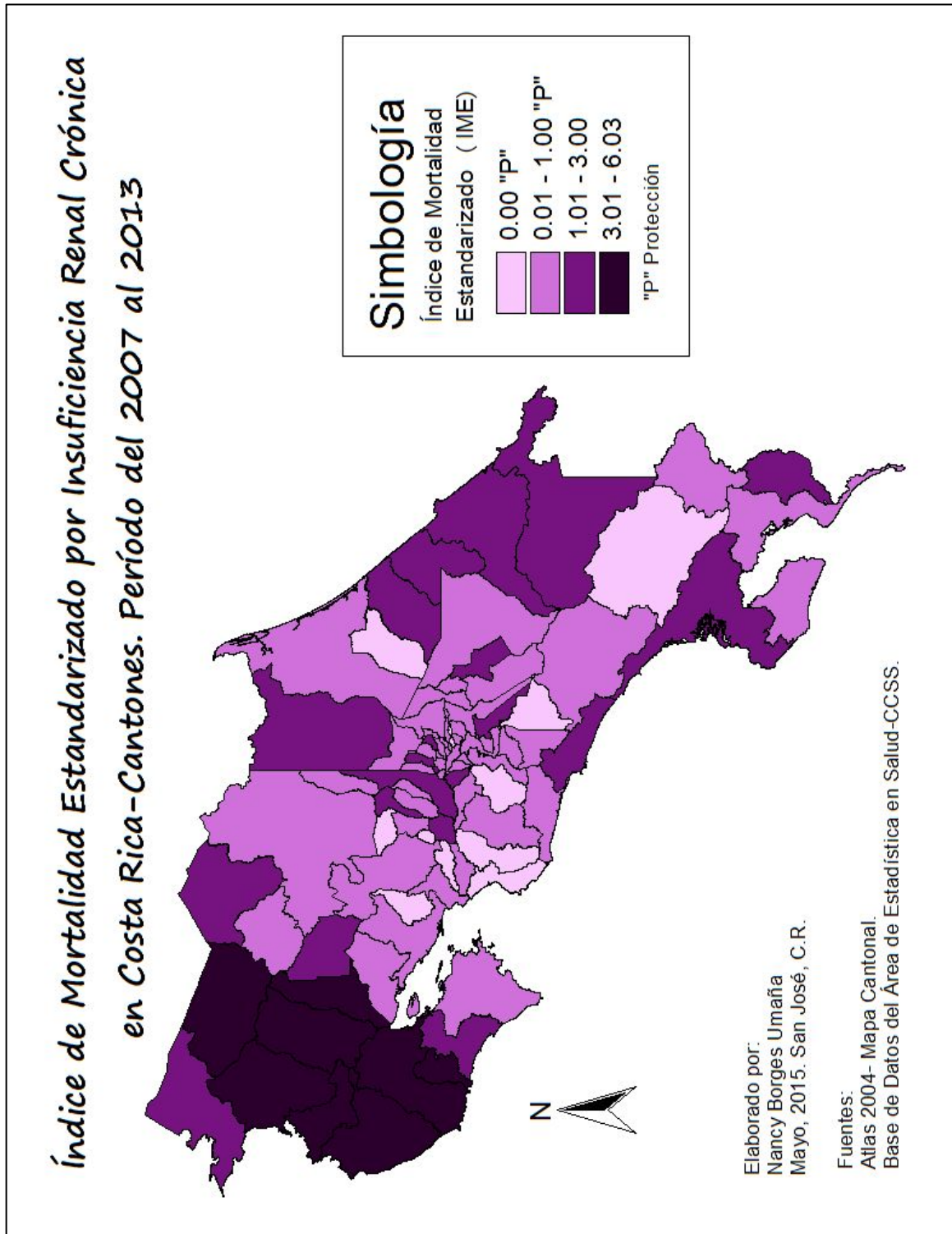
#### **5.1.5.4 Índice de Mortalidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica a Nivel Nancional**

En esta sección se describe el índice de mortalidad estandarizado para la Insuficiencia Renal Crónica, en el periodo del 2007 al 2013, para los 81 cantones de Costa Rica. Los límites superiores e inferiores están disponibles en el anexo N°174

Por medio del gráfico N°26 se muestran los IME especificaos para cada cantón, y se complementa con el mapa N°18, el cual muestra la distribución geográfica según la clasificación del IME, en relación si tiene protección o no ante la mortalidad por causa de insuficiencia renal crónica.

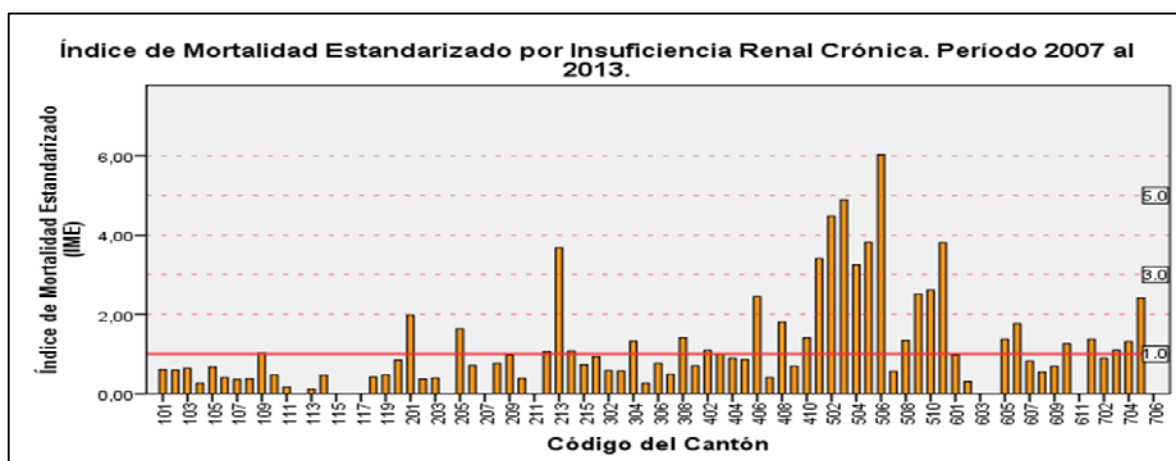
A continuación se adjunta el mapa N°18, para mostrar la distribución geográfica de los cantones, según su IME de mortalidad:

-Mapa N°18: Índice de Mortalidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el mapa N°18 se observan cantones con protección, y otros sin ella. Sin embargo, se resalta que en la provincia de Guanacaste hay una concentración de cantones con IME muy elevados. Para conocer el IME más exacto por cada uno de los 81 cantones del país, seguidamente se adjunta el gráfico N°26.

-Gráfico N°26: Índice de Mortalidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

Según el gráfico N°26, en la provincia de San José solamente el cantón de Santa Ana (Cód.109) se encuentra sin protección; con un exceso de fallecimientos en este cantón por causa de la insuficiencia renal crónica, de aproximadamente un 2%. Con respecto al mapa N°18, este cantón se encuentra en el tercer rango; mientras que los cantones de Acosta (Cód.112), Montes de Oca (Cód.115), Turrubares (Cód.116), Dota (Cód.117), y Tibás (Cód.113) tienen un IME de 0, y se ubican en el primer rango. Los demás cantones de la provincia de San José, se catalogan en el segundo rango.

El cantón de Upala (Cód.213) es el único cantón que está en el cuarto rango de los IME más elevado del país, que no pertenece a la provincia de Guanacaste, según se muestra en el mapa N°18. Su IME indica que los fallecimientos son casi cuatro veces más de los casos esperados. Los otros cantones de la provincia de Alajuela sin protección son: Valverde Vega (Cód.212), Los Chiles (Cód.214), Atenas (Cód.205), y Alajuela (Cód.201); los cuales se ubican en el mapa N°18, en el tercer rango. Los demás cantones tienen protección y se ubican en el segundo rango, con excepción de San Mateo (Cód.204), Palmares (Cód.207), y Alfaro Ruiz (Cód.211) que pertenecen al primer rango.

Turrialba (Cód.305) que posee el IME más bajo para la provincia de Cartago; los demás cantones también cuentan con protección con las excepciones de Jiménez (Cód.304) y El Guarco (Cód.308); ambos cantones presentan casi la mitad de casos en exceso de mortalidad en relación a los que estadísticamente se esperaran.

Los cantones de Barva (Cód.402), Sarapiquí (Cód.410), Flores (Cód.408), y San Isidro (Cód.406) no tienen protección. En Barva se presenta un 8% aproximadamente más de fallecimientos en relación a los casos esperados; mientras que la mortalidad de Sarapiquí es aproximadamente un 48% más de los casos que se esperan; el cantón de Flores tiene casi el doble de los casos de mortalidad; mientras que San Isidro presenta el IME más elevado de la provincia con un 2,41. Los restantes cantones tienen protección, siendo el cantón de Belén (Cód.407) el que tiene el más bajo IME de la provincia de Heredia.

En la provincia de Guanacaste sobresale por tener los IME más elevados a nivel nacional, y el único cantón que tiene protección es Abangares (Cód.507). Según el mapa N°18, en el tercer rango, se encuentran los cantones de Tilarán (Cód.508), Nandayure (Cód.509), y La Cruz (Cód.510); mientras que en el cuarto rango esta Bagaces (Cód.504), Liberia (Cód.501), Hojanca (Cód.511), Carrillo (Cód.505), Nicoya (Cód.502), Santa Cruz (Cód.503), y Cañas (Cód.506).

En los cantones de Bagaces y Liberia, los casos que se presentan son más de tres veces de los esperados; en Hojanca y Carrillo, los casos que se presentan son casi cuatro veces de los esperados; mientras que en Nicoya, el exceso de fallecimientos es casi cuatro veces y medio más; en Santa Cruz, es casi cinco veces el exceso de muertes; y el cantón que tiene menos protección es Cañas, al tener el IME más elevado del país, en que las muertes pueden ascender a más de seis veces los casos esperados.

En la provincia de Puntarenas la mayoría de los cantones tienen protección, entre ellos Buenos Aires (Cód.603), Montes de Oro (Cód.604), y Garabito (Cód.611) que tienen un IME de 0,00. El cantón de Garabito, tiene la particularidad que presenta más morbilidad de la que se espera a causa de la insuficiencia renal crónica, sin embargo no todos terminan en fatalidad. Los cantones sin protección son: Corredores (Cód.610), Osa (Cód.605), y Aguirre (Cód.606) los cuales presentan más muertes de las esperadas, pero estas muertes en ninguno de estos tres cantones representan más del doble de los casos esperados.

En la provincia de Limón hay un exceso de casos de morbilidad en los cantones de Limón (Cód.701) y Matina (Cód.705), sin embargo en mortalidad por insuficiencia renal crónica en ambos cantones, también hay un exceso de fallecimientos al relacionarlo con los casos que se esperan. Pero el exceso en fallecimientos por dicho padecimiento, afecta también a los cantones de Siquirres (Cód.703) y Talamanca (Cód.704), lo que indica que aunque no se presentan muchos casos de morbilidad, muchos de estos casos que se pueden terminar en fatalidad.

#### **5.1.6 Patrones espaciales según morbilidad para Litiasis Renal**

La litiasis renal es la formación de cálculos renales, los cuales son considerados como multi-factoriales. Algunos factores que se le atribuyen son: Hiperabsorción digestiva, trastornos metabólicos, trastornos tubulares, aportes alimenticios excesivos, déficit de inhibidores de cristalización, pH de la orina, medicamentos, y diuresis disminuida (López, 2012).

Los cálculos tienen diversas categorías las cuales derivan si el cálculo es cálcico o no cálcico; y de estas dos clasificaciones derivan las otras categorías. Hay algunos factores de riesgo relacionados a la categoría y origen, pero también hay factores que influyen independientemente de la categoría.

Algunos factores específicos en la formación de cálculos o en la recurrencia de estos son: Formación muy recurrente de cálculos ( $\geq 3$  cálculos en 3 años), cálculos infecciosos, cálculos de ácido úrico y de urato (gota), niños y adolescentes, cálculos determinados genéticamente, cálculos de brucita, hiperparatiroidismo, enfermedades digestivas (Entre ellas: Enfermedad de Crohn, malabsorción, y colitis), riñón solitario, fragmentos residuales de cálculos (3 meses después del tratamiento de cálculos), nefrocalcinosis, carga litiásica elevada bilateral, antecedentes familiares de litiasis (Türk, Knoll, Petrik, Sarica, Seitz, Straub & Traxer, 2010).

La sobresaturación de una sustancia en la orina, que puede ser calcio, ácido úrico, oxalato de cálcico, cistina, entre otros; en conjugación con los factores anteriores inciden la formación de cálculos (López, 2012).

Por lo multifactorial que es la litiasis renal, se considera en la presente investigación por su relación con el calcio; así mismo como se le atribuye como uno de los factores de

riesgo el aporte dietético, se considera como tal, el agua de consumo humano. Primeramente se realiza la descripción de la morbilidad y el IME para cada uno de los 81 cantones del país, y en el capítulo siguiente se establecen si hay o no correlaciones con la dureza del agua y las otras enfermedades consideradas en el presente capítulo.

#### **5.1.6.1 Morbilidad para Litiasis Renal a Nivel Nacional**

La morbilidad para la litiasis renal se realiza en la presente sección; el periodo que se abarca es del 2007 al 2013, en Costa Rica para cada cantón. Los datos se presentan a través del gráfico del anexo N°133, el cual muestra las tasas brutas de morbilidad por cada cantón, y se complementa con el mapa del anexo N°154, que muestra la distribución geográfica de los cantones de acuerdo al rango de la tasa bruta de morbilidad en que

En los anexos N°133 y N°154 se observa que las provincias de San José, Alajuela, y Cartago las tasas brutas de morbilidad son relativamente similares; mientras que en Guanacaste, Puntarenas y Limón se resaltan cantones con tasas de morbilidad muy por encima del promedio nacional.

En la provincia de San José, los cantones con tasas brutas de morbilidad entre 0,01 a 1,00 por cada mil habitantes (primer rango del mapa del anexo N°154) son: Tarrazú (Cód.105), Dota (Cód.117), Moravia (Cód.114), Vázquez de Coronado (Cód.111), Goicoechea (Cód.108), Turrubares (Cód.116), Curridabat (Cód.118), Montes de Oca (Cód.115), Mora (Cód.107), y Aserrí (Cód.106).

Siendo el cantón de Tarrazú el que tiene la tasa más baja para la provincia de San José con un 0,47 por cada mil habitantes; y es Santa Ana (Cód.109) el que tiene la tasa más elevada para dicha provincia con 1,68 por cada mil habitantes, ubicándose de esta manera en el segundo rango (1,01 a 2,00 por cada mil habitantes), al igual que los restantes cantones de la provincia de San José.

En la provincia de Alajuela la distribución de los cantones en los rangos del mapa de anexo N°154 se concentran en el primer y segundo rango. En el primer rango esta San Carlos (Cód.210) que tiene la tasa bruta de morbilidad más baja de la provincia, con un 0,52 por cada mil habitantes; también en este rango están Los Chiles (Cód.214), Naranjo (Cód.206), y San Mateo (Cód.204). En el segundo rango, se encuentran los demás

cantones de la provincia, siendo el cantón de Orotina (Cód.209) el que tiene la tasa más elevada con un 1,62 por cada mil habitantes, según se observa en el gráfico N°61.

Para la provincia de Cartago casi todos los cantones se ubican en el primer rango, con la única excepción del cantón de Turrialba (Cód.305) que tiene una tasa de 1,12 por cada mil habitantes, y por ello se representa en el segundo rango; mientras que Oreamuno (Cód.307) tiene la tasa más baja para provincia con 0,35 por cada mil habitantes.

En el provincia de Heredia, el cantón de San Isidro (Cód.406) tiene la tasa bruta de morbilidad de 0,68 por cada mil habitantes, ubicándose de esta manera en el primer rango del anexo N°154; mientras que la tasa más elevada de la provincia, es del cantón de Flores (Cód.408) con un 1,05 por cada mil habitantes, por ende se ubica en el segundo rango; en el segundo rango se ubica también San Pablo (Cód.409), los demás cantones de la provincia de Heredia, se muestran en el primer rango.

Los cantones con las tasas brutas de morbilidad más extremas a nivel nacional, son de la provincia de Guanacaste. La tasa más baja es para Hojancha (Cód.511) con 0,13 por cada mil habitantes; y la más alta del cantón de Cañas (Cód.506) con 3,88 por cada mil habitantes. El cantón de Cañas, se ubica en el cuarto rango por tener la tasa entre 3,01 a 4,00 por cada mil habitantes; y en este mismo rango se encuentra Liberia (Cód.501), y de la provincia de Limón, el cantón de Limón (Cód.701).

Con tasas entre 2,01 a 3,00 por cada mil habitantes (tercer rango) se encuentran los cantones de Carrillo (Cód.505), Tilarán (Cód.508), Abangares (Cód.507), y Bagaces (Cód.504) de la provincia de Guanacaste; mientras que el segundo rango están los cantones de La Cruz (Cód.510), Santa Cruz (Cód.503), y Nicoya (Cód.502).

El cantón de Aguirre (Cód.606) tiene la tasa bruta de morbilidad más elevada para la provincia de Puntarenas, con un 2,39 por cada mil habitantes, y por ello se ubica en el tercer rango, en el cual que se ubica también Puntarenas (Cód.601). Los demás cantones de dicha provincia se ubican en el segundo rango, con la excepción de y Coto Brus (Cód.608) y Buenos Aires (Cód.603), siendo este último, el cantón con la tasa de morbilidad más baja para la provincia, con un 0,58 por cada mil habitantes.

En la provincia de Limón, se muestra al cantón de Limón (Cód.701) con la segunda tasa de morbilidad más elevada a nivel nacional; el segundo cantón con la morbilidad más

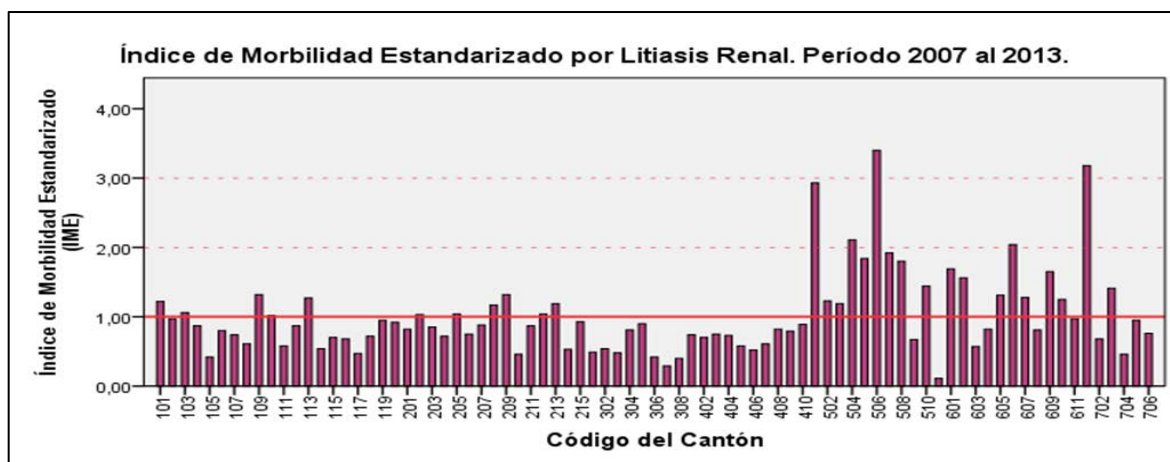
elevada específicamente de la provincia de Limón, es Siquirres (Cód.703), y este se muestra con la tasa entre el segundo rango; los demás cantones se encuentran en el primer rango, entre ellos Talamanca (Cód.704) el cual tiene la tasa bruta de morbilidad más baja.

### 5.1.6.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para Litiasis Renal a Nivel Nacional

El índice de morbilidad estandarizado para la litiasis renal, durante el periodo del 2007 al 2013, se describe en esta sección. En el anexo N°162 se encuentran los respectivos límites superiores e inferiores para el IME de cada cantón.

Por medio del gráfico N°27, y el mapa N°19 se presentan los IME; los cuales indican los cantones que tienen protección, dado que presenta los casos esperados o menos de morbilidad por causa de litiasis renal, al mostrar un IME igual o inferior a 1; o los cantones que no tienen protección, por tener un riesgo mayor al promedio nacional de ser diagnosticado de litiasis renal. A continuación se adjunta el gráfico N°27 con los IME por cantones para litiasis renal:

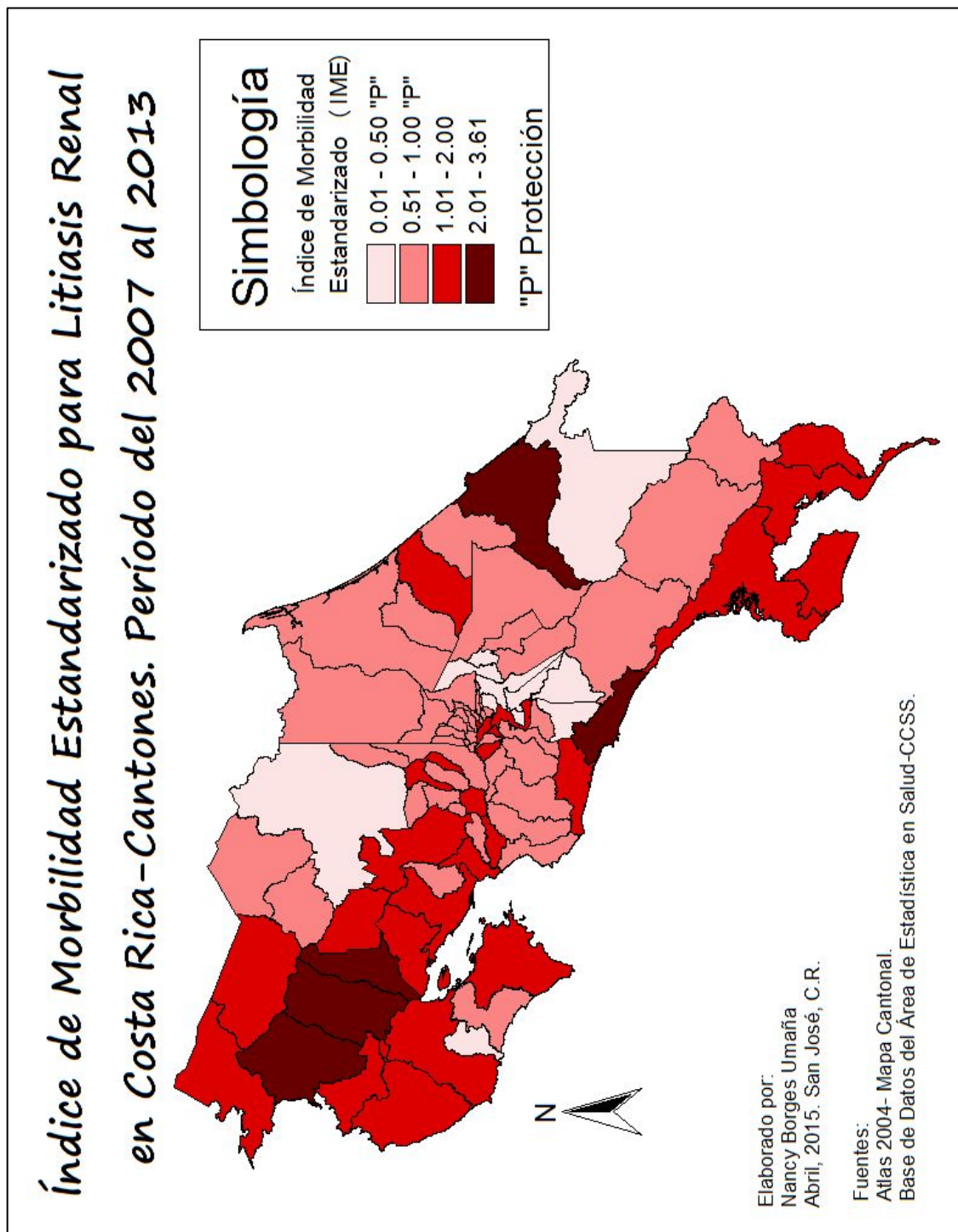
-Gráfico N°27: Índice de Morbilidad Estandarizado para la Litiasis Renal. Período 2007 al 2013. Por Cantones, en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

El gráfico anterior se observa que no hubo cantones con IME de 0,00 para la litiasis renal, pero la mayoría de los cantones tienen protección. Para conocer la distribución geográfica según el IME a continuación se adjunta el mapa N°19.

-Mapa N°19: Índice de Morbilidad Estandarizado para Litiasis Renal en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el gráfico N°27 y en el mapa N°19 se aprecia que los cantones que no tienen protección sobre todo pertenecen a las provincias de Guanacaste, Puntarenas y Limón. A continuación se describe el IME por cada provincia considerado tanto el gráfico N°27 como el mapa N°19.

En la provincia de San José, los cantones de Alajuelita (Cód.110), Desamparados (Cód.103), San José (Cód.101), Tibás (Cód.113), y Santa Ana (Cód.109) tienen más casos de morbilidad por litiasis renal, con respecto a los casos esperados. El gráfico N°27, muestra que el cantón de Santa Ana es el que presenta el IME más elevado para la provincia, presentando casi 30 % más casos de los esperados. Los otros cantones de la provincia tienen protección, pero solamente en el primer rango del mapa N°19 están Tarrazú (Cód.105) y Dota (Cód.117).

En la provincia de Alajuela, según el mapa N°19 los cantones se agrupan de la siguiente manera: En el tercer rango se encuentran los cantones que no tienen protección, y estos son: San Ramón (Cód.202), Atenas (Cód.205), Valverde Vega (Cód.212), Poás (Cód.208), Upala (Cód.213), y Orotina (Cód.209); en el segundo rango se encuentran los demás cantones, con la excepción de San Carlos (Cód.210), el cual tiene el IME más bajo para la provincia de Alajuela, y se ubica en el primer rango.

Todos los cantones de la provincia de Cartago y Heredia tienen protección, de tal manera esto indica que en todos estos cantones, los casos de morbilidad a causa de litiasis renal son menores a los que casos que se esperaran para dicho padecimiento. En el segundo rango del mapa N°19 en la provincia de Cartago, están los cantones de Paraíso (Cód.302), Jiménez (Cód.304), y Turrialba (Cód.305); de la provincia de Heredia, los cantones en este rango son Belén (Cód.407), Barva (Cód.402), Santa Bárbara (Cód.404), Heredia (Cód.401), Santo Domingo (Cód.403), San Pablo (Cód.409), Flores (Cód.408), y Sarapiquí (Cód.410); los cantones restantes de ambas provincia están en el primer rango.

En la provincia de Guanacaste el cantón de Hojancha (Cód.511) presenta un IME de 0,11 siendo el más bajo a nivel nacional, y único cantón de la provincia en el primer rango, aunque no es el único con protección, dado que Nandayure (Cód.509) también tiene menos casos de morbilidad de los esperados, y se ubica en el segundo rango.

El cantón de Cañas (Cód.506) tiene el IME más elevado a nivel nacional, el cual presenta más del triple de los casos que se esperan de morbilidad por litiasis renal en dicho cantón,

ubicado de tal manera en el cuarto rango del mapa N°19, al igual que los cantones de Bagaces (Cód.504) y Liberia (Cód.501); los demás IME de los cantones sin protección de la provincia Guanacasteca, se ubican en el tercer rango.

En la provincia de Puntarenas no hay cantones en el primer rango, sin embargo con protección se encuentra los cantones de Buenos Aires (Cód.603), Coto Brus (Cód.608), Montes de Oro (Cód.604), y Garabito (Cód.611). Los demás cantones presentan más casos de morbilidad de los esperados, ubicándose según el IME en el tercer rango, con la única excepción del cantón de Aguirre (Cód.606) el cual presenta un poco más del doble de los casos que se esperan de morbilidad para la litiasis renal.

El segundo IME más elevado a nivel nacional corresponde al cantón de Limón (Cód.701), el cual presenta una morbilidad del más del triple de los casos que se esperan para dicho cantón; el otro cantón sin protección es Siquirres (Cód.703), y se ubica en el tercer rango, al presentar casos de morbilidad de un 41 % aproximadamente de más con respecto a los casos que se esperan. Los demás cantones de la provincia presentan protección.

#### **5.1.7 Patrones espaciales según morbilidad para Osteoporosis**

La composición del hueso es tejido conectivo conformado por matriz extracelular mineralizada y células especializadas (osteoblastos, osteocitos y osteoclastos). Su parte orgánica es 90 % colágeno tipo I y 10 % proteínas no estructurales; su parte inorgánica es de hidroxapatita, un mineral alcalino (Riancho & González, 2004).

El esqueleto durante la edad adulta presenta un continuo proceso de reparación y renovación; este proceso se da en la superficie del mismo, en donde la matriz mineralizada es reabsorbida por los osteoclastos y posteriormente se sustituye por laminillas de hueso (capas concéntricas) por los osteoblastos. Sin embargo al envejecer, la menopausia o algunas enfermedades, pueden alterar el balance de la reabsorción-renovación, siendo la reabsorción quien predomina, y la pérdida neta de hueso se presenta, denominándose osteoporosis (Riancho & González, 2004).

El calcio y el magnesio están estrechamente ligados al proceso de renovación ósea, y en otros mecanismos del cuerpo; es la razón por la que se considera la osteoporosis para esta investigación. En esta sección se hace descripción de la morbilidad por osteoporosis,

considerando la tasa bruta de morbilidad y el índice estandarizado de morbilidad. Estos datos son a nivel cantonal, para el periodo del 2007 al 2013.

#### **5.1.7.1 Morbilidad para Osteoporosis a Nivel Nacional**

La morbilidad para la Osteoporosis se realiza en la presente sección; los datos se muestran por medio de gráfico del anexo N°134, complementándose con el mapa del anexo N°155. El periodo que se abarca es del 2007 al 2013, para los 81 cantones de Costa Rica. La población que se considera para este padecimiento en la presente investigación, son solamente las mujeres.

Según el anexo N°134 la provincia de San José es la que tiene las tasas brutas de morbilidad más elevadas para la osteoporosis; y al recurrir al mapa del anexo N°155 se observan cuatros rangos de tasas brutas de morbilidad, y la mayor parte del país pertenece al primer rango.

En la provincia de San José, el cantón de Tibás (Cód.113) tiene la tasa bruta de morbilidad más elevada a nivel nacional, siendo el único cantón del país en el cuarto rango del mapa del anexo N°155. Los cantones de Puriscal (Cód.104), Escazú (Cód.102), Montes de Oca (Cód.115), y San José (Cód.101) son los siguientes, con las tasas de morbilidad más elevadas a nivel nacional, y son los únicos que conforman el tercer rango.

Con tasas brutas de morbilidad entre 1,22 a 2,42 por cada mil habitantes (segundo rango) en la provincia de San José la poseen: Mora (Cód.107), Moravia (Cód.114), Acosta (Cód.112), Curridabat (Cód.118), Goicoechea (Cód.108), Alajuelita (Cód.110), Desamparados (Cód.103), Aserrí (Cód.106), y Vázquez de Coronado (Cód.111). Los cantones de la provincia pertenecen al primer rango, entre ellos el cantón de Pérez Zeledón (Cód.119), el cual tiene la tasa bruta de morbilidad más baja para la provincia con 0,55 por cada mil habitantes.

En la provincia de Alajuela los cantones que se encuentran en segundo rango son: Valverde Vega (Cód.212), Naranjo (Cód.206), Grecia (Cód.203) y San Mateo (Cód.204), siendo este último, el que tiene la tasa bruta de morbilidad más elevada en dicha provincia; mientras que la menor es en el cantón de Guatuso (Cód.215) con 0,25 por cada mil habitantes, y al igual que los cantones restantes, pertenece al primer rango.

En la provincia de Cartago todos sus cantones se encuentran en el primer rango, la tasa bruta de morbilidad más baja para la provincia es en el cantón de Paraíso (Cód.302) con 0,42 por cada mil habitantes; y la más elevada es el cantón de Alvarado (Cód.306) con 1,44 por cada mil habitantes.

En la provincia de Heredia, los cantones de Santo Domingo (Cód.403), Heredia (Cód.401), y Flores (Cód.408) se encuentran en el segundo rango; los cantones restantes están en el primer rango. Para la provincia la tasa más elevada es Flores (Cód.408) con 1,75 por cada mil habitantes; y la más baja Santa Bárbara (Cód.404) con 0,33 por cada mil habitantes.

El cantón de Hojancha (Cód.511) de la provincia de Guanacaste, tiene la tasa bruta de morbilidad más elevada para la provincia con 1,95 por cada mil habitantes; y es el único cantón de Guanacaste que se ubica en el segundo rango del anexo N°134; los cantones restantes están en el primer rango, siendo el cantón de La Cruz (Cód.510) que tiene la tasa bruta de morbilidad más baja, con un 0,18 por cada mil habitantes.

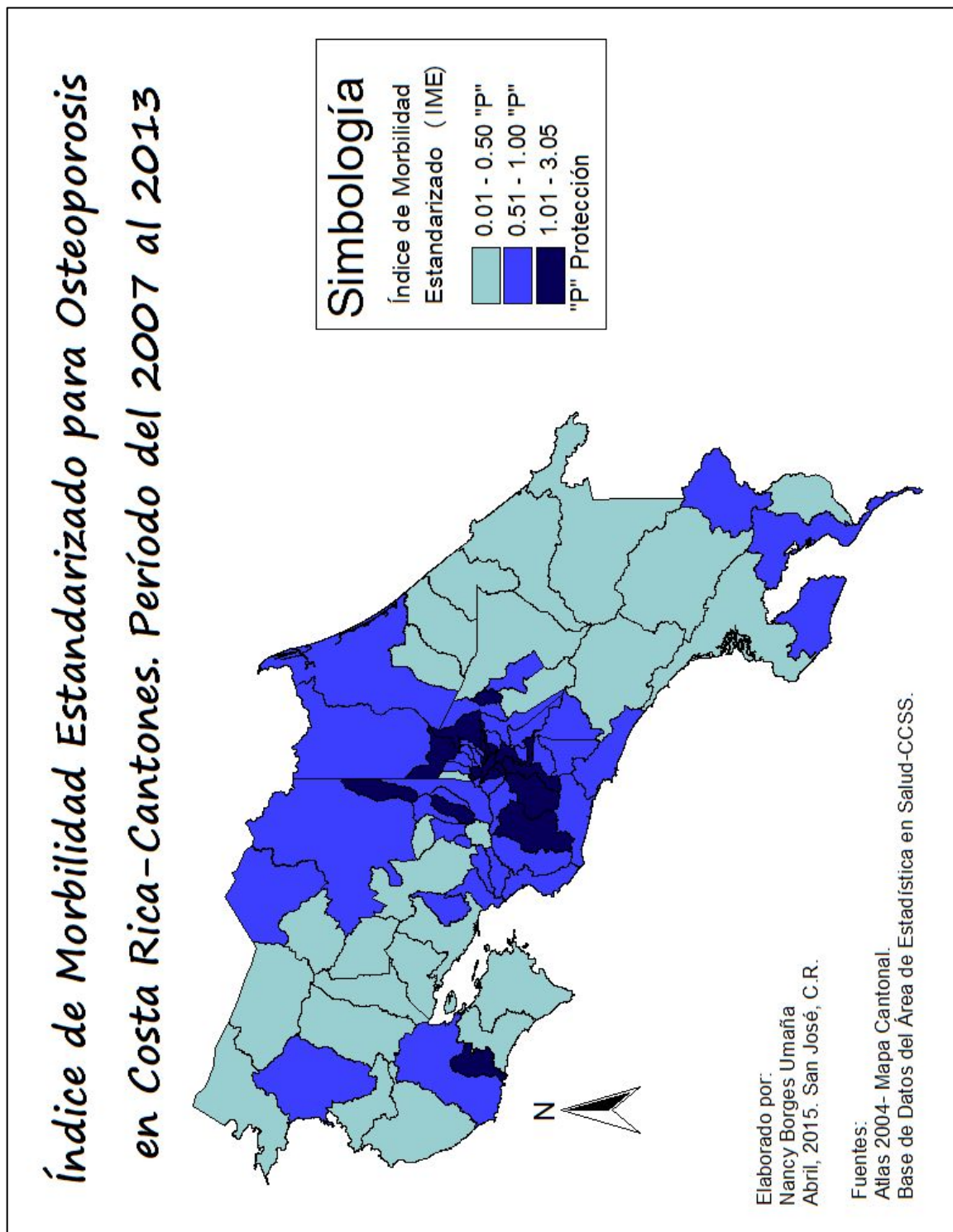
El cantón con la tasa bruta de morbilidad más elevada en la provincia de Puntarenas es Montes de Oro (Cód.604) con un 0,94 por cada mil habitantes; y la más baja es la de Buenos Aires (Cód.603) con un 0,22 por cada mil habitantes; por ende todos los cantones de esta provincia están en el primer rango.

Las tres tasas brutas de morbilidad más bajas del país a causa de osteoporosis pertenecen a la provincia de Limón, siendo la más baja para Talamanca (Cód.704) con 0,06 por cada mil habitantes; la tasa más alta de la provincia es de Pococí (Cód.702) con 0,78 por cada mil habitantes.

#### **5.1.7.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteoporosis a Nivel Nacional**

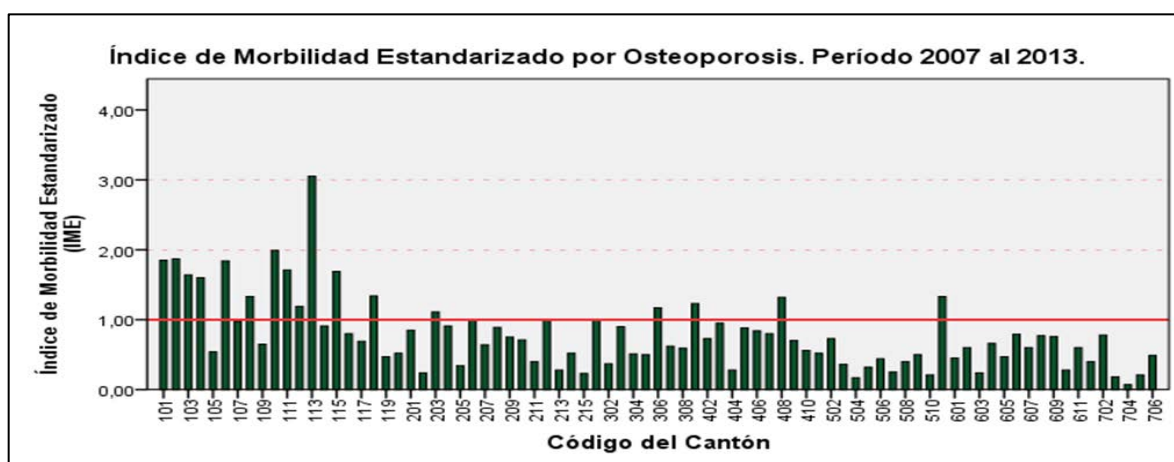
En esta sección se describe el índice de morbilidad estandarizado para la Osteoporosis; contemplando el periodo del 2007 al 2013, para cada cantón de Costa Rica. Los límites superiores e inferiores se encuentran en el anexo N°163. Los datos se muestran por medio del mapa N°20, el cual distribuye geográficamente a los cantones de acuerdo al IME, que se muestra de manera específica por cantón en el gráfico N°28. A continuación el mapa N°20:

-Mapa N°20: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteoporosis, en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el mapa N°20 se observa que la mayoría de los cantones tienen protección para la Osteoporosis; para detallar en el IME de cada cantón se adjunta el gráfico N°28.

-Gráfico N°28: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteoporosis. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

En el gráfico N°28 y en el mapa N°20 muestran a la provincia de San José con la mayoría de los cantones que no cuentan con protección hacia la osteoporosis. El IME más elevado es Tibás (Cód.113) el cual presenta casos de morbilidad de un poco más de tres veces con respecto a los casos esperados.

Los demás IME más elevados también pertenecen a la provincia de San José, entre ellos: Acosta (Cód.112), Goicoechea (Cód.108), Curridabat (Cód.118), Puriscal (Cód.104), Desamparados (Cód.103), Montes de Oca (Cód.115), Vázquez de Coronado (Cód.111), Aserri (Cód.106), San José (Cód.101), Escazú (Cód.102), y Alajuelita (Cód.110). Los demás cantones de la provincia de San José tienen protección.

En la provincia de Alajuela, el mapa N°20 muestra solamente al cantón de Grecia (Cód.203) sin protección, y los restantes cantones tienen el IME inferior a 1,00, siendo Guatuso (Cód.215) el que tiene el más bajo para la provincia con un 0,23.

En la provincia de Cartago, el cantón de Alvarado (Cód.306) tiene más casos de morbilidad por osteoporosis con respecto a los casos estimados estadísticamente. Los cantones restantes tienen protección; teniendo el IME más bajo de la provincia, el cantón de Paraíso (Cód.302).

Los cantones de Heredia (Cód.401) y Flores (Cód.408) no tienen protección con respecto a la osteoporosis; el resto de los cantones de la provincia se encuentran con protección. El IME más bajo de la provincia es en Santa Bárbara (Cód.404) con un 0,28.

Todos los cantones de la provincia de Guanacaste tienen protección, con la excepción de Hojancha (Cód.511) el cual tiene más casos de morbilidad en aproximadamente un 33 % de más en relación a los casos esperados. El IME más bajo de la provincia es en Bagaces (Cód.504) con un 0,17.

Para la provincia de Puntarenas, el IME más elevado es en Aguirre (Cód.606) con un 0,79; y el más bajo en Buenos Aires (Cód.603) con un 0,24. Lo que significa que todos los cantones de dicha provincia, se encuentran con protección.

Todos los cantones de la provincia de Limón presentan menos casos de osteoporosis de los esperados estadísticamente; el cantón de Talamanca (Cód.704) con un 0,07 es el IME más bajo a nivel nacional.

#### **5.1.8 Patrones espaciales según morbilidad para Osteopenia**

La disminución de densidad ósea, se le considera osteopenia si no es tan severa como en el caso de la osteoporosis. Para ello, se determina la puntuación T, o T-score o índice T, lo cual permite una comparación del valor medio máximo de la madurez del esqueleto, y la desviación estándar (DE); el índice T es la diferencia en número de DE con respecto al valor del pico de masa ósea (Riancho & González, 2004).

La Organización Mundial de la Salud, ha considerado T- score para determinar ausencia de enfermedad o no; además de graduar la severidad de la desmineralización analizando el riesgo de fractura regional y general. Para ellos se establecieron 4 categorías (Riancho & González, 2004):

-Normal: Puntuación T es superior a -1 DE.

-Osteopenia: Puntuación T esta entre -1 DE y -2,5 DE.

-Osteoporosis: Puntuación T es igual o inferior a -2,5 DE.

-Osteoporosis establecida (severa): Puntuación T es igual o inferior a -2,5 DE y hay presencia de fractura.

En la presente investigación, los datos que se manejan son los casos ya diagnosticados como osteopenia, con el propósito de dar una descripción por medio de la tasa bruta de morbilidad y el índice estandariza de morbilidad, para cada uno de los 81 cantones del país costarricense.

#### **5.1.8.1 Morbilidad para Osteopenia a Nivel Nacional**

En esta sección se hace descripción de la morbilidad por medio de la tasa bruta de morbilidad por cada mil habitantes por causa de osteopenia, para cada uno de los 81 cantones de Costa Rica, durante el periodo 2007 al 2013. Los datos se ven reflejados en el gráfico del anexo N°135, y se complementa con el mapa del anexo N°156.

Según los anexos N°135 y N°156 en la provincia de San José, 12 cantones tienen la tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes; con tasas entre 0,01 a 0,07 por cada mil habitantes (segundo rango del mapa del anexo N°156) se aprecian los cantones de Alajuelita (Cód.110), Goicoechea (Cód.108), Aserrí (Cód.106), Mora (Cód.107), y San José (Cód.101). En el tercer rango, con tasas entre 0,08 a 0,14 por cada mil habitantes son: Tibás (Cód.113), Pérez Zeledón (Cód.119), y Desamparados (Cód.103).

En la provincia de Alajuela se encuentran las tasas brutas de morbilidad más altas a nivel nacional; Los Chiles (Cód.214) es el cantón con la tasas más elevada a nivel nacional al tener sus tasa entre 0,22 a 0,28 por cada mil habitantes. Valverde Vega (Cód.212) tiene su tasa entre 0,15 a 0,21 por cada mil habitantes; en el tercer rango están los cantones de Guatuso (Cód.215) y Naranjo (Cód.206); en el segundo rango: San Ramón (Cód.202), San Carlos (Cód.210), Grecia (Cód.203) y Alajuela (Cód.201); los demás cantones tienen la tasa bruta de 0 por cada mil habitantes.

En la provincia de Cartago, los cantones de Turrialba (Cód.305), Paraíso (Cód.302) La Unión (Cód.303), y Oreamuno (Cód.307) tienen sus tasas brutas de morbilidad en el segundo rango del mapa del anexo N°156. Los demás cantones tienen la tasa de 0 por cada mil habitantes.

Los Cantones de la provincia de Heredia en el segundo rango son: Heredia (Cód.401), San Rafael (Cód.405), Santo Domingo (Cód.403) y Santa Bárbara (Cód.404); los restantes cantones tienen su tasa bruta de 0 por cada mil habitantes.

El cantón con la tasa de morbilidad más elevada para la provincia de Guanacaste es Carrillo (Cód.505) con 0,11 por cada mil habitantes; el cual se ubica en el tercer rango; en este mismo rango se ubica también Nicoya (Cód.502); en el segundo rango están Liberia (Cód.501) y Santa Cruz (Cód.503). Los restantes cantones de la provincia, se encuentran con la tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes.

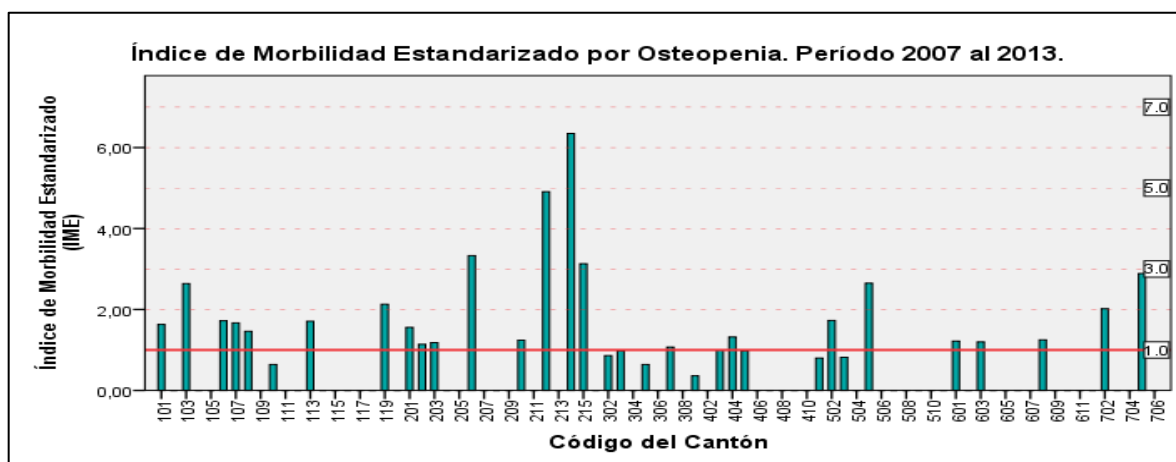
En la provincia de Puntarenas, los cantones de Buenos Aires (Cód.603), Coto Brus (Cód.608) y Puntarenas (Cód.601) son los únicos de la provincia que no tiene su tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes; sin embargo estos tres cantones tienen la tasa entre los 0,01 a 0,07 por cada mil habitantes.

En la provincia de Limón la mayor tasa de morbilidad por osteopenia es en el cantón de Matina (Cód.705) con 0,11 por cada mil habitantes, ubicándose en el tercer rango junto con Pococí (Cód.702). Los demás cantones tienen la tasa de 0 por cada mil habitantes.

#### 5.1.8.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteopenia a Nivel Nacional

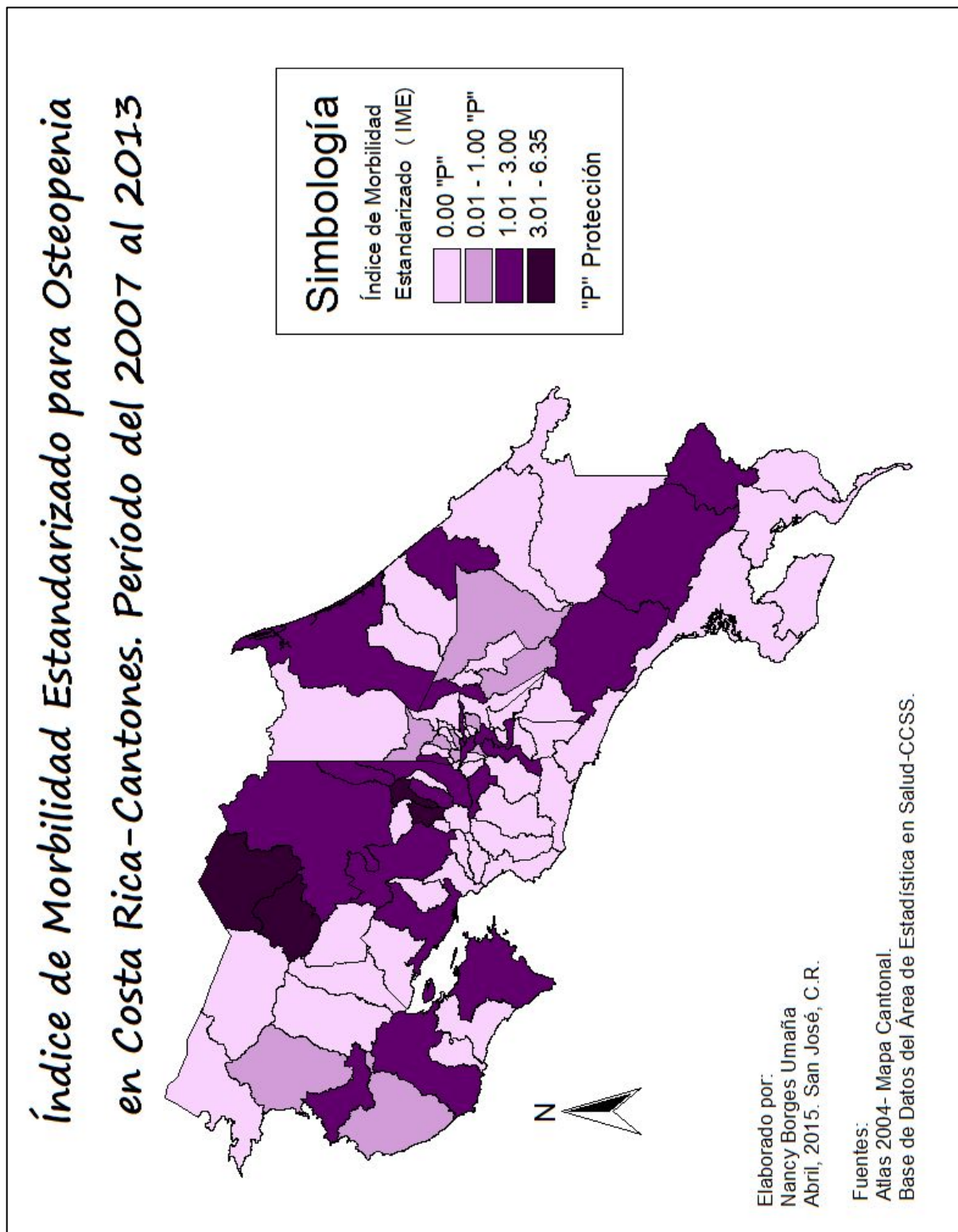
El IME para la osteopenia para los 81 cantones, en el periodo del 2007 al 2013, se describe en la presente sección, por medio del mapa N°21 se muestra la distribución geográfica según el IME, y el gráfico N°29 indica los cantones que tienen protección o no. Los límites superiores e inferiores se disponen en el anexo N°164. A continuación se adjunta el gráfico N°29, y de forma seguida el mapa N°21.

Gráfico N°29: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteopenia. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

-Mapa N°21: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteopenia en Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En la provincia de San José, 12 cantones tienen protección; sin protección se muestra a Goicoechea (Cód.108), San José (Cód.101), Mora (Cód.107), Tibás (Cód.113), Aserrí (Cód.106), Pérez Zeledón (Cód.119), y Desamparados (Cód.103) en el tercer rango del mapa N°21. Los cantones de Pérez Zeledón y Desamparados tienen los IME más elevados para la provincia, al presentar un poco más del doble de los casos que se esperan.

Los IME más elevados a nivel nacional son el cantón de Guatuso (Cód.215), al presentar un poco más del triple de los casos de morbilidad en relación a los casos que se esperan; Naranjo (Cód.206) con aproximadamente un 333% más casos de los esperados; Valverde Vega (Cód.212) con casi cinco veces mayor los casos de morbilidad con respecto a los casos que esperan estadísticamente; y con el IME más elevado del país es el cantón de Los Chiles, con más de seis veces los casos esperados.

Los otros cantones que no tienen protección de la provincia de Alajuela son San Ramón (Cód.202), Grecia (Cód.203), San Carlos (Cód.210) y Alajuela (Cód.201), y según el mapa N°21 se ubican en el tercer rango. Mientras que los restantes cantones de Alajuela tienen protección, al tener todos un IME de 0.

Para las provincias de Cartago y Heredia, en cada una, solamente un cantón no tiene protección, siendo Oreamuno (Cód.307) de Cartago, y Santa Bárbara (Cód.404) de Heredia los que presentan más casos con respecto a los casos que se esperan. Los demás cantones de ambas provincias tienen protección.

En la provincia de Guanacaste la mayoría de los cantones tienen protección; con las excepciones de Nicoya (Cód.502) al tener un exceso de casos de aproximadamente un 73 % con respecto a los casos que se estiman para dicho cantón; y Carrillo (cód.505) por tener una morbilidad de más de dos veces y medio con relación a los casos esperados.

En la provincia de Puntarenas solamente los cantones de Buenos Aires (Cód.603), Puntarenas (Cód.601), y Coto Brus (Cód.608) se ubican en el tercer rango del mapa N°21, y por ende no tienen protección para la morbilidad por osteopenia.

En la provincia de Limón, Pococí (Cód.702) y Matina (Cód.705) no tienen protección, al presentar un poco más del doble de los casos de morbilidad esperados para Pococí, y casi el triple para Matina.

## **5.2 Patrones espaciales según algunas enfermedades a nivel distrital - Provincia de Guanacaste**

En esta sección se hace la descripción de los patrones espaciales, específicamente por distritos para la provincia de Guanacaste, en el periodo del 2007 al 2013, para los padecimientos de cáncer de colon, cáncer de riñón, cáncer de vejiga, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, y osteopenia, los cuales fueron previamente descritos por cantón a nivel nacional.

### **5.2.1 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Cáncer de Colon**

En esta sección se hace descripción del cáncer de colon para los distritos de Guanacaste, en los cuales se considera la tasa bruta de morbilidad y mortalidad, además de los índices estandarizados de morbilidad y mortalidad.

A nivel cantonal previamente se describió que en la provincia de Guanacaste, no tiene las tasas brutas de morbilidad más bajas ni las más altas a nivel nacional, sin embargo los cantones de Liberia, Bagaces, Cañas y Tilarán según el IME-morbilidad no tienen protección. En relación a la mortalidad, los cantones de Liberia, Carrillo, Cañas y Tilarán al considerar sus IME-mortalidad tampoco tienen protección con respecto al cáncer de colon.

#### **5.2.2.1 Morbilidad para el Cáncer de Colon a Nivel Distrital - Guanacaste**

En esta sección se muestran las tasas brutas de morbilidad en los distritos de Guanacaste, dichos datos se representan por medio del gráfico del anexo N°136, en complemento del mapa del anexo N°176.

En el anexo N°136 se muestran muchos distritos con la tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes. Y es el cantón de Tilarán, en donde se encuentran los distritos con las tasas brutas más elevadas.

Todos los cantones tuvieron distritos con tasas brutas de morbilidad de 0 por cada mil habitantes; exceptuando al cantón de Carrillo, el cual sus distritos tienen sus tasas entre 0,01 a 0,75 por cada mil habitantes, menos Filadelfia (Cód.50501) que tiene su tasa ente 0,76 a 1,50 por cada mil habitantes.

Los distritos de los cantones de Abangares, La cruz, y Hojancha, se distribuyen según la tasa bruta de morbilidad entre el segundo (tasas de 0 por cada mil habitantes) y el tercer rango (tasas entre 0,01 a 0,75 por cada mil habitantes). En el tercer rango se ubican: Del cantón de Abangares, los distritos de Sierra (Cód.50702) y Las Juntas (Cód.50701); del cantón de La Cruz, son Santa Cecilia (Cód.51002) y La cruz (Cód.51001); y de Hojancha, solamente el distrito de Hojancha (Cód.51101); todos los demás distritos de estos cantones tienen su tasa bruta de morbilidad por cáncer de colon de 0 por cada mil habitantes.

Los cantones que tienen a sus distritos distribuidos en el segundo, tercer y cuarto rango son Liberia, Nicoya, y Santa Cruz. En el cuarto rango, están los distritos de Liberia (Cód.50101), Samara (Cód.50205), San Antonio (Cód.50203), Nicoya (Cód.50201) y Cartagena (Cód.50305); en el tercer rango, del cantón de Liberia son Nacascolo (Cód.50104), Cañas Dulces (Cód.50102), y Mayorga (Cód.50103); de Nicoya, son Nosara (Cód.50206) y Quebrada Honda (Cód.50204); de Santa Cruz, son los distritos de Veintisiete de Abril (Cód.50303), Santa Cruz (Cód.50301), y Cabo Velas (Cód.50308). Todos los restantes distritos de estos tres cantones, se encuentran en el segundo rango.

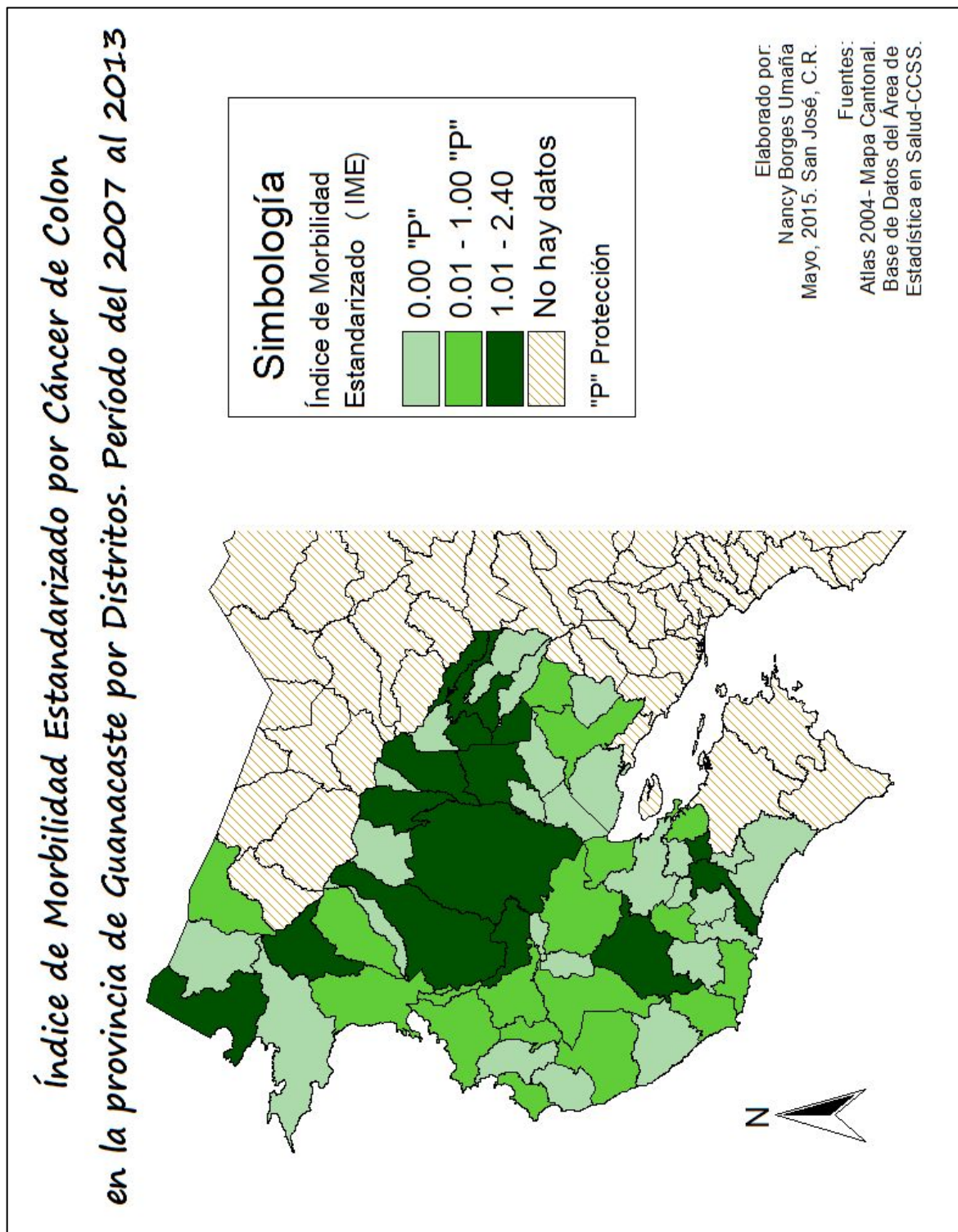
Los cantones de Cañas y Bagaces tienen distritos con tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes, y en el cuarto rango (tasas entre 0,76 a 1,50 por cada mil habitantes). Tienen a los siguientes distritos: Palmira (Cód.50602), Cañas (Cód.50601), Bagaces (Cód.50401) y Fortuna (50402).

Los cantones Tilarán y Nandayure son cantones con tasas brutas de morbilidad extremas, dado que tienen distritos en el segundo rango, pero son los únicos que tienen distritos en el quinto rango (tasas entre 1,51 a 2,25 por cada mil habitantes), los cuales son los siguientes: Arenal (Cód.50807), Líbano (Cód.50805) y Carmona (Cód.50901).

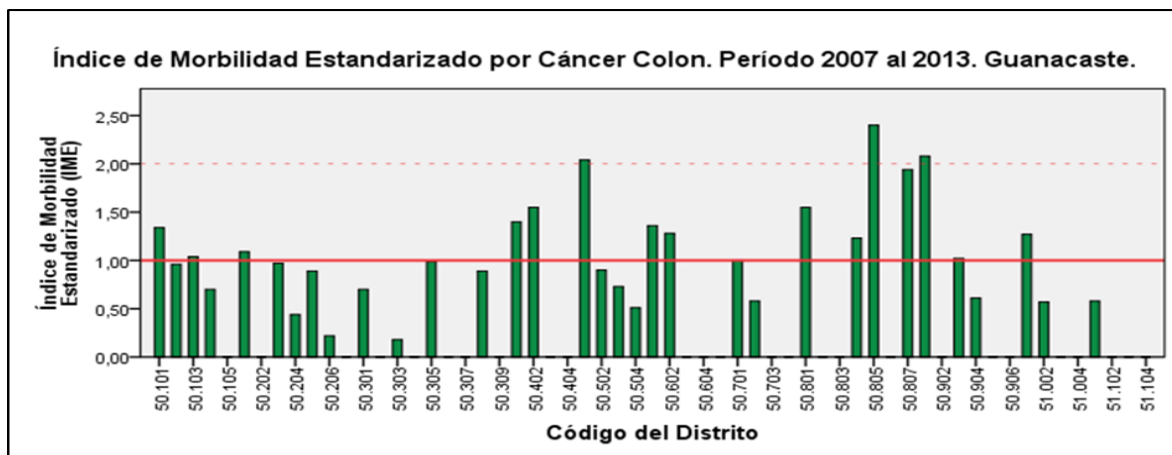
#### **5.2.2.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Colon a Nivel Distrital - Guanacaste**

El IME para el cáncer de colon, específicamente para los distritos de la provincia de Guanacaste, durante el periodo 2007 al 2013, se describe en la presente sección. En el anexo N°157 se encuentra los límites superiores e inferiores. Los IME se presentan por medio del gráfico N°30 y el mapa N°22 los cuales se identifican los distritos que tienen o no protección. A continuación se presenta el mapa N°22, y seguidamente el gráfico N°30; en base a ambos se mencionan los distritos con protección en cada distrito

-Mapa N°22: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Colon en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



-Gráfico N°30: índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

De los 59 distritos de la provincia de Guanacaste, 26 de ellos tuvieron un IME de 0, ubicándose en el primer rango del mapa N°22. El único cantón de la provincia que no tuvo al menos un distrito con un IME de 0 fue Carrillo, sin embargo casi todos sus distritos tienen protección; con la excepción de Filadelfia (Cód.50501) que no tiene protección por tener un IME de 2,04, según se observa en el gráfico N°30, siendo de esta manera el tercer IME más elevado para la provincia.

Los cantones de Santa Cruz, Abangares, y Hojancha tienen a todos los distritos con protección, por tener sus IME entre 0 y 1,00. Situación contraria con el cantón de Tilarán, que tiene IME extremos, dado que los distritos que tienen protección tienen un IME de 0, pero sin protección tiene a Líbano (Cód.50805) que tiene el IME más elevado para la provincia, con más del doble de los casos esperados; los distritos de Santa Rosa (Cód.50804), Tilarán (Cód.50801) y Arenal (Cód.50807) que no tienen protección, también tienen su IME entre los más elevados para Guanacaste.

El distrito de Carmona (Cód.50901) del cantón de Nandayure, tiene el segundo IME más elevado de la provincia, al presentar un poco más del doble de los casos esperados de morbilidad a causa del cáncer de colon. El otro distrito sin protección para el cantón es Zapotal (Cód.50903), el cual tiene un exceso de morbilidad de aproximadamente un 2 %; los distritos restantes de este cantón tienen protección.

Los cantones de Liberia, Nicoya, Bagaces, Cañas, y La Cruz tienen a la mayoría de los distritos con protección según se muestra en el gráfico N°30; sin protección se encuentran los distritos de Mayorga (Cód.50103), Liberia (Cód.50101), Nicoya (Cód.50201), Bagaces (Cód.50401), Fortuna (Cód.50402), Palmira (Cód.50602), Cañas (Cód.50601) y La Cruz (Cód.51001).

### **5.2.2.3 Mortalidad para el Cáncer de Colon a Nivel Distrital - Guanacaste**

En la sección de nivel nacional, la mortalidad para la provincia de Guanacaste no se menciona que en dicha provincia, algún cantón tuviese la tasa bruta de mortalidad entre las más elevadas del país; sin embargo se comenta que el cantón de Tilarán fue el que tuvo la tasa bruta de mortalidad más elevada para dicha provincia.

La mortalidad por causa del cáncer de colon en los distritos de Guanacaste, se describen en esta sección. El gráfico de anexo N°137, y el mapa del anexo N°192 resumen las tasas brutas de mortalidad por cada distrito.

La mayoría de los distritos tuvieron la tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes, siendo estos 43 de los 59 distritos de la provincia de Guanacaste.

El distrito con más fallecimientos por causa del cáncer de colon, es Líbano (Cód.50805) del cantón de Tilarán, el cual es el único distrito de la provincia de Guanacaste, que se ubica en el quinto rango del mapa del anexo N°192. Los distritos de Tilarán (Cód.50801) y Santa Rosa (Cód.50804) se ubican en el mapa en los rangos tercero y cuarto respectivamente. Los demás distritos de dicho cantón, tienen su tasa de mortalidad de 0 por cada mil habitantes.

La segunda tasa de mortalidad más alta para la provincia de Guanacaste, es del distrito de Cartagena (Cód.50305) del cantón de Santa Cruz el cual se ubica en el cuarto rango. Sin embargo en el cuarto, se ubican también los distritos de Filadelfia (Cód.50501) del cantón de Carrillo, y San Pablo (Cód.50904) del cantón de Nandayure.

Los otros distritos del cantón de Santa Cruz tienen la tasa bruta de mortalidad de 0 por cada mil habitantes, con las excepciones de Santa Cruz (Cód.50301) y Cabo Velas (Cód.50308) que sus tasas brutas de mortalidad se ubican en el tercer rango del mapa del anexo N°192.

Los otros distritos que se ubican en el tercer rango del mapa del anexo N°192, aparte de los distritos que ya se han mencionado, son: Del cantón de Bagaces, los distritos de Bagaces (Cód.50401) y Fortuna (Cód.50402); del cantón de Nicoya, los distritos de Nicoya (Cód.50201) y Nosara (Cód.50206); de Carrillo, el distritos de Sardinal (Cód.50503); del cantón de Liberia, Liberia (Cód.50101); de Cañas, el distrito de Cañas (Cód.50601); y del cantón de Abangares, Colorado (Cód.50704).

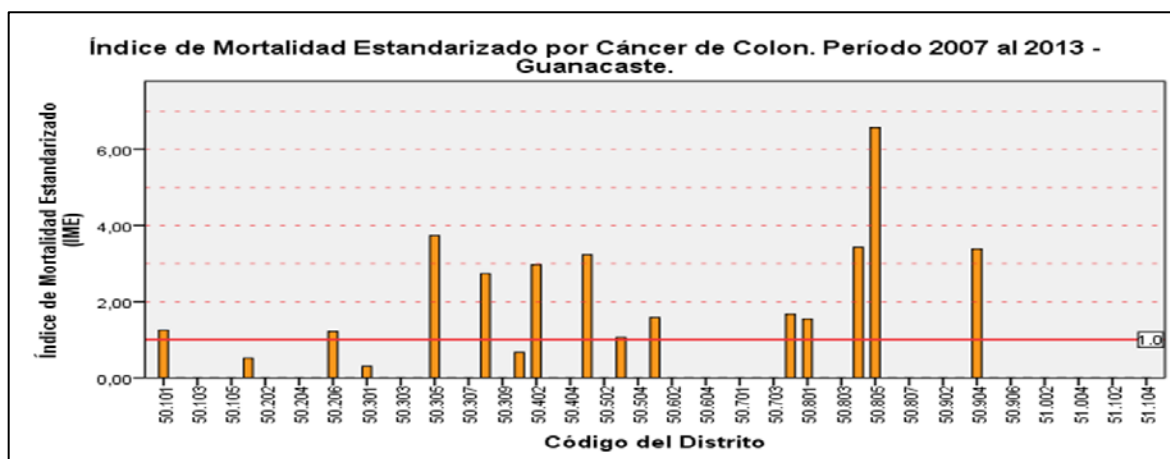
Los demás distritos de la provincia de Guanacaste, tienen su tasa bruta de mortalidad a causas del cáncer de riñón de 0 por cada mil habitantes, con la particularidad con el cantón de Hojancha y La Cruz tuvieron todos sus distritos en este segundo rango.

#### 5.2.2.4 Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Colon a Nivel Distrital Guanacaste

El índice de mortalidad estandarizado para el cáncer de colon en los distritos de la provincia de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013, se describe en esta sección. Los límites superiores e inferiores se encuentran el anexo N°197.

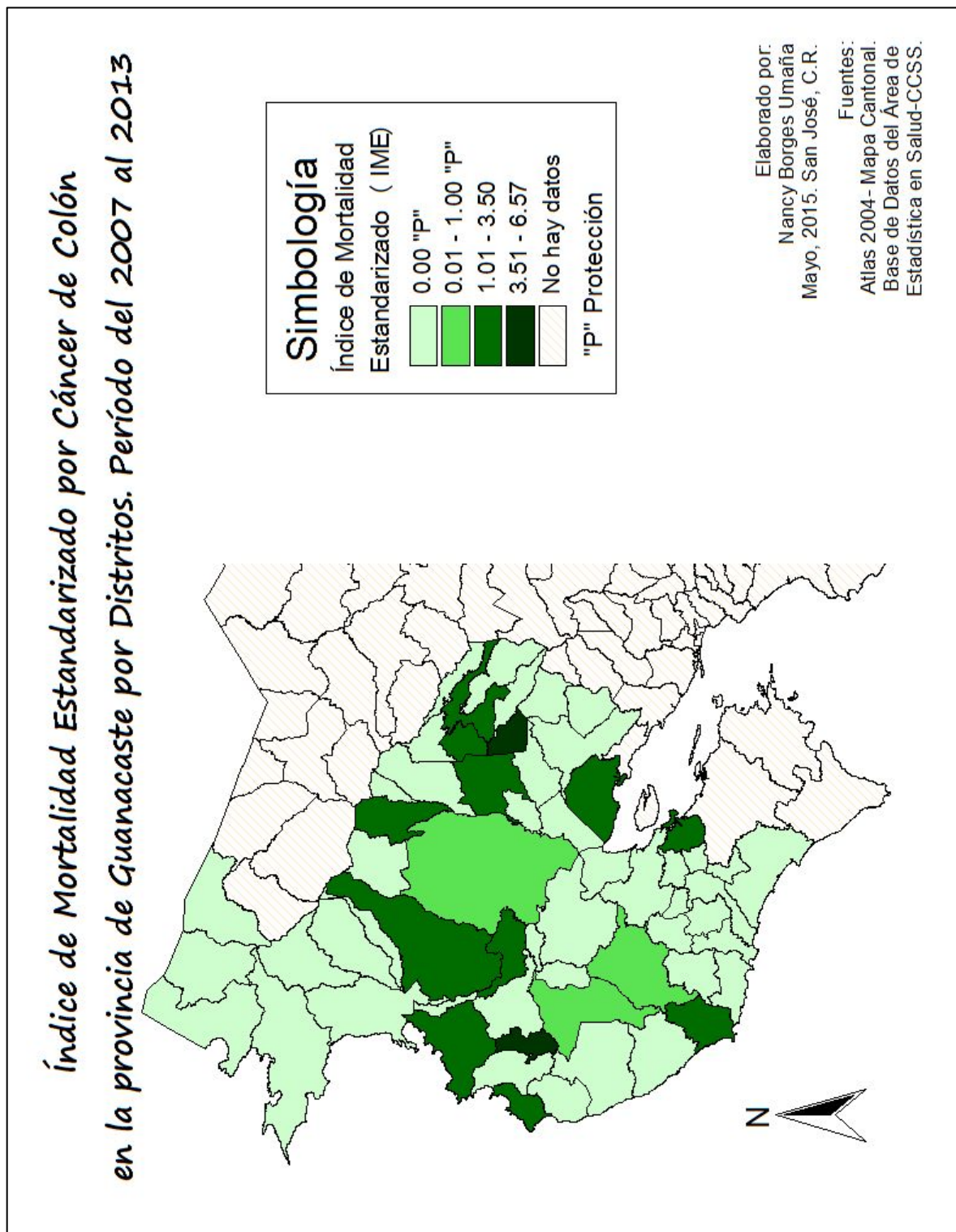
Los IME se muestran por medio del gráfico N°31 y el mapa N°23, los cuales indican los distritos que tienen protección no por mortalidad por causa del cáncer de colon. A continuación se adjunta el gráfico N°31, y de forma seguida el mapa N°23.

-Gráfico N°31: Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

-Mapa N°23: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Colon en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el mapa N°23 y el gráfico N°31 se muestra que la mayoría de los distritos tienen protección al tener un IME de 0, otros distritos tienen protección, pero su IME es superior a 0,00 y menos a 1,00; y otros no tienen protección, y aunque son muy pocos estos distritos, tienen IME muy altos. El cantón de Hojancha tiene a todos los distritos (Del cód. 51101 al cód.51104) con protección al contar con el IME de 0,00; igualmente sucede con el cantón La Cruz y todos sus distritos (Del cód.51001 al cód.51004).

Caso contrario es lo que sucede con el cantón de Santa Cruz, distrito de Cartagena (Cód.50305), el cual tiene el segundo IME más elevado de la provincia, indicando que los fallecimientos por causa del cáncer de colon son casi cuatro veces más, con respecto a los casos esperados, ubicándose el cuarto rango del mapa N°23. En este cuarto rango solamente hay dos distritos, el otro distrito corresponde a Líbano (Cód.50805) el cual posee el IME más elevado de la provincia de Guanacaste, con más de seis veces los casos de mortalidad, en relación a los que se esperan estadísticamente.

En conjunto con el distrito de Cartagena, el distrito de Cabo Velas (Cód.50308) tampoco tiene protección para la mortalidad por cáncer de colon, al presentar según su IME, una mortalidad de aproximadamente tres veces más con respecto a los casos esperados para dicho distrito. Los demás distritos del cantón de Santa Cruz, tienen protección al tener un IME inferior a 1,00, tal como se observa en el mapa N°23.

En el cantón de Tilarán, tal como se mencionó previamente, el distrito de Líbano no tiene protección; sin embargo en este mismo cantón, los distritos de Tilarán (Cód.50801) y Santa Rosa (Cód.50804) tampoco cuentan con protección, ubicándose en el tercer rango. Los demás distritos de dicho cantón cuentan con protección por tener un IME de 0,00.

En el gráfico N°31, se observa que el cuarto IME más elevado para la provincia de Guanacaste, es el distrito de San Pablo (Cód.50904) del cantón de Nandayure, con una mortalidad de más de tres veces con respecto a la esperada. Sin embargo es el único distrito del cantón de Nandayure que no tiene protección, dado que los demás distritos tienen un IME de 0,00.

Los cantones de Liberia, Nicoya, Bagaces, Cañas, y Abangares también tienen cada uno un distrito sin protección, siendo estos Liberia (Cód.50101), Nosara (Cód.50206), Fortuna (Cód.50402), Cañas (Cód.50601), y Colorado (Cód.50704). Los demás distritos de estos cantones tienen protección.

## **5.2.2 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Cáncer de Riñón**

Por medio de la tasa bruta de morbilidad y mortalidad, además de los índices estandarizados de morbilidad y mortalidad, se hace descripción en esta sección del cáncer de riñón para los distritos de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013.

En la provincia de Guanacaste se mencionó previamente que a nivel cantonal las tasas brutas de morbilidad más bajas se encontraron en los cantones de Bagaces, Tilarán y Hojanca, y con respecto al IME-morbilidad se encuentran con protección; situación contraria con Nandayure, que tuvo la tasa bruta de morbilidad más alta a nivel provincial, y se le considera sin protección al igual que los cantones de La Cruz, Cañas, y Liberia. Con Respecto a la mortalidad por cáncer de riñón, a nivel cantonal se describió que el cantón de Cañas tiene una de las tasas brutas de mortalidad más elevadas del país, y se considera sin protección, misma situación con Carrillo y Liberia.

### **5.2.2.1 Morbilidad para el Cáncer de Riñón a Nivel Distrital - Guanacaste**

En esta sección se muestran las tasas brutas de morbilidad en los distritos de Guanacaste para el cáncer de riñón, durante el periodo del 2007 al 2013. Dichos datos se representan por medio del gráfico del anexo N°138, y en complemento del mapa del anexo N°177.

Según el anexo N°138 la mayoría de los distritos tienen una morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes; según el mapa del anexo N°177, esos distritos son 48 de los 59 distritos de la provincia de Guanacaste. Entre ellos los distritos (Del cód.50401 al cód.50404) del cantón de Bagaces, los distritos (Del cód.50801 al cód.50807) del cantón de Tilarán, y los distritos (Del cód.51101 al cód.51104) del cantón de Hojanca, tienen dicha tasa bruta de morbilidad a causa del cáncer de riñón.

Los cantones que tienen la mayoría de sus distritos en el segundo rango del mapa del anexo N°177, y solamente un distrito se ubica en el tercer rango, son los cantones de Carrillo, con el distrito de Belén (Cód.50504) en el tercer rango; y el cantón de Abangares, con el distrito de Las Juntas (Cód.50701).

El tercer rango del mapa del anexo N°177, solamente se conforma por tres distritos, los que recién se mencionaron, y el distrito de Nicoya (Cód.50201) del cantón de Nicoya; sin embargo, el cantón de Nicoya tiene la variación con respecto a los cantones de

Abangares y Carrillo, en que además tiene un distrito ubicado en el cuarto rango del mapa del anexo N°177, siendo este, el distrito de San Antonio (Cód.50203); los distritos restantes del cantón de Nicoya tienen por lo tanto su tasa bruta de morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes.

Los cantones de Liberia, Santa Cruz, Cañas y La Cruz, según se observa en el mapa del anexo N°177 la mayoría de sus distritos tienen la tasa bruta de morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes; y las excepciones son los distritos de Liberia (Cód.50101), Santa Cruz (Cód.50301), Cabo Velas (Cód.50308), Cañas (Cód.50601), y La Cruz (Cód.51001) que se encuentran en el cuarto rango.

En el anexo N°131 se aprecia que las tasas brutas de morbilidad por causa del cáncer de riñón más elevadas para la provincia de Guanacaste, pertenecen al cantón de Nandayure; siendo el distrito de Carmona (Cód.50901) la que posee la segunda más alta; mientras que el distrito de Bejuco (Cód.50906) tiene la tasa bruta de morbilidad más elevada por este padecimiento en dicha provincia. Estos dos distritos son los únicos que conforman el quinto rango del mapa del anexo N°177, el cual también muestra que los restantes distritos del cantón de Nandayure pertenecen al segundo rango, con su tasa bruta de morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes.

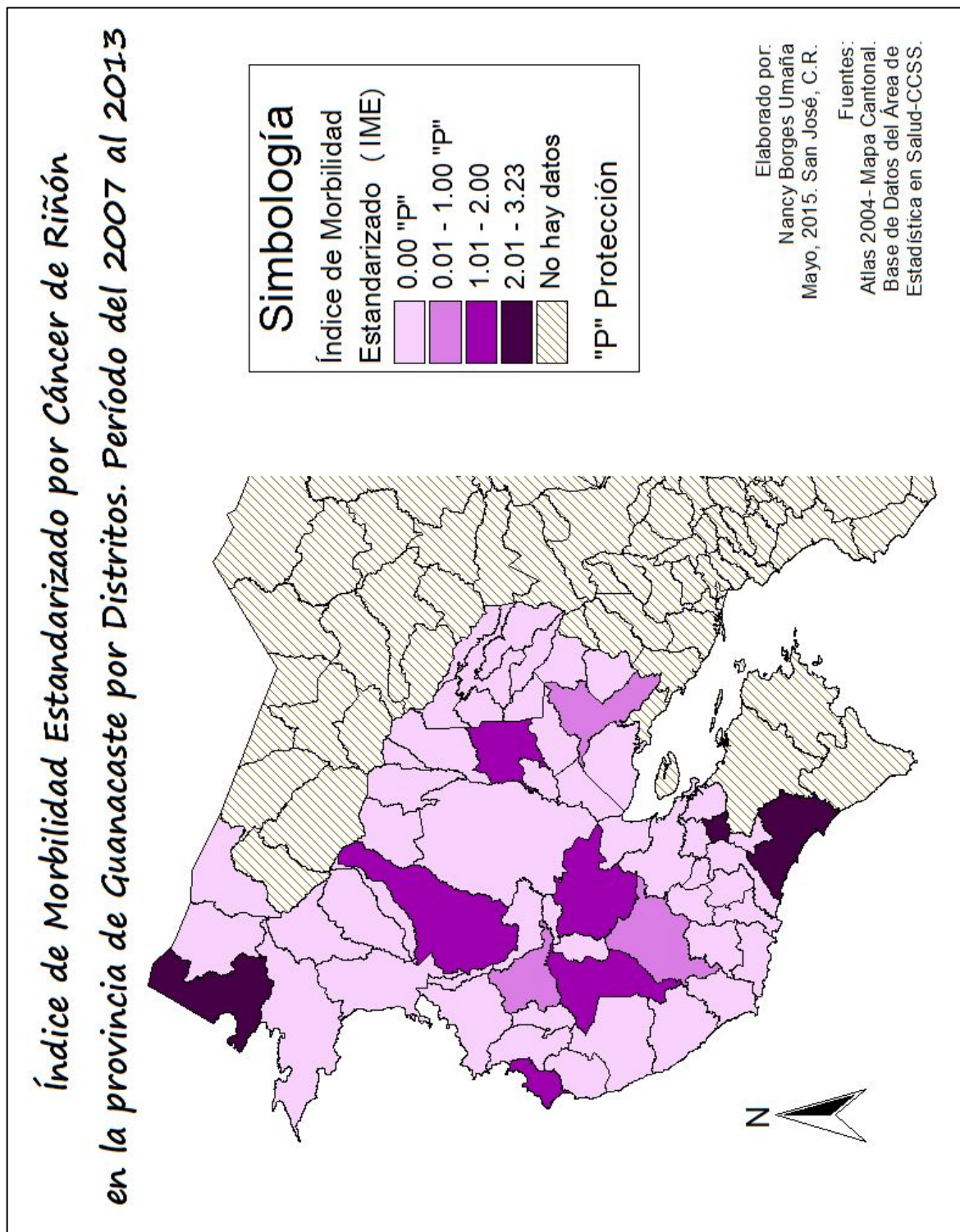
#### **5.2.2.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Riñón a Nivel Distrital - Guanacaste**

La descripción del índice de morbilidad estandarizado para el cáncer de riñón se realiza en la presente sección. Abarcando el periodo del 2007 al 2013, específicamente en los distritos de la provincia de Guanacaste. Los límites superiores e inferiores están disponibles en el anexo N°185.

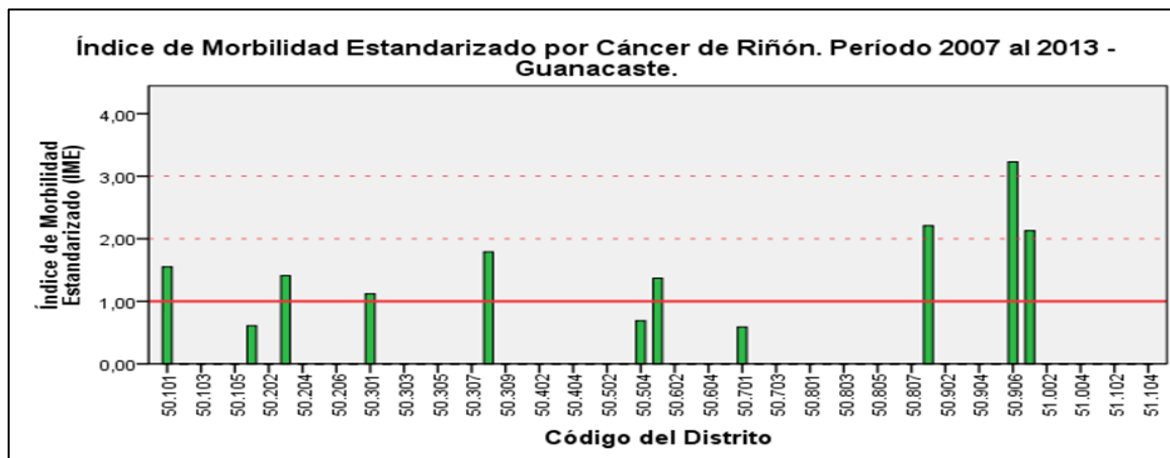
Los IME se presentan en esta sección por medio del gráfico N°32 y el mapa N°24. En el gráfico N°32, se identifican los distritos con protección al poseer un IME igual o inferior a 1,00. El mapa N°24 muestra la distribución geográfica según el IME para cada distrito.

A continuación se presenta el mapa N°24, y seguidamente se adjunta el gráfico N°32.

-Mapa N°24: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Riñón en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



-Gráfico N°32: Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

El gráfico N°32 en complemento con el mapa N°24, se evidencia que la mayoría de los distritos de la provincia de Guanacaste tienen protección con respecto a la morbilidad causa del cáncer de riñón.

Los cantones con todos sus distritos ubicados en el primer rango del mapa N°24, son Bagaces (Del cód.50401 al cód.50404), Tilarán (Del cód.50801 al 50807), y Hojancha (Del cód.51101 al cód.51104). Según el gráfico N°32, los cantones de Carrillo (Del cód.50501 al cód.50504), y Abangares (Del cód.50701 al cód.50704) también tienen todos los distritos con protección, con la única variación que tiene un cantón en el segundo rango, siendo estos Belén (Cód.50504) y Las Juntas (Cód.50701).

En el mapa N°24, se aprecia que en el segundo rango solamente tres distritos se ubican allí, los dos ya se mencionaron previamente, y el distrito de Nicoya (Cód.50201) del cantón de Nicoya.

En el cantón de Nicoya, también hay un distrito que se ubica en el tercer rango del mapa N°24, por lo tanto se indica que no tiene protección con respecto a la morbilidad a causa del cáncer de riñón. Este distrito es San Antonio (Cód.50203) el cual excede en casos de morbilidad en aproximadamente un 41 % con respecto a los casos que se esperaría estadísticamente para dicho distrito. Los demás distritos del cantón, se muestra en el gráfico N°32 con un IME de 0,00.

Los cantones de Liberia, Santa Cruz, y Cañas tienen la mayoría de los distritos con protección al tener un IME de 0,00; sin embargo tienen distritos en el cuarto rango, el cual no tiene protección.

Del cantón de Liberia, es el distrito de Liberia (Cód.50101) que presenta un poco más de la mitad de casos en exceso por morbilidad por cáncer de riñón, con respecto a los casos que se esperarían para dicho distrito; del cantón de Santa Cruz, son los distritos de Santa Cruz (Cód.50301) y Cabo Velas (Cód.50308) los cuales presentan aproximadamente un 12 % y un %79 respectivamente, de casos adicionales a los que se esperaban para dichos distritos; y por último el cantón de Cañas, con el distrito del mismo nombre (Cód.50601) tiene una morbilidad mayor de la esperada.

Los IME más elevados para la provincia de Guanacaste son de los distritos de La Cruz (Cód.51001) del cantón de La Cruz; y Carmona (Cód.50901) junto con Bejuco (Cód.50906) del cantón de Nandayure. Según se indica en el gráfico N°32, el distrito de Bejuco tiene el IME más elevado de la provincia, por presentar más del triple de los casos esperados de morbilidad por causa del cáncer de riñón. Los restantes distritos de estos cantones, tienen protección al tener un IME de 0,00.

### **5.2.2.3 Mortalidad para el Cáncer de Riñón a Nivel Distrital - Guanacaste**

La mortalidad en la provincia de Guanacaste a nivel cantonal, por causa del cáncer de riñón, se indica que en la mayoría de los cantones tiene la tasa bruta de 0,00 por cada mil habitantes; sin embargo el cantón de Cañas tiene la tercera tasa por mortalidad más alta a nivel nacional, lo cual se refleja en su IME, que indica que en dicho cantón la mortalidad es de 4 veces más de la esperada.

La mortalidad para el cáncer de riñón en la provincia de Guanacaste, se describe en esta sección por medio del gráfico del anexo N°139 y el mapa del anexo N°193, se presenta la mortalidad por causa del cáncer de riñón en los distritos de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013.

La mayoría de los distritos tienen la tasa bruta de mortalidad a causa del cáncer de riñón de 0,00 por cada mil habitantes. Los cantones de Santa Cruz (De cód.50301 al cód.50309), Bagaces (Del cód.50401 al cód.50404), Abangares (Del cód.50701 al cód.50704), Tilarán (Del cód.50801 al cód.50807), Nandayure (Del cód.50901 al

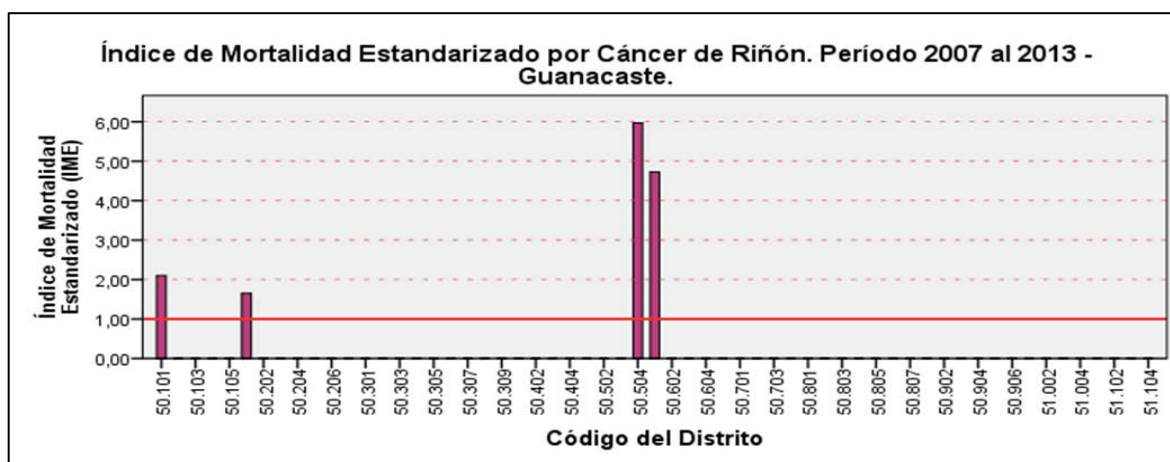
cód.50906), La Cruz (Del cód.51001 al cód.51004), y Hojanca (Del cód.51101 al cód.51104), tienen todos los distritos con dicha tasa de mortalidad.

Solamente cuatro distritos tienen una tasa diferente de 0,00 por cada mil habitantes, en donde el mapa del anexo N°193 muestra que se agrupan en dos rangos, la tasa de dos de los distritos es duplicada por la tasa de los otros dos distritos. Con las tasas más elevadas por mortalidad del cáncer de riñón en la provincia de Guanacaste, se encuentra del cantón de Cañas, el distrito de Cañas (Cód.50601), y del cantón de Carrillo, el distrito de Belén (Cód.50504); estos dos distritos duplican las tasas brutas de mortalidad del distrito de Liberia (Cód.50101) del cantón de Liberia, y el distrito de Nicoya (Cód.50201) del cantón de Nicoya.

#### 5.2.2.4 Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Riñón a Nivel Distrital - Guanacaste

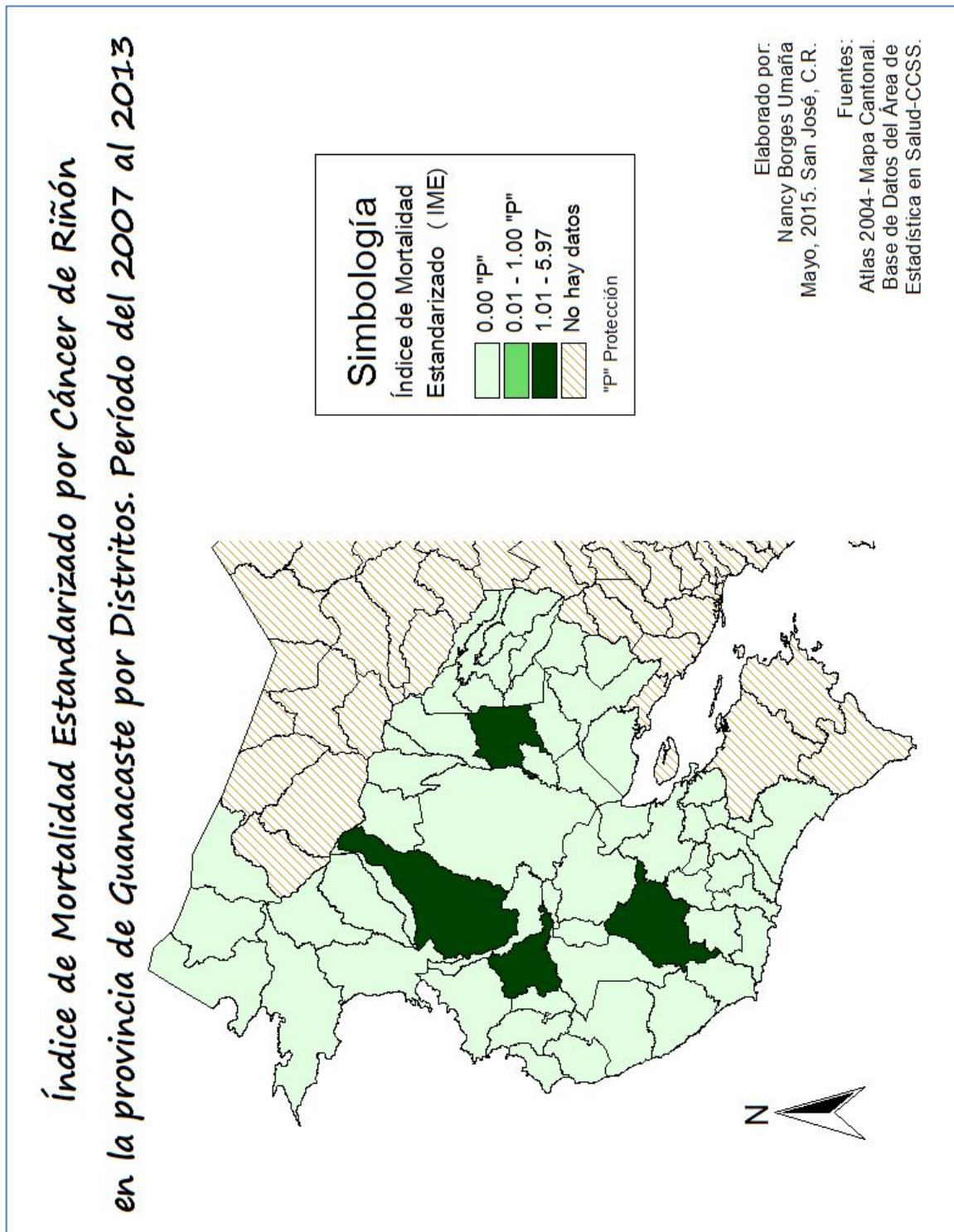
En esta sección se presenta el IME para el cáncer de riñón en los distritos de la provincia de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013. Los límites superiores e inferiores se encuentran el anexo N°198. Los IME se presentan por medio del gráfico N°33 y el mapa N°25, los cuales muestran los distritos con protección o no ante la mortalidad por cáncer de riñón. A continuación el gráfico N°33, seguido del mapa N°25 que muestra la distribución geográfica según el IME.

-Gráfico N°33: Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

-Mapa N°25: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Riñón en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el mapa N°25 y en el gráfico N°33 se muestra que la mayoría de los distritos tienen protección al tener un IME de 0,00 para el cáncer de riñón; sin embargo los distritos de Santa Cruz (Cód.50301), San Antonio (Cód.50203), Cabo Velas (Cód.50308), La Cruz (Cód.51001), Carmona (Cód.50901) y Bejuco (Cód.50906) no tienen protección de morbilidad, estos distritos presentan más casos de morbilidad con respecto a los esperados, pero estos casos no terminan en fatalidad, o no fallecen más casos de los que se esperan.

En el mapa N°25 se observa que los distritos de Nicoya (Cód.50201) y Belén (Cód.50504) no tienen protección, lo cual significa que de los casos que se presentan, fallecen más de los esperados.

En el gráfico N°33 muestra que el exceso de muertes por causa del cáncer de riñón en el distrito de Nicoya es un poco más del doble de los casos esperados; mientras que en el distrito de Belén, los casos de mortalidad son aproximadamente seis veces más de los esperados, siendo de esta manera el IME más elevado en la provincia de Guanacaste.

Los distritos de Cañas (Cód.50601) y Liberia (Cód.50101) presentan exceso de casos de morbilidad y de mortalidad.

En el caso del distrito de Cañas del cantón de Cañas, la mortalidad por causa del cáncer de riñón es casi cinco veces más de la esperada; y en el distrito de Liberia del cantón de Liberia, es aproximadamente un poco más del doble de los casos de mortalidad esperados.

### **5.2.3 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Cáncer de Vejiga**

El cáncer de vejiga para los distritos de la provincia de Guanacaste, se describen en la presente sección. Para tal fin, se considera la tasa bruta de morbilidad y mortalidad, y los respectivos índices estandarizados de morbilidad y mortalidad.

Los cantones de la provincia de Guanacaste, en relación al cáncer de vejiga se les atribuye en general las tasas brutas de morbilidad más bajas del país, lo cual se refleja en el IME-morbilidad, al tener todos los cantones con protección; sin embargo con respecto a la mortalidad por este padecimiento, el IME-mortalidad indica que los cantones de Nicoya,

Tilarán, Abangares, y Nandayure no tienen protección; y se resalta el cantón Nandayure por tener unos IME-mortalidad entre los más elevados del país.

### **5.2.3.1 Morbilidad para el Cáncer de Vejiga a Nivel Distrital - Guanacaste**

Las tasas brutas de morbilidad en los distritos de Guanacaste para el cáncer de vejiga, durante el periodo del 2007 al 2013, se presentan describen en esta sección, por medio de gráfico del anexo N°141 que muestra las tasas brutas de morbilidad específicas para cada distrito, y se complementa con el mapa del anexo N°178, que muestra la distribución geográfica según dicha tasa.

Según los anexos N°141 y N°178 una gran mayoría de los distritos de la provincia de Guanacaste, tienen la tasa bruta de morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes, tal es el caso del todos los distritos del cantón de Hojancha (Del cód.51101 al cód.51104).

Según se observa en el mapa del anexo N°178, el único distrito en el último rango, es Quebrada Honda (Cód. 50204) del cantón de Nicoya, siendo este el que posee la tasa de morbilidad por cáncer de vejiga más elevada a nivel distrital de la provincia de Guanacaste.

En el penúltimo rango del anexo N°178, con tasas bruta de morbilidad que va desde 0,55 a 1,08 por cada mil habitantes, son los distritos de Tilarán (Cód.50801) del cantón de Tilarán; del cantón de Nandayure, se encuentran los distritos de San Pablo (Cód.50904) y Carmona (Cód.50901); del cantón de Bagaces, se encuentra el distrito de La Fortuna (Cód.50402); y del cantón de Nicoya, el distrito de Samara (Cód.50205).

Los distritos con tasas brutas de morbilidad que varían entre 0,01 a 0,54 por cada mil habitantes pertenecientes al tercer rango son: Veintisiete de Abril (Cód.50303), Las Juntas (Cód.50701), Cañas (Cód.50601), Filadelfia (Cód.50501), Sardinal (Cód.50503), Santa Cruz (Cód.50301), Bagaces (Cód.50401), Nicoya (Cód.50201), La Cruz (Cód.51001), Arenal (Cód.50807), y Liberia (Cód.50101). Los demás distritos se ubican en el segundo rango, al poseer una tasa bruta de morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes, tal como se muestra en el gráfico N°75.

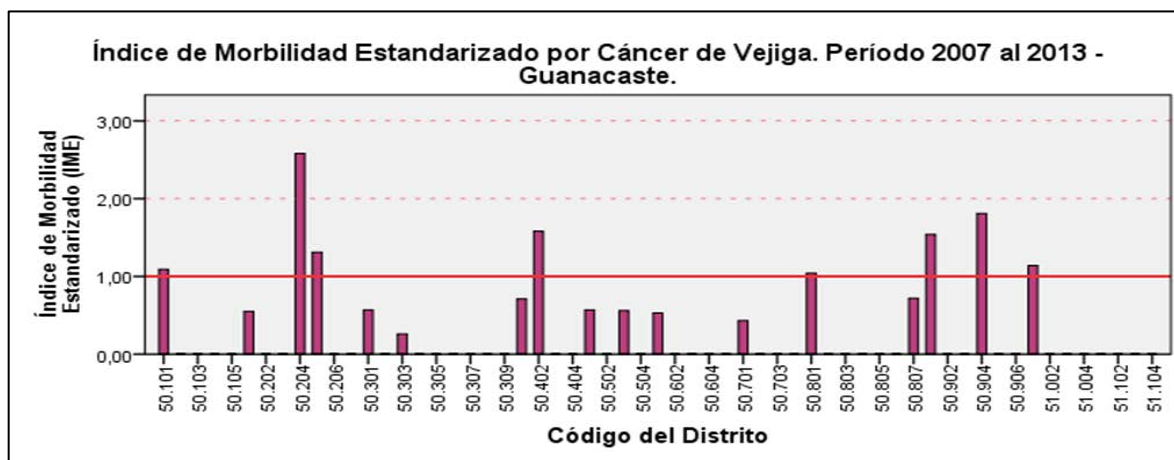
### 5.2.3.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Vejiga a Nivel Distrital - Guanacaste

Para el periodo del 2007 al 2013, el índice estandarizado de morbilidad a causa del cáncer de vejiga en los distritos de la provincia de Guanacaste, se describe en la presente sección.

En el anexo N°186 se encuentran los límites superiores e inferiores correspondientes al IME para el cáncer de vejiga.

Los IME se presentan por medio del gráfico N°34 y el mapa N°26. En el gráfico N°34, se indican los distritos con protección a mostrarlo identificados con un IME igual o inferior a 1,00. El mapa N°26 muestra la distribución geográfica de acuerdo a los IME de cada distrito, agrupados en rangos que muestran los que tiene protección o no.

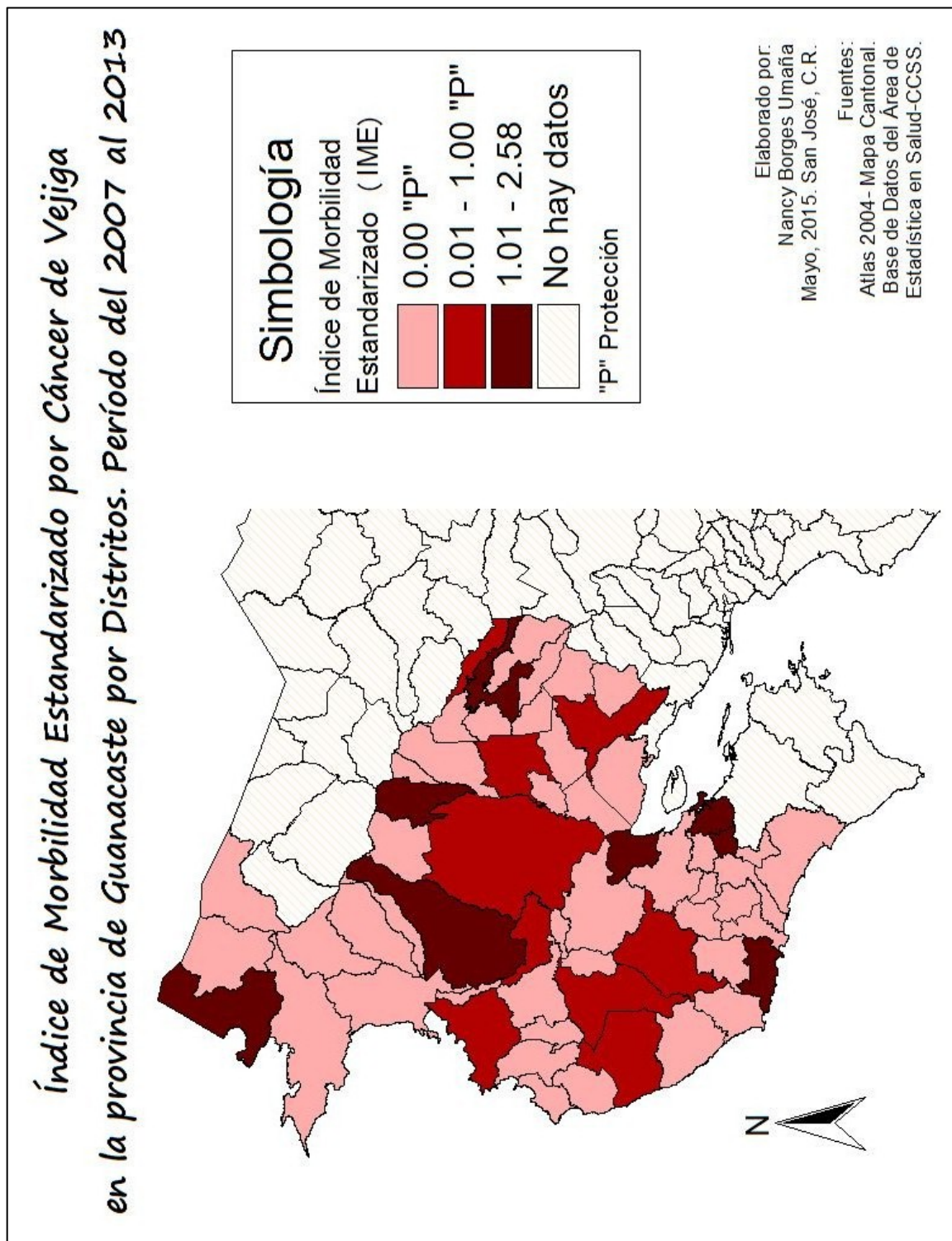
-Gráfico N°34: Índice de Morbilidad Estandarizado para el Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

Según se muestra en el gráfico N°34 la mayoría de los distritos de Guanacaste se encuentran con protección; para complementar el gráfico, a continuación se adjunta el mapa N°26 para mostrar la distribución geográfica distrital según el IME.

-Mapa N°26: Índice de Morbilidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



El gráfico N°34 y en el mapa N°26 indican que los cantones de Santa Cruz (Del Cód.50301 al Cód.50309), Carrillo (Del Cód.50501 al Cód.50504), Cañas (Del Cód.50601 al Cód.50605), Abangares (Del Cód.50701 al Cód.50704) y Hojancha (Del Cód.51101 al Cód.51104), tienen todos sus distritos con protección.

Los distritos sin protección de morbilidad por causa del cáncer de vejiga, son los siguientes: Del cantón de Liberia, es el distrito de Liberia (Cód.50101) el cual presenta casos de morbilidad por dicho padecimiento en un 9 % aproximadamente más de los casos esperados estadísticamente para tal distrito; del cantón de Nicoya, son los distritos de Sámara (Cód.50205) y Quebrada Honda (Cód.50204), siendo este último el que tiene el IME más elevado a nivel distrital para la provincia de Guanacaste, al presentar más del doble de los casos esperados.

Del cantón de Bagaces, el distrito de La Fortuna (Cód.50402); del cantón de Tilarán, el distrito de Tilarán (Cód.50801); del cantón de Nandayure, el distrito de Carmona (Cód.50901) y San Pablo (Cód.50904); y del cantón de La Cruz, el distrito de La Cruz (Cód.51001); tienen un IME superior al 1,00 pero inferior a 2,00 indicando de tal manera que sobrepasan los casos esperados estadísticamente, pero estos casos no son más del doble de esperados.

### **5.2.3.3 Mortalidad para el Cáncer de Vejiga a Nivel Distrital - Guanacaste**

La mortalidad para el cáncer de vejiga en la provincia de Guanacaste, se describe en esta sección. Se reitera que a nivel cantonal-nacional, Nandayure tiene la cuarta tasa bruta de mortalidad más alta del país, aunque los otros cantones de la provincia de Guanacaste en su mayoría tuvieron tasas brutas de mortalidad cantonal de 0,00 por cada mil habitantes.

Por medio del gráfico del anexo N°141 y el mapa del anexo N°194, se presenta la mortalidad por causa del cáncer de vejiga en los distritos de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013.

Según los anexos N°141 y N°194 muestran que la mayoría de los distritos tienen tasas brutas de mortalidad de 0,00 por cada mil habitantes.

Las dos tasas brutas por mortalidad más elevadas son del cantón de Nicoya, el distrito del Quebrada Honda (Cód.50204), y del cantón del Nandayure, el distrito de San Pablo (Cód.50904). Los demás distritos tienen la tasa bruta de mortalidad de 0,00 por cada mil

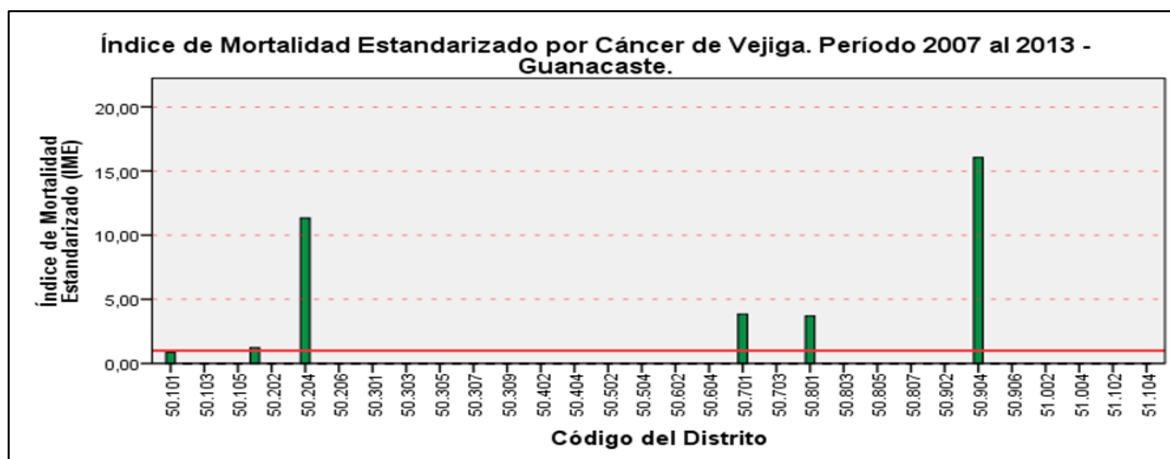
habitantes, con las excepciones de Liberia (Cód.50101), Nicoya (Cód.50201), Las Juntas (Cód.50701) y Tilarán (Cód.50801).

#### 5.2.3.4 Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Vejiga a Nivel Distrital - Guanacaste

El índice de mortalidad estandarizado para el cáncer de vejiga en los distritos de la provincia de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013, se describe en la presente sección. Los límites superiores e inferiores de los IME, se encuentran en el anexo N°199.

Los IME se presentan por medio del gráfico N°35 y el mapa N°27. En el gráfico N°35 se identifican los distritos con protección al mostrarse con un IME igual o inferior a 1,00; o los que tienen un IME superior a 1,00 indicando mayor riesgo de fallecer por causa del cáncer de vejiga; y el mapa N°27 muestra la distribución geográfica según el IME de los distritos con protección o sin protección. A continuación se adjunta el gráfico N°35, y seguidamente el mapa N°27.

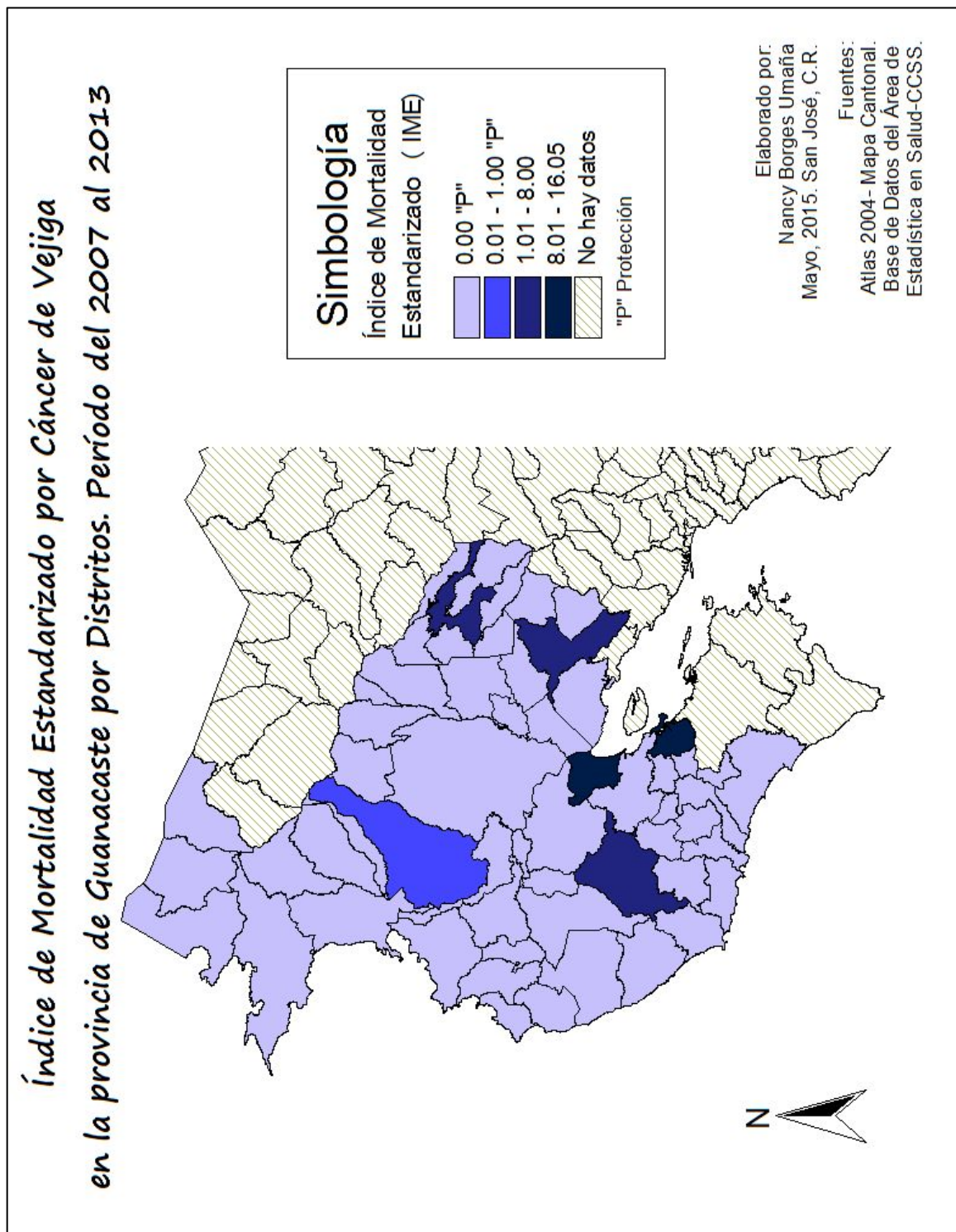
-Gráfico N°35: Índice de Mortalidad Estandarizado para el Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

Según el gráfico N°35 muestran que la mayoría de los distritos tienen un IME de 0,00. Los cantones que tienen los distritos en su totalidad con protección con el IME de 0,00 son: Santa Cruz (Del Cód.50301 al Cód.50309), Bagaces (Del Cód.50401 al Cód.50404), Carrillo (Del Cód.50501 al Cód.50504), Cañas (Del Cód.50601 al Cód.50605), La Cruz (Del Cód.51001 al Cód.51004), y Hojanca (Del Cód. 51101 al Cód.51104). A continuación el mapa N°27 para observar la distribución geográfica:

-Mapa N°27: Índice de Mortalidad Estandarizado para Cáncer de Vejiga en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



El cantón de Liberia (Del Cód.50101 al Cód.50105) todos los distritos tienen protección, con la particularidad del distrito de Liberia (Cód.50101) que tiene protección aunque sí presenta casos de mortalidad por cáncer de vejiga, sin embargo estos son menores a los casos esperados estadísticamente.

Los distritos siguientes distritos no presentan protección ante la mortalidad por causa del cáncer de vejiga: Tilarán (Cód.50801) presenta fallecimientos más de tres veces respecto a los esperados; Las Juntas (Cód.50701) tienen un riesgo de casi 4 veces más de mortalidad, con relación al promedio nacional; Quebrada Honda (Cód.50204) los casos de mortalidad o el riesgo de fallecer por causa de cáncer de vejiga, es más de onces veces con respecto a los casos esperados; San Pablo (Cód.50904) presenta una mortalidad de más de 16 veces de la esperada estadísticamente.

#### **5.2.4 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Enfermedad Isquémica del Corazón**

En la presente sección se describe para los distritos de la provincia de Guanacaste la enfermedad isquémica del corazón, por medio de la tasa bruta de morbilidad y mortalidad, además de los índices estandarizados de morbilidad y mortalidad.

La provincia de Guanacaste en la sección de nivel nacional-cantonal, se describe a los cantones de Guanacaste en general con las tasas de morbilidad bruta más bajas a nivel nacional, lo cual se refleja en el IME-morbilidad con todos los cantones con protección. Considerando la mortalidad por la enfermedad isquémica del corazón, con el referente del IME-mortalidad los cantones de Abangares y Cañas no tienen protección, y los restantes cantones sí cuentan con protección.

##### **5.2.4.1 Morbilidad para Enfermedad Isquémica del Corazón a Nivel Distrital - Guanacaste**

Para el periodo del 2007 al 2013, en los distritos de la provincia de Guanacaste se muestra en esta sección las tasas brutas de morbilidad para la enfermedad isquémica del corazón. Los datos se resumen mediante el gráfico del anexo N°142 y se complementa con el mapa del anexo N°179.

En el anexo N°142 se observan grandes diferencias entre distritos del mismo cantón, tal es el caso de Hojancha, el cual tiene en sus distritos, tasas brutas de morbilidad entre las más altas y bajas a nivel provincial.

El mapa del anexo N°179 agrupa los distritos según el rango en el que se encuentra su tasa bruta de morbilidad. En el segundo rango, con una tasa bruta de morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes, solamente se encuentra el distrito de Porozal (Cód.50605) de Cañas.

En el tercer rango, con tasas entre 0,01 a 3,50 por cada mil habitantes se encuentran: Todos los distritos del cantón de La Cruz (Del Cód.51001 al Cód.51004); del cantón de Liberia, se encuentran Mayorga (Cód.50103), Nacascolo (Cód.50104), y Curubande (Cód.50105); de Nicoya, son Samara (Cód.50205), y Nosara (Cód.50206); y del cantón de Santa Cruz, los distritos de Cabo Velas (Cód.50308), y Tamarindo (Cód.50309).

Los siguientes distritos también tienen sus tasas bruta de morbilidad en el tercer rango: Del cantón de Carrillo, los distritos de Sardinal (Cód.50503), y Belén (Cód.50504); del cantón de Cañas, son Palmira (Cód.50602), San Miguel (Cód.50603), Bebedero (Cód.50604); de Abangares, únicamente Sierra (Cód.50702); de Tilarán Quebrada Grande (Cód.50802), y Tierras Morenas (Cód.50806); de Nandayure, el distrito de Bejuco (Cód.50906); y por último del cantón de Hojancha, los distritos de Monte Romo (Cód.51102), y Puerto Carrillo (Cód.51103).

Con tasas brutas de morbilidad que van de 3,51 a 7,00 por cada mil habitantes, se encuentran los restantes distritos del cantón de Liberia, Santa Cruz, Carrillo, y Cañas; del cantón de Nicoya, los distritos de Quebrada Grande (Cód.50204), y Belén de Nosarita (Cód.50207); de Bagaces, los distritos de Bagaces (Cód.50401), Fortuna (Cód.50402), y Mogote (Cód.50403); de Abangares, San Juan (Cód.50703), y Colorado (Cód.50704); los restantes distritos de Tilarán, con la excepción del distrito de Tilarán; del cantón de Nandayure, los distritos de Zapotal (Cód.50903), y San Pablo (Cód.50904); y únicamente Huacas (Cód.51104) del cantón de Hojancha.

Con las tasas brutas de morbilidad más elevadas, se encuentran los demás distritos de la provincia de Guanacaste; siendo el distrito de Nicoya (Cód.50201) el que posee la tasa bruta de morbilidad más elevada a nivel distrital para la provincia de Guanacaste.

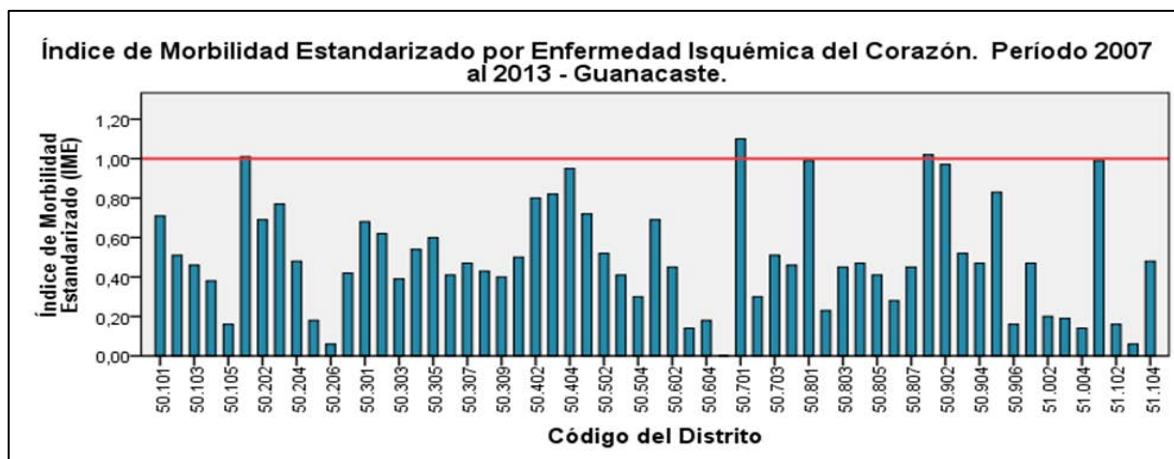
### 5.2.4.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón a Nivel Distrital - Guanacaste

El índice de morbilidad estandarizado para la enfermedad isquémica del corazón en los distritos de la provincia de Guanacaste, para el periodo del 2007 al 2013 se describe en la presente sección.

Los límites superiores e inferiores de los IME se disponen en el anexo N°187.

Los IME se presentan por medio del gráfico N°36 y el mapa N°28. El gráfico N°36 muestra el IME específico para cada distrito, y el mapa N°28, se identifican los distritos geográficamente con protección en dos categorías, los que tienen el IME de 0,00 y los que cuentan con un IME entre 0,01 a 1,00.

-Gráfico N°36: Índice de Morbilidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.

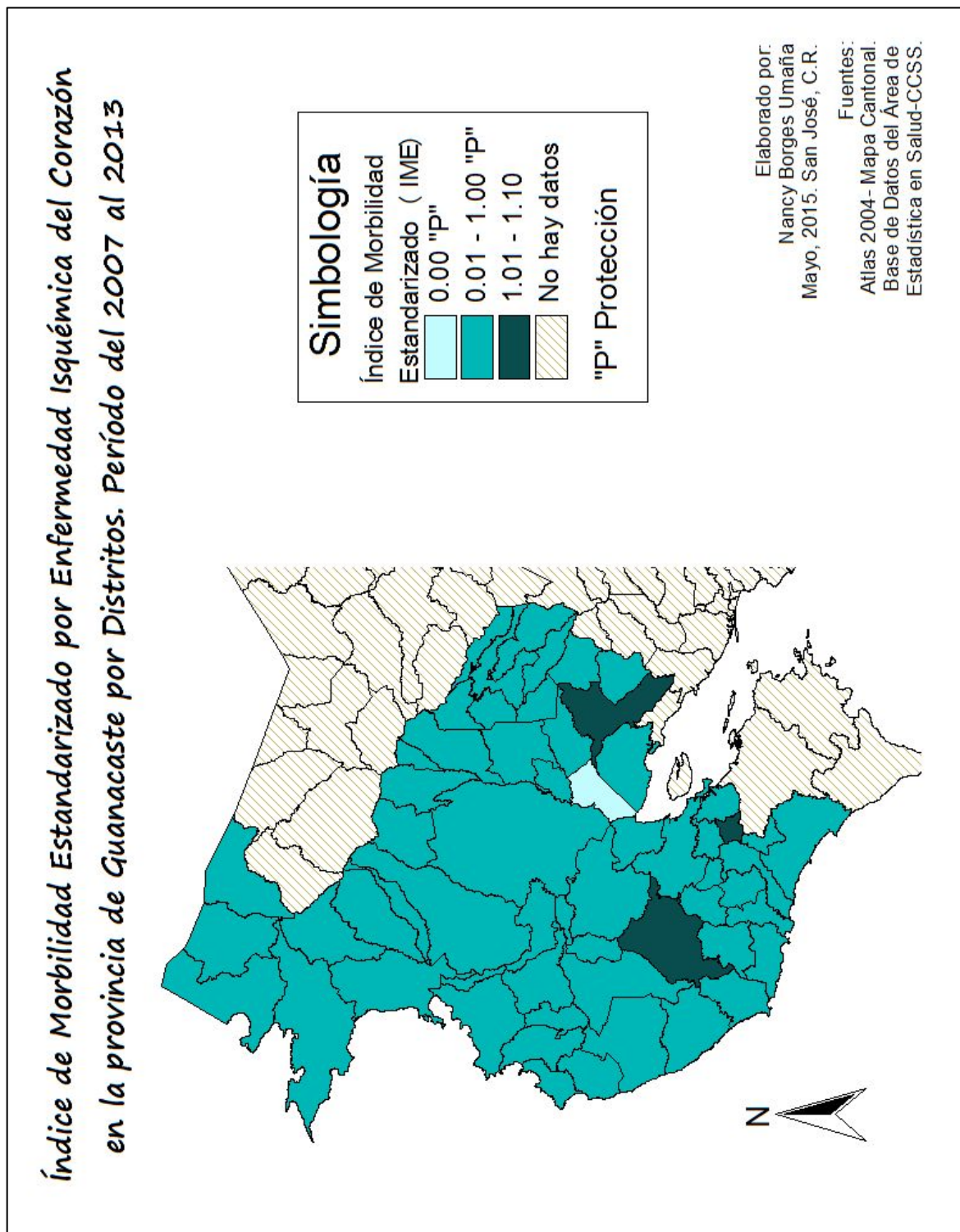


Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

En el gráfico N°36 muestra que la mayoría de los distritos tienen protección para la enfermedad isquémica del corazón, lo cual se respalda en que todos los cantones de la provincia de Guanacaste tienen protección.

A continuación el mapa N°28 para observar la distribución geográfica de acuerdo al IME:

-Mapa N°28: Índice de Morbilidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



Según el gráfico N°36 y el mapa N°28, a nivel distrital, solamente tres distritos no tienen protección, los cuales son: Nicoya (Cód.50201) del cantón de Nicoya; Carmona (Cód.50901) del cantón de Nandayure; y Las Juntas del cantón de Abangares; estos tres distritos tienen un IME ligeramente mayor a 1,00 lo cual indican que la cantidad de casos de morbilidad por enfermedad isquémica del corazón son un poco menos del 10% de más con respecto a los casos esperados.

#### **5.2.4.3 Mortalidad para Enfermedad Isquémica del Corazón a Nivel Distrital - Guanacaste**

En esta sección se hace descripción de mortalidad para la enfermedad isquémica del corazón, para los distritos de la provincia de Guanacaste. Las tasas brutas de mortalidad se describen en base al gráfico del anexo N°143, en complemento del mapa del anexo N°195.

De acuerdo con los anexos N°143 y N°195, se muestra catorce distritos con la tasa bruta de mortalidad de 0,00 por cada mil habitantes, los cuales son: Mayorga (Cód.50103), Nacascolo (Cód.50104), Cuajiniquil (Cód.50306), Cabo Velas (Cód.50308), Río Naranjo (Cód.50404), Porozal (Cód.50605), San Juan (Cód.50703), Tronadora (Cód.50803), Zapotal (Cód.50903), Bejuco (Cód.50906), Garita (Cód.51003), Santa Elena (Cód.51004), Puerto Carrillo (Cód.51103), y Huacas (Cód.51104).

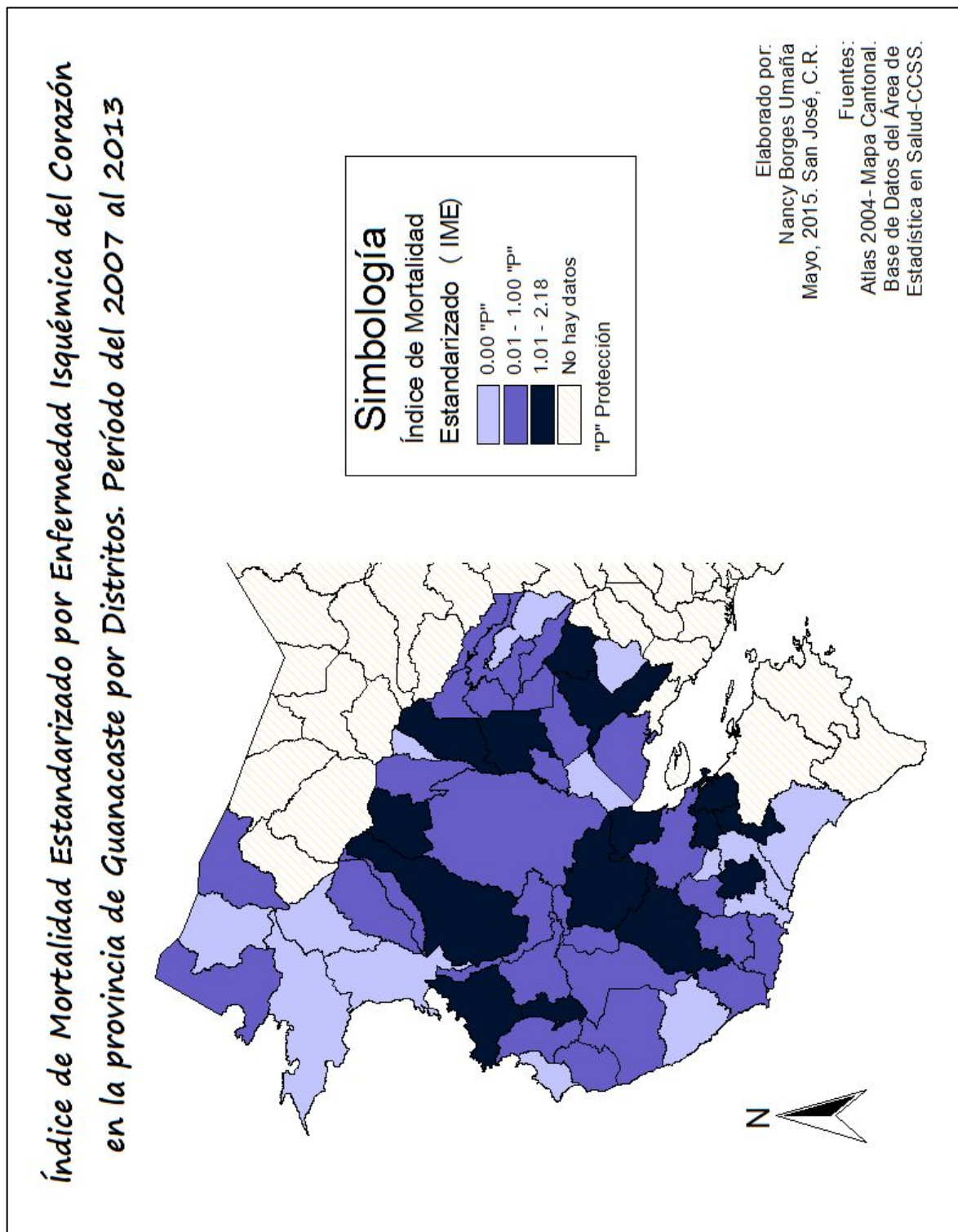
Las tasas brutas de mortalidad más elevadas para los distritos de la provincia, son Santa Rita (Cód.50902) y Carmona (Cód.50901) del cantón de Nandayure; y del cantón de Hojancha, el distrito de Monte Romo (Cód.51102). Los demás distritos se ubican en el mapa del anexo N°195 entre los rangos tercero y cuarto.

#### **5.2.4.4 Índice de Mortalidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón a Nivel Distrital - Guanacaste**

Para el periodo del 2007 al 2013, en los distritos de la provincia de Guanacaste, se describe en esta sección el índice de mortalidad estandarizado para la enfermedad isquémica del corazón. En el anexo N°200 se encuentran los límites superiores e inferiores de los IME.

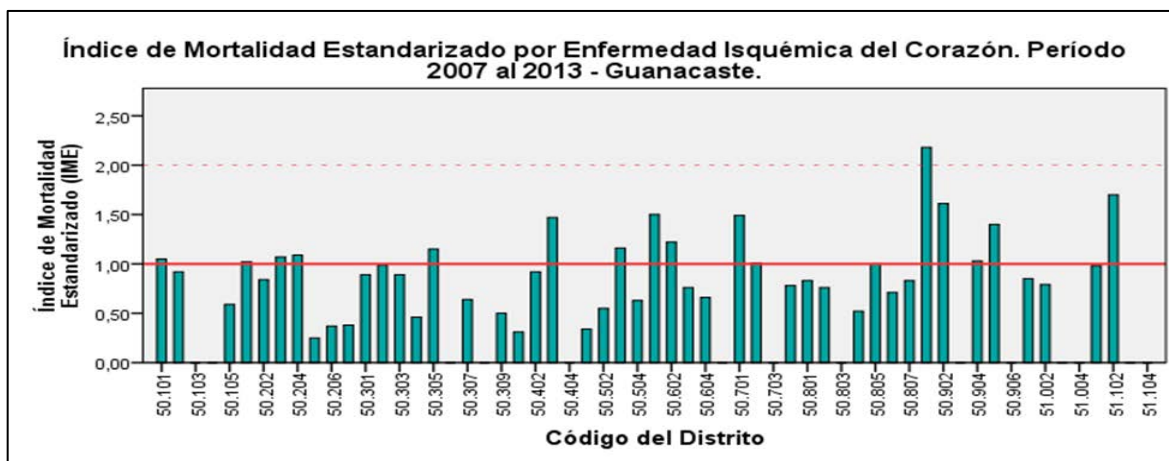
Los IME se presentan por medio del gráfico N°37 y el mapa N°29. Los cuales muestran los IME específicamente para cada distrito, con su respectiva distribución geográfica de acuerdo al IME. A continuación el mapa N°29, seguido del gráfico N°37:

-Mapa N°29: Índice de Mortalidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



El mapa N°29 muestra una gran mayoría de los distritos con protección para la mortalidad por enfermedad isquémica del corazón. A continuación se adjunta el gráfico N°37 para con los IME específicos para cada distrito.

-Gráfico N°37: Índice de Mortalidad Estandarizado para Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

Según el mapa N°29 y el gráfico N°37, los distritos de los cantones de Tilarán y La Cruz, tienen todos protección al presentar menos casos de mortalidad de los esperados; los demás cantones tienen al menos un distrito sin protección, tal es el caso del cantón de Hojancha, con Monte Romo (Cód.51102) el cual es único distrito sin protección para dicho cantón.

Del cantón de Liberia, solamente Liberia (Cód.50101) no tiene protección, al presentar un 5 % aproximadamente más casos de mortalidad de los esperados; para el cantón de Nicoya, los distritos de San Antonio (Cód.50203), Quebrada Honda (Cód.50204), y Nicoya (50201) no tienen protección con respecto a la mortalidad. El distrito de Nicoya por lo tanto presenta más casos de morbilidad y mortalidad de los esperados.

El distrito de Cartagena (Cód.50305) del cantón de Santa Cruz, es el único sin protección para dicho cantón, con un exceso de casos de aproximadamente un 15 %. Del cantón de Bagaces, el distrito de Mogote (Cód.50403) no cuenta con protección, al presentar casi la mitad de casos de más, con respecto a los casos que se esperaban. Del cantón de Carrillo, sin protección solamente el distrito de Sardinal (Cód.50503); mientras que del cantón de Cañas, son los distritos de Cañas (Cód.50601) y Palmira (Cód.50602).

El distrito de Las Juntas (Cód.50701) del cantón de Abangares tampoco tiene protección con respecto a la mortalidad, lo cual indica que este distrito presenta más casos de morbilidad y mortalidad con respecto a los caso esperados; del mismo cantón, el distrito de la Sierra (Cód.50702) tampoco cuenta protección, los restantes distritos del cantón cuentan con protección.

El único cantón con cuatro distritos sin protección es Nandayure; siendo el distrito de Carmona (Cód.50901) el que tiene el IME más elevado a nivel provincial, por presentar más del doble de los casos esperados; los otros distritos son: Santa Rita (Cód.50902), San Pablo (Cód.50904) y Porvenir (Cód.50905).

### **5.2.5 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Insuficiencia Renal Crónica**

La insuficiencia renal crónica de los distritos de la provincia de Guanacaste, se describen mediante la tasa bruta de morbilidad y mortalidad, en complemento del índice estandarizado de morbilidad y mortalidad.

#### **5.2.5.1 Morbilidad para Insuficiencia Renal Crónica a Nivel Distrital - Guanacaste**

En la descripción de la morbilidad a nivel nacional por cantones, Nicoya, Bagaces, Hojancha, y Cañas fueron los cantones que tuvieron las tasas brutas de morbilidad para insuficiencia renal crónica más elevadas a nivel nacional.

En esta sección se hace descripción de la morbilidad por dicho padecimiento en los distritos de la provincia de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013. Los datos se basan del gráfico del anexo N°144 y se complementa con el mapa del anexo N°180. El gráfico N°144 muestra las tasas brutas de morbilidad por cada mil habitantes para cada distrito; el mapa del anexo N°180 agrupa los distritos según el rango que se indica, y muestra la distribución geográfica respectiva.

Según los anexos N°144 y N°180, los distritos de Bebedero (Cód.50604) del cantón de Cañas, Nosara (Cód.50206) del cantón de Nicoya, y Nacascolo (Cód.50104) del cantón de Liberia, tienen las tasas brutas de morbilidad más elevadas a nivel de la provincia de Guanacaste; estos distritos son los únicos tres distritos ubicados el quinto rango del mapa del anexo N°180.

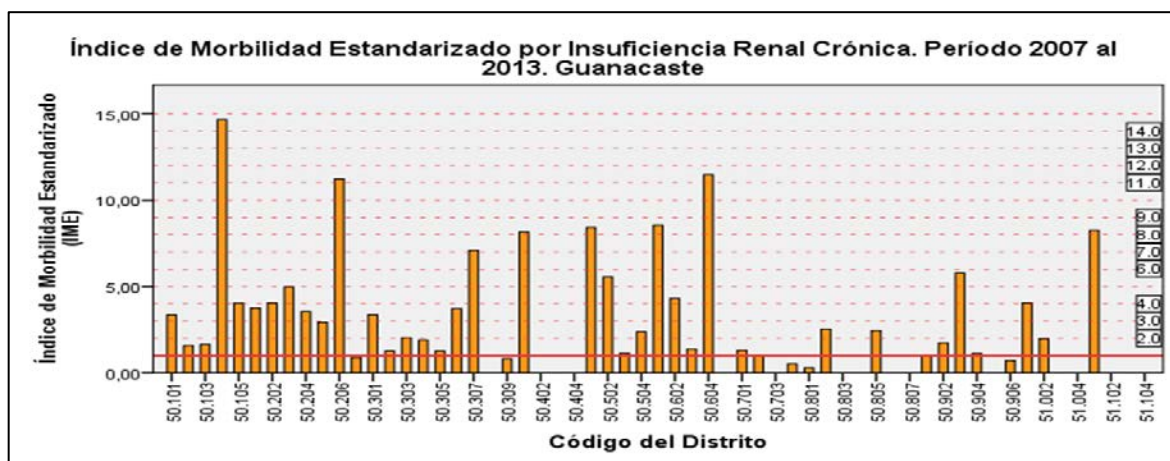
Con tasas entre 2,01 a 4,00 por cada mil habitantes, representando de esta manera las tasas brutas más elevadas, son: Palmira (Cód.50502) y Filadelfia (Cód.50501), del cantón de Carrillo; San Antonio (Cód.50203) del cantón de Nicoya; Zapotal (Cód.50903) del cantón de Nandayure; Diria (Cód.50307) del cantón de Santa Cruz; Cañas (Cód.50601) del cantón de Cañas; y Hojancha (Cód.51101) del cantón del mismo nombre. Los demás distritos poseen tasas brutas de morbilidad que varían entre los 0,00 a los 2,00 por cada mil habitantes.

### 5.2.5.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica a Nivel Distrital - Guanacaste

A nivel nacional-cantonal solamente los cantones de Tilarán y Abangares, se les atribuye protección para la morbilidad por insuficiencia renal crónica; los demás cantones de la provincia de Guanacaste se les considera sin protección, siendo Nicoya, Hojancha, Bagaces y Cañas los cantones que tienen el IME más elevado a nivel nacional.

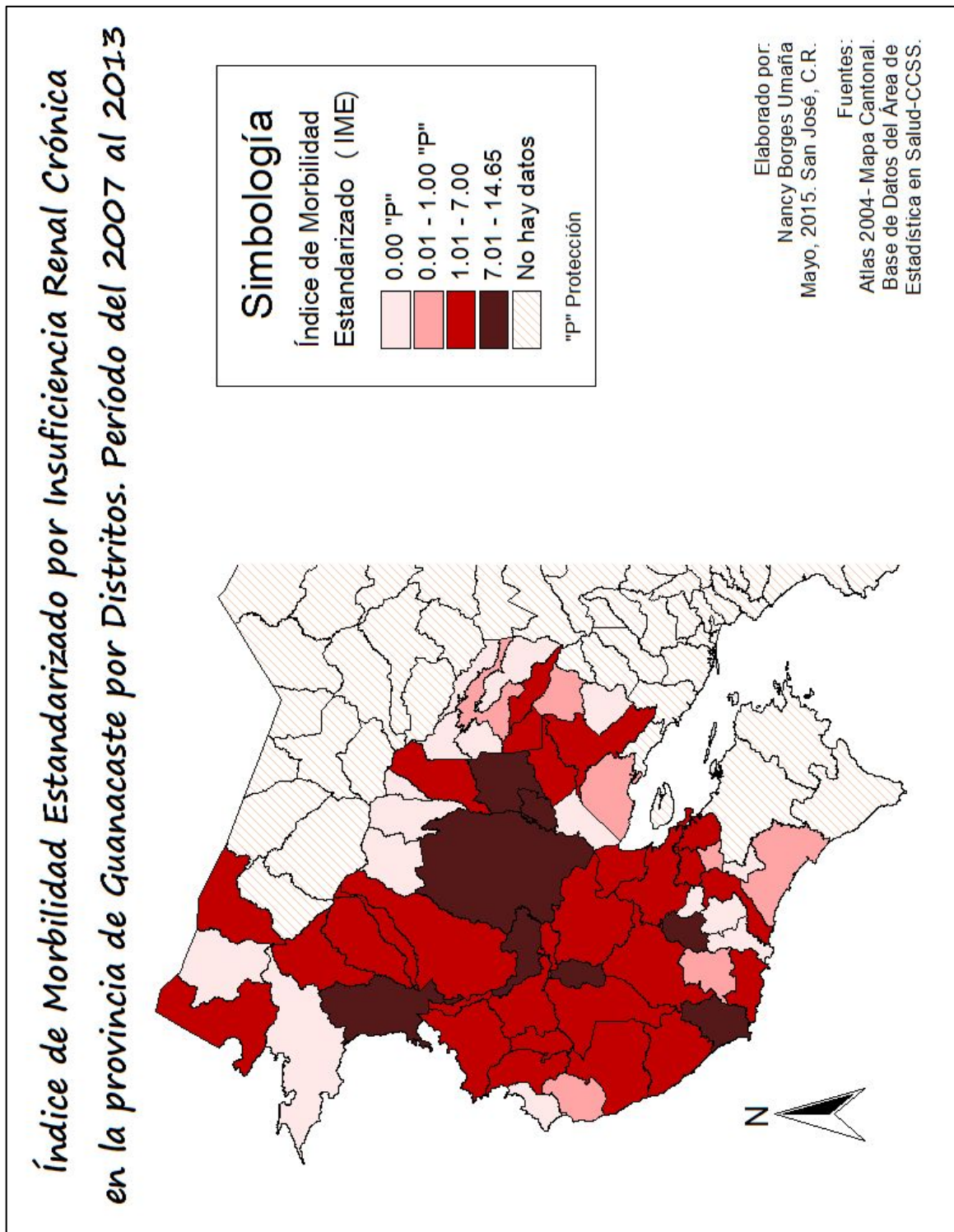
En esta sección se hace descripción del IME a nivel distrital para la provincia de Guanacaste. En el anexo N°188 se encuentran los límites superiores e inferiores del IME. Los IME se presentan por medio del gráfico N°38, que muestra el IME específico para cada distrito; y se complementa con el mapa N°30 con la distribución geográfica según el IME. A continuación se adjunta el gráfico N°38, y seguidamente para complementar el mapa N°30:

-Gráfico N°84: Índice de Morbilidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

-Mapa N°30: Índice de Morbilidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el gráfico N°38 y el mapa N°30, se muestran que hay distritos con IME de 0,00 pero otros distritos presentan IME cercanos a los 15,00 lo cual indicaría que el exceso de casos de morbilidad sería aproximadamente más de 15 veces con respecto a los casos esperados.

Según la agrupación del mapa N°30, los distritos con IME que se encuentran dentro de 7,01 a 14,65 son: Diría (Cód.50307) del cantón de Santa Cruz, con un exceso de casos de morbilidad de más de 7 veces con respecto a los casos esperados para dicho distritos. Los distritos con más de 8 veces los casos esperados de morbilidad, son: Bagaces (Cód.50401), Hojancha (Cód.51101), Filadelfia (Cód.50501), y Cañas (Cód.50601).

Los distritos de Nosara (Cód.50206) y Bebedero (Cód.50604) presentan un exceso de casos de morbilidad de más de 11 veces con respecto a los casos esperados; y con casi 15 veces más de los casos esperados, siendo de esta manera el distrito con el IME más elevado de la provincia de Guanacaste, es Nacascolo (Cód.50104) del cantón de Liberia.

Los distritos del tercer rango, los cuales no tienen protección por poseer un IME entre 1,01 a 7,00 son: San Pablo, Sardinal, Cartagena, Bolsón, Las Juntas, San Miguel Cañas Dulces, Mayorga, Santa Rita, Tempante, Santa Cecilia, Veintisiete de Abril, Belén, Líbano, Quebrada, Sámará, Liberia, Santa Cruz, Quebrada Honda, Cuajiniquíl, Nicoya, Curubandé, Mansión, La Cruz, Palmira, San Antonio, Palmira, y Zapotal.

Los demás distritos de la provincia de Guanacaste cuentan con protección por poseer un IME entre 0,00 y 1,00. Los distritos de Tilarán (Cód.50801), Colorado (Cód.50704), Bejuco (Cód.50906), Tamarindo (Cód.50309), Belén de Nosarita (Cód.50207), Carmona (Cód.50901), y Sierra (Cód.50702) tienen un IME superior a 0,00 pero inferior o igual a 1,00.

### **5.2.5.3 Mortalidad para Insuficiencia Renal Crónica a Nivel Distrital - Guanacaste**

Los cantones de Carrillo, Hojancha, Santa Cruz, Cañas, y Nicoya tuvieron las tasas brutas de mortalidad más elevadas a nivel nacional-cantonal por causa de la insuficiencia renal crónica.

En esta sección se hace descripción de la mortalidad por dicho padecimiento para los distritos de la provincia de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013. Las tasas

brutas de mortalidad se describen en base al gráfico del anexo N°145 en complemento con el mapa del anexo N°196.

Según los anexo N°145 y N°196, los distritos de Huacas (Cód.51104), Cuajiniquil (Cód.50306), Nacascolo (Cód.50104), Bolsón (Cód.50302), y Bebedero (Cód.50604) tienen las tasas brutas de mortalidad por causa de la insuficiencia renal crónica más elevadas de la provincia de Guanacaste, al contar con tasas entre 1,21 a 1,80 por cada mil habitantes.

En el cuarto rango del mapa del anexo N°196, con tasas entre 0,61 a 1,80 por cada mil habitantes, se ubican los distritos de San Juan (Cód.50703), Bejuco (Cód.50906), Mansión (Cód.50202), San Antonio (Cód.50203), Río Naranjo (Cód.50404), y Diría (Cód.50307). Los demás cantones se ubican entre el segundo y tercer rango de dicho anexo.

#### **5.2.5.4 Índice de Mortalidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica**

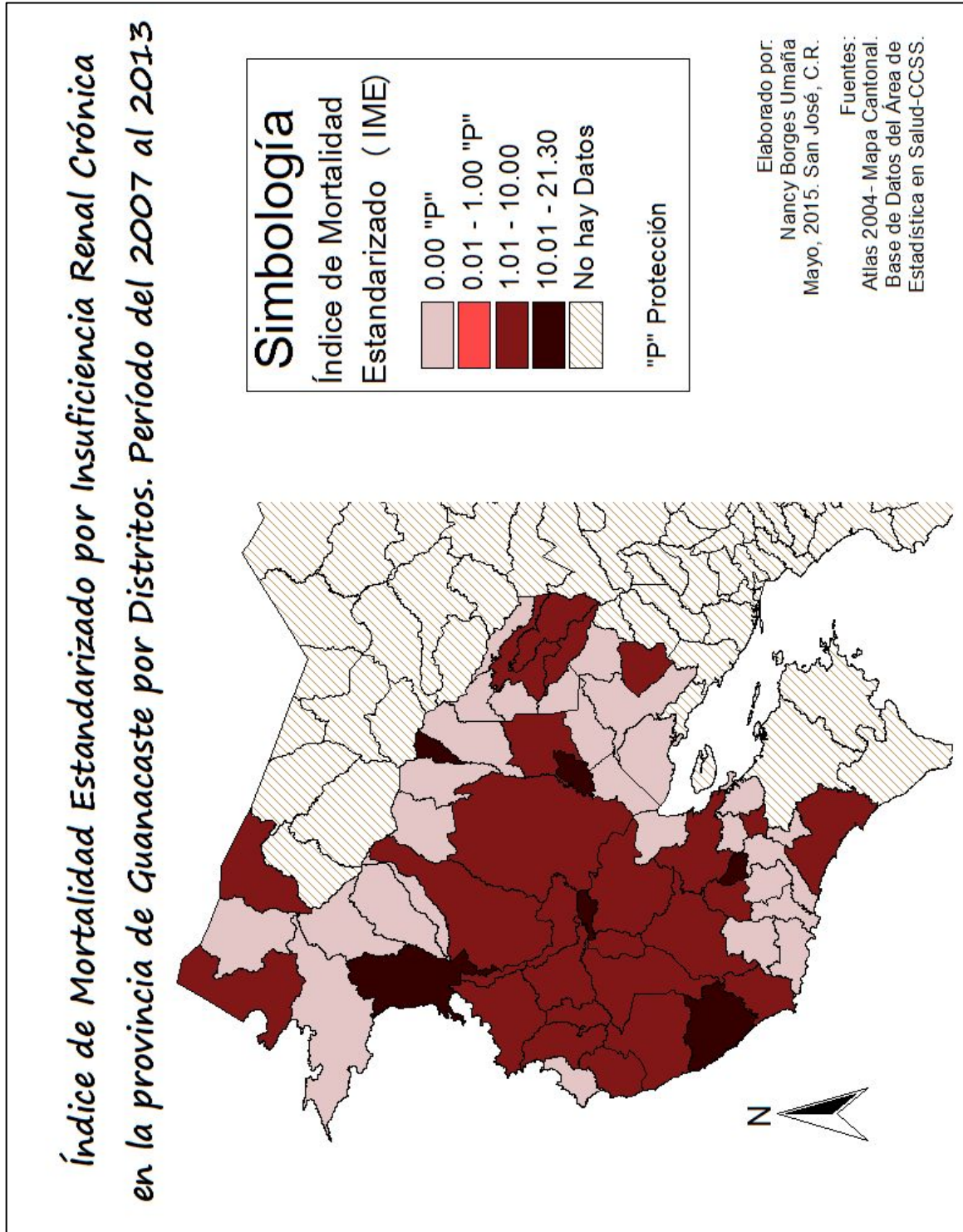
Los cantones de Hojancha, Carrillo, Nicoya, Santa Cruz, y Cañas a nivel nacional fueron los que tuvieron los IME más elevados; con la única excepción del cantón de Abangares, los restantes cantones de la provincia de Guanacaste tampoco tienen protección por muerte a causa de la insuficiencia renal crónica.

En esta sección se describe el IME para los distritos de la provincia de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013. Los límites superiores e inferiores del IME se encuentran el anexo N°201.

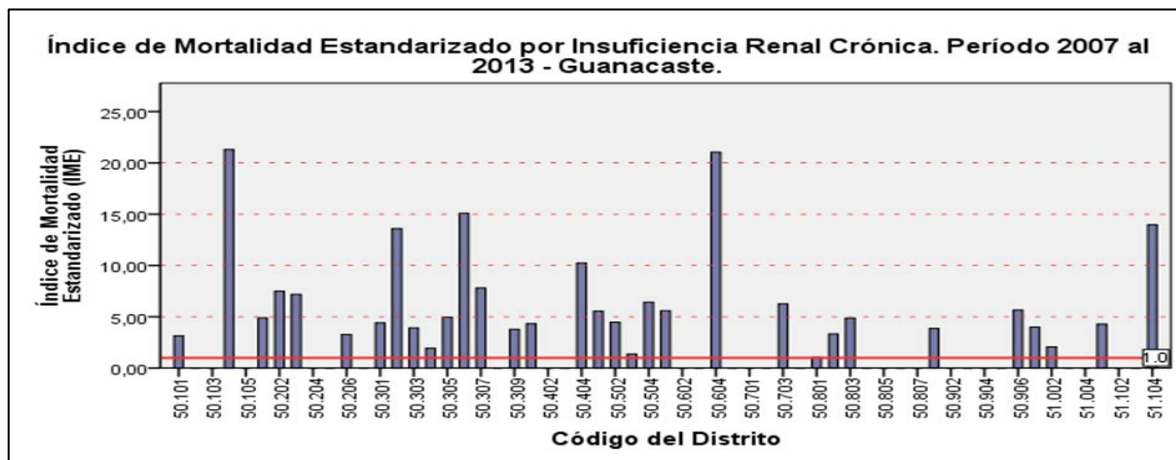
Los IME se presentan por medio del gráfico N°39 y el mapa N°31. El Gráfico N°39 indica los distritos con protección si tienen el IME igual o inferior a 1,00 y sin protección al tener el IME mayor.

El mapa N°31 muestra la distribución geográfica de los distritos de acuerdo al IME, el cual indica si tienen o no protección ante la mortalidad por causa de la insuficiencia renal crónica. A continuación el mapa N°31, seguido del gráfico N°39, para respectiva descripción de los IME a nivel distrital:

-Mapa N°31: Índice de Mortalidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



-Gráfico N°39: Índice de Mortalidad Estandarizado para Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

En el gráfico N°39 y el mapa N°31 se muestran IME muy elevados para algunos distritos, tal es el caso de Nacascolo (Cód.50104) del cantón de Liberia, el cual posee el IME más elevado para la provincia de Guanacaste, al presentar una mortalidad de más de 20 veces con respecto a los casos esperados; un exceso similar en la mortalidad por insuficiencia renal crónica, es en el distrito de Bebedero (Cód.50604) del cantón de Cañas; ambos distritos se ubican en el cuarto rango del mapa N°31.

Los distritos de Río Naranjo (Cód.50404), Bolsón (Cód.50302), Huacas (Cód.51104), y Cuajiniquil (Cód.50306) también se ubican en el cuarto rango del mapa N°31. Los distritos de Río Naranjo y Huacas, con respecto a la morbilidad tienen protección, sin embargo con respecto a la mortalidad los casos que se presentan son más de 10 veces en relación a los casos esperados.

En el mapa N°31, se observa que los distritos que tienen protección, todos tienen un IME de 0,00. En el cantón de Liberia, con la excepción de Nacascolo y Liberia (Cód.50101), los demás distritos tienen protección. En el cantón de Nicoya, los distritos de Quebrada Honda, Sámara, y Belén de Nosarita tienen protección, los distritos restantes del cantón no tienen protección y se ubican en el tercer rango.

El cantón de Santa Cruz, previamente se menciona que tiene dos distritos con los IME más elevados para la provincia; el único distrito del cantón con protección es Cabo Velas

(Cód.50308), y los restantes distritos se ubican en el tercer rango del mapa N°31, por lo tanto no tiene protección.

En el cantón de Bagaces, los distritos de la Fortuna (Cód.50402) y Mogote (Cód.50403) son los que tienen protección, debido a que Río Naranjo tal como previamente se ha indicado, se encuentra entre los IME más elevados de la provincia, y el distrito de Bagaces (Cód.50401) presenta un exceso en mortalidad de más de cuatro veces con respecto a los casos esperados.

El cantón de Carrillo no tiene ningún distrito con protección, debido a que todos los distritos de dicho cantón se ubican en el tercer rango.

El cantón de Cañas tiene a sus distritos con IME extremos, con Bebedero entre los IME más elevados para la provincia; mientras que Palmira, San Miguel y Porozal tienen protección al tener un IME de 0,00; el distrito de Cañas (Cód.50601) no tiene protección a la mortalidad por insuficiencia renal crónica, por presentar casi 6 veces más casos con respecto a los esperados.

El distrito de San Juan (Cód.50703) es el único sin protección del cantón de Abangares; este distrito presenta una mortalidad de más de seis veces más con respecto a los casos esperados.

El cantón de Tilarán presenta a los distritos de Tilarán (Cód.50801) Quebrada (Cód.50803), y Tronadora (Cód.50803) en el tercer rango del mapa N°31, por ende no tienen protección; los demás distritos del cantón tienen protección de mortalidad por causa de la insuficiencia renal crónica.

Los de Carmona (Cód.50901) y Bejuco (Cód.50906) del cantón de Nandayure no tienen protección, los demás distritos de dicho cantón se ubican en el mapa N°31 en el segundo rango.

Los distritos de la Garita (Cód.51003) y Santa Elena (Cód.51004) del cantón de La Cruz, tienen protección; los distritos de La Cruz (Cód.51001) y Santa Cecilia (Cód.51002) presentan un exceso de mortalidad con respecto a los casos esperados.

En el cantón de Hojanca, los distritos con protección son Monte Romo (Cód.51102) y Puerto Carrillo (Cód.51103).

### **5.2.6 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Litiasis Renal**

La litiasis renal para los distritos de la provincia de Guanacaste, se describe a través de la tasa bruta de morbilidad, y el índice estandarizado de morbilidad.

A nivel nacional-cantonal los cantones de la provincia de Guanacaste presentaron las tasas brutas de morbilidad más elevadas, lo cual se refleja con el IME más alto del país para el cantón de Cañas; los otros cantones de la provincia se agrupan también con los cantones que poseen los IME más elevados. Las únicas excepciones son los cantones de Hojancha y Nandayure, los cuales se les atribuye protección ante la morbilidad por causa de litiasis renal.

#### **5.2.6.1 Morbilidad para Litiasis Renal a Nivel Distrital - Guanacaste**

En esta sección se muestran las tasas brutas de morbilidad en los distritos de Guanacaste para la litiasis renal, durante el periodo del 2007 al 2013. Dichos datos se basan por medio del gráfico del anexo N°40, y en complemento del mapa del anexo N°181.

Según los anexos N°40 y N°181, los distritos de Mayorga (Cód.50103) del cantón de Liberia; Cuajiniquil (Cód.50306) del cantón de Santa Cruz; Zapotal (Cód.50903) y Porvenir (Cód.50905) del cantón de Nandayure; Río Naranjo (Cód.50404) de Bagaces; Monte Romo (Cód.51102), Huacas (Cód.51104), y Puerto Carrillo del cantón de Hojancha; Palmira (Cód.50602), San Miguel (Cód.50603), y Porozal (Cód.50605) del cantón de Cañas; tienen las tasas brutas de morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes, lo cual ubica a estos distritos, en el segundo rango del mapa del anexo N°181.

Los distritos de Filadelfia (Cód.50501), Tilarán (Cód.50801), Liberia (Cód.50101), Bebedero (Cód.50604), Líbano (Cód.50805), y Cañas (Cód.50601), tienen tasas brutas de morbilidad entre el rango 3,01 a 4,50 por cada mil habitantes, siendo estas las más elevadas para la provincia de Guanacaste.

Los cantones restantes del cantón de Liberia, se ubican en el mapa del anexo N°181 en el tercer rango, con la excepción de Nacascolo que tiene una tasa bruta de morbilidad de 2,92 por cada mil habitantes.

Del cantón de Nicoya, la tasa bruta de morbilidad más alta es la del distrito de Nicoya (Cód.50201) con un 2,32 por cada mil habitantes, la cual se ubica en el cuarto rango del mapa del anexo N°181 los demás distritos del cantón se encuentran en el tercer rango.

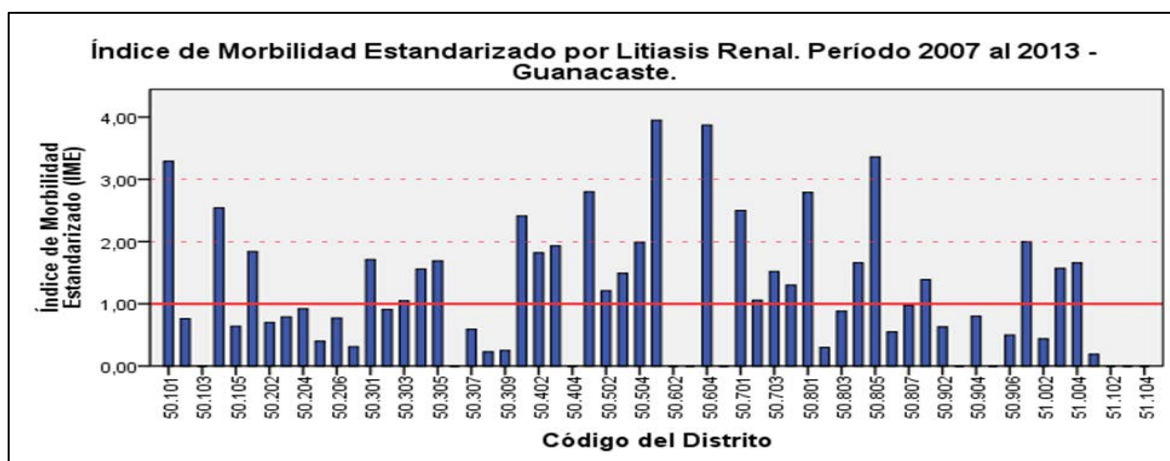
Los restantes distritos del cantón de Santa Cruz, Abangares, Cruz, y Nandayure se ubican entre el tercer y cuarto rango. Los demás distritos del cantón de Bagaces, se ubican en el cuarto rango. Y para el cantón de Hojancha, el distrito de Hojancha es el único del cantón que no se encuentra en el segundo rango del mapa del anexo N°181, por poseer la tasa bruta de morbilidad más elevada del cantón, sin embargo esta ese ubica en el tercer rango.

### 5.2.6.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para Litiasis Renal a Nivel Distrital - Guanacaste

El índice estandarizado de morbilidad para la litiasis renal, en los distritos de la provincia de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013, se realiza en la presente sección. Los límites superiores e inferiores de los IME se disponen en el anexo N°189.

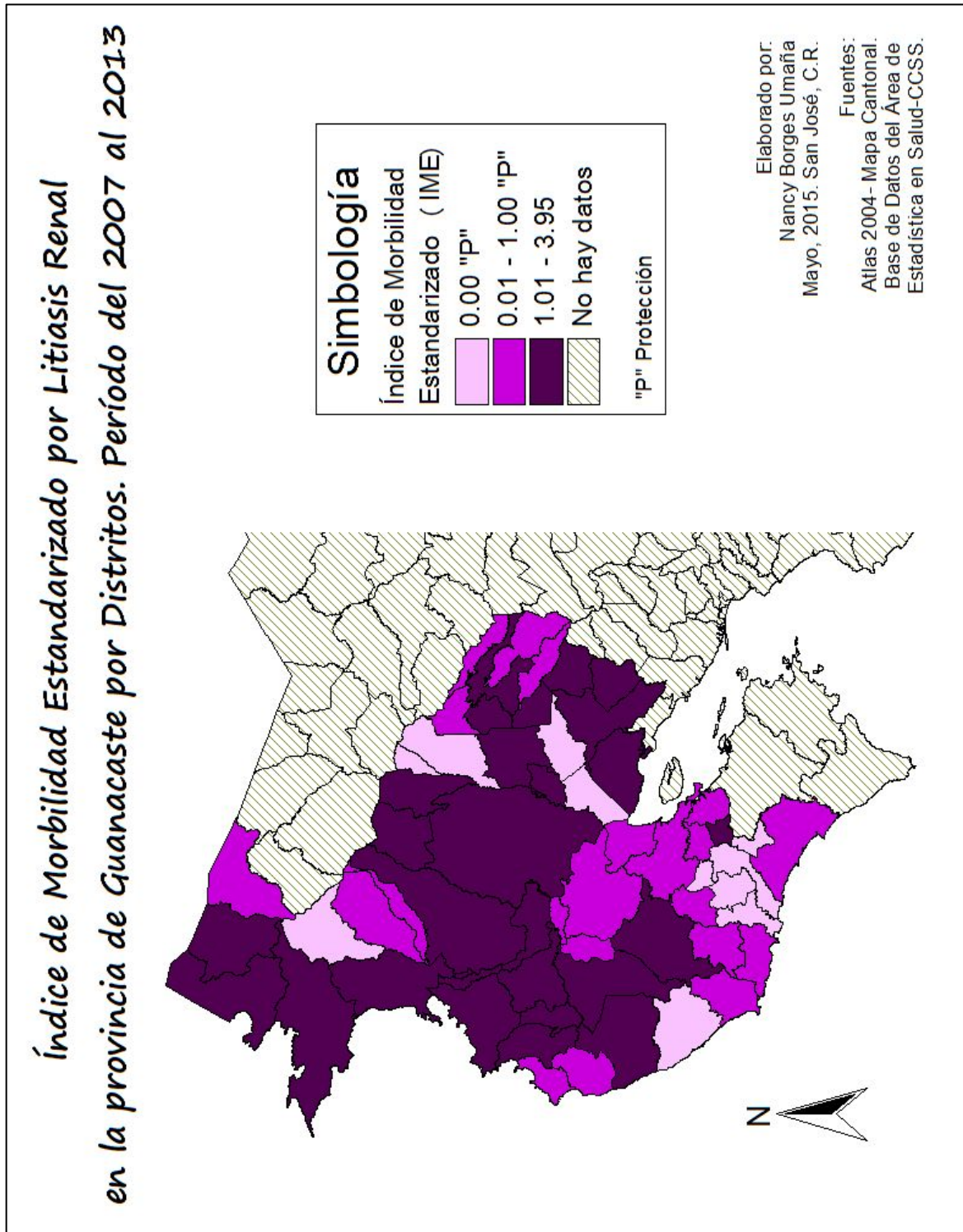
Los IME se presentan por medio del gráfico N°40, el cual muestra los IME para cada distrito, indicando si tiene protección o no con respecto a la morbilidad por litiasis renal; en complemento el mapa N°32 muestra los distritos geográficamente según el IME de protección o no. A continuación el gráfico N°40, y seguidamente el mapa N°32:

-Gráfico N°40: Índice de Morbilidad Estandarizado para Litiasis Renal. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

-Mapa N°32: Índice de Morbilidad Litiasis Renal en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el gráfico N°40 y el mapa N°32, muestran que 32 distritos de Guanacaste tienen protección de morbilidad para la litiasis renal, y los restantes 27 distritos no tienen protección.

El cantón de Hojanca (Del Cód.51101 al Cód.51104) es el único que tiene protección en todos sus distritos; caso contrario con los cantones de Abangares (Del Cód.50701 al Cód.50704) y Carrillo (Del Cód.50501 al Cód.50504) que no tienen protección en ninguno de sus distritos, debido a que presentan un exceso de casos de morbilidad con respecto a los casos esperados.

El cantón de Cañas tiene los distritos con los IME extremos, tal es el caso de Cañas (Cód.50601) y Bebedero (Cód.50604), los cuales presentan un exceso de morbilidad por de aproximadamente cuatro veces más con respecto a los casos esperados, representando de esta manera los IME más elevados a nivel distrital para la provincia de Guanacaste; caso contrario son los distritos de Palmira, San Miguel y Porozal, que tienen protección al poseer un IME de 0,00.

Los cantones de Nicoya y Nandayure tienen protección por morbilidad según el IME en la mayoría de sus distritos; sin embargo tienen un distrito sin protección; en el caso del Nicoya, el distrito de Nicoya (Cód.50201) presenta un exceso en morbilidad de casi el doble con respecto a los casos esperados; por su parte, el distrito de Carmona (Cód.50901) del cantón de Nandayure, el exceso es de aproximadamente un 39 % en relación a los casos esperados estadísticamente.

Los cantones de Liberia y Tilarán tienen en sus distritos IME entre los más elevados a nivel de la provincia, sin embargo también tienen distritos con protección. En el cantón de Liberia, los distritos de Cañas Dulces, Mayorga, y Curubandé tienen protección, sin embargo los distritos de Liberia y Nacascolo tienen un exceso en casos de morbilidad entre doble y el triple con respecto a los casos esperados.

El distrito de Líbano del cantón de Tilarán, presenta un exceso de morbilidad de más del triple con respecto a los casos esperados, mientras que para Tilarán es de casi el triple, y en Santa Roca es de aproximadamente un 66 % de más; los demás distritos tienen protección de morbilidad a causa de la litiasis renal.

Los cantones de La Cruz y Bagaces la mayoría de sus distritos no tienen protección de morbilidad por litiasis renal, y solamente tienen un distrito con protección. En el cantón de la Cruz, es el distrito de Santa Cecilia (Cód.51002); y en el cantón de Bagaces, es el distrito de Río Naranjo (Cód.50404).

El cantón de Santa Cruz tiene los distritos divididos entre protegidos y no, sin embargo los distritos sin protección, no están entre los IME más elevados para la provincia, lo cual tampoco significa que sean IME bajos, tal es caso del distrito de Santa Cruz (Cód.50301) que tiene un exceso de casos de morbilidad de aproximadamente un 71 %; los distritos de Veintisiete de Abril, Tempate, y Cartagena el exceso de morbilidad es inferior al de Santa Cruz, pero superior con respecto a los casos esperados; los demás distritos del cantón tienen protección.

### **5.2.7 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Osteoporosis**

Por medio de las tasas de morbilidad y el índice estandarizado de morbilidad, se hace la descripción de la osteoporosis para los distritos de la provincia de Guanacaste.

A nivel nacional-cantonal la provincia de Guanacaste no tiene entre sus cantones las tasas brutas de morbilidad más elevadas, lo cual se refleja en el IME con protección para la mayoría de los cantones de la provincia, con la única excepción del cantón de Hojancha.

#### **5.2.7.1 Morbilidad para Osteoporosis a Nivel Distrital - Guanacaste**

Las tasas brutas de morbilidad para osteoporosis se describen en esta sección para los distritos de la provincia de Guanacaste durante el periodo del 2007 al 2013. Los datos se basan del gráfico del anexo N°147, en complemento con el mapa del anexo N°182.

En los anexos N°147 y N°182 se observan 34 de los 59 distritos de la provincia de Guanacaste con tasa de morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes. Además se muestran tres distritos con tasas brutas muy por encima de los demás distritos.

El Cantón de Hojancha, tiene tres de sus cuatro distritos con tasas de 0,00 por cada mil habitantes; sin embargo el distrito de Hojancha (Cód.51101) tiene la tercera tasa bruta de morbilidad más alta de nivel provincial.

El cantón de Nandayure, cinco de sus seis distritos tienen la tasa bruta de morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes, sin embargo el distrito de Carmona (Cód.50901) tiene la segunda tasa bruta de morbilidad más elevada para la provincia de Guanacaste.

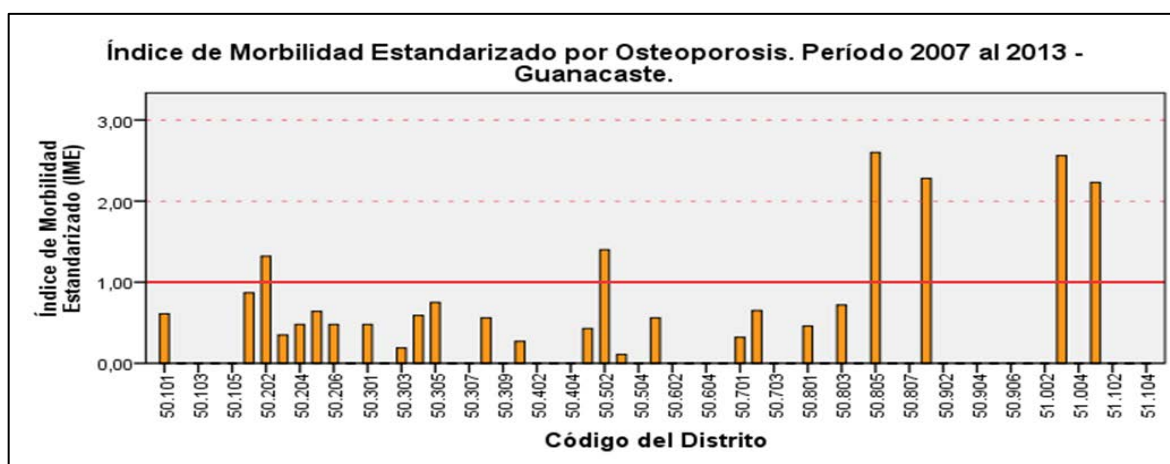
El distrito de Líbano (Cód.50805) del cantón de Tilarán, posee la tasa más elevada de la provincia de Guanacaste; sin embargo, los distritos de Quebrada Grande, Santa Rosa, Tierras Morenas y Arenal pertenecen al segundo rango del mapa del anexo N°182. Los distritos de Tilarán y Tronadora, se ubican en el tercer rango, siendo este el segundo grupo con las tasas más bajas.

Los demás distritos de la provincia se distribuyen entre el segundo y tercer rango, con la excepción de Palmira (Cód.50502), La Garita (Cód.51003), y Mansión (Cód.50202) que pertenecen al cuarto rango.

#### 5.2.7.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteoporosis a Nivel Distrital - Guanacaste

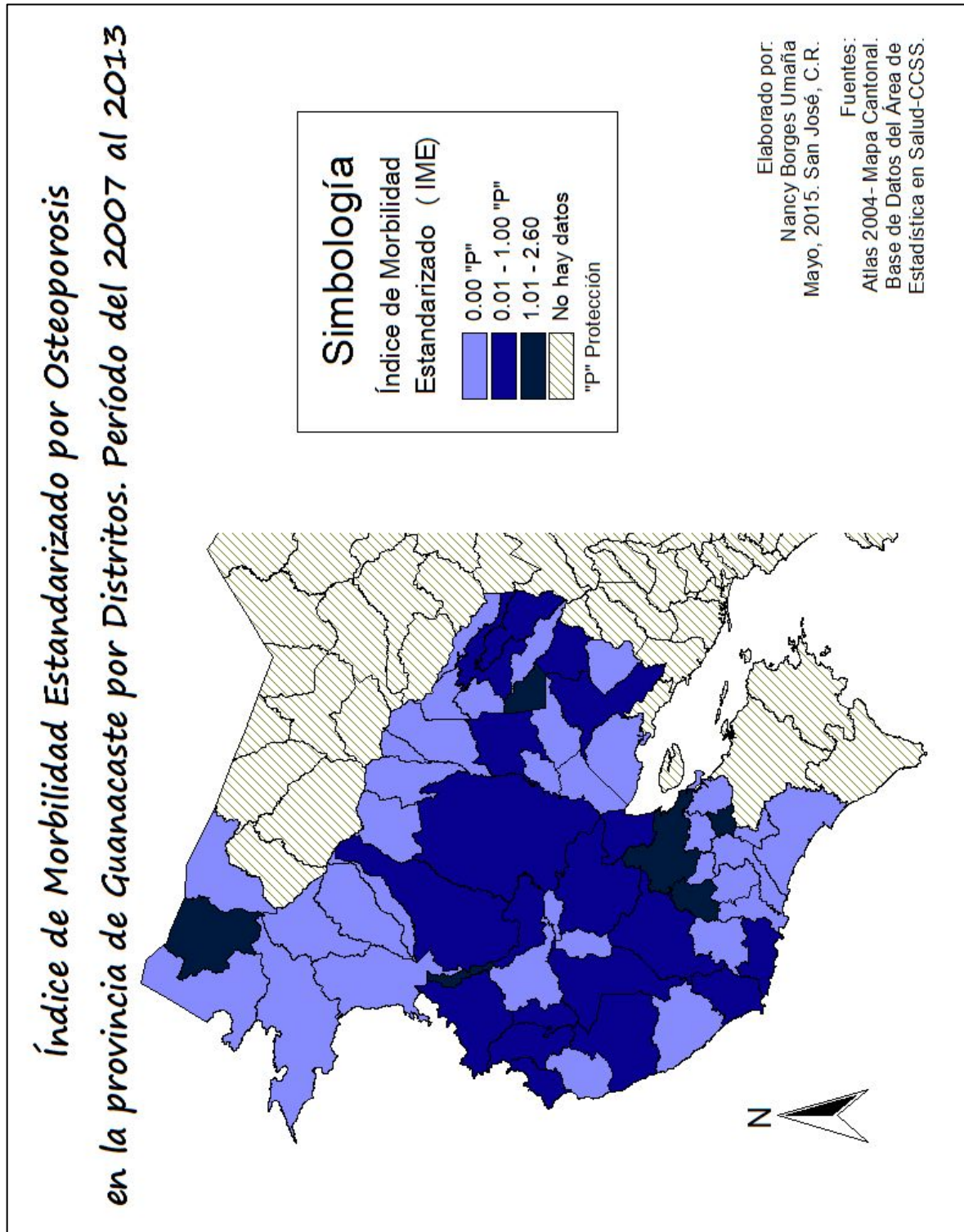
El índice de morbilidad estandarizado para la osteoporosis en los distritos de la provincia de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013, se describe en la presente sección. Los límites superiores e inferiores de los IME se encuentran en el anexo N°190. Por medio del gráfico N°41 y el mapa N°33, se muestra el IME específico para cada distrito, y la distribución geográfica de acuerdo a la clasificación de protección o no ante dicha morbilidad. A continuación el gráfico N°41, seguido del mapa N°33.

Gráfico N°41: Índice de Morbilidad para Osteoporosis. Período 2007 al 2013. Distritos- Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

-Mapa N°33: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteoporosis en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el gráfico N°41 y el mapa N°33 muestran a 53 de los 59 distritos de la provincia de Guanacaste tienen protección. Los cantones que tienen todos sus distritos con protección son: Liberia, Santa Cruz, Bagaces, Cañas, y Abangares.

Los cantones de Nicoya y Carrillo, tienen a la mayoría de sus distritos con protección ante la morbilidad por osteoporosis; la excepción es el distrito de Mansión (Cód.50502) del cantón de Nicoya, el cual tiene un exceso de morbilidad de aproximadamente un 32 %; y para el cantón de Carrillo, la excepción es Palmira (Cód.50502) con un exceso de aproximadamente el 40 % con respecto a los casos esperados.

En el cantón de Tilarán, el único distrito sin protección es Líbano (Cód.50806), al tener un exceso de morbilidad a causa de osteoporosis de más del doble de los casos esperados; siendo el distrito con el IME más elevado para la provincia.

Los cantones de Nandayure, La Cruz, y Hojancha casi todos sus distritos tienen un IME de 0,00 indicando protección ante la morbilidad por osteoporosis. Estos cantones solamente tienen un distrito sin protección, sin embargo el exceso de morbilidad es para cada uno de ellos de aproximadamente más del con respecto a los casos esperados. Estos distritos son protección son Carmona (Cód.50901) del cantón de Nandayure, Garita (Cód.51003) del cantón de La Cruz, y Hojancha (Cód.51101) del cantón de Hojancha.

## **5.2.8 Patrones espaciales según morbilidad y mortalidad para Osteopenia**

La osteopenia para los distritos de la provincia de Guanacaste, se describen en la presente sección por medio de la tasa bruta de morbilidad y el índice estandarizado de morbilidad.

A nivel nacional-cantonal, en la provincia de Guanacaste la mayoría de los cantones tienen protección según el IME, con las excepciones de Nicoya y Carrillo. Considerando las tasas brutas de morbilidad el cantón de Carrillo tiene la quita más alta a nivel nacional.

### **5.2.8.1 Morbilidad para Osteopenia a Nivel Distrital - Guanacaste**

En esta sección se hace la descripción de las tasas brutas de morbilidad para la osteopenia en los distritos de la provincia de Guanacaste durante el periodo del 2007 al 2013.

Las tasas brutas de morbilidad se disponen en el gráfico del anexo N°148, en complemento con el mapa del anexo N°183.

Los anexos N°148 y N°183 muestran con tasa de 0,00 por cada mil habitantes a los distritos de los cantones de Bagaces, Cañas, Abangares, Tilarán, Nandayure, La Cruz y Hojancha, con todos sus distritos en el segundo rango.

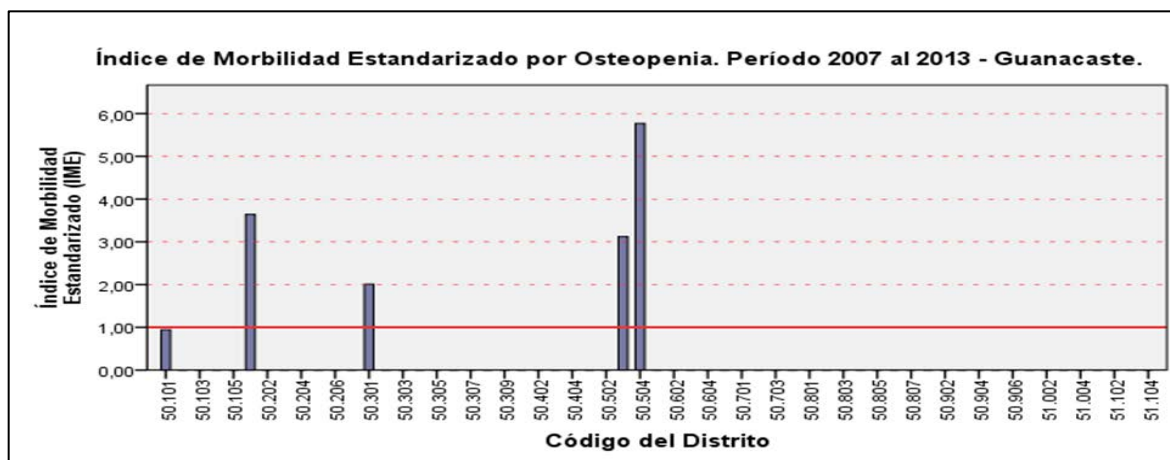
Los distritos con las tasas brutas de morbilidad por causa de osteopenia más elevadas a nivel de la provincia de Guanacaste son: Liberia (Cód.50101) del cantón de Liberia; Santa Cruz (Cód.50301) del cantón de Santa Cruz; Nicoya (Cód.50201), y Sardinal (Cód.50503) junto con Belén (Cód.50504) del cantón de Carrillo.

### 5.2.8.2 Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteopenia a Nivel Distrital - Guanacaste

La descripción del IME a nivel distrital para la provincia de Guanacaste, durante el periodo del 2007 al 2013, se presenta en esta sección. Los límites superiores e inferiores del IME, se encuentran en el anexo N°191.

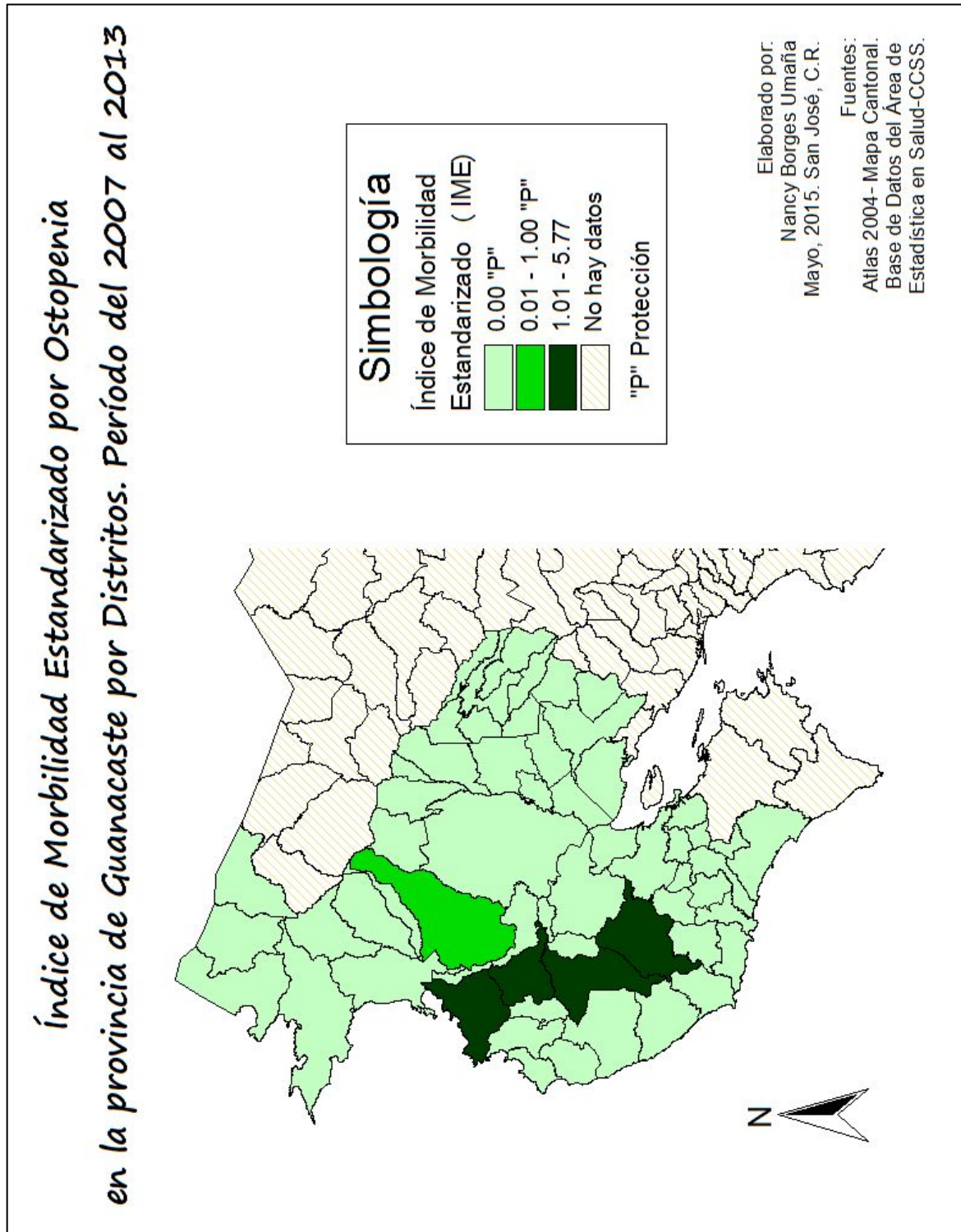
Por medio del gráfico N°42 y el mapa N°34, se muestran los IME para cada distrito, y la distribución geográfica de acuerdo a la protección o no ante la morbilidad por causa de osteopenia. A continuación el gráfico N°42, seguido por el mapa N°34:

-Gráfico N°42 Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteopenia. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS.

-Mapa N°34: Índice de Morbilidad Estandarizado para Osteopenia en los distritos de Guanacaste - Costa Rica. Período del 2007 al 2013.



En el gráfico N°42 y el mapa N°34 se muestra a la mayoría de los distritos de la provincia de Guanacaste, con protección por morbilidad a causa de osteopenia. Los distritos que en la morbilidad que no tienen la tasa bruta de morbilidad de 0,00 por cada mil habitantes, son por ende los cinco distritos que en el IME no tienen el valor de 0,00.

El distrito de Liberia (Cód.50101) es el único de estos cinco distritos que tiene protección, indicando que los casos de morbilidad son menos con respecto a los casos esperados; el distrito de Santa Cruz (Cód.50301) tiene un exceso en morbilidad aproximadamente el doble con respecto a los casos esperados; el distrito de Sardinal (Cód.50503), el exceso es de aproximadamente el triple; en el distrito de Nicoya (Cód.50201) es más del triple con respecto a los casos esperados.

El distrito con el IME más elevado a nivel provincial es Belén (Cód.50504) del cantón de Carrillo, con un exceso de aproximadamente seis veces con respecto a los casos de morbilidad esperados para dicho distrito.

## Capítulo 6

### **6. Análisis de las correlaciones entre la dureza del agua de consumo humano y algunas enfermedades.**

En este capítulo se hace la descripción de las correlaciones, las cuales se realizaron a nivel nacional, con los datos cantonales; y con los datos distritales en la provincia de Guanacaste.

Se realizaron varias correlaciones las cuales se dividieron en tres grupos; el primero se correlacionan los parámetros del agua que se consideraron en el cuarto capítulo; el segundo grupo, son las enfermedades que se consideraron para la presente investigación, en el quinto capítulo; y el tercer grupo se correlaciona lo del primer grupo con el segundo.

Para el primer grupo las correlaciones se presentan correlaciones entre las concentraciones (en mg/L) de calcio, magnesio, dureza del calcio, y dureza total, de cada año (2007-2008-2009-2010-2011-2012), además del promedio para el periodo (Del 2007 al 2012). Dichas correlaciones tienen una significancia entre 95 % al 100 %, y todas según coeficiente de Pearson, tienen una alta fuerza positiva. El anexo N°202 se dispone la tabla que resume estas correlaciones, las cuales son de referencia.

En el segundo grupo se correlaciona cada enfermedad (Cáncer de colon, cáncer de vejiga, cáncer de riñón, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, y osteopenia) y sus respectivas tasas brutas de morbilidad y mortalidad, además de los índices estandarizados de morbilidad y mortalidad. Estas correlaciones se muestran en el anexo N°203.

En el tercer grupo se correlaciona cada variable del agua (Por cada uno de los años de estudio, además del promedio del periodo) con cada variable de las enfermedades (Promedios del periodo de estudio). Del resultado, se determina considerar para desarrollar el presente capítulo las correlaciones entre los IME (morbilidad y mortalidad) con los valores promedios del periodo de las variables del agua. Estas correlaciones se resumen en la tabla N°2 para las correlaciones a nivel nacional, y en la tabla N°3 las

correlaciones para los distritos de la provincia de Guanacaste. Las correlaciones en ambas tablas se indican con color rojo, y tienen una significancia del 95 %.

En este capítulo las correlaciones se describen por cada enfermedad, en caso de los padecimientos que no presentan correlación alguna, tal es el caso del cáncer de colon (mortalidad), cáncer de riñón (morbilidad y mortalidad), cáncer de vejiga (mortalidad), enfermedad isquémica del corazón (morbilidad y mortalidad), y osteopenia (morbilidad) se omiten. En la provincia de Guanacaste – Distritos según la tabla N°3, solamente presentan dos correlaciones; la correlación con osteopenia se desarrolla solamente para la provincia de Guanacaste, dado que a nivel nacional – cantones no hay correlación; y la segunda correlación con respecto a la insuficiencia renal crónica, se desarrolla en conjunto con las correlaciones a nivel nacional.

Las correlaciones aceptadas son las indicadas en las tablas (N°2 y N°3), por tener una significancia del 95 %. Para cada correlación se complementa con un gráfico de dispersión, el cual se ubica en la sección de anexos, además de un gráfico de tendencia.

El coeficiente de Pearson indica la fuerza [Baja (0,001 a 0,333), media (0,334 a 0,666), y alta (0,667 a 0,999)] si es positiva o negativa [Baja (-0,001 a -0,333), media (-0,334 a -0,666), y alta (-0,667 a -0,999)]. A continuación las tablas de correlaciones con su respectivo coeficiente de Pearson y la significancia.

-Tabla N°2: Correlaciones entre los IME (morbilidad y mortalidad) de cada enfermedad con las concentraciones de calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total. En base a datos de cantones – Nivel Nacional.

		Calcio 2007-2012	Magnesio 2007 -2012	Dureza del Calcio 2007 - 2012	Dureza Total 2007-2012
<b>IME - Cáncer de Colon</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	-,201	-,061	-,194	-,232*
	Sig. (bilateral)	,082	,603	,093	,044
<b>IME - Cáncer de Riñón</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	-,170	-,003	-,168	-,179
	Sig. (bilateral)	,143	,980	,147	,122
<b>IME - Cáncer de Vejiga</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	-,288*	-,174	-,286*	-,296**
	Sig. (bilateral)	,012	,132	,012	,009
<b>IME- Enfermedad Isquémica del Corazón</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	-,067	-,086	-,067	-,090
	Sig. (bilateral)	,566	,459	,563	,438
<b>IME - Insuficiencia Renal Crónica</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	,409**	,534**	,417**	,409**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000
<b>IME - Litiasis Renal</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	,503**	,380**	,509**	,421**
	Sig. (bilateral)	,000	,001	,000	,000
<b>IME - Osteoporosis</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	-,236*	-,004	-,233*	-,190
	Sig. (bilateral)	,040	,972	,043	,099
<b>IME - Osteopenia</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	-,063	,024	-,064	-,031
	Sig. (bilateral)	,591	,839	,585	,787
<b>IME - Cáncer de Colon</b> (Mortalidad)	Correlación de Pearson	-,068	-,046	-,064	-,128
	Sig. (bilateral)	,561	,692	,580	,269
<b>IME - Cáncer de Riñón</b> (Mortalidad)	Correlación de Pearson	,089	,190	,091	,033
	Sig. (bilateral)	,445	,100	,433	,777
<b>IME - Cáncer de Vejiga</b> (Mortalidad)	Correlación de Pearson	,004	-,068	,006	,026
	Sig. (bilateral)	,974	,559	,961	,826
<b>IME - Enfermedad Isquémica del Corazón</b> (Mortalidad)	Correlación de Pearson	-,108	,082	-,104	-,122
	Sig. (bilateral)	,353	,484	,369	,293
<b>IME - Insuficiencia Renal Crónica</b> (Mortalidad)	Correlación de Pearson	,401**	,593**	,407**	,446**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000
**.					
*.					

Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

-Tabla N°3: Correlaciones entre los IME (morbilidad y mortalidad) de cada enfermedad con las concentraciones de calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total. En base a datos de distritos – Provincia de Guanacaste.

		Calcio 2007 - 2012 (mg/L)	Magnesio 2007 - 2012 (mg/L)	Dureza del Calcio 2007 - 2012 (mg/L)	Dureza Total 2007 - 2012 (mg/L)
<b>IME - Cáncer de Colon</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	-,125	-,065	-,130	-,119
	Sig. (bilateral)	,347	,626	,326	,370
<b>IME - Cáncer de Riñón</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	-,037	-,039	-,046	-,049
	Sig. (bilateral)	,784	,768	,729	,713
<b>IME - Cáncer de Vejiga</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	,112	-,106	,133	,065
	Sig. (bilateral)	,399	,425	,314	,624
<b>IME- Enfermedad Isquémica del Corazón (Morbilidad)</b>	Correlación de Pearson	-,045	,117	-,051	,007
	Sig. (bilateral)	,733	,378	,702	,960
<b>IME - Insuficiencia Renal Crónica (Morbilidad)</b>	Correlación de Pearson	,065	,103	,068	,090
	Sig. (bilateral)	,622	,437	,608	,497
<b>IME - Litiasis Renal</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	-,146	-,134	-,154	-,164
	Sig. (bilateral)	,268	,312	,243	,213
<b>IME - Osteoporosis</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	-,048	-,034	-,051	-,050
	Sig. (bilateral)	,717	,800	,703	,706
<b>IME - Osteopenia</b> (Morbilidad)	Correlación de Pearson	,102	<b>,270*</b>	,095	,163
	Sig. (bilateral)	,442	<b>,038</b>	,475	,217
<b>IME - Cáncer de Colon</b> (Mortalidad)	Correlación de Pearson	-,035	,056	-,017	,006
	Sig. (bilateral)	,792	,674	,901	,964
<b>IME - Cáncer de Riñón</b> (Mortalidad)	Correlación de Pearson	,018	,083	,010	,038
	Sig. (bilateral)	,894	,530	,937	,777
<b>IME - Cáncer de Vejiga</b> (Mortalidad)	Correlación de Pearson	,146	,020	,200	,158
	Sig. (bilateral)	,270	,880	,128	,231
<b>IME - Enfermedad Isquémica del Corazón (Mortalidad)</b>	Correlación de Pearson	-,030	,014	-,028	-,009
	Sig. (bilateral)	,821	,919	,834	,947
<b>IME - Insuficiencia Renal Crónica (Mortalidad)</b>	Correlación de Pearson	,061	<b>,266*</b>	,056	,137
	Sig. (bilateral)	,644	<b>,042</b>	,673	,302
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).□					

Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

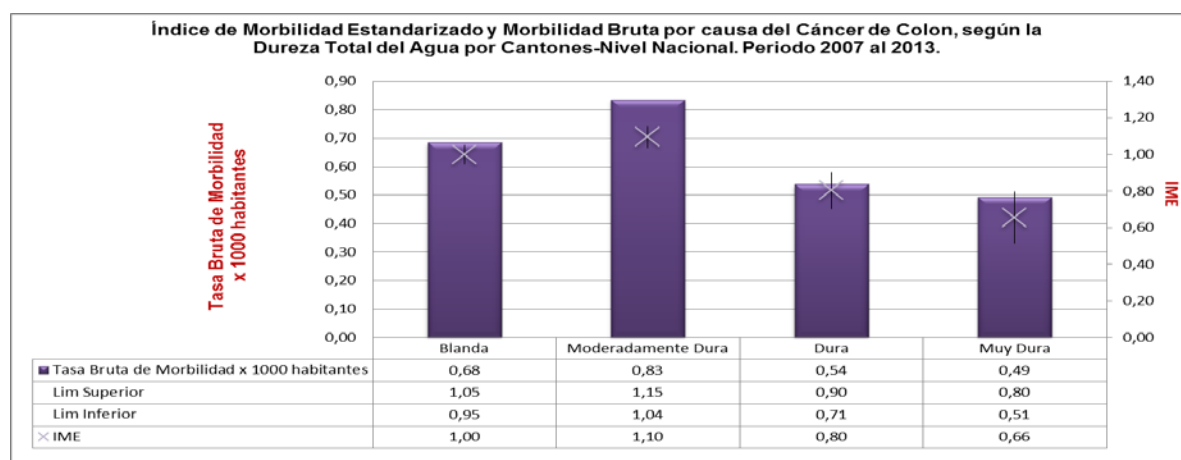
### 6.1 Correlaciones entre Cáncer de Colón y la Dureza del Agua

El cáncer de colon según la tabla N°2 se observa solamente correlación con la dureza total del agua para el periodo de estudio, en base a los datos cantonales – Nivel Nacional.

Tal como se mencionó previamente todas las correlaciones tienen una significancia del 95 %; sin embargo la fuerza de la correlación en este caso se considera negativa y débil. En el anexo N°205 se encuentra el gráfico de dispersión, el cual muestra que a menor concentración de dureza total, mayor es el índice estandarizado de morbilidad por causa del cáncer de colon.

A continuación el gráfico N°43, muestra la tendencia de los cantones agrupados según el tipo de agua con la respectiva tasa bruta de morbilidad e IME.

-Gráfico N°43: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa del Cáncer de Colon, según la dureza total del agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

En el gráfico N°43 se observa que en los cantones de aguas blandas la tendencia de menor dureza de agua mayor IME, no se aprecia en todos los cantones.

Los cantones de aguas duras y muy duras, se muestran con los IME y tasas brutas de morbilidad más bajas, tal lo esperado según la recta del gráfico de dispersión. Sin embargo, los cantones de aguas blandas se esperaría que tuviesen el IME más elevado, pero este está en el límite del IME de “protección”, mientras que los cantones de aguas

moderadamente dura, son los que poseen la tasa bruta de morbilidad más elevada en conjunto con el respectivo IME, el cual los clasifica sin protección ante la morbilidad por causa del cáncer de colon.

Algunos cantones específicos que difieren a lo esperado en esta correlación son los siguientes:

El cantón de Parrita (Cód.609) de la provincia de Puntarenas, se le clasifica el agua como dura según la dureza total [Ver capítulo 4 - 4.1.4 Dureza Total, gráficos (N°7 y N°8) y mapa N°4], sin embargo la tasa bruta de morbilidad por causa del cáncer de colon, es la segunda más alta a nivel nacional; y el índice de morbilidad estandarizado, es el más alto a nivel nacional (“Sin protección”).

El cantón de Alvarado (Cód.306) de la provincia de Cartago se le clasifica el agua como blanda según la dureza total, por ende se esperaría según la correlación que su IME fuera elevado; sin embargo su IME (“Con protección”) es el segundo más bajo a nivel nacional; y su respectiva tasa bruta de morbilidad por causa del cáncer de colon se encuentra entre las 4 más bajas a nivel nacional.

El cantón de Buenos Aires (Cód.603) se le clasifica el agua como blanda, al tener la dureza total más baja a nivel nacional (por cantones), sin embargo la tasa bruta de morbilidad y el IME (“Con protección”), no se encuentra entre los más elevados del país [Ver Capítulo 5 - 5.1.1 Cáncer de Colon, gráficos (N°17 y N°18), y mapa N°9].

Entre los cantones que cumplen el ideal de la correlación, se mencionan los siguientes:

El cantón de Garabito (Cód.611) de la provincia de Puntarenas se le clasifica el agua como muy dura según la dureza total, y según lo esperado el IME es el tercero más bajo a nivel nacional; y su tasa bruta de morbilidad es la segunda más baja a nivel nacional.

El cantón de Santa Ana (Cód.109) de la provincia de San José se le clasifica el agua como blanda según la dureza total; su IME es el tercero más elevado (“Sin protección”) a nivel nacional.

Los restantes cantones que se agrupan por tener aguas muy duras, son de la provincia de Guanacaste, y sus IME no están entre los más bajos a nivel nacional, pero de igual manera son considerados con protección. Sin embargo a nivel distrital según la tabla N°3

no muestra correlación entre el cáncer de colon con la concentración de calcio, magnesio, dureza del calcio, ni la dureza total.

Aunque hay distritos que muestran la correlación perfecta como el caso de Porozal (Cód.50605), Colorado (Cód.50704), y Bolsón (Cód.50302) los cuales tienen las tres concentraciones más elevadas de dureza total, tienen el IME y las tasas brutas de morbilidad mínimas. Sin embargo otros distritos tienen nula la correlación, tal es el caso de Filadelfia (Cód.50501), y Carmona (Cód.50901) que tiene aguas muy duras, y sus IME son el segundo y tercero más elevados a nivel distrito en Guanacaste; además que sus tasas brutas de morbilidad se encuentran entre las más elevadas.

La correlación entre el cáncer de colon y la dureza total del agua resulta confusa al presentar cantones que guardan dicha correlación negativa, y otros que no; a continuación se presentan extractos de investigaciones relativas al cáncer de colon:

El cáncer de colon se le considera entre los 5 tipos de cáncer de mayor incidencia y mortalidad en Costa Rica, al igual que otros padecimientos es un proceso de enfermedad complejo. Se le atribuye la dieta como uno de los factores primordiales en la génesis del desarrollo de la enfermedad, especialmente al consumo de productos procesados o altos contenidos de grasas (Leitón, 2013).

Se le han atribuido muchos factores de riesgo los cuales se les clasifica como modificable, no modificable y genético. Entre los modificables se asocia la dieta, el fumado, y obesidad; no modificables, raza, sexo y edad; y entre los genéticos, los síndromes polipósicos, el síndrome de Lynch tipo I y tipo II (síndromes no polipósicos) (Leitón, 2013).

Los estudios relativos a la dieta, en que se atribuyen algunos factores dietéticos como protectores o predisponentes, se han determinado que tiene resultados contradictorios. Algunos de los alimentos que se han considerado como protectores, son: El consumo de café, ajo, pescados (ricos en omega - 3), frutas, verduras, ácido fólico, y magnesio; sin embargo los diversos estudios no muestran respaldo unánime. Las carnes rojas y grasas animales se les atribuyen como factor de riesgo, con la justificación de aumentar la lentitud del tránsito intestinal y disminuye el lumen del colon, lo cual repercute en el prolongamiento de la exposición a diversas toxinas. La vitamina B6 se le atribuye la disminución del cáncer de colon, afirmación que se sostiene con un meta análisis (Leitón, 2013).

Muchos estudios se les ha hecho confuso establecer las relaciones nutricionales precisas con respecto a la protección o riesgo para el cáncer de colon; la ingesta de agua, se considera parte de la dieta, sin embargo los estudios se enfocan más en otro tipo de alimentos, como la fibra; y aun así no se ha podido dar con exactitud su relación con la protección o no hacia el cáncer de colon, por la dificultad de obtener resultados contundentes con respaldo metodológico y/o experimental.

La fibra puede ser soluble o insoluble, y de acuerdo a ellos varía su comportamiento en el organismo; la fibra soluble se le atribuye protección gracias a n-butilato<sup>6</sup> (“un ácido graso de cadena corta que puede actuar sobre la proliferación y la apoptosis del colonocito” (Casimiro, 2002. p.129)

La fibra insoluble se le atribuye eficacia para reducir la carcinogénesis, “al dilución de carcinógenos en la luz intestinal y disminución del contacto de éstos con la luz intestinal (por efecto masa y aceleración del tránsito), inactivación de precursores tumorales, modulación de la expresión de genes supresores, facilitando la saciedad, alteración de la flora colónica, reducción del pH intraluminal y quizá también sirviendo como base para la producción de ácidos grasos de cadena corta que son el substrato preferido de las células epiteliales colónicas” (Casimiro, 2002. p.129)

La fibra como profilaxis se enfoca al consumo de verduras, pero en relación a las frutas hay poca investigación; en los resultados disponibles se relaciona con la disminución del riesgo de cáncer de recto o del colon más distal. Otras investigaciones experimentales en animales sugieren que la fibra induce cierto grado de proliferación en las células colónicas, pero no hay información que esto se atribuya una tumorigénesis (Casimiro, 2002).

El calcio, la vitamina D, los folatos, los flavonoides, las vitaminas antioxidantes (A, C y E) y el selenio, son de los micronutrientes protectores ante el cáncer de colon; el hierro se le atribuye un aumento del riesgo (Casimiro, 2002).

La protección del calcio con respecto al cáncer de colon, se basa en que este elemento se une a los ácidos biliares (a los ácidos biliares secundarios los cuales son co-carcinogénicos, inactivándolos biológicamente) y a los ácidos grasos en la luz intestinal; otro mecanismo es el inhibir la proliferación de las células colónicas epiteliales. En caso de un progreso tumoral, el calcio extracelular no puede seguir realizando dicha inhibiciones. El problema que presentan estudiar dicha relación, es con respecto a la

cuantificación precisa de ingesta, y el controlar la confusión con respecto a otros aportes dietéticos (Casimiro, 2002).

La OMS en su obra *Calcium and Magnesium in Drinking-water* afirmaba que la baja ingesta de calcio se le ha asociado a un aumento de riesgo de padecer osteoporosis, litiasis renal, la hipertensión, accidente cerebrovascular, enfermedad arterial coronaria, resistencia a la insulina, obesidad, y cáncer colorrectal” (OMS, 2009).

Lo inespecíficos (dolores abdominales intermitentes, pérdida de peso, sensación de llenura o sangrado por el recto; en estadios más avanzados: náuseas y vómitos) que resultan los síntomas del cáncer colorrectal tienden a no detectarse tempranamente el padecimiento, sin embargo, para el diagnóstico se catalogan los pacientes en riesgo bajo, moderado o alto (varía según la edad, antecedentes familiares, hábitos, entre otros), y según el criterio médico los exámenes pueden variar desde examen colorrectal, palpaciones, sangre oculta en heces (guayaco), u otros. La disminución de los factores de riesgo modificables son fundamentales (Leitón, 2013).

Otras investigaciones han determinado que sí hay relación entre el calcio y las enfermedades crónicas, sin embargo la solución no radica en el aumento de la ingesta de calcio; se debe incorporar a un estilo de vida saludable, que implique la reducción de sal, proteínas de origen animal, alcohol, cafeína, además del aumento de la actividad física y exposición a la luz solar, y en edad adulta terapia para el control de cambios hormonales (Hernández & Porrata, 1999).

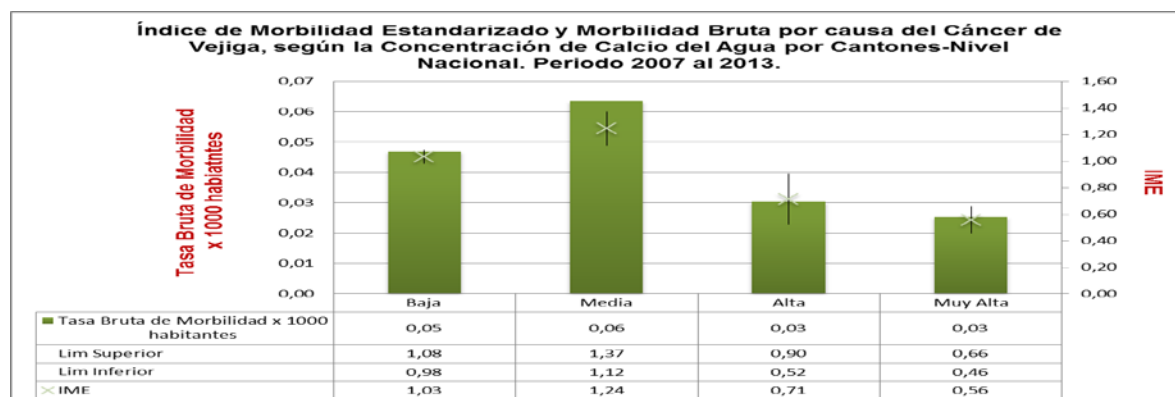
## 6.2 Correlaciones entre el Cáncer de Vejiga y la Dureza del Agua

Según se muestra en la tabla N°2 para el cáncer de vejiga (índice de morbilidad estandarizado) se observa correlación con la concentración del calcio, dureza del calcio y dureza total, durante el periodo del 2007 al 2013, en base a los datos cantonales – Nivel Nacional. La significancia de la correlacione son del 95 %, y según el coeficiente de Pearson la fuerza es negativa, y débil para las tres correlaciones.

En el anexo N°206 se encuentra el gráfico de dispersión entre el IME y la concentración del calcio, este gráfico muestra que a mayor concentración de calcio menor es el IME. En el anexo N°207, es el gráfico de dispersión entre el IME y la dureza del calcio, allí se observa que a mayor IME menor concentración de dureza del calcio. En el anexo N°208, el gráfico de dispersión entre la dureza total y el IME, se aprecia que a mayor dureza total menor es el IME.

A continuación se adjuntaran los gráficos en que se aprecian las tendencias de los cantones agrupados según la concentración del calcio, la dureza del calcio, y la dureza total en el agua, con la respectiva tasa bruta de morbilidad e IME. En cada gráfico de tendencia se hace relación al gráfico de dispersión correspondiente, y la mención de algunos cantones que cumplen o no dicha tendencia; posteriormente se confronta los resultados, con otras investigaciones relativas al tema.

-Gráfico N°44: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa del Cáncer de Vejiga, según la concentración del calcio en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

Se aprecia el gráfico N°44 que la tendencia de mayor concentración de calcio, mayor IME no se cumple a cabalidad, especialmente en la columna de aguas con baja y mediana concentración de calcio.

El cantón de Vázquez de Coronado (Cód.111) de la provincia de San José, es parte de los cantones que se agruparon según la concentración de calcio en el agua como baja, por lo que se esperaba que su IME sea elevado; y efectivamente su IME es elevado, siendo este el mayor a nivel cantonal. Otros de los cantones que cumplen dicha correlación son Santo Domingo (Cód.403), Alajuela (Cód.201), y Jiménez (Cód.304).

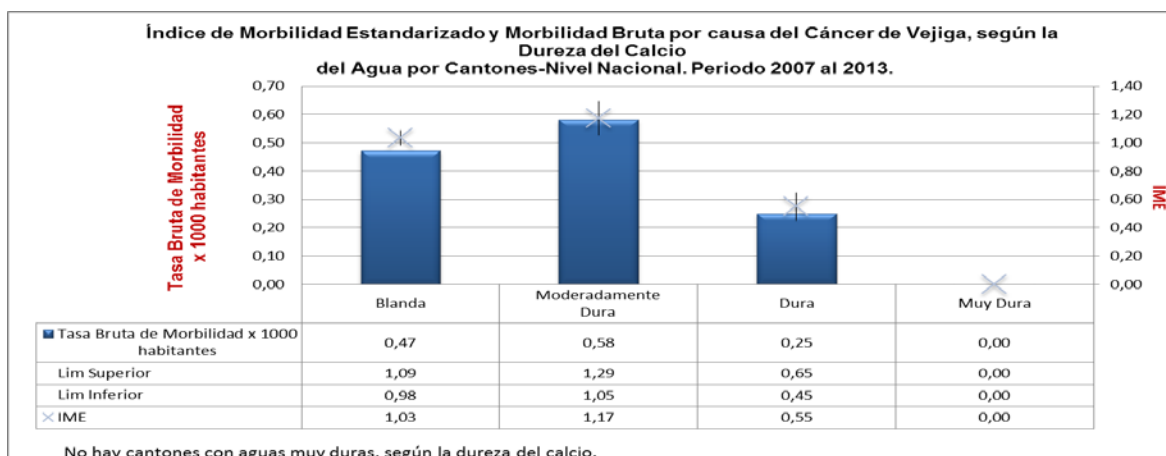
Sin embargo la tendencia está lejos de manifestarse en todos los cantones, lo cual puede relacionarse a que sea una correlación débil. El cantón de Osa (Cód.605) forma parte de los cantones con aguas con muy alta concentración de calcio, según el gráfico N°44, por lo que se espera según la línea recta del gráfico de dispersión, que el IME sea entre los más bajos a nivel nacional, pero tal como se indica en el capítulo 5, este cantón no tiene protección según refleja su elevado IME.

En la tabla N°3 se observa en base a los datos distritales para la provincia de Guanacaste, no hay correlación entre la concentración del calcio y el índice estandarizado de morbilidad por causa del cáncer de vejiga.

El distrito de Quebrada Honda (Cód.50204) de Nicoya es un ejemplo en que no se estaría cumpliendo la correlación negativa, dado que tiene el IME y la tasa bruta de morbilidad más elevada para la provincia de Guanacaste, y la concentración de calcio en el agua, a nivel de distritos de Guanacaste, está entre las más altas. Aunque hay distritos que pueden cumplir con dicha correlación, propiamente en la provincia guanacasteca, esa correlación es nula, al igual con la dureza del calcio, y la dureza total.

A continuación el gráfico N°45, muestra la tendencia de los cantones agrupados según la dureza del calcio en el agua, con la respectiva tasa bruta de morbilidad e IME.

-Gráfico N°45: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa del Cáncer de Vejiga, según la Dureza del Calcio en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

En el gráfico N°9 se indica que según la dureza del calcio, no hay cantones que tuviesen el agua muy dura; la tasa bruta de morbilidad y el IME para la agrupación de cantones de aguas duras, son más bajas con respecto a la columna de aguas blandas y moderadamente duras, mostrando lo esperado según el gráfico de dispersión.

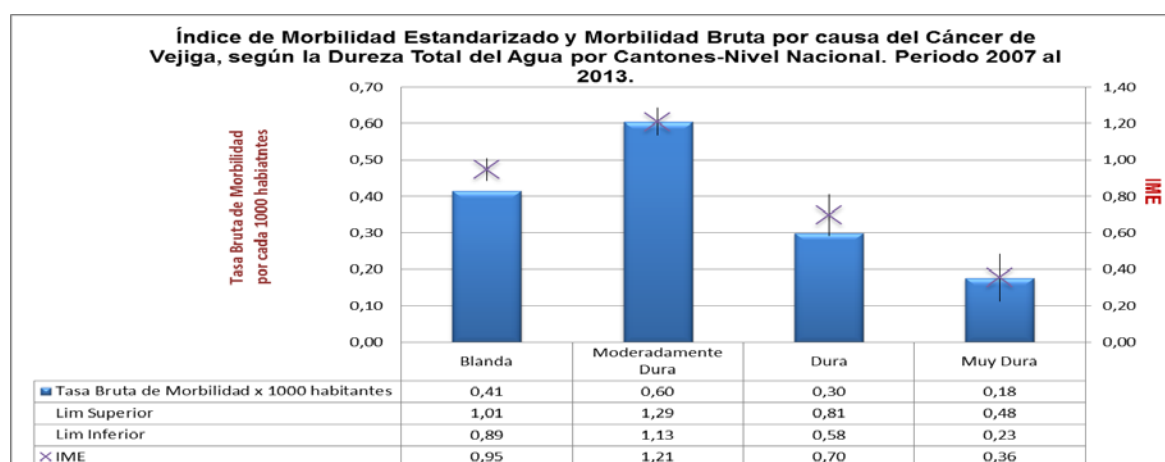
Sin embargo entre las aguas blandas y moderadamente duras, esta última tiene la mayor tasa de morbilidad e IME, condiciones que se esperaría según el gráfico de dispersión para el grupo de aguas blandas.

Entre los cantones que hacen discorde la correlación negativa entre la dureza del calcio y la tasa bruta de morbilidad en conjunto con el IME, se menciona a San Mateo (Cód.204) y Guatuso (Cód.215) ambos de la provincia de Alajuela, los cuales se clasifican sus aguas como blandas, y presentan la tasa bruta de morbilidad e IME más bajas a nivel nacional.

Los cantones de Garabito (Cód.611), Santa Cruz (Cód.503), y Corredores (Cód.610) son parte de los cantones que presentan la correlación deseada; estos tres cantones son parte de los cantones que se agrupan con el grupo de aguas duras según la dureza del calcio, y presentan la correlación negativa con la tasa bruta de morbilidad e IME.

El gráfico N°46 muestra la tendencia de los cantones agrupados según el tipo de agua, con la respectiva tasa bruta de morbilidad e IME. Según el gráfico de dispersión que se basa en el coeficiente de Pearson, se espera una correlación negativa. A diferencia con las aguas clasificadas por la dureza del calcio, la que se clasifican según la dureza total, sí presentan casos para las aguas muy duras.

-Gráfico N°46: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa del Cáncer de Vejiga, según la Dureza Total en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

El gráfico N°46 muestra la tendencia entre aguas moderadamente duras, duras y muy duras, se aprecia la correlación negativa con respecto a la tasa bruta de morbilidad e IME; sin embargo, entre el bloque de las aguas blandas con las aguas moderadamente duras se observa una discordancia que debilita la correlación negativa.

El cantón Vázquez de Coronado (Cód.111) ejemplifica el ideal de la correlación negativa, el cual posee la tasa bruta de morbilidad y el índice de morbilidad estandarizado más elevado a nivel nacional, y sus aguas son blandas, según la dureza total; el cantón de San Isidro (Cód.406) es otro ejemplo de aguas blandas con tasa bruta de morbilidad e IME entre los más elevados del país.

Ejemplo contrario es el cantón de Osa (Cód. 605), el cual tiene aguas duras y su respectiva tasa bruta de morbilidad e IME también se encuentra entre las más elevadas

del país. Los cantones de San Mateo (Cód.204) y Guatuso (Cód.215) presentan circunstancias similares a las mostradas con la dureza del calcio.

No se encontraron investigaciones en que se relacionen directamente el cáncer de vejiga con la concentración de calcio, magnesio, ni dureza total en el agua. Las correlaciones entre éstas, se mencionaron previamente que tienen una fuerza débil y negativa, lo indicaría que a mayor concentración de dichas variables del agua menor la tasa bruta de morbilidad y el IME del cáncer de vejiga.

Sin embargo con respecto a la dureza del agua se relacionan otras variables, como la presencia de arsénico. El arsénico puede presentarse de forma natural en aguas superficiales y subterráneas de América Latina, relacionándole el vulcanismo que puede ejercer variación en pH alto, alcalinidad variable, baja dureza, moderada salinidad y presencia de boro flúor, sílice y vanadio (Castro, 2006).

Al arsénico en el agua se le atribuyen diversos padecimientos, entre ellos: Efectos crónicos cutáneos (melanosis, queratosis y cáncer de piel); enfermedades de los vasos sanguíneos; cáncer de vejiga, riñón y pulmón; y como posibles efectos: diabetes, hipertensión arterial, trastornos reproductivos y afectación del desarrollo intelectual infantil. El arsenicismo se muestra a cabo de un periodo de exposición de cinco a 20 años. Es importante considerar en relación al arsénico, que cada persona tiene una susceptibilidad particular, la cual se vincula con la edad, el estado nutricional, las condiciones sociales y otros factores insuficientemente conocidos. (OMS, 2006).

Se le relaciona al cáncer de vejiga y secundariamente al cáncer de colorrectal los productos halogenados y no halogenados [trihalometanos (THMs)] de la reacción entre el material orgánico del agua y el cloro proveniente del proceso de cloración (Casimiro, 2002).

Los THMs y otros subproductos de la cloración del agua, se les ha determinado en base a experimentos con animales, que tienen propiedades mutágenas y cancerígenas. Diversos estudios epidemiológicos los han asociado con el incremento del riesgo de cáncer de vejiga urinaria a personas que han ingerido dichas aguas cloradas, durante largos periodos de tiempo (Villanueva. Kogevinasa Grimaltb; 2000)

Las concentraciones de THMs varían según la dosis de cloro, tiempo de contacto, temperatura del agua y pH; pero ante todo requiere de los compuestos activos que pueden reaccionar con el cloro. Los THMs más predominantes son el clorofomo y el bromodicloroetano; también dibromoclorometano y el bromoformo. También se le atribuyen a trastornos de la reproducción (Sanchez, 2008).

### 6.3 Correlaciones entre Insuficiencia Renal Crónica y la Dureza del Agua

Las correlaciones para la insuficiencia renal crónica se dan tanto en morbilidad como en mortalidad, según se observa en la tabla N°2. Las correlaciones con la concentración de calcio, concentración de magnesio, dureza del calcio y dureza total, el coeficiente de Pearson indican que son de fuerza media y positiva. Específicamente para la provincia de Guanacaste en base a los datos distritales, solo se observa en la tabla N°3, correlación con la mortalidad y la concentración de magnesio; esta correlación difiere con las correlaciones a nivel nacional, al tener una fuerza baja.

En los anexos N°209 al N°212 se disponen los gráficos de dispersión de las correlaciones con el IME-morbilidad; para las de IME-mortalidad, son los anexos N°213 al N°216. Para la única correlación según los datos de los distritos de Guanacaste, su respectivo gráfico de dispersión se encuentra en el anexo N°223. En estos gráficos se observa la recta indicando la correlación positiva. A continuación se presentan los gráficos de tendencias, comenzando con el referente de la concentración de calcio.

-Gráfico N°47: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la concentración de calcio en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

En el gráfico N°47 se observa que entre las aguas de baja, media y alta concentración de calcio, hay una tendencia esperada según el gráfico de dispersión; sin embargo entre la alta concentración de calcio con el IME mayor, la tendencia no es la esperada.

El cantón de Cañas (Cód.506) tiene el IME más elevado a nivel nacional, por lo que se esperaría en supuesto de correlación perfecta, que la clasificación de sus aguas según la concentración de calcio, estuviesen entre las de muy alta concentración y no en las de alta concentración.

Otras situaciones similares, se presentan en los cantones de Bagaces (Cód.504) y Los Chiles (Cód.214), los cuales tienen baja concentración de calcio, pero la tasa bruta de morbilidad y el IME ("Sin protección") están entre los más elevados a nivel nacional.

Entre los cantones que respaldan la correlación positiva de mayor concentración de calcio, mayor el IME, se encuentra al cantón de Carrillo (Cód.505), el cual tiene una de las concentraciones de calcio más elevadas del país, además de tener el IME y la tasa bruta de morbilidad entre las mayores a nivel nacional.

Entre los cantones que cumplen la correlación positiva, se encuentran San Isidro (Cód.406), Heredia (Cód.401), y Moravia; estos cantones tienen las concentraciones más bajas de calcio, y su respectiva tasa bruta de morbilidad e IME están entre las más bajas

A continuación el gráfico N°48, el cual se muestra la tendencia del índice de mortalidad estandarizado y la tasa bruta de mortalidad, según la concentración de calcio en el agua.

-Gráfico N°48: Índice de Mortalidad Estandarizado y Mortalidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la concentración de calcio en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

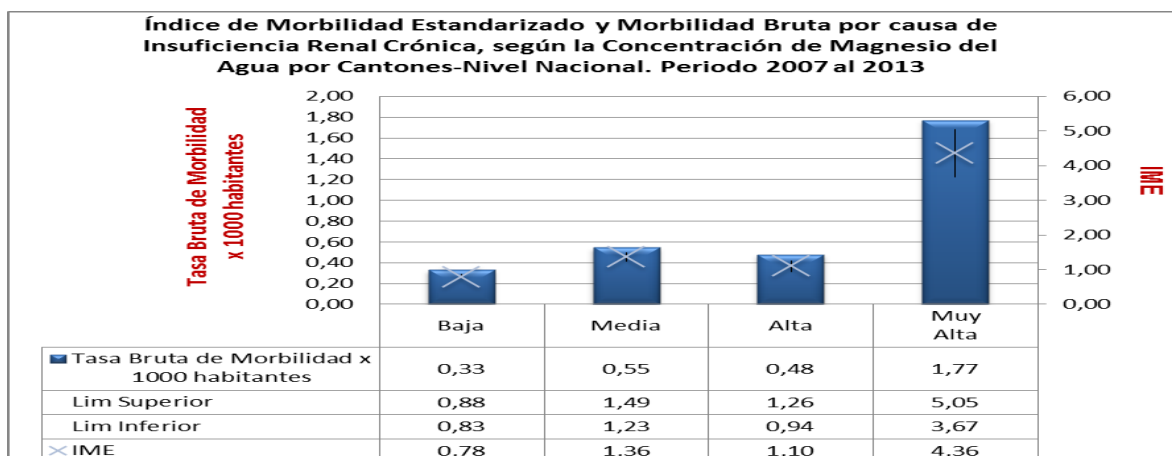
En el gráfico N°48 se muestra una tendencia que a mayor concentración de calcio, mayor es el IME. A diferencia con el IME-morbilidad, las agrupaciones según la concentración de calcio se observa en las cuatro columnas la correlación positiva.

El Cantón de Bagaces (Cód.504) difiere entre la tendencia según el IME-morbilidad, o el IME-mortalidad con respecto a la concentración de calcio en el agua. En la tendencia con respecto al gráfico N°48 se encuentra acorde, debido a que su baja concentración de calcio se correlaciona con el IME bajo, el cual incluso lo considera con “protección”.

El cantón de los Chiles, no presenta cambio entre el grafico de tendencia del IME-morbilidad con el IME-mortalidad.

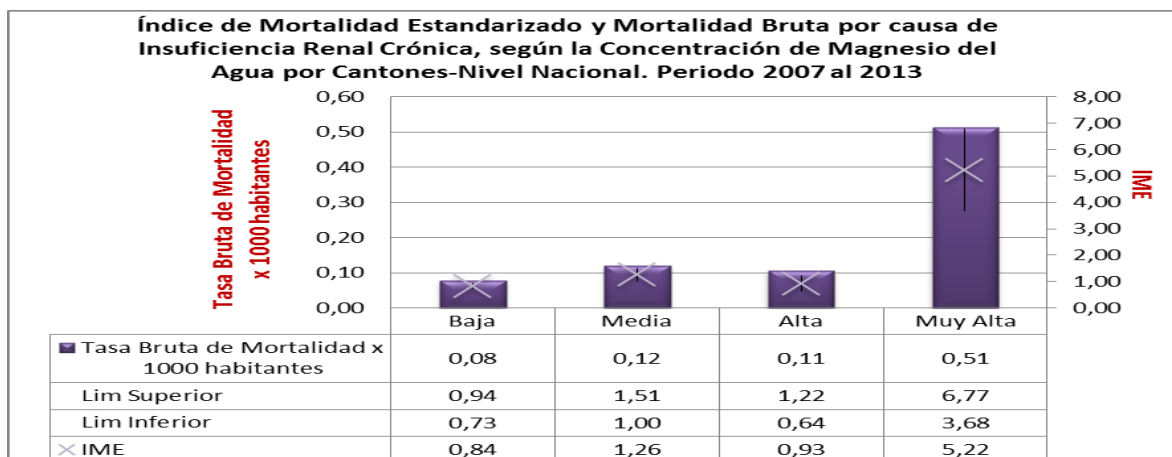
A continuación los tres gráficos de tendencia según la concentración de magnesio; el primero (N°49) se relaciona con el IME-morbilidad, el segundo (N°50) con el IME-mortalidad, y el tercero (N°51) con el IME-mortalidad según datos distritales de la provincia de Guanacaste.

-Gráfico N°49: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la concentración de magnesio. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



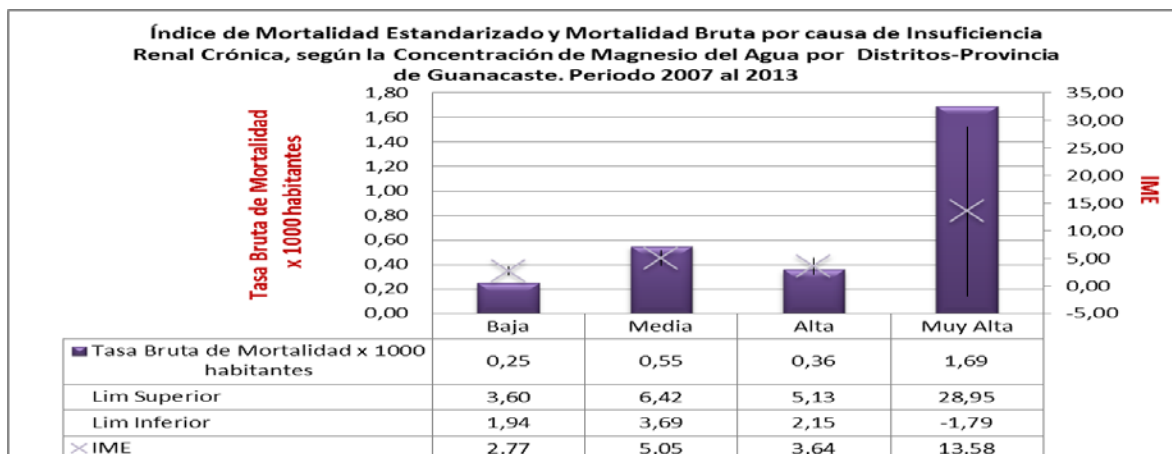
Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

-Gráfico N°50: Índice de Mortalidad Estandarizado y Mortalidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la concentración de magnesio. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

-Gráfico N°51: Índice de Mortalidad Estandarizado y Mortalidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la concentración de magnesio. Datos de distritos – Provincia de Guanacaste. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

En los tres gráficos (N°49, N°50, y N°51) se observa una tendencia similar, en cual a menor concentración de magnesio, menor el IME; sin embargo entre las agrupaciones de aguas con media y alta concentración hay una disparidad en la tendencia. En el caso del gráfico N°51 particularmente se aprecia que los máximos y mínimos del IME para la columna de muy alta concentración, da un margen bastante amplio.

En la tabla N°2 se muestra según el coeficiente de Pearson que la correlación de la concentración de magnesio y la insuficiencia renal crónica es la más fuerte entre las demás correlaciones, los gráficos de tendencia muestran una marcada tendencia entre las columnas de los extremos, pero una incongruencia con la correlación entre las columnas centrales.

Algunos casos de cantones (para los gráficos N°49 y N°50) o distritos (para el gráfico N°51) en los que se aprecia incongruencia con la correlación positiva, son los siguientes:

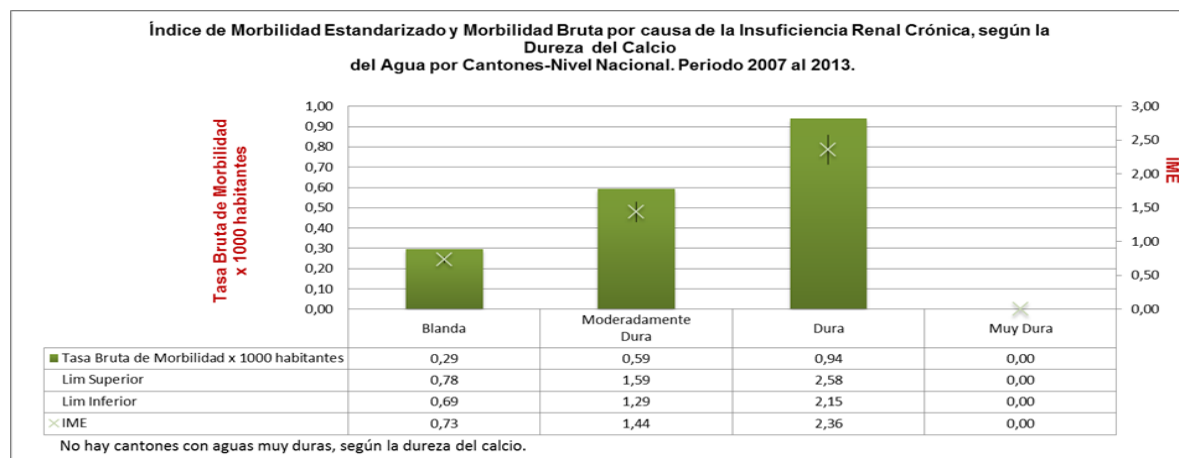
El distrito de Mayorga (Cód.50103.) del cantón de Liberia, se acogió con las concentraciones altas de magnesio, pero su tasa bruta de mortalidad y el IME-mortalidad son de las más bajas a nivel de la provincia de Guanacaste.

Los distritos de Bebedero (Cód.50604) del cantón de Cañas, y Río Naranjo (Cód.50404) del cantón de Bagaces, ambos se agruparon con los distritos de aguas de concentración baja de magnesio, sin embargo tiene el IME entre los más elevados (“Sin protección”) de la provincia de Guanacaste.

Los cantones de La Cruz (Cód.510), Bagaces (Cód.504), Upala (Cód.213), y San Isidro (Cód.406) son parte del bloque de cantones con aguas con baja concentración de magnesio, sin embargo sus IME-mortalidad están entre los más elevados (“Sin protección”) a nivel nacional. Los cantones de Bagaces y Los Chiles (Cód.214) a pesar de ser de aguas de baja concentración de magnesio, sus respectivos IME-morbilidad se encuentran entre los más elevados a nivel nacional.

A continuación el gráfico con la tendencia de IME-morbilidad según dureza del calcio.

-Gráfico N°52: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la dureza del calcio en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

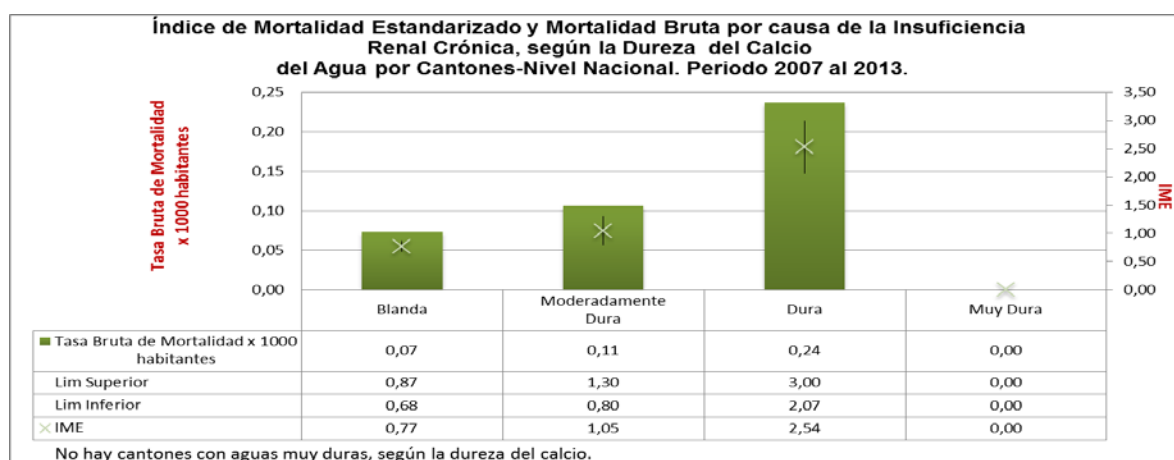
El gráfico N°52 muestra una tendencia ideal según la correlación positiva; el bloque de aguas muy duras se obvia dado que no hay cantones que tuviesen el agua muy dura según la dureza del calcio.

Algunos cantones que se agruparon en el grupo de aguas blandas, y que respaldan dicha tendencia según la correlación positiva son: San Mateo (Cód.204), Santa Bárbara

(Cód.404), Naranjo (Cód.206), y Belén (Cód.407); de las aguas moderadamente duras, el cantón de Nandayure (Cód.509) muestra dicha tendencia; y los cantones de Cañas (Cód.506) y Nicoya (Cód.502) para los que se agrupan con los cantones de aguas duras.

A nivel de grupo no se aprecia, pero para el IME-morbilidad también hay cantones que no muestran correlación positiva con la dureza del calcio, tal es el caso de Bagaces (Cód.504) y Los Chiles (Cód.214) que tienen sus aguas blandas, pero tienen el IME entre los más elevados a nivel nacional. Para determinar si esta situación se presenta con IME-mortalidad, se ajunta a continuación el gráfico N°53:

-Gráfico N°53: Índice de Mortalidad Estandarizado y Mortalidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la dureza del calcio en el agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

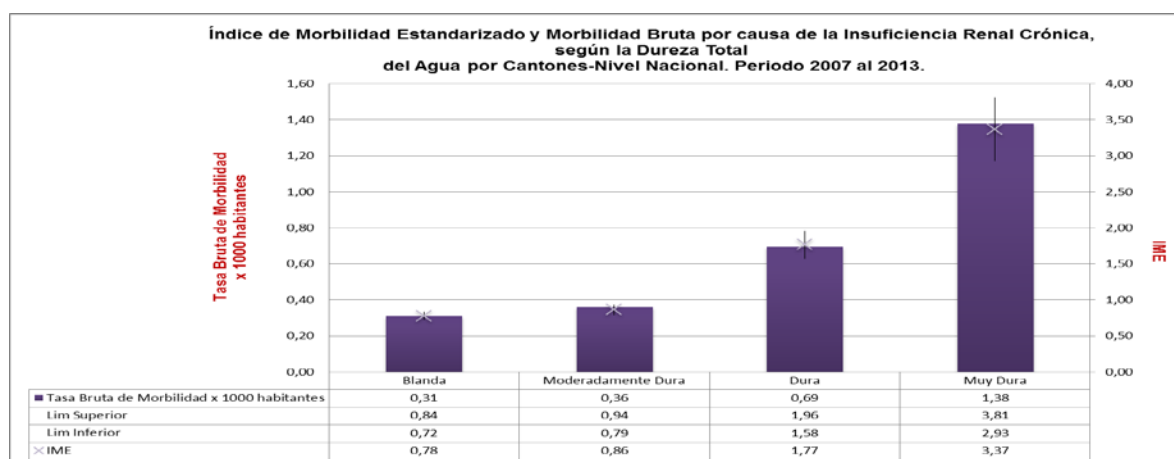
En el gráfico N°53 se muestra la misma tendencia que se presenta con el IME-morbilidad, la cual hace un reflejo de lo que muestra el gráfico de dispersión basado el coeficiente de correlación de Pearson, el cual indica fuerza positiva.

Los cantones de Carrillo (Cód.505), Nicoya (Cód.502), Santa Cruz (Cód.503), y Cañas (Cód.506) muestran dicha correlación positiva tener las aguas duras, y sus respectivos IME están entre los más elevados a nivel nacional. A nivel de distritos, específicamente en la provincia de Guanacaste, la tabla N°3 no muestra correlación.

El cantón de Los Chiles (Cód.214) según el IME-mortalidad, se agrupa con las aguas blandas, y aunque su IME es más elevado del promedio del grupo, no se encuentra entre los más elevados del país, tal como sí sucede nuevamente con el cantón de Bagaces (Cód.504).

A continuación el gráfico de tendencia según la dureza total y el IME-morbilidad.

-Gráfico N°54: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la dureza total del agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

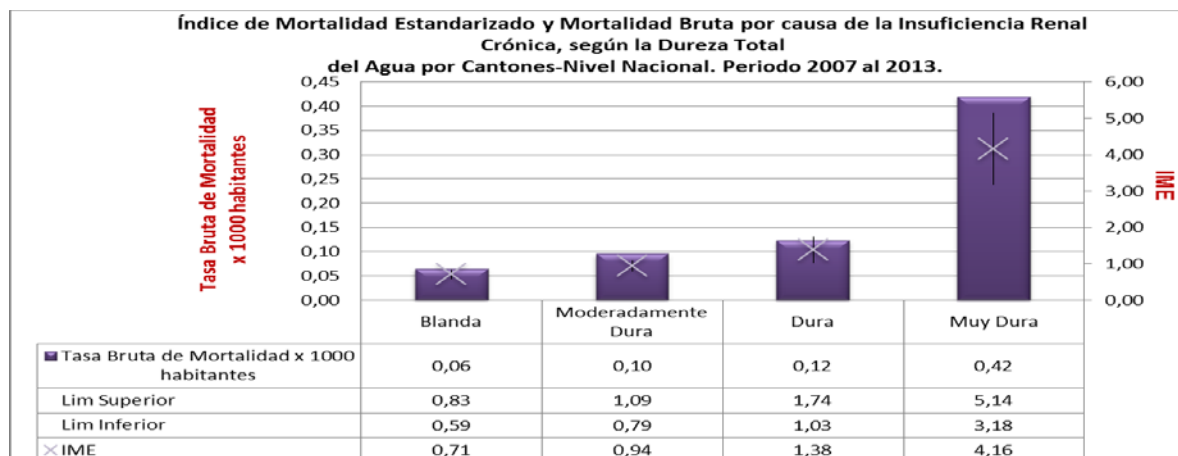
En el gráfico N°54 se observa una tendencia similar como la del gráfico N°53, con la diferencia que para la clasificación de aguas muy duras, según la dureza total en este gráfico si hay cantones en dicha agrupación. Según el gráfico de dispersión correspondiente, se muestra una correlación positiva, la cual se manifiesta en este gráfico de tendencia.

Los cantones de Nicoya (Cód.502), Carrillo (Cód.505), Santa Cruz (Cód.503), y Garabito (Cód.611) son ejemplos de cantones de aguas muy duras y con IME muy elevados; con la salvedad del cantón de Garabito, el cual no tiene el IME entre los más elevados a nivel nacional, pero de igual manera su IME es elevado, el cual lo cataloga sin protección.

Los cantones de Bagaces (Cód.504) y Los Chiles (Cód.214) se reiteran nuevamente como ejemplos de discordancia con la correlación positiva. A continuación se adjunta el

gráfico N°55 relativo al IME-mortalidad – Dureza Total, para determinar si mantienen dicha tendencia.

-Gráfico N°55: Índice de Mortalidad Estandarizado y Mortalidad Bruta por causa de la Insuficiencia Renal Crónica, según la dureza total del agua. Datos de cantones – nivel nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

La tendencia que muestra el gráfico N°55 es similar a la que se presenta en el gráfico N°54, la cual expresa la correlación positiva indicada por el coeficiente de Pearson.

El cantón de Garabito (Cód.611) difiere la correlación que presenta con el IME-mortalidad con respecto a la IME-morbilidad, debido a que al poseer aguas muy duras según la dureza total, su IME-mortalidad se encuentra entre los más bajos a nivel nacional. Sin embargo los cantones de Nicoya (Cód.502), Carrillo (Cód.505), y Santa Cruz (Cód.503) mantienen dicha correlación positiva.

Los cantones de Upala (Cód.213), Bagaces (Cód.504), y San Isidro (Cód.406) son algunos de los cantones en donde la correlación positiva no se muestra debido a que tienen aguas blandas, pero sus respectivos IME se encuentra entre los más elevados a nivel nacional.

Los cantones de Mora (Cód.107) y Abangares (Cód.507) tienen aguas duras, pero su IME-mortalidad se encuentra entre los más bajos a nivel nacional. Sin embargo, una gran mayoría de cantones presentan correlación positiva entre IME-mortalidad y la dureza total,

tal es el caso de Buenos Aires (Cód.603), Alfaro Ruiz (Cód.211), Palmares (Cód.207), Dota (Cód.117), y Grecia (Cód.203) que tienen el IME entre los más bajos a nivel nacional, al igual que la dureza total de sus aguas, las cuales son blandas.

A continuación se mencionan algunos aportes de investigaciones sobre dureza del agua (concentración del calcio, magnesio, dureza del calcio, y dureza total) con respecto a la insuficiencia renal crónica.

A la insuficiencia renal crónica se le atribuyen diversas causas entre ellas: Enfermedades vasculares, enfermedades glomerulares, túbulo intersticiales y uropatías obstructivas; sin embargo a la diabetes mellitus, se le considera responsable del 50 % de los casos de enfermedad renal; la hipertensión arterial y las glomerulonefritis son los otros padecimientos que más inciden. La enfermedad congénita que provoca la insuficiencia renal crónica es la enfermedad renal poliquística (Venado et al.2009).

En personas sanas se da el control del exceso de calcio por medio de absorción intestinal a través de la acción de 1,25- dihidroxivitamina D (forma hormonalmente activa de la vitamina D) y se excreta por el riñón. Sin embargo requiere atención en personas con hipercalcemia, alcalosis metabólica e insuficiencia renal (OMS, 2009).

Al síndrome hipercalcémico se le relacionan niveles elevados de calcio ionizado en sangre, que en consecuencia hay trastornos en el sistema nervioso central, en el músculo liso, en el miocardio, en el riñón y en la homeostasis hidroelectrolítica; no obstante la hipercalcemia, se ha detectado en pacientes asintomáticos (Riancho & González; 2004).

El magnesio es un catión muy importante en el organismo por las múltiples tareas que se le atribuyen (entre ellas: cofactor para enzimas relacionadas al metabolismo energético; síntesis de proteínas, ácido nucleico, entre otras). La baja concentración de magnesio en organismo se relaciona a la difusión endotelial, reacciones vasculares, niveles elevados de proteína C reactiva y disminución de la sensibilidad a la insulina (OMS, 2009).

La insuficiencia renal crónica disminuye la capacidad del organismo de excretar el magnesio, y es por ello que a este padecimiento se le considera la principal causa de hipermagnesemia. Al darse una acumulación de magnesio en el organismo, entre las afectaciones fisiológicas, se menciona las alteraciones digestivas (OMS, 2009).

Al dañarse la función renal, disminuye la síntesis de vitamina D, baja el nivel de calcio y aumenta el de fosfato, debido a que los riñones y el hueso son regulares del metabolismo del calcio y fosforo (Venado et al. 2009).

Al ir dándose el fallo renal, una parte del magnesio filtrado que se excreta, se incrementa como resultado de reabsorción tubular reducida, por lo tanto la concentración sérica de magnesio aumenta. El aumento del calcio en la dieta, si se da con un alta ingesta de sodio, se favorece la excreción urinaria de magnesio, generando un balance negativo al aumentar el calcio (Tapia, Mora & Navarro; 2007).

Las consecuencias de la hipermagnesemia y potenciales efectos en la insuficiencia renal crónica son (Tapia et al; 2007):

Hipermagnesemia Leve (magnesio plasmático entre 2-3 mmol/l): Somnolencia, letargia, e hiporreflexia.

Hipermagnesemia Moderada (magnesio plasmático entre 3-5 mmol/l): somnolencia, y arreflexia, hipocalcemia, hipotensión, bradicardia, y cambios electrocardiográficos.

Hipermagnesemia Severa (magnesio plasmático > 5 mmol/l: parálisis muscular, tetraplejia, apnea, bloqueo cardíaco completo, paro cardíaco.

Potencial efecto en la insuficiencia renal crónica: Retardo en la calcificación vascular; reducción en la velocidad de conducción nerviosa; prurito; defecto en la mineralización ósea; contribución a la forma osteomalácica de la osteodistrofia renal; dolores óseos; alteración de la función de la glándula paratiroidea; y factor patogénico para la enfermedad ósea adinámica (Tapia et al; 2007).

La concentración sérica de Mg se encuentra frecuentemente elevada en la insuficiencia renal crónica. En estos pacientes, la hipermagnesemia es usualmente leve, sin síntomas clínicos agudos relevantes, aunque incrementos adicionales del nivel de Mg plasmático puede tener consecuencias importantes. Las repercusiones más relevantes del incremento de Mg corporal en pacientes con enfermedad renal crónica se manifiestan principalmente sobre el metabolismo óseo. Los elevados niveles de Mg pueden tener efectos directos en la histología ósea, jugando un papel patogénico en algunas formas de osteodistrofia renal. Por otro lado, diversas evidencias indican la supresión de la actividad de la glándula paratiroidea por la hipermagnesemia (Tapia et al; 2007.p.678).

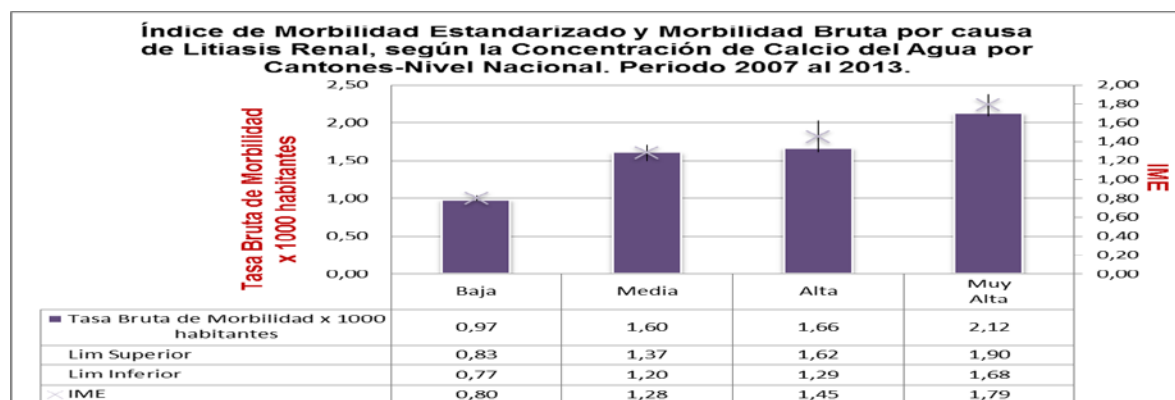
Algunas investigaciones afirman que el balance de calcio en el organismo, tiende a ser positivo al disminuir la excreción urinaria del calcio en la insuficiencia renal crónica, compensa la reducción de su absorción en el intestino; sin embargo es un proceso que debe ser controlado porque puede darse la aparición de calcificaciones vasculares (Teruel, Fernández, & Rodríguez, 2009).

#### 6.4 Correlaciones entre Litiasis Renal y la Dureza del Agua

Para la litiasis renal en la tabla N°2 se muestra que hay correlaciones con la concentración de calcio, concentración de magnesio, dureza del calcio y dureza total. El coeficiente de Pearson, indica que la fuerza de correlación es media y positiva, con una significancia del 95 %.

En el anexo N°217 se encuentra el gráfico de dispersión entre el IME y la concentración del calcio; este gráfico muestra que a menor concentración de calcio, menor es el IME. El anexo N°218 es el gráfico de dispersión entre el IME y la concentración de magnesio, que indica menor IME, menor concentración de magnesio. En el anexo N°219 se muestra el gráfico de dispersión entre la dureza del calcio y el IME, se aprecia que a mayor dureza del calcio, mayor es el IME. El anexo N°220 corresponde al gráfico de dispersión entre la dureza total e IME, se observa a que mayor concentración de dureza total, mayor es el IME. A continuación se presentan los gráficos de tendencias:

-Gráfico N°56: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Litiasis Renal, según la concentración de calcio. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

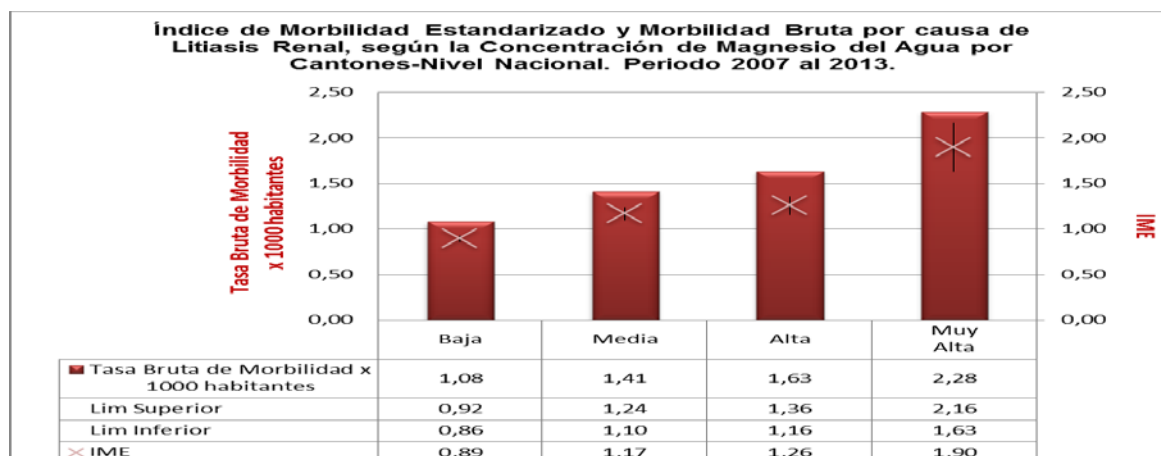
En el gráfico N°56 se aprecia una tendencia ideal según la correlación positiva, en que al aumentar la concentración de calcio aumentan las tasas brutas de morbilidad y el IME.

El cantón de Limón (Cód.701) es uno de los cantones que muestran la correlación positiva, al tener una de las mayores concentraciones de calcio y el IME entre los más elevados del país. Caso contrario es el cantón de Bagaces (Cód.504), el cual tiene una concentración baja de calcio, pero uno de los IME más elevados a nivel nacional.

Una mayoría de cantones se acogen a la correlación positiva, lo cual se refleja en el gráfico de tendencias; otros ejemplos de ello son: Oreamuno (Cód.307), San Carlos (Cód.210), Los Chiles (Cód.214), y Vázquez de Coronado (Cód.111), los cuales tiene aguas con baja concentración de calcio y su respectivo IME se encuentran entre los más bajos del país.

A continuación el gráfico de tendencia entre IME y la concentración de magnesio:

-Gráfico N°57: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Litiasis Renal, según la concentración de magnesio. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013.



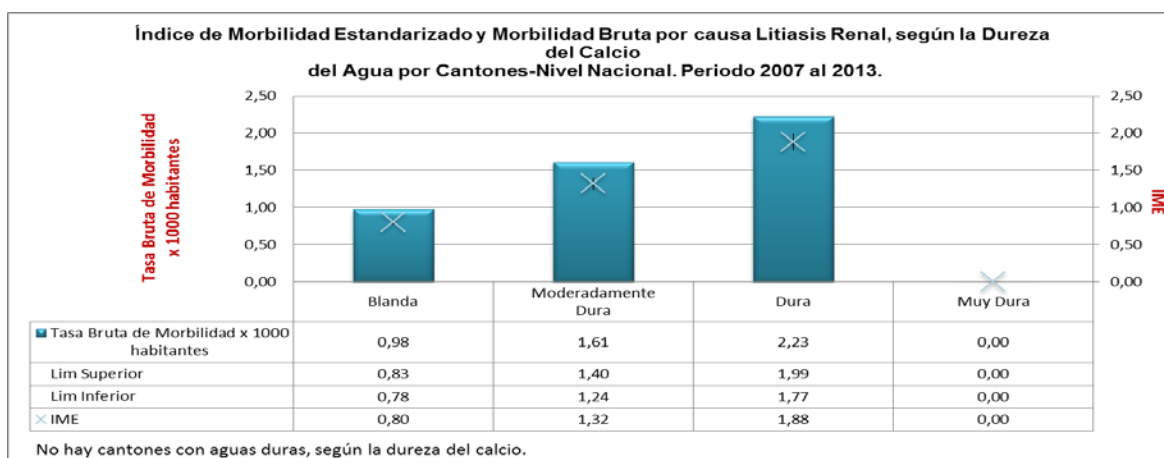
Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

La tendencia del gráfico N°57 refleja una correlación positiva, dado que al aumentar la concentración de magnesio, aumenta la tasa bruta de morbilidad y el IME. Sin embargo a nivel individual hay mayoría de cantones que muestran dicha correlación, pero otros discrepan mucho de ella.

El cantón de Cañas (Cód.506) tiene la mayor concentración de magnesio a nivel nacional-cantonal, y su IME se encuentra entre los más elevados; casos contrarios son los cantones de Limón (Cód.701) y Bagaces (Cód.504), los cuales tienen baja concentración de magnesio, pero su IME es de los más elevados a nivel nacional. El cantón de Liberia (Cód.501) sus aguas se les considera con concentración media de magnesio, pero su IME es de los más elevados a nivel nacional.

A continuación el gráfico de tendencia entre el IME y la concentración de dureza del calcio:

-Gráfico N°58: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Litiasis Renal, según la concentración de dureza del calcio. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

El gráfico N°58 muestra la misma tendencia de los gráficos anteriores relativos a la litiasis renal; en este gráfico se omite al igual que los gráficos anteriores de dureza del calcio, la columna de aguas muy duras.

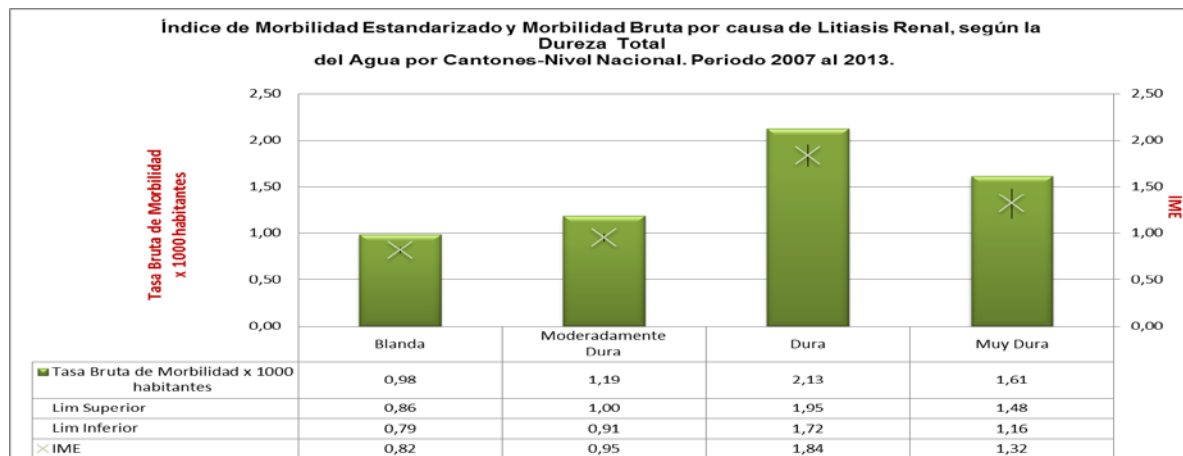
La correlación de Pearson con fuerza positiva, se muestra entre la concentración de dureza del calcio y el IME. Entre los cantones que tienen dicha correlación son: Oreamuno (Cód.307), El Guarco (Cód.308), Alvarado (Cód.306), Tarrazú (Cód.105), y San Carlos (Cód.210), que tiene aguas blandas y sus respectivos IME están entre los más

bajos a nivel nacional. Con aguas duras, e IME muy elevados se encuentran los de Limón (Cód.701) y Cañas (Cód.506).

El cantón de Bagaces (Cód.504) nuevamente es ejemplo de discrepancia al tener aguas blandas, pero un IME de los más elevados a nivel nacional; misma situación se observa con el cantón de Tilarán (Cód.508).

A continuación el gráfico de tendencia entre IME- Dureza Total:

-Gráfico N°59: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Litiasis Renal, según la concentración de dureza total. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

En el gráfico N°59 la tendencia difiere con respecto a la tendencia que han mostrado los gráficos (N°106, N°107, y N°108), aunque la correlación entre IME-dureza total según la tabla N°2 es de fuerza media y positiva, hay una discordancia entre la agrupación de aguas duras y muy duras.

La agrupación de aguas muy duras, se conforma por los cantones de Garabito (Cód.611), Nicoya (Cód.502), Carrillo (Cód.505) y Santa Cruz (Cód.503), y aunque tienen el IME elevado (exceptuando a Garabito, que tiene un IME inferior al promedio del grupo), los IME más elevados a nivel nacional corresponde a Abangares (Cód.507), Limón (Cód.701), y Cañas (Cód.506) los cuales tienen aguas duras.

El cantón de Bagaces (Cód.204) se reitera como caso de no correlación positiva entre el IME (litiasis renal) – dureza total, al contar con aguas blandas, pero con un IME entre los más elevados del país. El cantón de Liberia (Cód.501) también tiene el IME muy elevado, aunque sus aguas se clasifiquen como moderadamente duras. El cantón de Talamanca (Cód.704) es otro caso en que la correlación no es positiva, dado que tiene sus aguas como duras, pero su IME es uno de los más bajos del país (“Con Protección”).

Sin embargo, una cantidad considerable de cantones, se acoplan a la correlación positiva, entre ellos Tarrazú (Cód.105), Alvarado (Cód.306), San Carlos (Cód.210), Dota (Cód.117), La Unión (Cód.303), Cartago (Cód.301), San Isidro (Cód.406), Los Chiles (Cód.214), y Moravia (Cód.114), los cuales tienen aguas blandas, y sus respectivos IME están entre los más bajos del país.

A continuación se mencionan algunos aportes de investigaciones sobre dureza del agua (concentración del calcio, magnesio, dureza del calcio, y dureza total) con respecto a la litiasis renal:

La formación de cálculos renales por la ingesta de calcio, depende si se consume con alimento (incluida el agua) o separado. En el intestino delgado el calcio alcanza la parte inferior, y allí se une con el ácido oxálico en los alimentos, lo cual reduce la absorción, y por ende protege contra la formación de cálculos renales. Se atribuye la formación de cálculos renales a los suplementos de calcio que supera los 2500 mg / día (OMS, 2009)

El estudio exploratorio realizado en Costa Rica entre la litiasis renal y la dureza del agua, durante el periodo del 2001 al 2003, se concluyó que al aumentar la concentración de dureza de calcio en el agua de consumo humano, se incrementaba el riesgo bruto y estandarizado de padecer cálculos renales. El aumento del 27 % de padecer de litiasis renal, correspondía a las personas que habitaban en lugares en que el agua tenía altas concentraciones de dureza del calcio, por lo tanto era un factor de riesgo (Mora & Chamizo. 2007)

La formación de cálculos renales se le atribuye diversos factores de riesgo, entre ellos: Bajo consumo de agua, aguas duras, elevado consumo de proteínas de origen animal, alcoholismo, y antecedentes familiares. Sin embargo la investigación observacional, descriptivo y transversal que se realizó a lo largo de 6 meses, no mostró relación entre dureza del agua y formación de cálculos renales (Jova & Ramírez. 2009).

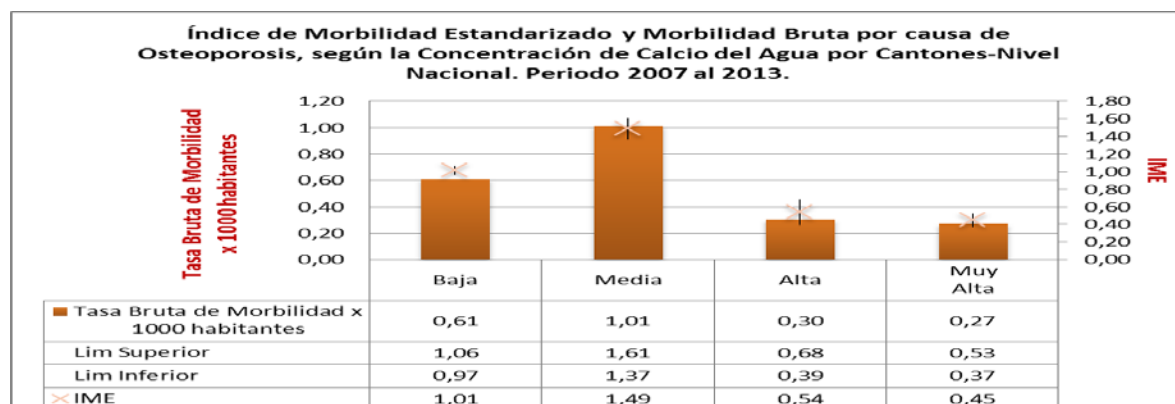
En Yucatán (México) se determinó una prevalencia de litiasis del 10.3% sin mostrar predominio geográfico; la prevalencia en personas mayores de 50 años era de 11 veces mayor con respecto a los menores de edad. Mayor prevalencia en personas mayores, lo relacionaron a una exposición de dureza en el agua mayor de 400 ppm. (Medina-Escobedo et al. 2002)

El ingreso de metales pesados al organismo puede estar influenciado por la deficiencia de calcio y magnesio en el agua de consumo humano. El Calcio y el magnesio pueden ejercer un factor de protección incrustaciones o ateromas en el sistema cardiovascular, pero su escasez afectaría el proceso de “excitación-contracción-relajación” (Mora et al. 2001).

### 6.5 Correlaciones entre Osteoporosis y la Dureza del Agua

En la tabla N°2 se presentan dos correlaciones con respecto a la osteoporosis, la primera es con la concentración de calcio, y la segunda con la concentración de dureza del calcio. Ambas correlaciones tienen una fuerza débil negativa, según el coeficiente de Pearson. En los anexos N°221 y N°222 se muestran los gráficos de dispersión que indican que al aumentar la concentración de calcio o la concentración de dureza de calcio disminuye el IME y la tasa bruta de morbilidad para la osteoporosis. A continuación el gráfico N°60 con la tendencia de los cantones agrupados según la concentración de calcio:

-Gráfico N°60: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Osteoporosis, según la concentración de calcio. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

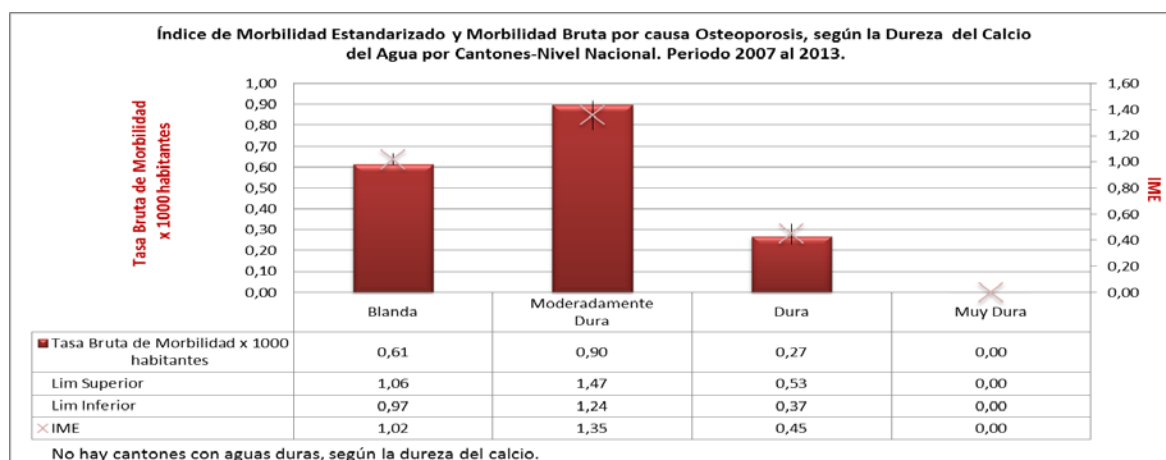
En el gráfico N°60 la correlación negativa perfecta indicaría que menor concentración de calcio, mayor la tasa bruta y el IME; sin embargo no se observa una tendencia clara especialmente entre los cantones de aguas con baja concentración de calcio y los cantones con aguas de concentración media de calcio.

Los IME más elevados a nivel nacional, coinciden con cantones que tienen la concentración de calcio baja, tal es caso de Tibás (Cód.113), Escazú (Cód.102), Alajuelita (Cód.110), Montes de Oca (Cód.115), Vázquez de Coronado (Cód.111), y Desamparados (Cód.113).

Algunos de los cantones de concentraciones altas, coinciden con IME bajos, entre ellos: Talamanca (Cód.704), Cañas (Cód.506), y Abangares (Cód.507). Sin embargo, hay cantones con concentraciones bajas de calcio con IME bajos, entre ellos: Bagaces (Cód.504), Guatuso (Cód.215), Buenos Aires (Cód.603), y Alfaro Ruíz (Cód.211).

A continuación el gráfico N°61 con la tendencia de los cantones agrupados según la concentración de dureza del calcio, con la respectiva tasa bruta de morbilidad e IME:

-Gráfico N°61: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Osteoporosis, según la concentración de dureza del calcio. Datos de cantones – Nivel Nacional. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

En el gráfico N°61 al igual con el gráfico N°110 no se observa una tendencia clara, aunque el coeficiente de Pearson de la tabla N°12, indica que la correlación es negativa, y la débil fuerza de esta, se muestra en el gráfico N°111 al mostrar una tendencia difusa.

Los cantones de Alfaro Ruíz (Cód.211), Tilarán (Cód.508), Siquirres (Cód.703), Bagaces (Cód.504), y San Pablo (Cód.409) son algunos ejemplos en que la correlación negativa es débil, dado que ellos tienen bajas concentraciones de calcio, y sus respectivas tasas brutas de morbilidad e IME son también bajas.

En la agrupación de cantones de aguas duras, se respalda la correlación negativa, en donde la mayoría de los cantones involucrados tienen bajos los IME, entre ellos: Carrillo (Cód.505), Santa Cruz (Cód.503), y Corredores (Cód.610).

Se han realizado estudios aleatorios contralados, en los cuales evidenciaban que el aumento del consumo de calcio en una población con una dieta pobre en calcio, les aumentaba la masa ósea durante el crecimiento, lo cual se reflejaba en una reducción de pérdida de masa ósea, y disminución del riesgo de fractura (OMS, 2009)

La osteoporosis es una enfermedad que se le relaciona con la edad, al ser más prevalente en personas mayores (OMS, 2009). En el caso de las mujeres en edad pre – menopáusica, se ha atribuido la pérdida de acelerada del hueso esponjoso y de perforaciones trabeculares, al aumento de la actividad osteoclástica e incremento del recambio óseo; el otro mecanismo de pérdida de hueso compacto y esponjoso es relacionada tanto a hombres como mujeres de edades avanzadas, en la cual la pérdida es lenta y sincronizada, al disminuir progresivamente el recambio y formación ósea (Riancho & González, 2004).

Se ha considerado que el agua alta en calcio inhibe al PTH, sin embargo se considera que falta evidencia. También se estima probable que el mayor consumo de magnesio, la mejora de la salud ósea y su función cardiaca (OMS, 2009).

Se afirma que por medio de ensayos generales, observacionales y clínica que el magnesio puede prevenir la osteoporosis, al aumentar la densidad ósea; sin embargo en un estudio como iniciativa para la salud de la Mujer (Parte del Instituto Nacional de Salud de Estado Unidos de Norteamérica) se le asocio con un aumento del riesgo de fracturas de muñeca (OMS, 2009).

Se considera que el beneficio del aporte de calcio para el hueso es controvertido, por implicar en mujeres posmenopáusicas eventos cardiovasculares (Craver & Fernández, 2013).

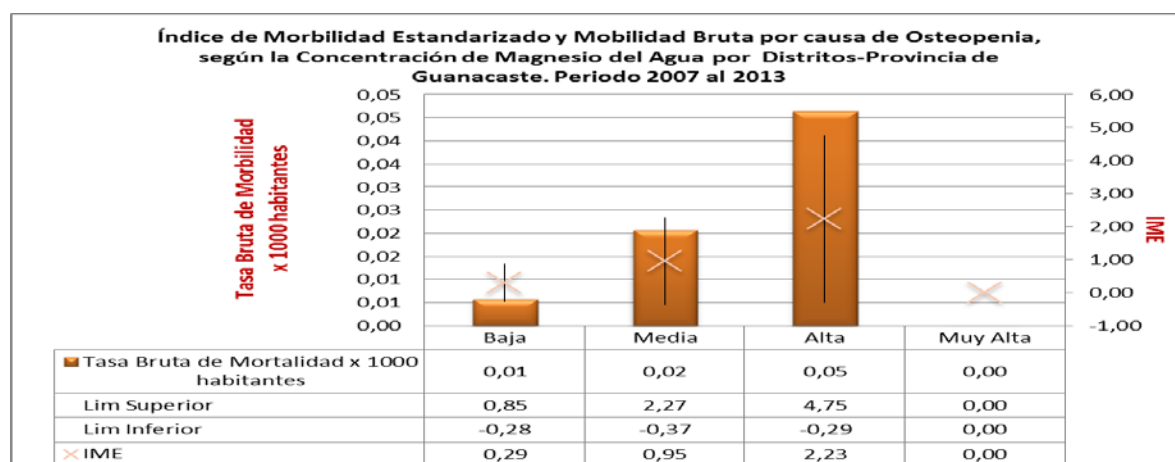
El exceso de calcio para la reducción de fracturas se considera incierto; y se considera que puede aumentar el riesgo de litiasis renal; además de aumentar de forma dependiente el riesgo de eventos cardiovasculares y mortalidad (Craver & Fernández, 2013).

### 6.6 Correlaciones entre Osteopenia y la Dureza del Agua

En la tabla N°3 se indica que hay correlación entre el IME y la concentración de magnesio; el coeficiente de Pearson muestra que la fuerza de la correlación es débil y positiva. En el anexo N°224 se adjunta el gráfico de dispersión, el cual muestra la recta indicando la correlación positiva; también se observa que la mayoría de los distritos de la provincia de Guanacaste no presentaron casos por causa de este padecimiento durante el periodo de estudio.

A continuación el gráfico N°62 de tendencia entre el IME – concentración de magnesio.

Gráfico N°62: Índice de Morbilidad Estandarizado y Morbilidad Bruta por causa de Osteopenia, según la concentración de magnesio. Datos de distritos – Provincia de Guanacaste. Periodo 2007 al 2013.



Fuente: Elaboración propia (2015) basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS y Lab. Nacional de Aguas – AyA.

El gráfico N°62 muestra la tendencia ideal al ser una correlación positiva; al mostrar un aumento de la tasa bruta de morbilidad y del IME con el aumento de la concentración de magnesio en las primeras tres columnas. Sin embargo en la columna de concentración muy alta, se encuentra únicamente el distrito de Bolsón (Cód. 50302) pero este no presenta casos de osteopenia durante el periodo de estudio, por lo tanto debilita la correlación.

En la concentración baja de magnesio solamente se presentó un caso de osteopenia en el distrito de Liberia (Cód.50101), sin embargo este grupo es conformado por treinta distritos, los cuales al no tener casos, hacen congruente la correlación de menor concentración de magnesio, menor IME.

Se ha determinado que una gran cantidad de personas no ingieren la cantidad necesaria de calcio, lo cual implica en reducción del calcio sérico, que conlleva al aumento de la PTH, y por ende pérdida ósea. El aumento del consumo del calcio se relaciona con aumento de la masa ósea en infantes, jóvenes, y mujeres posmenopáusicas; resultandos que se han sustentado por estudios epidemiológicos observacionales, y en ensayos clínicos con suplementos de calcio (OMS, 2009).

Diversos estudios han afirmado que el mayor consumo de magnesio se le atribuye una mayor masa ósea, especialmente en hombres y mujeres de edad avanzada; sin embargo no se ha determinado que el agua contribuya significativamente la ingesta de magnesio (OMS, 2009).

Hay diversas hipótesis de la incidencia de osteopenia en paciente de diabetes mellitus tipo 1, entre ellas se menciona: La diuresis osmótica es determinada por la glucosuria, y esto provoca hipercalciuria con balance cálcico negativo y aumento de la PTH; este proceso estaría contribuyendo a la pérdida de magnesio; no obstante, hay autores que no han encontrado anomalías en el metabolismo mineral, especialmente en infantes controlados. La osteopenia en pacientes con diabetes mellitus tipo 2, la densidad ósea se aprecia las diferentes densidades (baja, normal, y aumentada) (Riancho & González; 2004).

La renovación del hueso se realiza a lo largo de toda la vida con el propósito de mantener las propiedades biomecánicas; en este proceso los osteoclastos digieren el tejido óseo generando una salida de la fase mineral al torrente circulatorio. Los osteoblastos forman

el nuevo tejido, y para ello requiere la entrada de calcio y fósforo para su mineralización (Riancho & González, 2004).

El calcio ingerido en la dieta, descendería la absorción de calcio y bajaría la concentración de calcio sérico. Ello estimularía la secreción de PTH, que aumentaría la resorción ósea, la reabsorción renal de calcio y la producción renal de calcitriol. Éste aumentaría la absorción intestinal y reabsorción renal de calcio y, en el hueso, favorecería la acción resorptiva de la PTH. El balance entre entradas y salidas del organismo tendería a ser neutro, con estabilidad en los valores plasmáticos, pero a expensas de un balance negativo del hueso (Riancho & González, 2004).

Al darse circunstancias que aumentan los niveles de calcio y fósforo en el organismo, se daría por ende una pérdida de magnesio a través de los riñones. El magnesio que participa del mecanismo de sensor del calcio de la PTH, forma parte de la regulación del calcio, por lo tanto al darse hipocalcemia, también podría darse a consecuencia una hipomagnesemia (Riancho & González, 2004).

## Capítulo 7

Con base en los resultados de la presente investigación, se describe en este capítulo las conclusiones, y las respectivas recomendaciones.

### 7.1 Conclusiones

La calidad del agua puede afectarse por factores antropogénicos y de origen natural. La contaminación microbiana ha sido más estudiada con respecto a la contaminación química.

Unos de los indicadores para determinar la calidad del agua, es el físico-químico. La dureza de agua se mide en dicho parámetro, y su procedencia se relaciona a los minerales de las rocas y suelos. En las Guías para la Calidad del Agua de la OMS, no se ha determinado un valor de referencia de nocividad para la salud; aunque hay diversos estudios exploratorios y analíticos que relacionan la dureza del agua con algunas enfermedades, no se consideran contundentes.

Los estudios de contaminación química requieren estudios de largos periodos de monitoreo, debido a que la afectación a la salud no suele ser inmediata.

Diversas investigaciones han atribuido a la dureza del agua como un factor de protección a enfermedades cardiacas, y un factor de riesgo a enfermedades renal; sin embargo también hay investigaciones que no concluyen dichas relaciones. La OMS afirma que faltan más estudios al respecto.

En la presente investigación se presume que los pobladores de cada cantón (o distritos en Guanacaste) consumen el agua proveniente del grifo sin realizarle alguna alteración que pueda alterar su composición, o que no prefieren otras fuentes de agua, tal es el caso del agua embotellada.

Al realizar la presente investigación con el diseño exploratorio – ecológico, se permitió la cobertura nacional (eliminando el sesgo de selección), lo cual ha permitido la realización de mapas que contemplan todo el territorio nacional por cantones, adicionalmente por distritos en la provincia de Guanacaste. Dichos mapas muestran los promedios de todo un periodo tanto en dureza del agua como en la incidencia de algunas enfermedades; y adicionalmente los datos de dureza por cada uno de los años que conforman el periodo de estudio; de tal manera se condensan las extensas bases de datos que contenían dichos datos, siendo de esta manera una nueva fuente de información más accesible para futuras investigaciones o de referencia.

Las concentraciones de calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total en el agua, no presentan grandes variaciones por cada año de estudio. Sin embargo, hay grandes diferencias entre las concentraciones (mg/L) entre los cantones, e igualmente estas diferencias se aprecian entre los distritos de la provincia de Guanacaste. Las variaciones de las concentraciones corresponden a que no hay una equidad entre la cantidad de fuentes de agua, y tampoco en la cantidad de muestreos.

Con respecto a la concentración de calcio en los diferentes cantones, se determina que todas son inferiores al valor recomendado. Sin embargo, entre los cantones hay concentraciones que varían mucho en sí; las provincias de Puntarenas, Guanacaste y Limón son las que tienen las concentraciones a nivel cantonal más elevadas del país. La provincia de Puntarenas presenta a Buenos Aires y Coto Brus con la concentración más baja del país.

La concentración de calcio en los distritos de Guanacaste, en general tuvo una concentración inferior al valor recomendado, con la excepción de Colorado de Abangares y Porozal de Cañas que presentaron una mayor concentración.

Todas las concentraciones promedio de magnesio en el agua de consumo humano son inferiores al valor recomendado en la norma nacional. El cantón de Cañas presentó las concentraciones más elevadas a nivel nacional, seguido también de la provincia de Guanacaste, los cantones de Carrillo y Santa Cruz. Las provincias de Puntarenas y Limón en cuanto a la concentración de magnesio, presenta concentraciones similares a los demás cantones de Costa Rica.

Específicamente en la provincia de Guanacaste a nivel distrital, el distrito de Bolsón del cantón de Santa Cruz, mantuvo la mayor concentración de magnesio durante el periodo; la más baja se presentó en el distrito de Liberia.

La dureza del calcio en el agua, sí presentó variaciones en la clasificación según el tipo de agua entre los cantones, aunque ningún cantón se catalogó con aguas muy duras. Las provincias de Guanacaste, Puntarenas y Limón tienen entre sus cantones los que poseen las concentraciones más elevadas al tener aguas duras, entre ellos Cañas, Carrillo, Nicoya, Limón; pero también tiene algunos cantones con aguas blandas, tal es el caso de Bagaces, Buenos Aires o Siquirres.

En la provincia de Guanacaste, según la dureza del calcio presenta distritos con aguas muy duras. Porozal de Cañas, Colorado de Abangares y Bolsón de Santa Cruz durante el periodo presentaron las concentraciones más elevadas para la provincia; caso contrario de Tierras Morenas y Tronadora de Tilarán.

La dureza total en el agua de consumo humano por cantones en el periodo del 2007 al 2012, muestra cantones con aguas blandas, modernamente duras, dura y muy dura. La concentración más elevada se presentó en Sarapiquí en 2007, pero es el cantón de Santa Cruz de la provincia de Guanacaste que tuvo la concentración promedio más elevada de todo el periodo de estudio; mientras que Buenos Aires de Puntarenas, la concentración más baja. Las provincias de Puntarenas, Limón y Guanacaste, son las que tienen concentraciones más elevadas, pero también tienen cantones de aguas blandas.

El distrito de Bolsón del cantón de Santa Cruz, es el que presenta la mayor dureza total del agua en el periodo de estudio. Los distritos de Tierras Morenas de Tilarán y Liberia del cantón de Liberia, son los que poseen las concentraciones más bajas para la provincia durante el periodo.

Con respecto a la morbilidad a causa del cáncer de colon, ningún cantón presenta tasa bruta de morbilidad de 0 por cada mil habitantes; pero si se aprecian diferencias entre los cantones. La provincia de San José agrupa la mayor cantidad de cantones con las tasas de morbilidad más elevadas a nivel nacional, siendo la tasa de Montes de Oca la más elevada a nivel nacional; y la menor le corresponde al cantón de Talamanca. En los distritos de la provincia de Guanacaste, predominan los distritos con tasas de 0 por cada

mil habitantes, tal es el caso de Mansión-cantón Nicoya; y la más elevada corresponde al distrito de Líbano-cantón de Tilarán.

El IME-morbilidad para el cáncer de colon, indica a 51 cantones con protección, entre ellos todos los pertenecientes a la provincia de Limón. Parrita tiene el IME más elevado a nivel nacional. Para la provincia de Guanacaste a nivel distrital, 26 distritos tienen el IME que indica protección, entre los cuales se encuentran todos los distritos de los cantones de Santa Cruz, Abangares, y Hojancha; el distrito de Líbano tiene el más elevado a nivel de dicha provincia.

La mortalidad por causa del cáncer de colon, se refleja con algunos cantones con tasa bruta de mortalidad de 0,00 por cada mil habitantes; la provincia de Limón tiene sus cantones con las tasas más bajas a nivel nacional, caso contrario con Valverde Vega, el cual su tasa y el IME fueron los más elevados a nivel nacional. Específicamente en los distritos de Guanacaste, la mayoría de los distritos se les considera con protección; y entre los distritos sin protección se encuentra Líbano, el cual tiene el IME más alto a nivel de la provincia.

En relación al cáncer de riñón, la morbilidad más elevada se da en el cantón de Dota; en relación al IME-morbilidad, todas las provincias tienen la menos un cantón sin protección; siendo Dota el que tiene el IME más elevado. Los distritos de Guanacaste, en su mayoría tuvieron tasas brutas de 0,00 por cada mil habitantes; y la más elevada para la provincia es en Bejuco del cantón de Nandayure. En cuanto a la mortalidad, se concluye que la mayoría de los cantones tienen tasas brutas de 0 por cada mil habitantes; pero el IME más elevado es en cantón de Cañas con casi el triple de fallecimientos por dicho padecimiento. El distrito de Belén del cantón de Carrillo tiene el IME más elevado a nivel de la provincia de Guanacaste.

Para el cáncer de vejiga, la morbilidad más elevada a nivel nacional se dio en Vázquez de Coronado, lo cual se reflejó también con el IME más elevado; en mortalidad es el cantón de San Mateo que presentan el mayor riesgo de fallecimientos. El distrito de la Cruz del cantón de la Cruz tiene el IME-morbilidad más elevado para Guanacaste; pero el IME-mortalidad más elevado se presenta en San Pablo de Nandayure.

En relación a la enfermedad isquémica del corazón, la morbilidad más elevada la presenta el cantón de Grecia; y para la mortalidad el cantón de Pérez Zeledón. En los distritos de la

provincia de Guanacaste, las Juntas del cantón Abangares tiene el IME-morbilidad más elevado, siendo este sin protección; en mortalidad el IME más elevado es en Carmona de Nandayure.

En la enfermedad de la insuficiencia renal crónica, tanto en los IME de morbilidad como mortalidad, el cantón de Cañas tiene el más elevado. A nivel distrital en la provincia de Guanacaste, el distrito de Nacascolo presenta el IME de morbilidad y también de mortalidad más elevado.

El cantón de Cañas tiene a nivel nacional el IME para la litiasis renal más elevado de morbilidad, al presentar un riesgo de más del triple con respecto al promedio nacional; y a nivel distrital en Guanacaste, es Cañas del cantón de Cañas que presenta el mayor exceso de morbilidad según el promedio de la provincia.

La morbilidad para osteoporosis muestra al cantón de Tibás con el IME más elevado a nivel nacional; y a nivel de los distritos de Guanacaste, es Líbano del cantón de Tilarán con el IME más elevado.

El cantón de los Chiles tiene el IME-morbilidad más elevado a nivel nacional para osteopenia; y el distrito de Belén del cantón de Carrillo el IME más elevado a nivel de la provincia de Guanacaste.

El cáncer de colon (morbilidad) muestra una correlación negativa y débil con la dureza total del agua; sin embargo dicha tendencia no se presenta en todos los cantones, entre ellos Parrita, Alvarado, Belén, y Buenos Aires.

La morbilidad del cáncer de riñón, enfermedad isquémica del corazón, osteoporosis no muestra correlación con la concentración del calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total del agua de consumo humano; tampoco muestran correlación con la mortalidad del cáncer (colon, riñón y vejiga) y la enfermedad isquémica del corazón.

Se muestra correlación negativa entre el cáncer de vejiga y la concentración de calcio, dureza del calcio y dureza total en el agua de consumo humano; en relación a la concentración de calcio, los cantones de aguas de baja y mediana concentración de calcio no se observa dicha tendencia, tal es el caso de Vázquez de Coronado. Con la dureza del calcio, los cantones de aguas blandas y moderadamente duras no muestran

clara la tendencia con dicha correlación, tal es el caso del cantón de San Mateo. El cantón de Vázquez de Coronado si presenta correlación con respecto a su morbilidad y el agua dura; sin embargo la tendencia de dicha correlación presenta algunas excepciones, como en Osa.

Según los datos distritales de la provincia de Guanacaste, solamente se muestra correlación con la concentración de magnesio en el agua de consumo humano con la morbilidad por causa de osteoporosis, y la mortalidad por causa de insuficiencia renal crónica.

Se muestra correlación media y positiva entre la morbilidad por causa del insuficiencia renal crónica con respecto a la concentración de calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total; sin embargo algunos cantones no tienen tal tendencia; tal es el caso de Bagaces y los Chiles.

La morbilidad por causa de litiasis renal muestra correlación media y positiva con la concentración de calcio, magnesio, dureza del calcio y dureza total en el agua de consumo humano; la mayoría de los cantones se acogen a dicha tendencia, sin embargo en la aguas duras se observa discrepancia de la tendencia entre los cantones de aguas duras y muy duras.

Se muestra correlación débil y negativa entre la morbilidad por causa de osteoporosis y la concentración de calcio y dureza del calcio en el agua de consumo humano. Para la morbilidad por causa de osteopenia se muestra correlación débil y positiva con la concentración de magnesio en el agua de consumo humano.

Desde el punto de vista de la Salud Ambiental, se reitera que el proceso salud - enfermedad es complejo, y no se puede limitar al proceso biológico de la enfermedad.

## 7.2 Recomendaciones

La educación ambiental es fundamental para el desarrollo del compromiso colectivo e individual con respecto al medio ambiente; sin embargo es preciso de legislación que marque las pautas legales para una gestión integral del recurso hídrico.

Los focos poblacionales se deben de regir por la disponibilidad de diversos recursos, entre ellos el ambiental; por ello es fundamental el adecuado otorgamiento usos del suelo, los cuales sean respaldados por estudios multidisciplinarios. En las zonas de mayor tendencia a la sobrepoblación se requiere un mayor compromiso en medidas de control de natalidad.

Aunque la cobertura del suministro de agua para los pobladores de Costa Rica sea elevada, es necesario hacer uso racional del mismo. Es precisa la realización de estudios de proyecciones según la capacidad hídrica de las fuentes, con respecto al crecimiento poblacional y económico. La creación de programas de asesoramiento y fomento del uso de sistemas de almacenamiento que permitan el aprovechamiento del agua de lluvia por parte de industria, hogar y agro, es una alternativa para actividades que no requieran agua potable.

Se precisa invertir en sistemas que permitan un adecuado monitoreo de contaminación química en las diversas fuentes de agua, además de una mayor regulación en las actividades en zonas de recarga y explotación de acuíferos. El uso excesivo de plaguicidas, necesita una regulación legal más estricta; además se requiere más investigaciones que determinen los alcances que tienen dichas sustancias en el medio ambiente y la repercusión en el proceso de salud-enfermedad.

La base de datos del Laboratorio Nacional de Aguas, es una importante fuente de información para futuras investigaciones; es importante que se siga manteniendo la recopilación de datos, que se almacenen de forma ordenada, contemplando la fecha, lugar de la muestra, cantidad muestras, parámetros medidos, método de toma de muestra, método de medición de analito, entre otros.

El Centro Centroamérica de Población debe actualizar la base de datos, especialmente la relativa a tumores.

La CCSS debe agilizar la entrega de bases datos, poniendo un límite de tiempo máximo. Se debe mejorar el sistema informático de estas instituciones, con el fin de que el acceso a la información sea de rápido y fácil acceso al público; se sugiere que las bases de datos estén ordenadas en distritos.

Se recomienda otro tipo estudios que permitan determinar si efectivamente los pobladores consumen el agua que proviene desde el sistema de distribución; las entrevistas pueden ser una forma de estimar el consumo real del agua de grifo.

Es importante realizar estudios exploratorios para determinar la presencia e interacción de otras variables químicas en el agua de consumo humano, y correlacionar los datos que se obtengan con la dureza del agua, y las enfermedades que se contemplaron en la presente investigación.

Se recomienda más investigaciones en las zonas que tienen la morbilidad y mortalidad más elevadas; que contemplen la alimentación, calidad de vida, acceso a servicios de salud, nivel educativo, incidencia de otras enfermedades, otras variables ambientales; entre otros, que ayuden a determinar con mayor precisión los factores de riesgo de sufrir las enfermedades contempladas en la presente investigación.

Es importante determinar el límite de nocividad de la dureza del agua de consumo humano, por ello se requiere más investigaciones relativos al tema por parte de los diferentes entes nacionales encargados de la gestión del recurso hídrico, en donde los resultados sean de conocimiento interinstitucional. El director del Laboratorio Nacional de Aguas, debido a su conocimiento previo puede ser uno de los pilares en el fomento de dichas investigaciones en otras instituciones.

La dureza del agua y sus implicaciones en diversos ámbitos, puede ser abarcado en futuras investigaciones a nivel de grado y posgrado en la Universidad de Costa Rica; para ello es importante que la Escuela de Tecnologías en Salud, y la asociación de estudiantes de la carrera de salud ambiental promuevan una mayor integridad de la comunidad universitaria a las actividades que se organizan de divulgación.

La presente investigación se puede divulgar en artículos que abarquen cada enfermedad; para ello se puede solicitar asesoría del director de la Escuela de Tecnologías en Salud, y del director del Laboratorio Nacional de Aguas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya, M. & Martínez, J. (2007) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Cap. I: Problemática del Agua en el Mundo. Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia. México.
- Arnedo-Pena, A. Bellido-Blasco, J. Puig-Barbera, J. Artero-Civera, A. Campos-Cruañes, J. Pac-Sa, M. Villamarín - Vázquez L. & Felis-Dauder, C. (2007) Dureza del agua de consumo doméstico y prevalencia de eczema atópico en escolares de Castellón, España.
- Avendaño, I. La Relación Ambiente y Sociedad en Costa Rica. (2005) (Primera Ed.) Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José – Costa Rica.
- Barrantes, R. (2002) Investigación: Un Camino al conocimiento. Un Enfoque Cuantitativo y Cualitativo (Sexta reimpresión) UNED. San José – Costa Rica.
- Beldarrain, E. (2003) Enfermedades Hídricas "Enfermedades transmitidas a través de las aguas". Tribunal Centroamericano del Agua. Fundación Guilombé (Primera Ed.) San José-Costa Rica.
- Borja-Aburto, V. (2000) Estudios ecológicos. Salud pública Méx. Vol.42. N°6. Cuernavaca. México. Consultado: 17 de Agosto del 2013. Disponible en: [http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342000000600010](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342000000600010)
- Buzzo, A. & Soría, M. (1960) Toxicología (Quinta Ed.) López Libreros Editores. Buenos Aires.
- Caja Costarricense de Seguro Social (2012) Cultura Organizacional. Consultado: 11 de Diciembre del 2012. Disponible en: <http://www.ccss.sa.cr/cultura>
- Caja Costarricense de Seguro Social (2013) CCSS inició revaloración de pacientes con insuficiencia renal crónica en Guanacaste Consultado: 13 de Julio del 2013. Disponible: <http://www.ccss.sa.cr/noticias/index/32-ccss/751-ccss-inicio-revaloracion-de-pacientes-con-insuficiencia-renal-cronica-en-guanacaste>

- Castillo, A. (2010) La Salud Pública en Costa Rica: Estado Actual, retos y perspectivas: Determinantes sociales e inquietudes en salud. Universidad de Costa Rica, Facultad de Medicina, Escuela de Salud Pública (Primera Ed) Editorial UCR. San José - Costa Rica.
- Castro, M. (2006) Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública. Congreso Internacional del Arsénico Natural en las Aguas Subterráneas de América Latina. Ciudad de México – México.
- Casimiro, C. (2002) Factores etiopatogénicos en el cáncer colorrectal. Aspectos nutricionales y de estilo de vida (segunda de dos partes). Revista Nutrición Hospitalaria XVII (3) (pag.128-138) Abott Laboratories. España.
- Cañizares, R. (2000) Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. Revista Latinoamericana de Microbiología. 42:131-143. Consultado el 2 de Febrero del 2012. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/lamico/mi-2000/mi003f.pdf>
- Chamizo, H. (2010) La Salud Pública en Costa Rica: Estado Actual, retos y perspectivas: Interfaz ambiente-salud y su realidad práctica en Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Medicina, Escuela de Salud Pública (Primera Ed.) Editorial UCR. San José - Costa Rica.
- Chamizo, H (2000) Conferencia: El Enfoque ecológico en los estudios epidemiológicos. San José – Costa Rica.
- Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente CIAMA. Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible (1992). Irlanda. Consultado: 4 de Julio del 2011. Disponible en: <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/documents/espanol/icwedecs.html>
- Craver, L. & Fernández, E. (2013) Importancia del aporte de calcio en los captadores del fósforo en la insuficiencia renal. Servicio de Nefrología. Hospital Universitari Arnau de Vilanova. Institut de Recerca Biomèdica de Lleida. Universitat de Lleida. Nefrología Suplemento Extraordinario. España.

- Esquivel, V. Vásquez, L. Jiménez, L. Guerrero, C. Bermúdez, F. Araya, F. Araya, C. (2005) Enfermedad Cardiovascular, AVC y sus Determinantes (Primera Ed.) Caja Costarricense de Seguro Social; Centro de Desarrollo Estratégico e Información en Salud y Seguridad Social (CENDEISSS); Proyecto Fortalecimiento y Modernización del Sector Salud; Universidad de Costa Rica; Sistema de Estudios de Posgrado (SEP); Facultad de Medicina; Escuela de Salud Pública. San José, Costa Rica.
- Gómez, C. Rodríguez, M. & Cannata, J. (2004) Manual Práctico de Osteoporosis Y Enfermedades del Metabolismo – Capitulo 2: Metabolismo del calcio, del fósforo y del magnesio. España.
- González, C. Rubio, D. Martín-Izquierdo, E. Revert, C. Rodríguez, I. & Hardisson, A. (2007) Alimentos funcionales, El zinc: oligoelemento esencial. Área de Toxicología. Universidad de La Laguna. España.
- Hernández, M. & Porrata, C. (1999) Calcio, Osteoporosis, Hipertensión Arterial y Cáncer Colorrectal. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Cuba
- Jova, R. Ramírez, I. (2009) Caracterización de la litiasis renal en el Consultorio Los Andes II. Enero-Diciembre 2009. III Congreso Regional de Medicina Familiar Wonca Iberoamericana - X Seminario Internacional de Atención Primaria de Salud. Venezuela.
- Lee, J. (2004) Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud. Organización Mundial de la Salud. Consultado: 17 de Abril del 2011. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/facts2004/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/facts2004/es/)
- Leitón, J. (2013) Tumores en Costa Rica: Énfasis en Cáncer Colorrectal. Revista Médica de la Universidad de Costa Rica. Volumen 7, Número 1, Artículo 3. Departamento de Farmacología de la Escuela de Medicina de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- León. M. (2006) Efectos ecotoxicológicos de los detergentes biodegradables, en la trucha “Arco Iris” *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) en el Centro Piscícola “El Ingenio”- Huancayo. Universidad Mayor de San Marcos. Perú.

- Ljungberg, B. Cowan, N. Hanbury, D. Hora, M. Kuczyk, M. Merseburger, A. Mulders, P. Patard, J-J. & Sinescu, I (2010) Guía clínica sobre el carcinoma renal. European Association of Urology.
- López, J. (2012) Litiasis Renal. Documentos – Siete Días Médicos. Universidad del País Vasco. País Vasco.
- Mata, A. Mora, D. & Portuguez, C. (2012) Agua para Consumo y Saneamiento: Situación de Costa Rica en el Contexto de las Américas: 1961-2011. Instituto de Acueductos y Alcantarillados/Laboratorio Nacional de Aguas. San José - Costa Rica.
- Medina-Escobedo, M. Zaidi, M. Real de León, E. & Orozco-Rivadeneira, S. (2002) Prevalencia y factores de riesgo en Yucatán, México, para litiasis urinaria. Rev. Salud pública México v.44 n.6 Cuernavaca. Consultado: 1 Febrero del 2012. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342002000600006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342002000600006)
- Ministerio de Salud (2008) Memoria Institucional 2008. Costa Rica. Consultado: 17 de Julio del 2013. Disponible en: [https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre\\_ministerio/memorias/memoria2008/informe.pdf](https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre_ministerio/memorias/memoria2008/informe.pdf)
- Miñana, V. (2002) Calcio en el agua de bebida en la infancia: ¿molesto o necesario? Acta Pediátrica Española, vol. 60, N° 5. Departamento de Salud Pública - Universidad de Valencia. España.
- Monge, I. (2013) El cáncer en la mujer: Incidencia por registros poblacionales y relación del cáncer de mama, ovario y útero con la dureza del agua. Afrontación psicológica. Universidad del País Vasco. España
- Mora, D. (2009) Agua. Editorial EUNED. San José-Costa Rica.
- Mora, D. & Alfaro N. (1999) Caracterización y distribución por cantones de la dureza del agua en las fuentes utilizadas para consumo humano en Costa Rica. Rev. Costarricense Salud pública v.8 n.15. San José. Consultado: 12 Mayo del 2011. Disponible: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14291999000200002](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14291999000200002)

- Mora, D. Alfaro, N. & Portugués, C. (2001) Relación entre la Dureza del Agua y las Cardiopatías isquémicas en Costa Rica. Consultado: 1 Febrero del 2012. Disponible: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/REPDOM/moradar.pdf>
- Mora, D. Alfaro, N. & Portugués, C. (2001) Agua para consumo humano: Aporte de Calcio y Magnesio a la Dieta del Costarricense y su efecto sobre la salud. Consultado: 1 Febrero del 2012. Disponible: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/centroa22/Ponencia26.pdf>
- Mora, D. Alfaro, N. & Portugués, C. (2000) Aporte del agua de bebida a los requerimientos de magnesio de la población costarricense. Consultado: 1 Febrero del 2012. Disponible: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/REPDOM/moramag.pdf>
- Mora, D. Alfaro, N. Peinador, M. & Portugués, C. (2000) Cálculos en las vías urinarias y su relación con el consumo de calcio en el agua de bebida en Costa Rica. Rev. Costarricense Salud pública v.9 n.17 San José. Consultado: 1 Febrero del 2012. Disponible: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14292000000200008](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292000000200008)
- Mora, D. & Chamizo, H. (2007) Estudio exploratorio-ecológico sobre las concentraciones de sales de calcio en el agua para consumo humano y la litiasis renal en Costa Rica. Rev. Costarricense de Salud Pública. vol.16, n.31. Costa Rica. Consultado: 15 de Marzo del 2013. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14292007000200004](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292007000200004)
- Naciones Unidas (2011). El Agua Fuente de Vida 2005-2015: Escasez del Agua. Consultado: 12 de Setiembre del 2011. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>
- Nájera, P. Alcántara, J. Gómez, F. Grasa, R. Mateos, I. Muñoz, A Pavón, J. & Valenzuela, M. (1997) El Análisis Interdisciplinar de la Problemática Ambiental II. Universidad Nacional de Educación a Distancia Cátedra UNESCO de Educación Ambiental. Fundación Universidad-Empresa de Madrid. UNESCO. PNUMA. España

- Organización Mundial de la Salud (2009) El calcio y el magnesio en el agua bebida: Su importancia para la salud pública. España.
- Organización Mundial de la Salud (2006) Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1. (Tercera Ed) OMS.
- Organización Mundial de la Salud (2004) Agua, saneamiento y salud. Consultado: 17 de Abril del 2011. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/facts2004/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/facts2004/es/)
- Organización Mundial de la Salud (2011) Agua, saneamiento y salud: Celebración del Decenio Internacional para la Acción: "El Agua Fuente de Vida" 2005-2015. Consultado: 19 de Junio del 2011. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/es/)
- Organización Mundial de la Salud (2011) Water Sanitation and Health (WSH): Water-related diseases: Arsenicosis. Consultado: 19 de Junio del 2011. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/arsenicosis/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/arsenicosis/en/)
- Organización Mundial de la Salud (2001) Water Sanitation and Health (WSH): Water-related diseases: Saturnismo. Consultado: 19 de Junio del 2011. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/saturnismo/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/saturnismo/en/)
- Organización Mundial de la Salud (2013) Enfermedades Cardiovasculares. Consultado: 20 de Junio del 2013. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
- Organización Mundial de la Salud (2006) Mitigación de los efectos del arsénico presente en las aguas subterráneas. Consultado: 2 de diciembre del 2015. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/24100>
- Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud y Agencia Danesa para el Desarrollo Internacional (2002) Subregistro de las intoxicaciones agudas por plaguicidas. Costa Rica
- Organización Panamericana de la Salud-OMS (2010) Salud Ambiental: De lo Global a lo Local. Washington-E.U.A

- Organización Panamericana de la Salud-OMS (2007) Salud en las Américas Volumen I – Regional. Publicación Científica y Técnica N°622. Washington-E.U.A
- Organización Panamericana de la Salud-OMS (2007) Salud en las Américas. Volumen II- Países. Publicación Científica y Técnica N°622. Washington-E.U.A
- Plunkett, E. R (1968) Manual de Toxicología Industrial. Ediciones Urmo. España.
- Red de Planes de Seguridad del agua de Latinoamérica y El Caribe (2011) Enfoque del Plan de Seguridad del Agua. Consultado: 4 de Julio del 2011. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/redpsa/planseguridad.html>
- Revelli, G. Fito, G. Biassoni, M. Olivero, E. Fiore, P. & Quintana, S. (2008) Calidad de agua para consumo humano en la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. La Alimentación Latinoamericana N° 274. Argentina.
- Riancho, J. González, J. (2004) Manual Práctico de Osteoporosis y Enfermedades del Metabolismo Mineral. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla - Universidad de Cantabria. España.
- Robles, J. (2011) Litiasis Renal. Clínica Universidad de Navarra. España, Consultado: 15 de Julio del 2013. Disponible en: <http://www.cun.es/>
- Rockett, I. (1994) Población y salud: Una introducción a la epidemiología. Carolina del Norte – Estados Unidos.
- Rodríguez, L. (2013) Tumores de riñón y de vejiga. Instituto Urología y Medicina Sexual. Zaragoza- España. Consultado: 17 de Agosto del 2013. Disponible en: <http://www.institutouroandologico.com/servicios/tumores-rinon-vejiga/>
- Sánchez, A (2008) Efectos de los trihalometanos sobre la salud. Revista Higiene y Sanidad Ambiental, vol.8 (p.280-290). Consultado: 2 diciembre del 2015 Disponible en: [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51018a2311531\\_Hig.Sanid.Ambient.8.280-290\(2008\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51018a2311531_Hig.Sanid.Ambient.8.280-290(2008).pdf)
- Soriano, S. (2004) Capítulo 2: Definición y clasificación de los estadios de la enfermedad renal crónica. Prevalencia. Claves para el diagnóstico precoz. Factores de riesgo

- de enfermedad renal crónica. NEFROLOGÍA. Vol. 24. Suplemento N° 6. España. Valderrama, R. Ramírez, E. Ayala, R. Durán, A. Sáinz, M. Martínez, M. Martínez, B. & González, M. (2010) Calidad del Agua en tres pozos de la zona centro del acuífero Cuautla –Yautec, Moreros, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de estudios superiores Iztacala. México.
- Stenzl, A. Cowan, M. De Santis, M. Kuczyk, Merseburger, A. Ribal, M. Sherif, A. & Witjes, J. (2010) Guía clínica sobre el cáncer de vejiga con invasión muscular y metastásico. European Association of Urology.
- Tapia, H. Mora, C & Navarro, J. (2007) Magnesio en la enfermedad renal crónica. Nefrología. Volumen 27. Número 6. Consultado: 24 de Noviembre del 2015. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-publicacion-nefrologia-articulo-magnesio-enfermedad-renal-cronica-X0211699507022176>
- Teruel, J. Fernández, L. Rodríguez, N. (2009) Aporte de calcio en la insuficiencia renal crónica. Servicio de Nefrología. Hospital Ramón y Cajal. Madrid – España.
- Thygesen, K. Alpert, J. Jaffe, A. Simoons, M. & Chaitman, B. (2012) Tercera definición universal del infarto de miocardio. European Society of Cardiology, American College of Cardiology Foundation, American Heart Association, the World Heart Federation. Consultado: 10 de Julio del 2013. Disponible en: <http://www.nature.com/nrcardio/journal/v9/n11/full/nrcardio.2012.122.html>
- Türk, C. Knoll, Petrik, T. Sarica, K. C. Seitz, C. Straub, M. & Traxer, O. (2010) Guía Clínica sobre la Urolitiasis. European Association of Urology.
- Universidad de Costa Rica (2011). Historia. Consultado: 14 de Junio del 2011. Disponible en: <http://www.ucr.ac.cr/acerca-u/historia-simbolos/historia.html>
- Universidad Nacional (2013) Expertos buscan mitigar enfermedad renal crónica en Centroamérica. Consultado: 13 de Julio del 2013. Disponible: <http://www.una.ac.cr/>
- Valverde, R. (2010) La Problemática del Agua en Costa Rica (Primera Ed.) Editorial UCR. San José - Costa Rica.

- Varó, P. Chillón, M. & Prats, D. (2003) Características fisicoquímicas de las aguas ablandadas. Dpto. Ingeniería Química de la Universidad de Alicante. España
- Vega, E. & Vega, M. (2008) Administración del Recurso Hídrico para consumo humano en Costa Rica y su consecuencia en la mortalidad infantil post-neonatal. Revista de Ciencias Económicas 26 N°2.
- Vega, S. (1985) Evaluación Epidemiológica de Riesgos Causados por agentes químicos Ambientales: Toxicología III, Aspectos Específicos de la Toxicología de Algunos Contaminantes. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud; OPS; OMS. México.
- Venado, A. Moreno, J. Rodríguez, M. López, M. (2009) Insuficiencia Renal Crónica. Unidad de Proyectos Especiales - Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Veiga de Cabo, J. (2008) Modelos de estudios en investigación aplicada: Conceptos y Criterios para el diseño. Medicina Seguridad Trabajo; vol. LIV. N° 210 (pp. 81-88). España
- Villalobos, J. (1985) Carcinogenicidad del Pteridium aquilinum y alta incidencia de cáncer gástrico en Costa Rica. Revista Costarricense de Ciencias Médicas; CCSS 1985: 131-141. Consultado: 17 de Agosto del 2013. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=624095&pid=S1409-1429200300010000400008&lng=en](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=624095&pid=S1409-1429200300010000400008&lng=en)
- Villanueva, C. Kogevinasa, M. Grimaltb, J. (2000) Cloración del agua potable en España y cáncer de vejiga. Sistema Español de Información sobre el Agua. Consultado: 4 de Diciembre del 2015. Disponible: <http://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-cloracion-del-agua-potable-efectos-13015515>
- Periódicos:
- Fallas, H. La Nación. Agua Potable en riesgo de contaminación química (12 de Abril del 2007).
  - Vindas, L. El Financiero. El Agua Alza la Voz (21 de Junio del 2011).

Legislación Nacional:

- Ley Constitutiva del Instituto de Acueductos y Alcantarillados (Nº 2726).
- Ley General de Salud (Nº5395)
- Ley de Aguas Nº276 (Agosto de 1942)
- Proyecto de Ley: Ley del Recurso Hídrico -Texto sustitutivo- Expediente Nº 14.585 (2005)
- Decreto Ejecutivo Nº 32327. Reglamento para la Calidad del Agua Potable (2005).  
Publicado en la Gaceta 84. San José – Costa Rica.

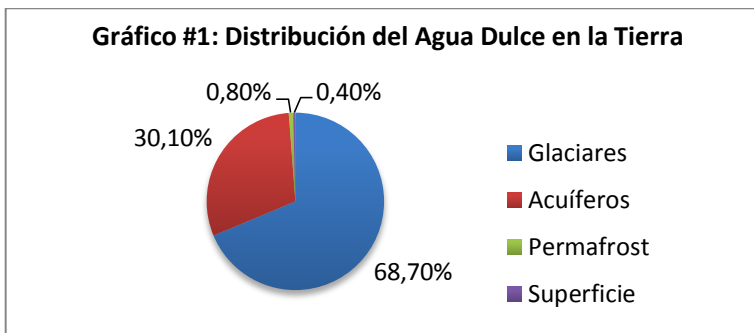
Imágenes:

- Imagen #1: Mapa de las Cuencas Hidrográficas de Costa Rica. Consultado el: 30 de Setiembre. Disponible en: <http://www.una.ac.cr/>
- Imagen #2: Mapa de las Cuencas Principales para consumo Humano. Consultado el: 30 de Setiembre. Disponible en: <http://www.una.ac.cr/>

## ANEXOS

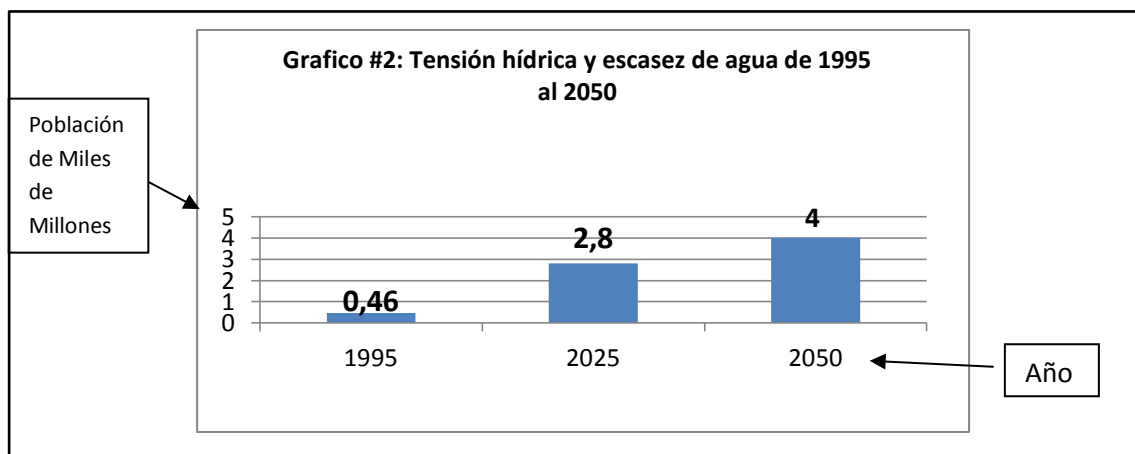
En esta sección se encuentra adjuntos todos los anexos que se hace referencia en el presente documento. La explicación de cada anexo, se realiza al hacerse la referencia. Para identificar los anexos, es mediante el número y el título.

### 1. Gráfico N°1: Distribución del Agua Dulce en la Tierra:



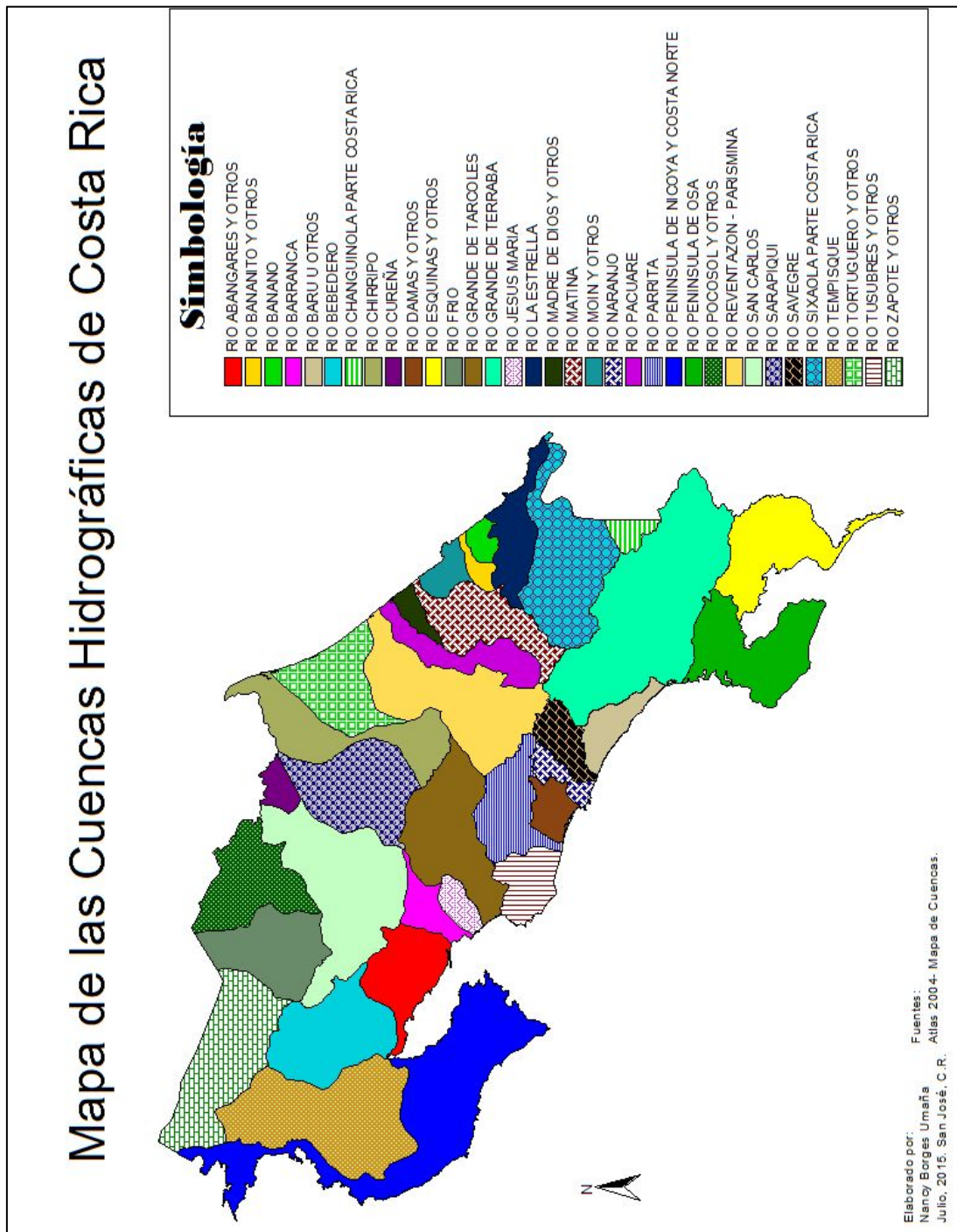
Fuente: Basado en datos de Valverde, 2010.

### 2. Gráfico N°2: Personas afectadas por la tensión hídrica y escasez de agua a nivel mundial de forma generalizada.

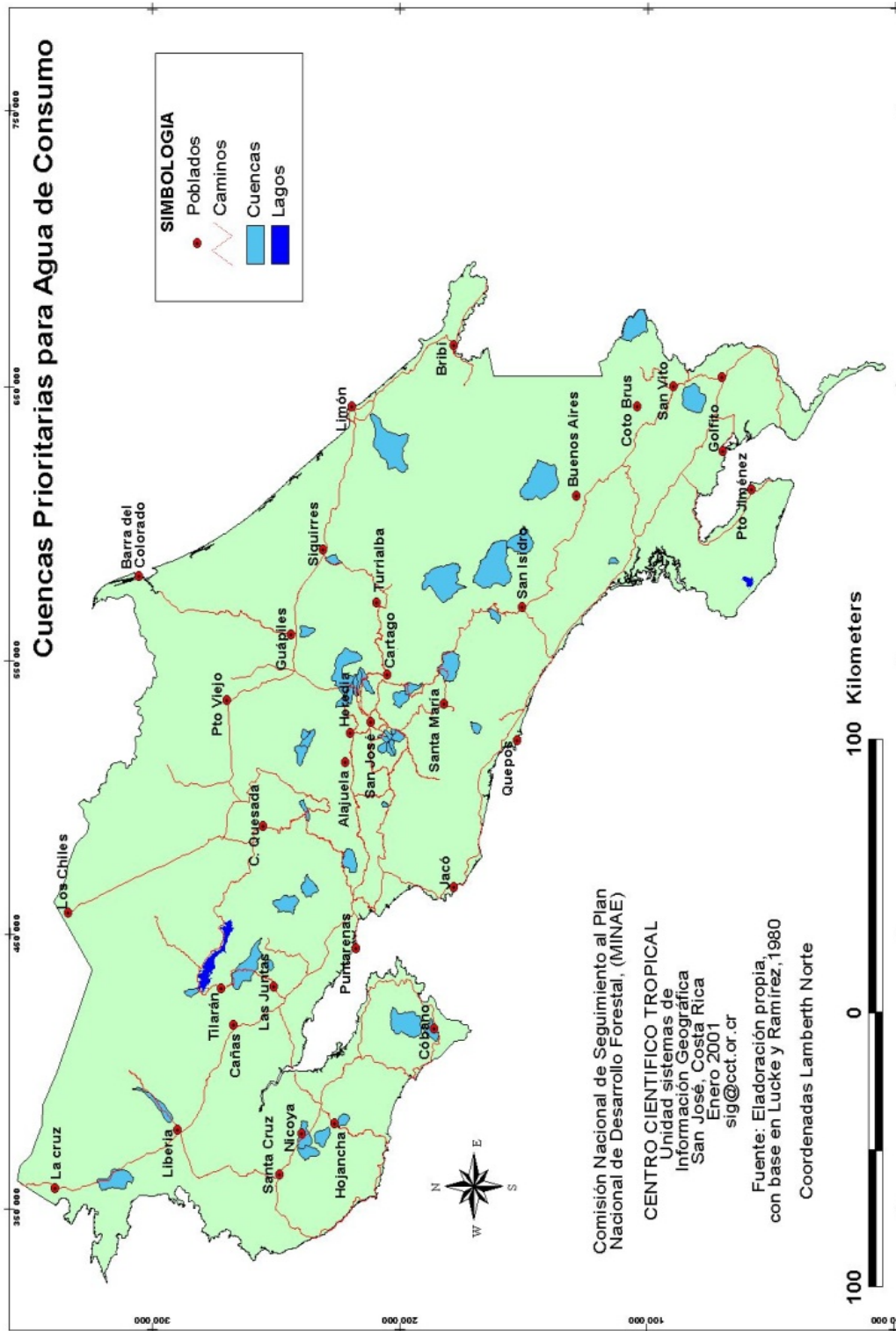


Fuente: Anaya & Martínez, 2007.

3. Mapa N°1: Cuencas Hidrográficas de Costa Rica.



4. Mapa N°2: Cuencas Principales para consumo Humano en Costa Rica.



Fuente: <http://www.una.ac.cr/>

4. Tabla N°1: Porcentaje y cantidad de agua extraída anualmente por sector.

	%	m <sup>3</sup> /año
Extracción per cápita		1450
Doméstico	10,89	157,95
Industrial	5,27	76,43
Turismo	1,97	28,50
Agrícola	81,88	1187,20

Fuente: Valverde, 2010 (A partir de datos del MINAE)

6. Tabla N°2: Algunas Sustancias Químicas presentes en el agua, y su concentración máxima para el agua potable.

Sustancia	mg/L	Sustancia	mg/L
Plomo *	0,01	Sulfato	250
Flúor	1,5	Cloruros	250
Arsénico	0,05	Nitratos	50
Cromo hexavalente	0,05	Calcio	150
Compuestos fenólicos	0,001	Plata	0,01
Cianuro	0,2	Selenio	0,01
Bario	1,00	Mercurio	0,001
Cadmio	0,01	Amoniaco	Ausencia
Cobre	1,5	Sulfato	Ausencia
Hierro	0,1	Pesticidas y difenilos. Policlorados	Ausencia
Manganeso	0,05	Hidrocarburos, aceites y grasas	Ausencia
Aluminio	0,5	Otros productos indicadores de contaminación	Ausencia
Níquel	0,02		
Zinc	1,5	Sólidos totales	1000
Magnesio	50		

Fuente: Beldarrain, 2003.

\*Fuente: OMS, 2006.

7. Tabla N°3: Parámetros nacionales para algunas sustancias químicas en el agua son.

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máximo Admisible
Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	400	500
Cloruro	mg/L Cl <sup>-</sup>	25	250
Fluoruro	mg/L F <sup>-</sup>		0,7 a 1,5 a
Nitrato	mg/L NO <sub>3</sub>	25	50
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	25	250
Aluminio	mg/L Al <sup>3+</sup>	0,2	
Calcio	mg/L Ca <sup>2+</sup>	100	
Magnesio	mg/L Mg <sup>2+</sup>	30	50
Sodio	mg/L Na <sup>+</sup>	25	200
Potasio	mg/L K <sup>+</sup>		10
Hierro	mg/L Fe		0,3
Manganeso	mg/L Mn	0,1	0,5
Zinc	mg/L Zn		3,0
Cobre	mg/L Cu	1,0	2,0
Plomo	mg/L Pb		0,01
Nitrito	mg/L NO <sub>2</sub>		0,1 o 3,0
Amonio	mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,05	0,5
Arsénico	mg/L As		0,01
Cadmio	mg/L Cd		0,003
Cromo	mg/L Cr		0,05
Mercurio	mg/L Hg		0,001
Níquel	mg/L Ni		0,02
Antimonio	mg/L Sb		0,005
Selenio	mg/L Se		0,01

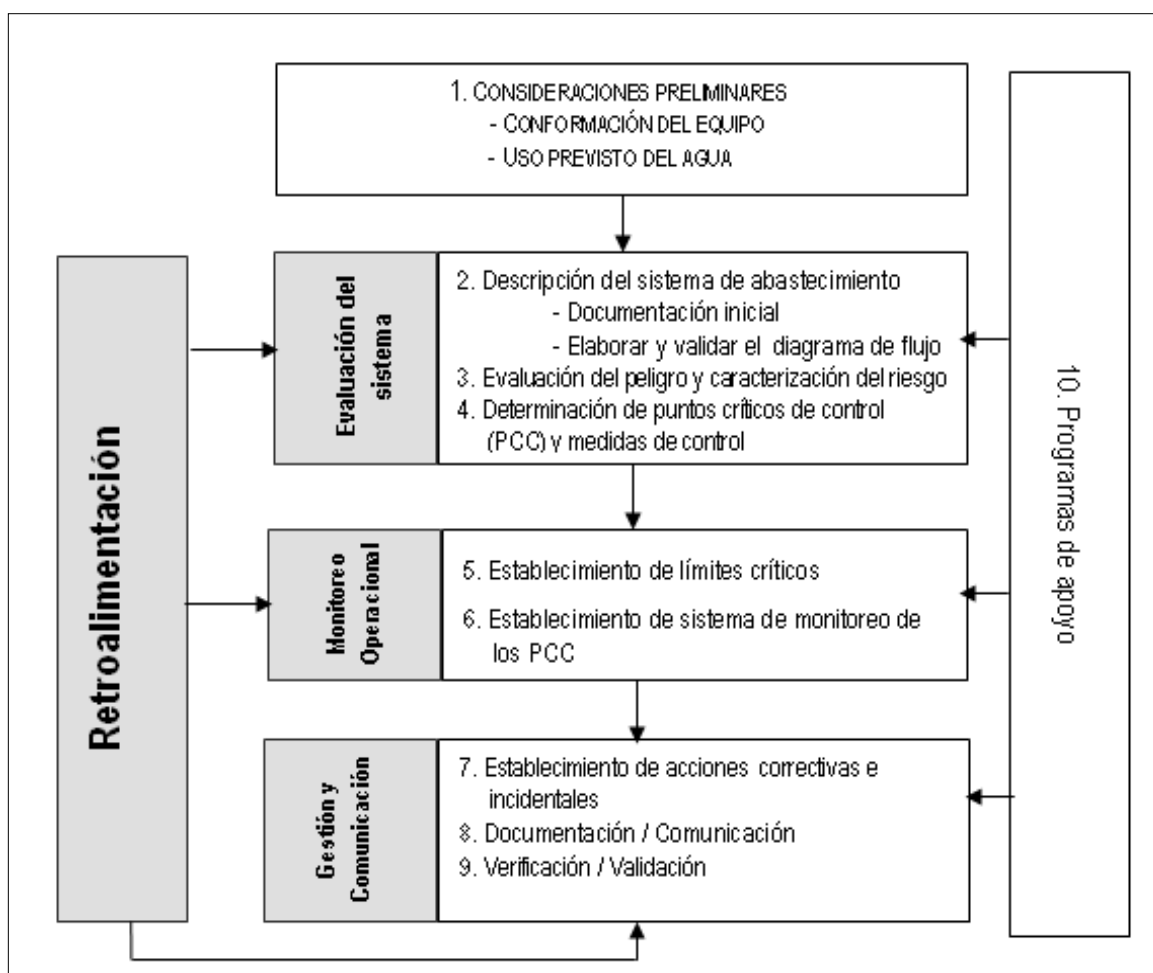
Fuente: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, decreto N° 32327 (2005).

8. Tabla N°4: Ventajas de las Metas de Protección a la Salud.

<b>Fase de Desarrollo de la Meta</b>	<b>Ventaja</b>
Formulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda a conocer el estado de salud de la población</li> <li>• Muestra lagunas de los conocimientos</li> <li>• Contribuye al establecimiento de prioridades</li> <li>• Aumenta la transparencia de la política de salud</li> <li>• Fomenta la coherencia entre los programas sanitarios nacionales</li> <li>• Estimula el debate</li> </ul>
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspira e impulsa la adopción de medidas por las autoridades y colaboradoras</li> <li>• Aumenta el compromiso</li> <li>• Fomenta la responsabilidad</li> <li>• Orienta la asignación racional de recursos</li> </ul>
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece hitos establecidos para la realización de mejoras incrementales</li> <li>• Ofrece la oportunidad de tomar medidas para subsanar las deficiencias o desviaciones</li> <li>• Señala las necesidades de información y las discrepancias de los datos</li> </ul>

Fuente: OMS, 2006 (III Guías para la calidad del agua potable)

9. Cuadro N°1: Pasos para elaborar los Planes de Seguridad del Agua.



Fuente: Adaptación de Guías del Agua (OMS, 2005) por parte de la Red de Planes de Seguridad del agua de Latinoamérica y El Caribe.

10. Tabla N°5: Códigos de los cantones de Costa Rica.

<b>Cód.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cód.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cód.</b>	<b>Nombre</b>
101	San José	208	Poás	502	Nicoya
102	Escazú	209	Orotina	503	Santa Cruz
103	Desamparados	210	San Carlos	504	Bagaces
104	Puriscal	211	Alfaro Ruíz	505	Carrillo
105	Tarrazú	212	Valverde Vega	506	Cañas
106	Aserrí	213	Upala	507	Abangares
107	Mora	214	Los Chiles	508	Tilarán
108	Goicoechea	215	Guatuso	509	Nandayure
109	Santa Ana	301	Cartago	510	La Cruz
110	Alajuelita	302	Paraíso	511	Hojancha
111	Vázquez de Coronado	303	La Unión	601	Puntarenas
112	Acosta	304	Jiménez	602	Esparza
113	Tibás	305	Turrialba	603	Buenos Aires
114	Moravia	306	Alvarado	604	Montes de Oro
115	Montes de Oca	307	Oreamuno	605	Osa
116	Turrubares	308	El Guarco	606	Aguirre
117	Dota	401	Heredia	607	Golfito
118	Curridabat	402	Barva	608	Coto Brus
119	Pérez Zeledón	403	Santo Domingo	609	Parrita
120	León Cortés Castro	404	Santa Bárbara	610	Corredores
201	Alajuela	405	San Rafael	611	Garabito
202	San Ramón	406	San Isidro	701	Limón
203	Grecia	407	Belén	702	Pococí
204	San Mateo	408	Flores	703	Siquirres
205	Atenas	409	San Pablo	704	Talamanca
206	Naranjo	410	Sarapiquí	705	Matina
207	Palmares	501	Liberia	706	Guácimo

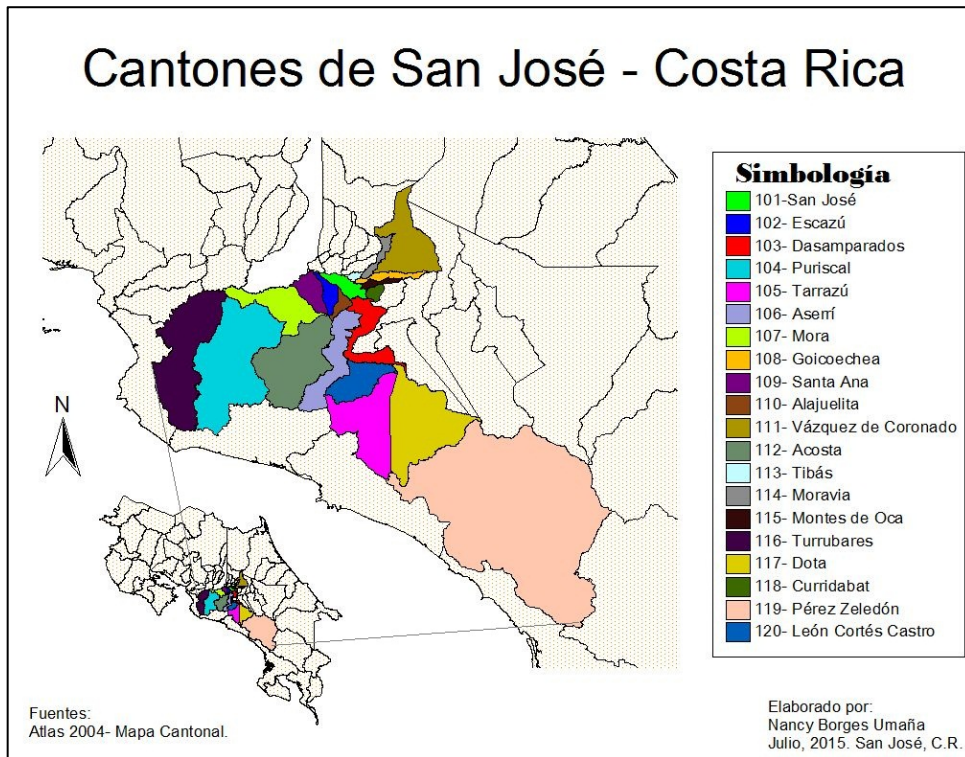
Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo.

11. Tabla N°6: Códigos de los distritos de la provincia de Guanacaste (Costa Rica).

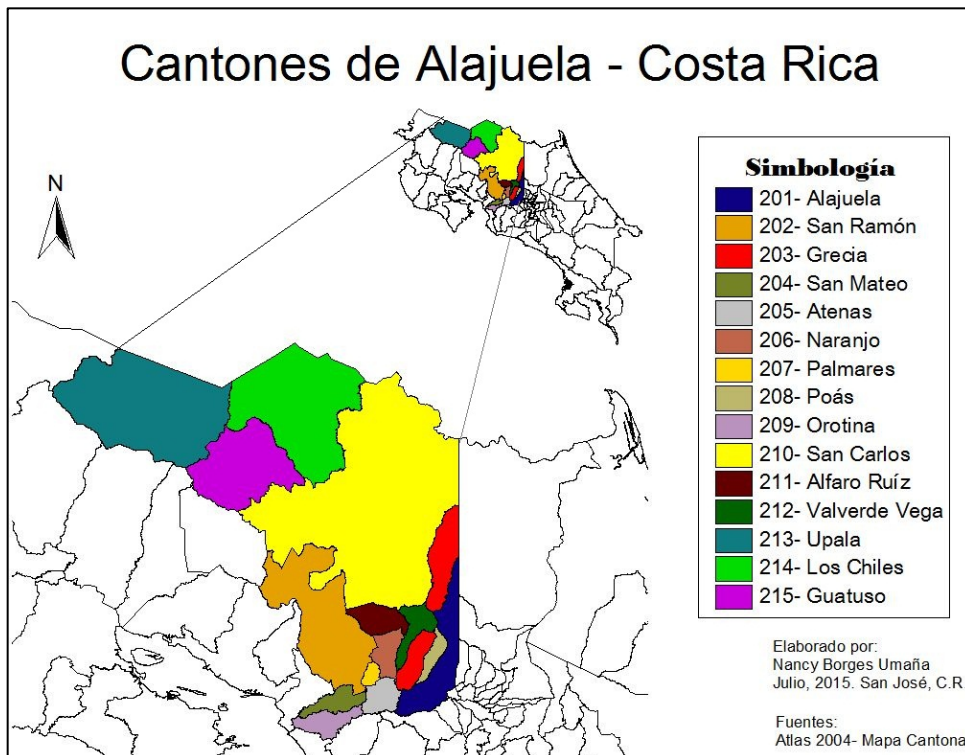
Cód.	Cantón	Distrito	Cód.	Cantón	Distrito
50101	Liberia	Liberia	50602	Cañas	Palmira
50102	Liberia	Cañas Dulces	50603	Cañas	San Miguel
50103	Liberia	Mayorga	50605	Cañas	Porozal
50104	Liberia	Nacascolo	50701	Abangares	Juntas
50105	Liberia	Curubande	50702	Abangares	Sierra
50201	Nicoya	Nicoya	50703	Abangares	San Juan
50202	Nicoya	Mansión	50704	Abangares	Colorado (Cmd)
50203	Nicoya	San Antonio	50801	Tilarán	Tilarán
50204	Nicoya	Quebrada Honda	50802	Tilarán	Quebrada Grande
50205	Nicoya	Samara	50803	Tilarán	Tronadora
50206	Nicoya	Nosara	50804	Tilarán	Santa Rosa
50207	Nicoya	Belén De Nosarita	50805	Tilarán	Líbano
50301	Santa Cruz	Santa Cruz	50806	Tilarán	Tierras Morenas
50302	Santa Cruz	Bolsón	50807	Tilarán	Arenal
50303	Santa Cruz	Veintisiete De Abril	50901	Nandayure	Carmona
50304	Santa Cruz	Tempate	50902	Nandayure	Santa Rita
50305	Santa Cruz	Cartagena	50903	Nandayure	Zapotal
50306	Santa Cruz	Cuajiniquil	50904	Nandayure	San Pablo
50307	Santa Cruz	Diría	50904	Nandayure	San Pablo
50308	Santa Cruz	Cabo Velas	50905	Nandayure	Porvenir
50309	Santa Cruz	Tamarindo	50906	Nandayure	Bejuco
50401	Bagaces	Bagaces	51001	La Cruz	La Cruz
50402	Bagaces	Fortuna	51002	La Cruz	Santa Cecilia
50403	Bagaces	Mogote	51003	La Cruz	La Garita
50404	Bagaces	Rio Naranjo	51004	La Cruz	Santa Elena
50501	Carrillo	Filadelfia	51101	Hojancha	Hojancha
50502	Carrillo	Palmira	51102	Hojancha	Monte Romo
50503	Carrillo	Sardinal	51103	Hojancha	Puerto Carrillo
50504	Carrillo	Belén	51104	Hojancha	Huacas
50601	Cañas	Cañas			

Nota: Los códigos para los distritos son de más de tres cifras, y el programa SPSS automáticamente les coloca un punto de millares. Ejemplo: El código para el distrito de Liberia es: 50101; para el programa SPSS es 50.101 (Ver en los gráficos). Fuente: Elaboración propia (2014) basado en datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo.

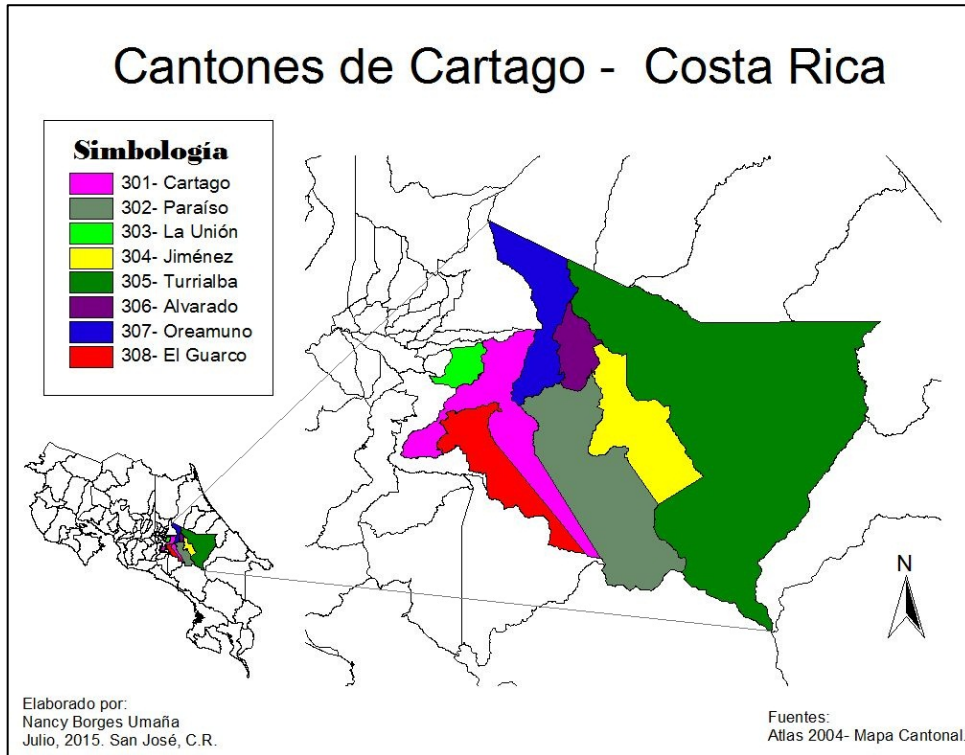
12. Mapa N°3: Cantones de la provincia de San José – Costa Rica.



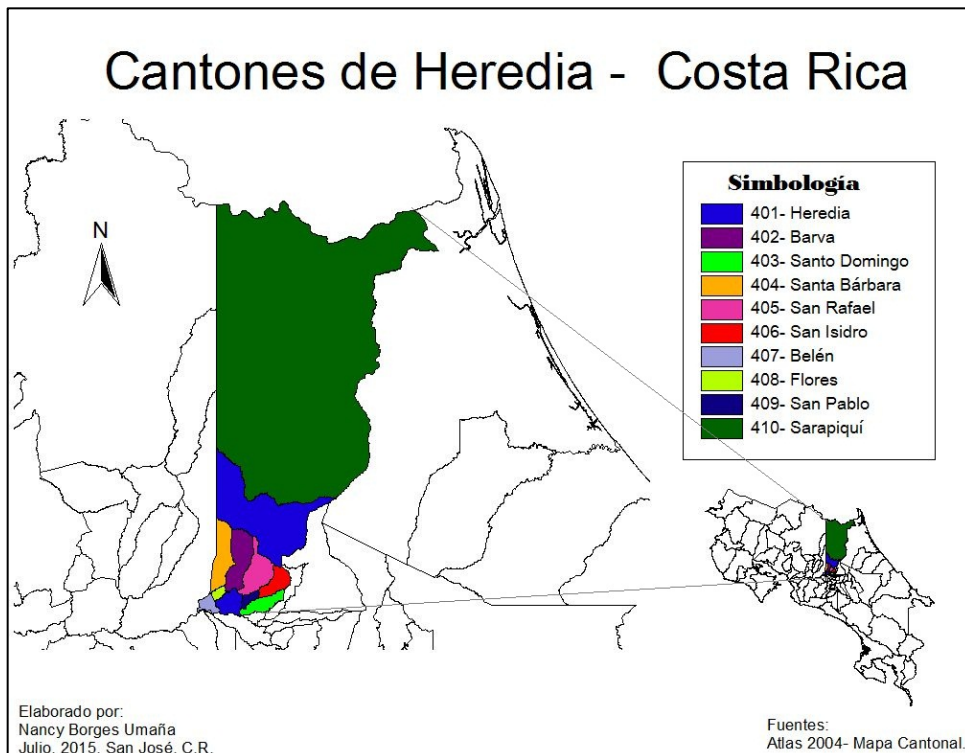
13. Mapa n°4: Cantones de la provincia de Alajuela – Costa Rica.



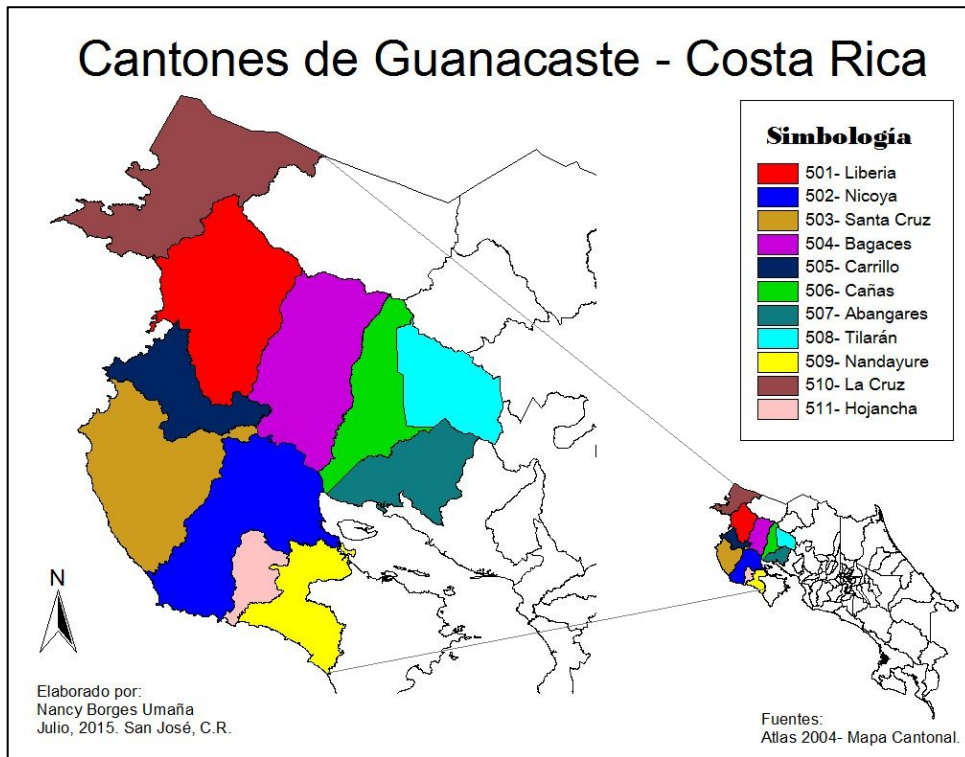
14. Mapa N°5: Cantones de la provincia de Cartago – Costa Rica.



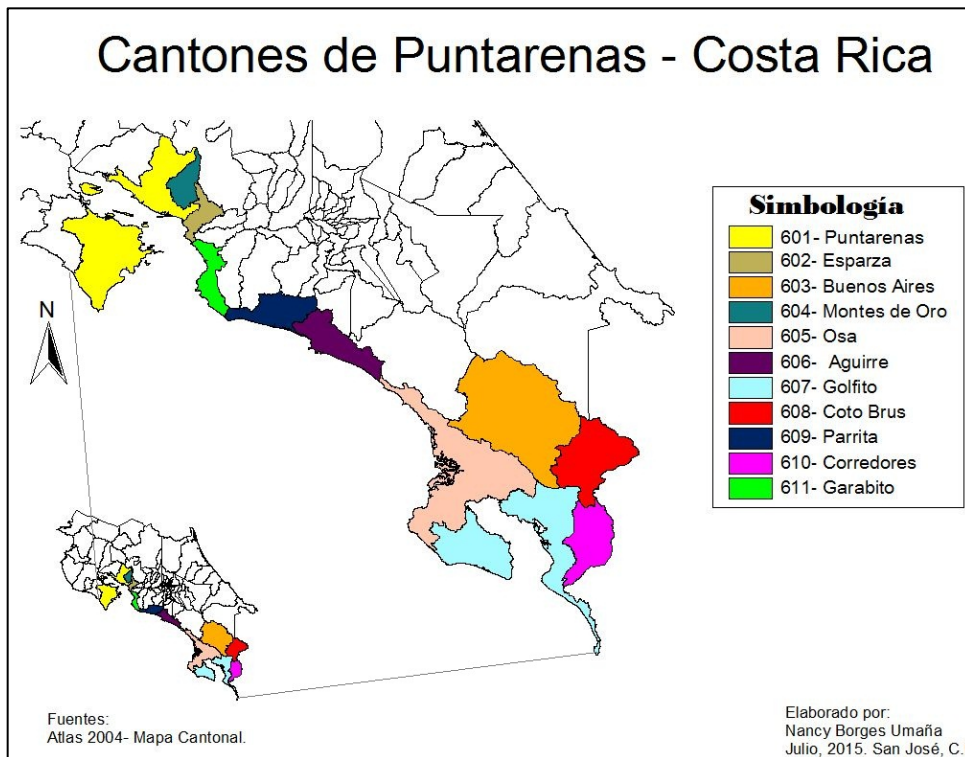
15. Mapa N°6: Cantones de la provincia de Heredia – Costa Rica.



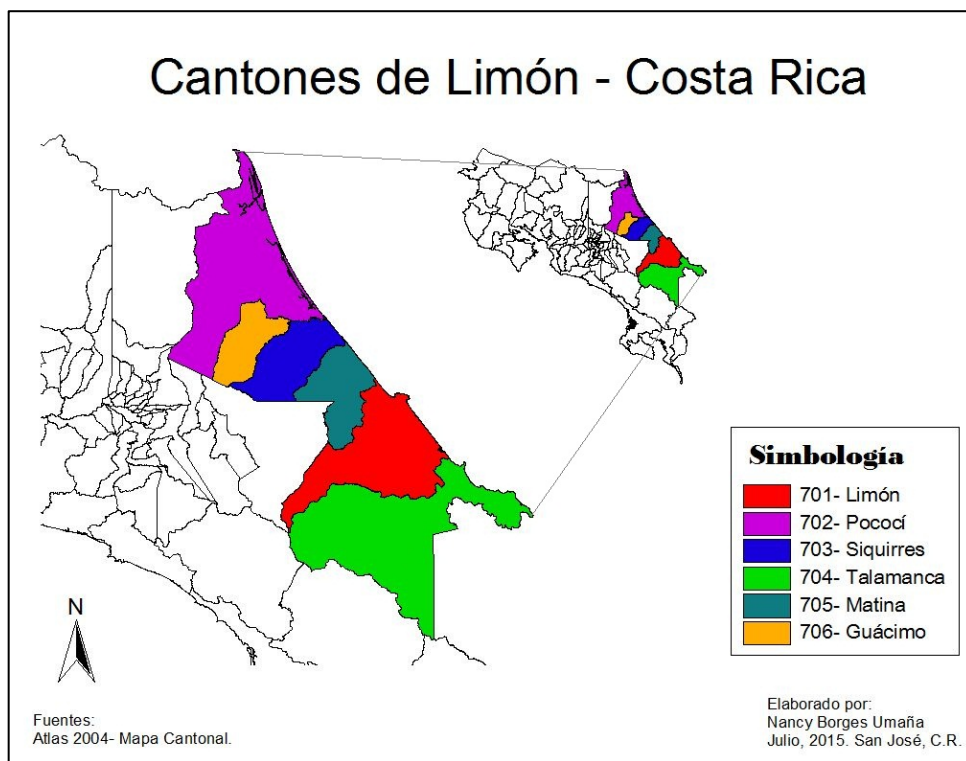
16. Mapa N°7: Cantones de la provincia de Guanacaste – Costa Rica.



17. Mapa N°8: Cantones de la provincia de Puntarenas – Costa Rica.



18. Mapa N°9: Cantones de la provincia de Limón – Costa Rica.



19. Tabla N°7: Concentración en mg/L máxima y mínima para el calcio del 2007 al 2012 – Nivel Nacional.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Máximo</b>	61	73	71	61	72	65
Cantón	Osa	Puntarenas	Limón	Talamanca	Puntarenas	Limón
<b>Mínimo</b>	7	6	6	6	5	7
Cantón	San Isidro	Coto Brus	Coto Brus	San Isidro	Buenos Aires	San Isidro

Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

20. Tabla N°8: Concentración en mg/L Máxima y mínima para el Magnesio en el agua del 2007 al 2012 – Nivel Nacional.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Máximo</b>	36	24	26	23	25	24
Cantón	Sarapiquí	Cañas	Cañas	Cañas	Cañas	Cañas
<b>Mínimo</b>	2	1	2	2	1	2
Cantón	León Cortés Castro	León Cortés Castro	Buenos Aires	Buenos Aires	San Mateo	Buenos Aires

Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

21. Tabla N°9: Concentración en mg/L Máxima y mínima para la Dureza del Calcio del 2007 al 2012 – Nivel Nacional.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Máximo</b>	154	183	176	153	179	161
Cantón	Osa	Puntarenas	Limón	Talamanca	Puntarenas	Limón
<b>Mínimo</b>	17	16	15	15	13	17
Cantón	San Isidro	Coto Brus	Coto Brus	San Isidro	Buenos Aires	San Isidro

Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

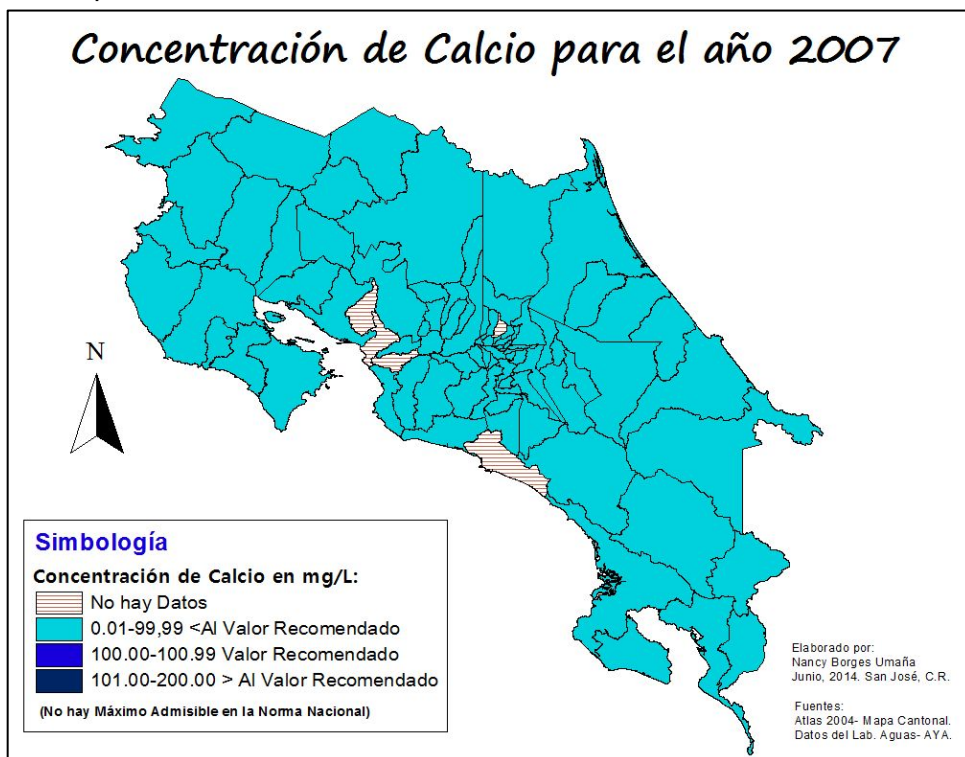
22. Tabla N°10: Concentración en mg/L Máxima y mínima para la Dureza Total del 2007 al 2012 – Nivel Nacional.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Máximo</b>	225	207	212	209	209	212
Cantón	Sarapiquí	Sta. Cruz	Sta. Cruz	Sta. Cruz	Sta. Cruz	Sta. Cruz
<b>Mínimo</b>	24	25	19	25	16	17
Cantón	León Cortés Castro	Coto Brus	Buenos Aires	San Isidro	Buenos Aires	Buenos Aires

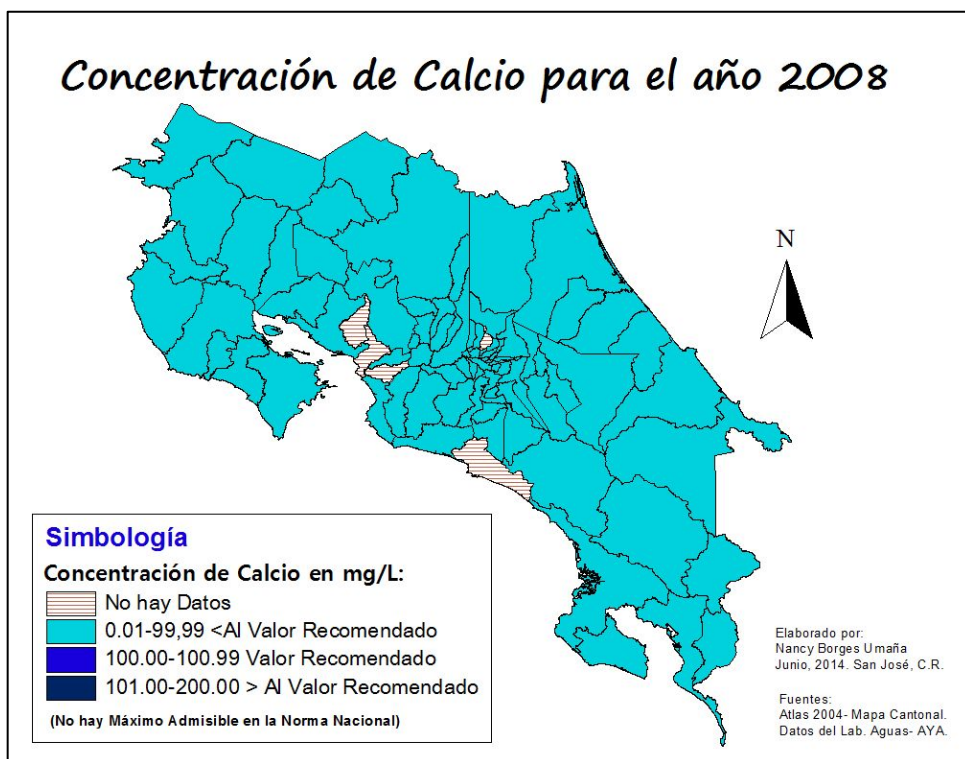
Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

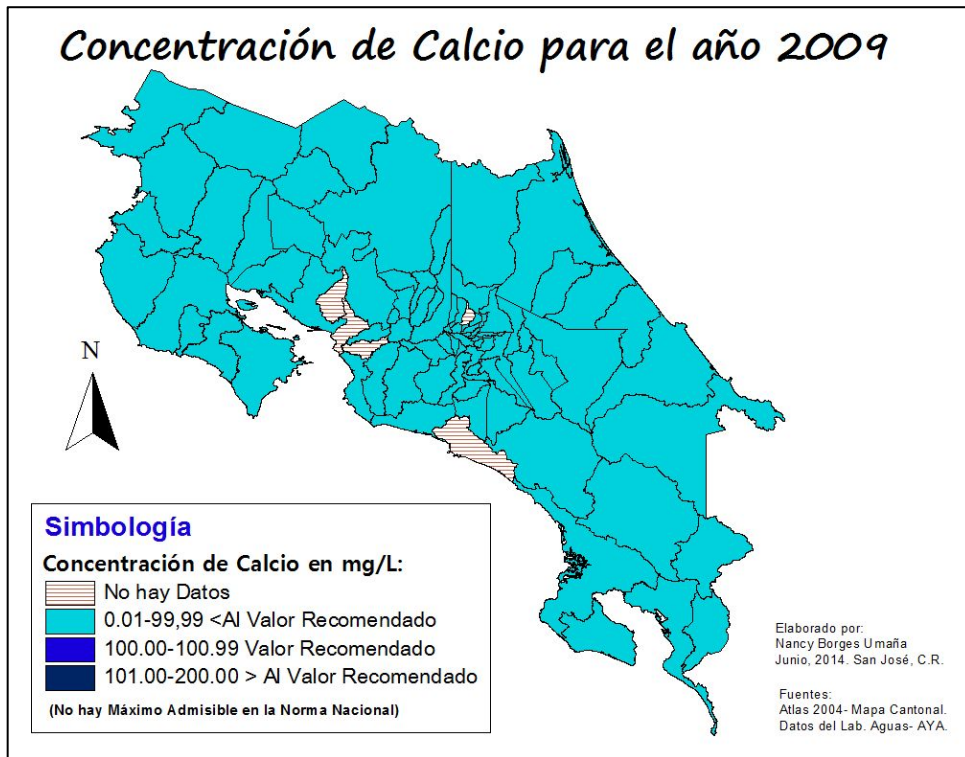
23. Mapa N°10: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2007.



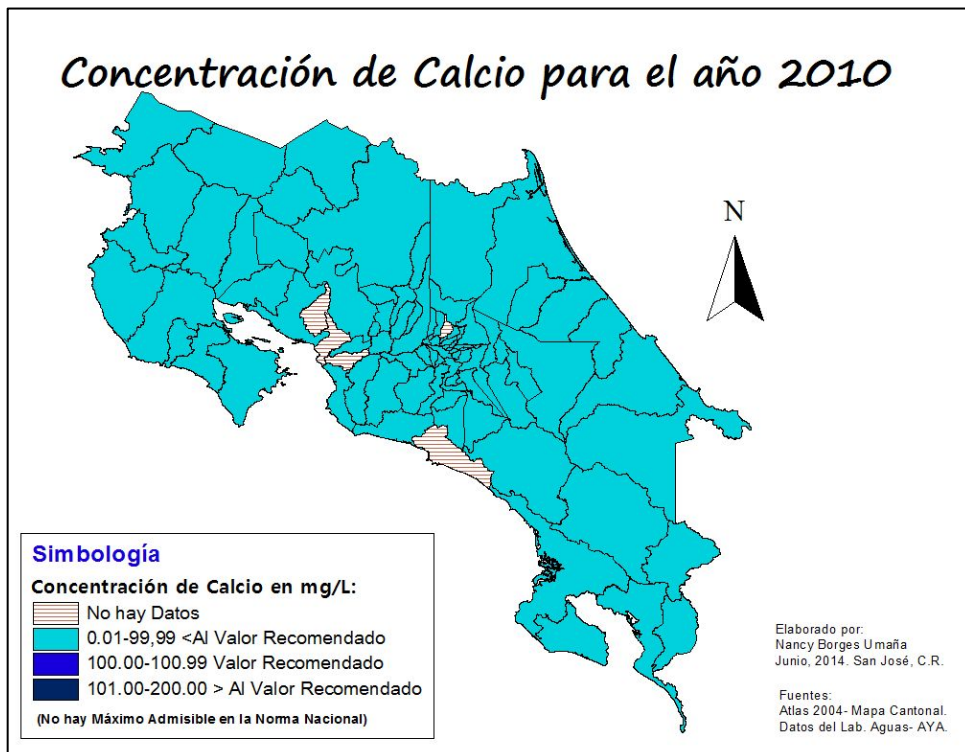
24. Mapa N°11: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2008.



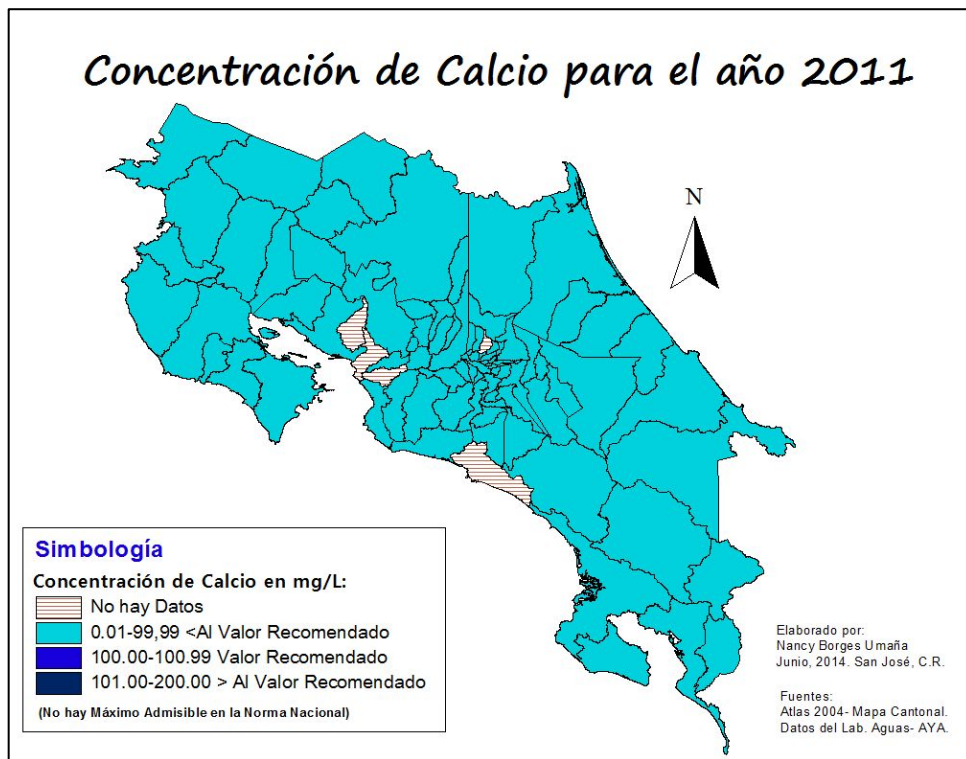
25. Mapa N°12: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2009.



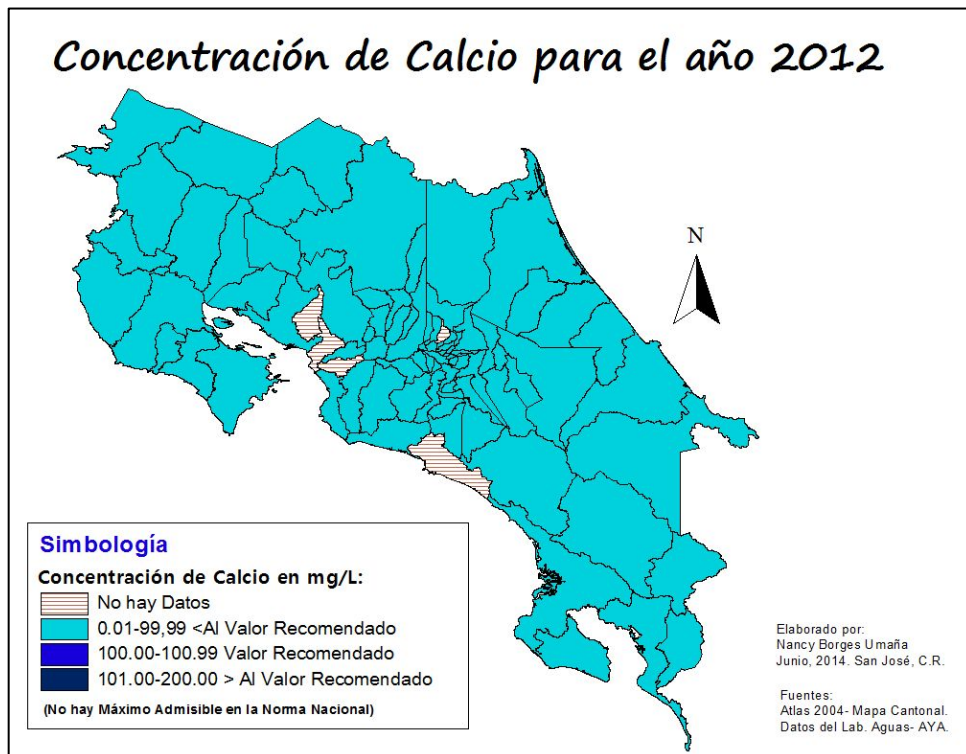
26. Mapa N°13: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2010.



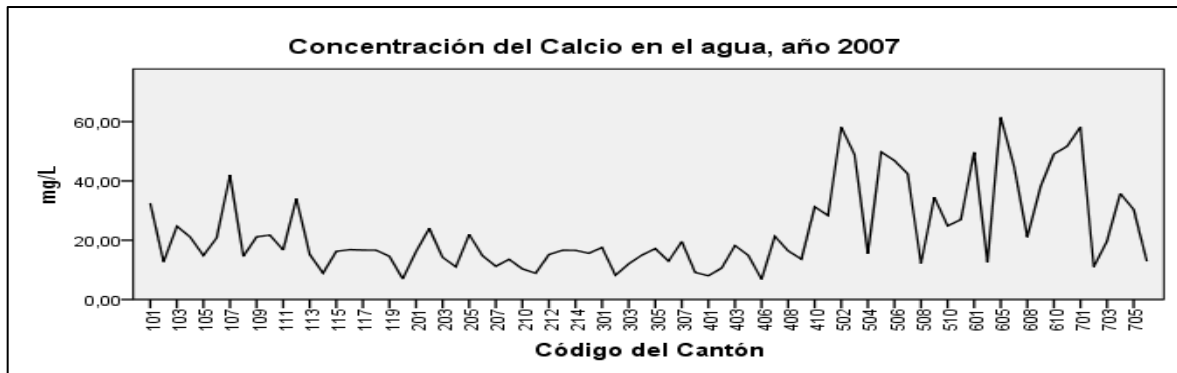
27. Mapa N°14: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2011.



28. Mapa N°15: Concentración de Calcio a nivel nacional, año 2012.



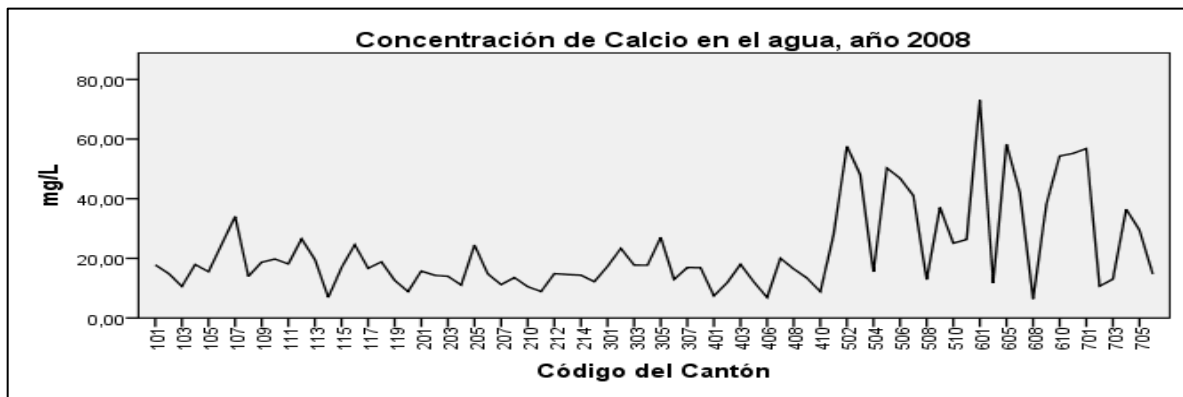
29. Gráfico N° 3: Concentraciones de Calcio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2007.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

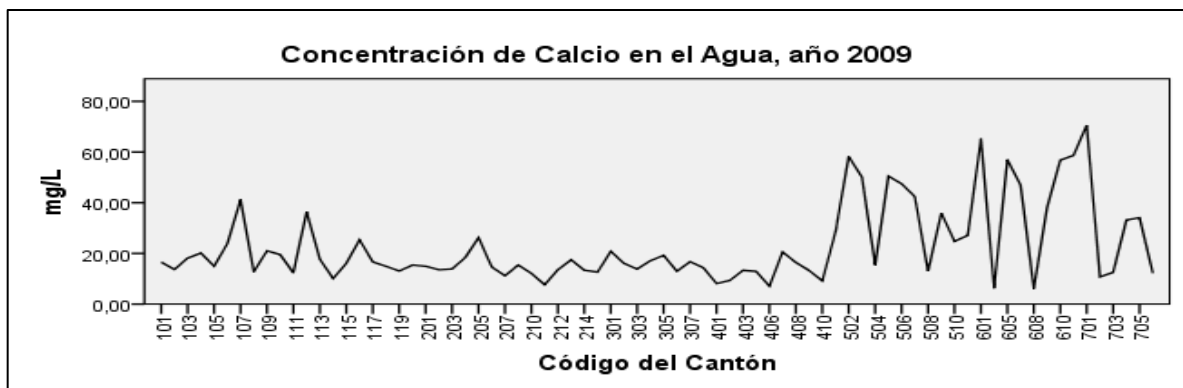
30. Gráfico N° 4: Concentraciones de Calcio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2008.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

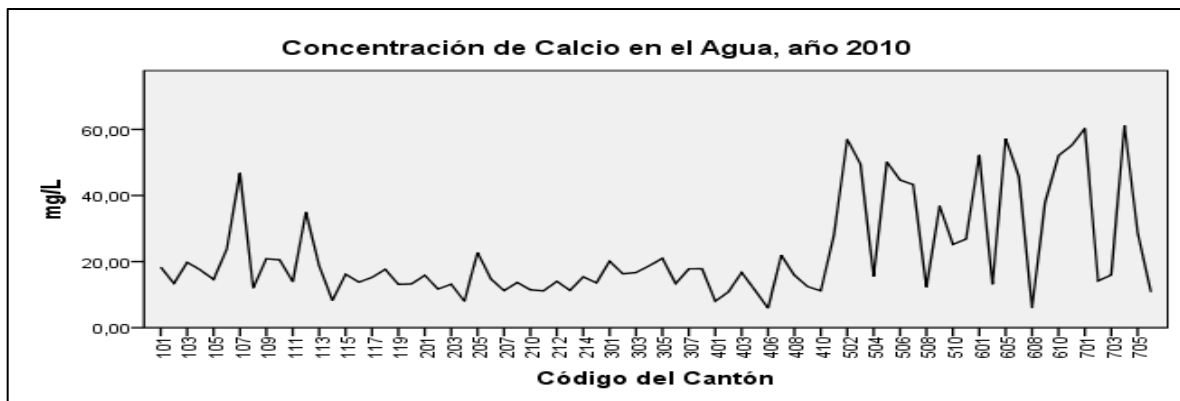
31. Gráfico N° 5: Concentraciones de Calcio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2009.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

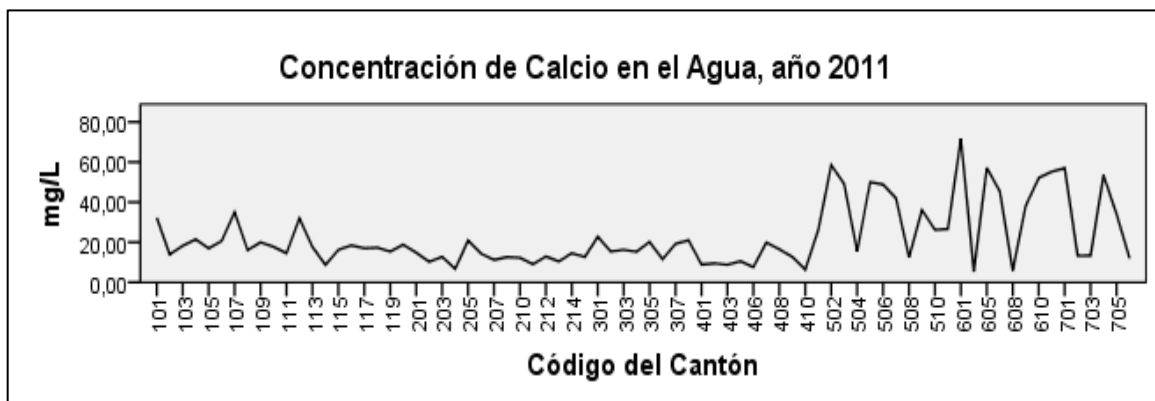
32. Gráfico N° 6: Concentraciones de Calcio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2010.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

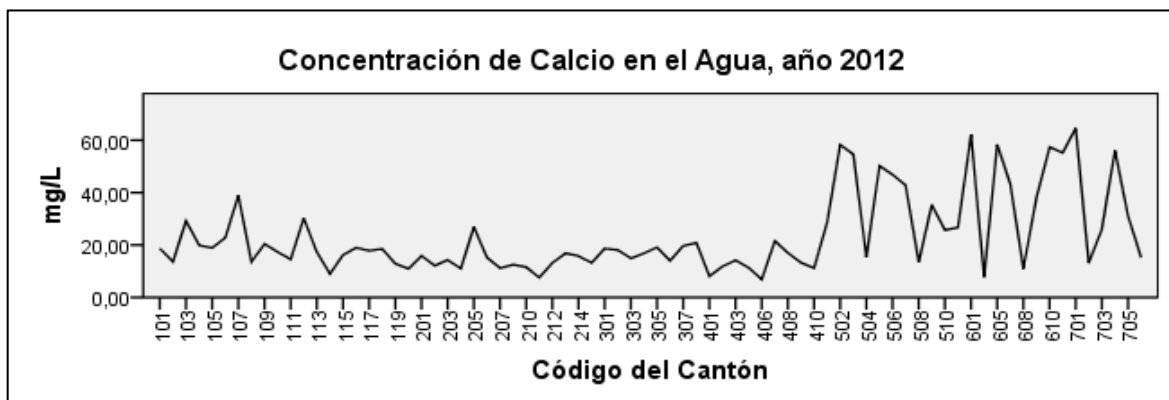
33. Gráfico N° 7: Concentraciones de Calcio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2011.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

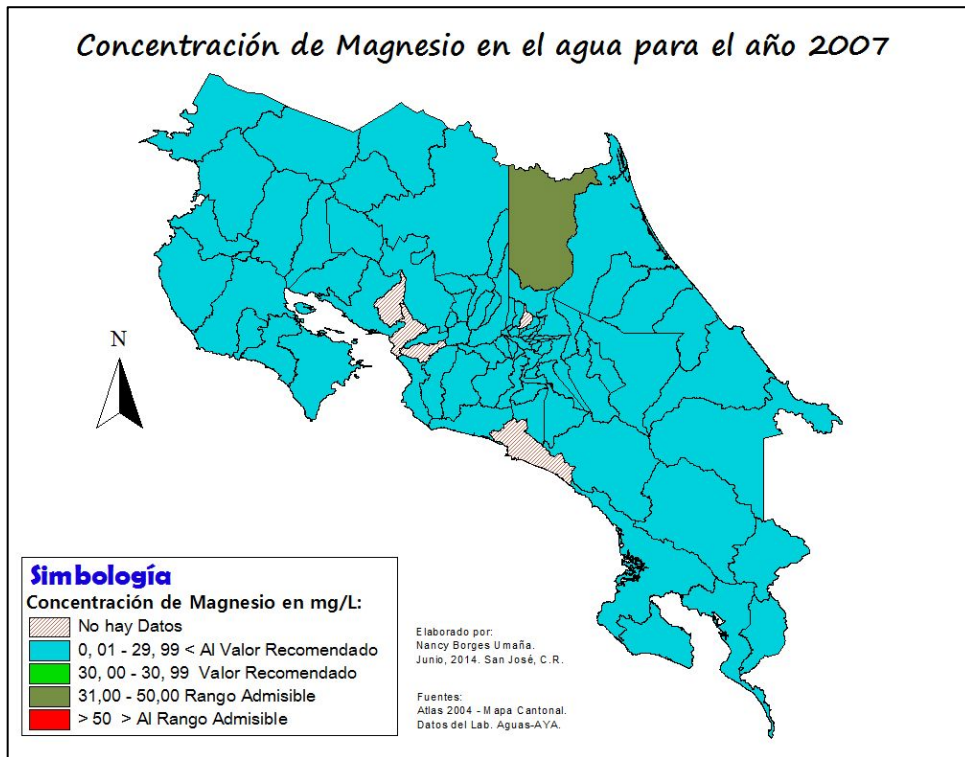
34. Gráfico N° 8: Concentraciones de Calcio en el – Cantones- C.R. Año 2012.



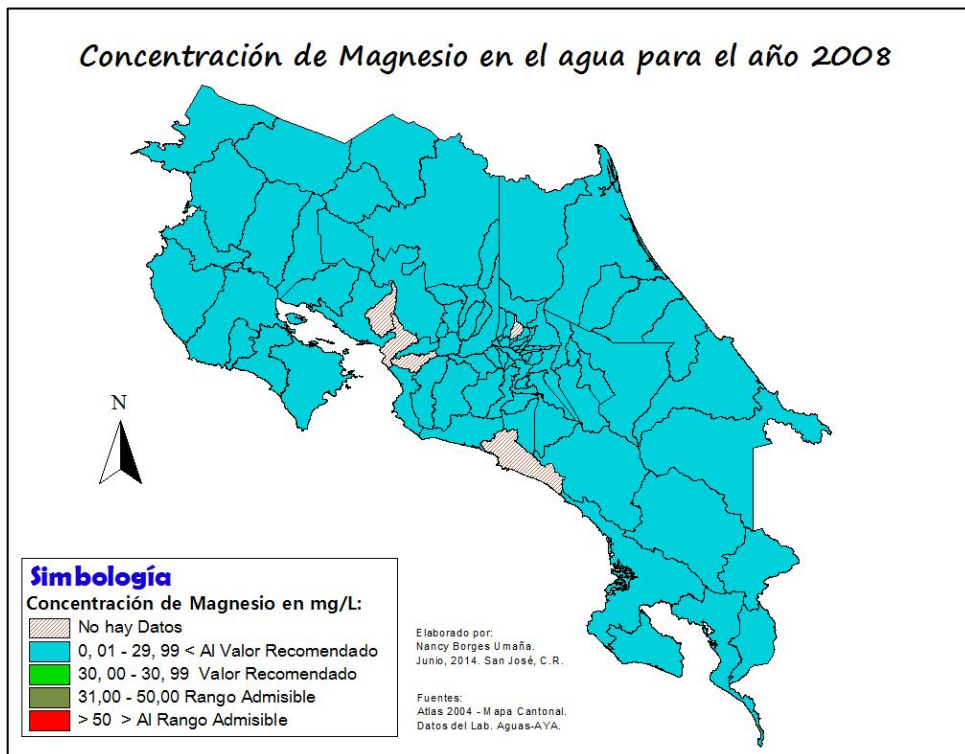
Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

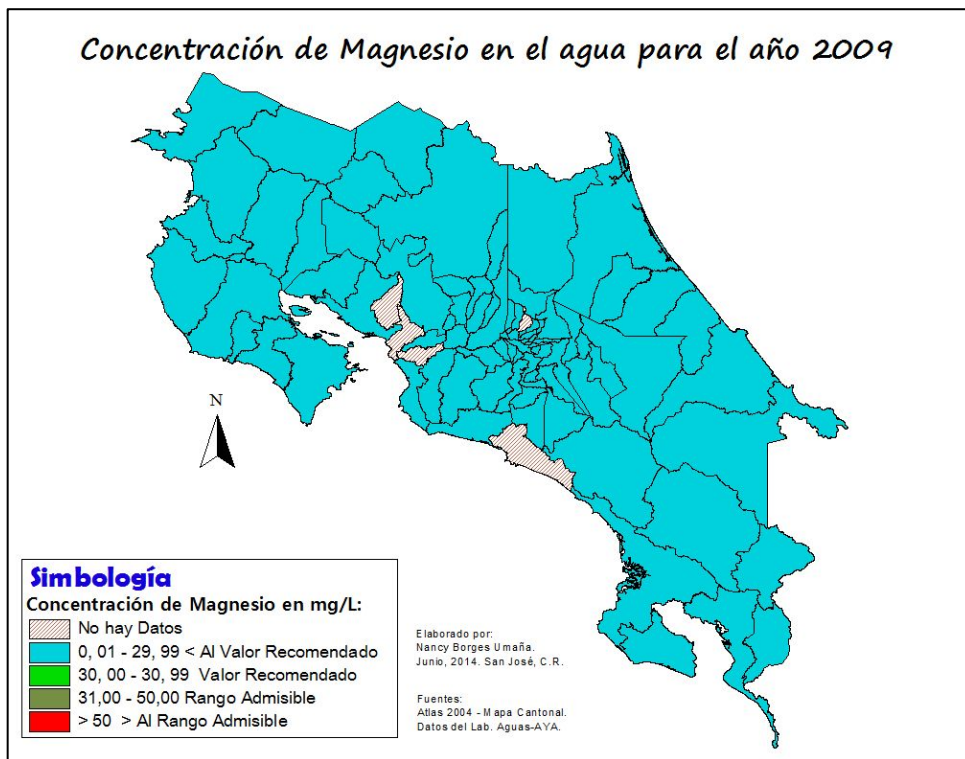
35. Mapa N°16: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2007.



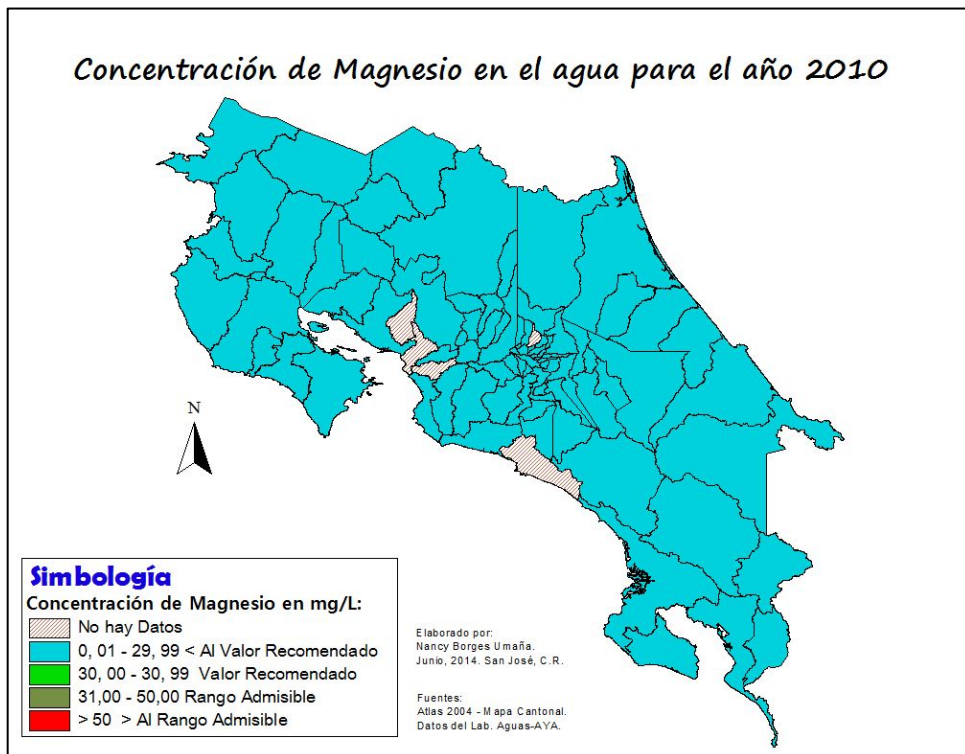
36. Mapa N°17: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2008.



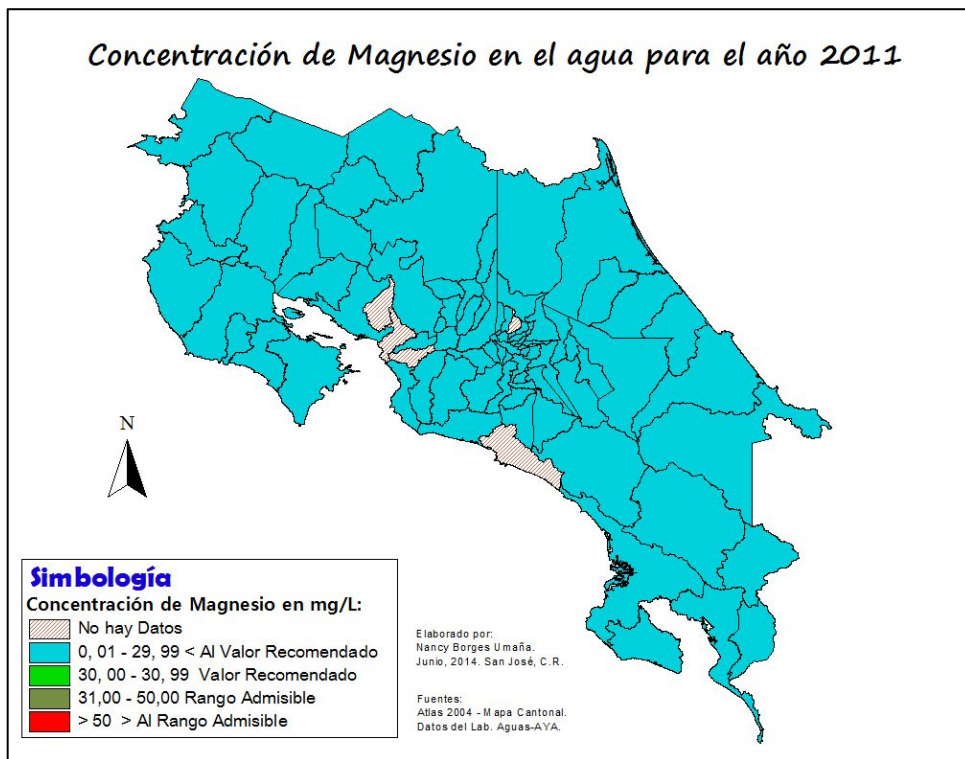
37. Mapa N°18: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2009.



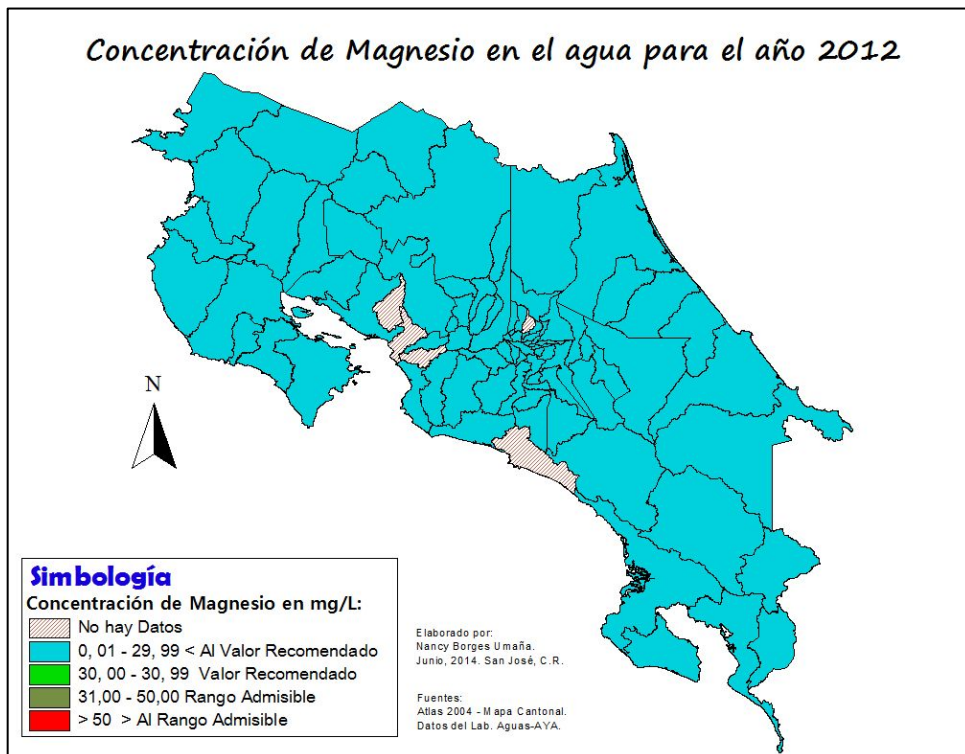
38. Mapa N°19: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2010.



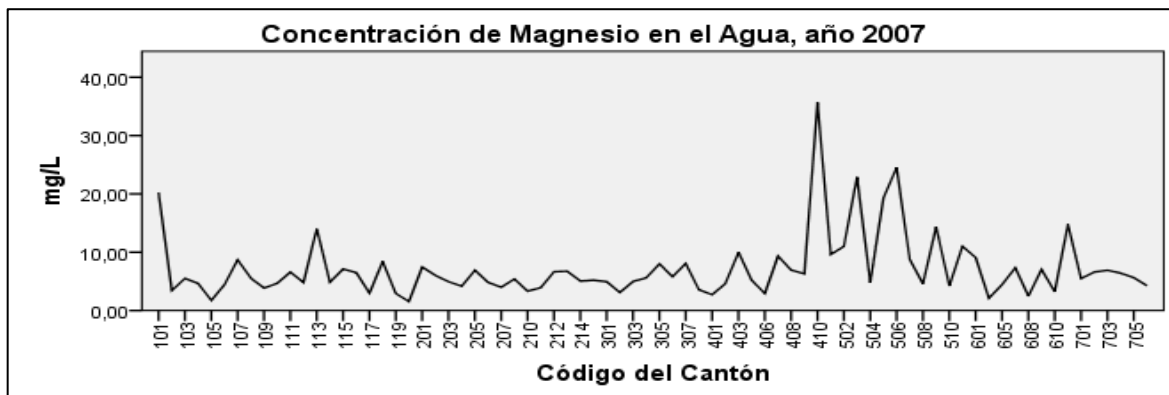
39. Mapa N°20: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2011.



40. Mapa N°21: Concentración de Magnesio a nivel nacional, año 2012.



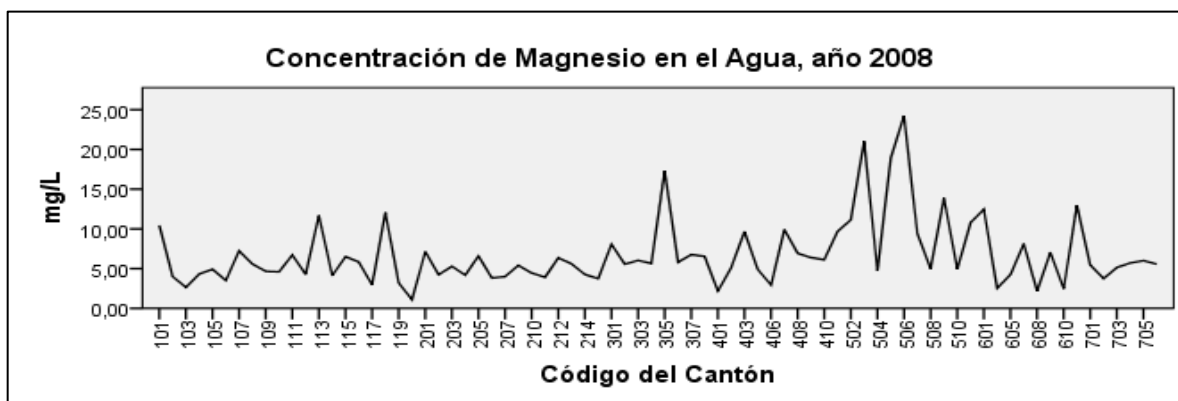
41. Gráfico N°9: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2007.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

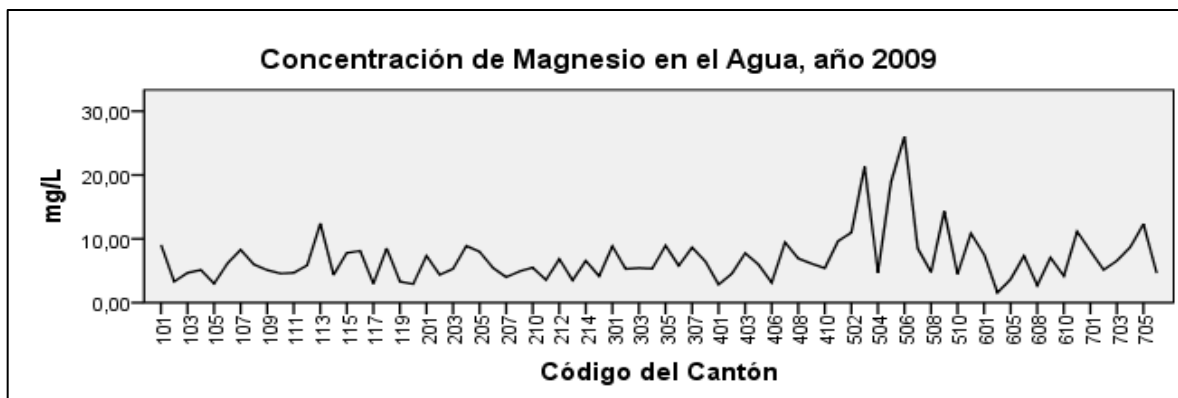
42. Gráfico N°10: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2008.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

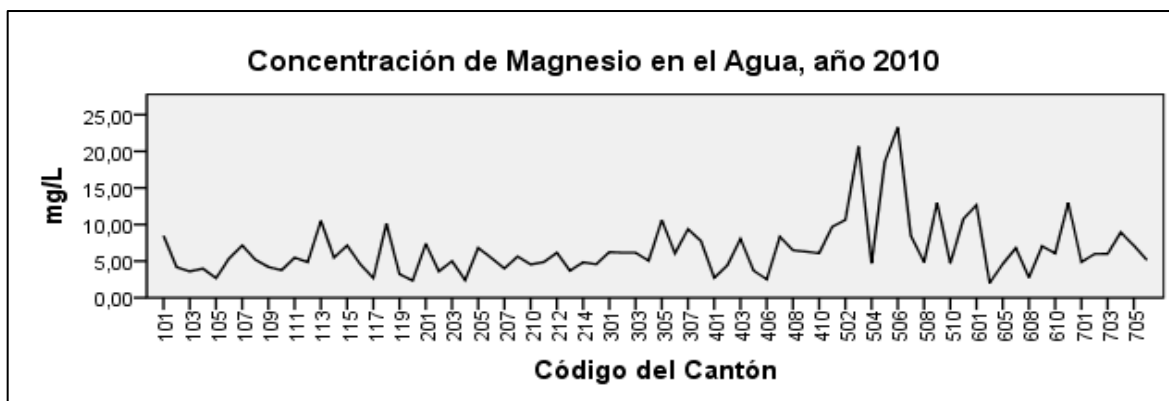
43. Gráfico N°11: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2009.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

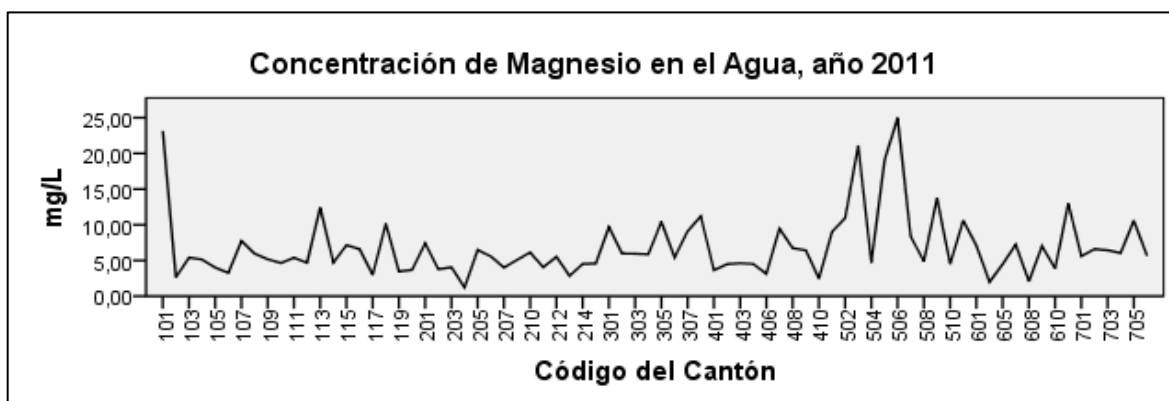
44. Gráfico N°12: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2010.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

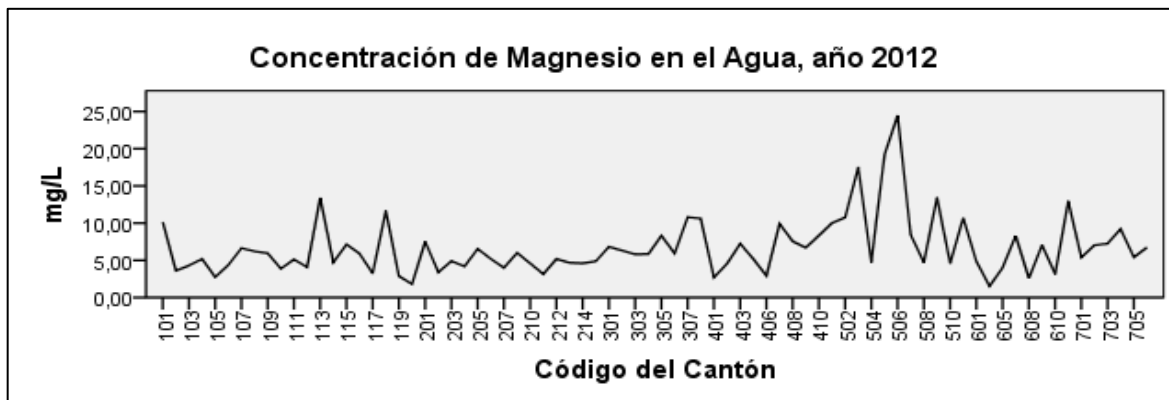
45. Gráfico N°13: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2011.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

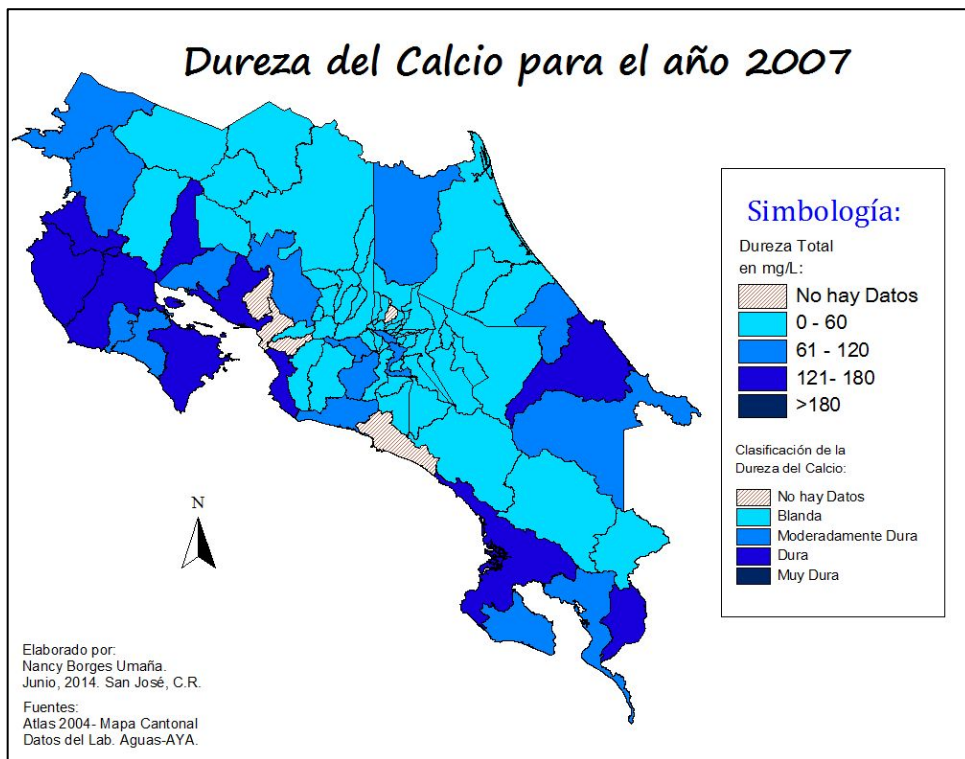
46. Gráfico N°14: Concentraciones de Magnesio en el Agua – Cantones- C.R. Año 2012.



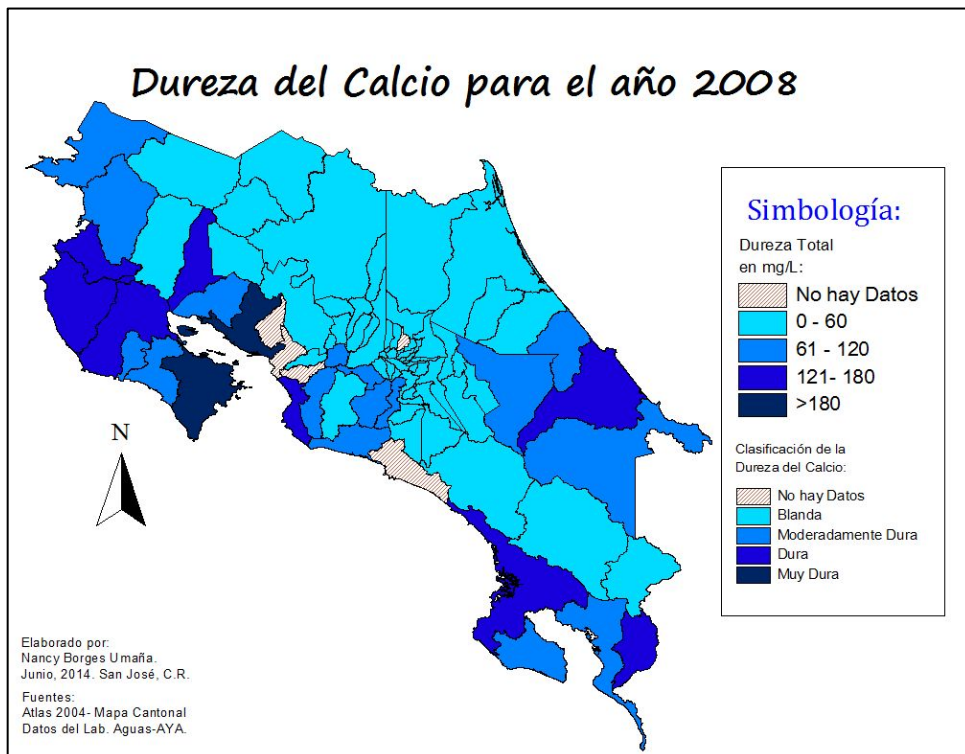
Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

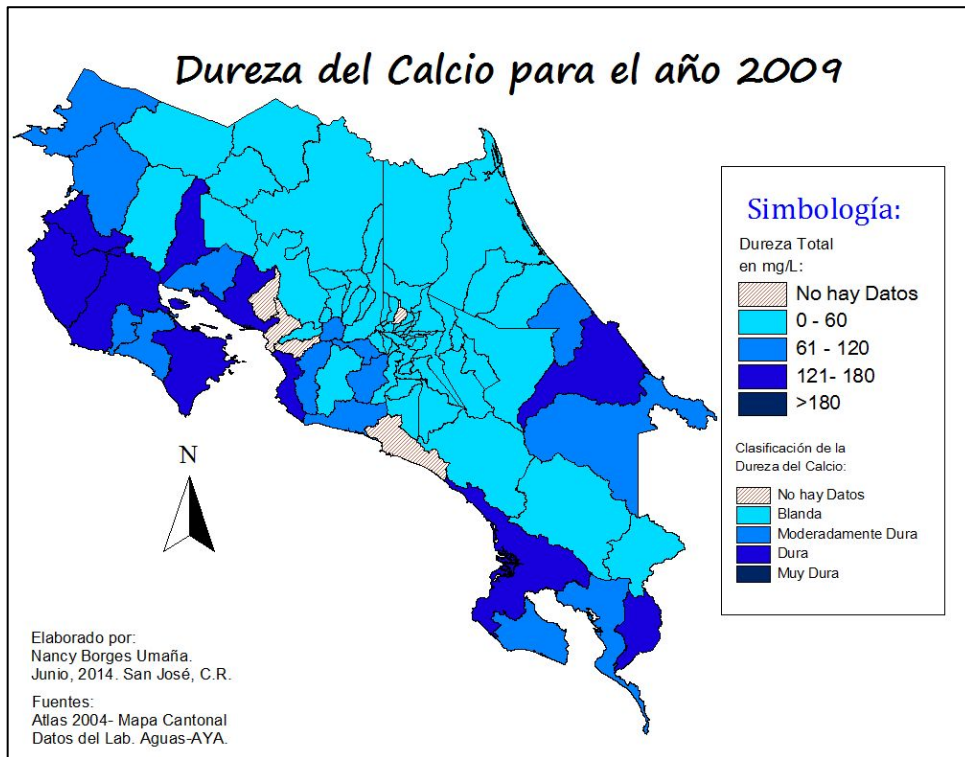
47. Mapa N°22: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2007.



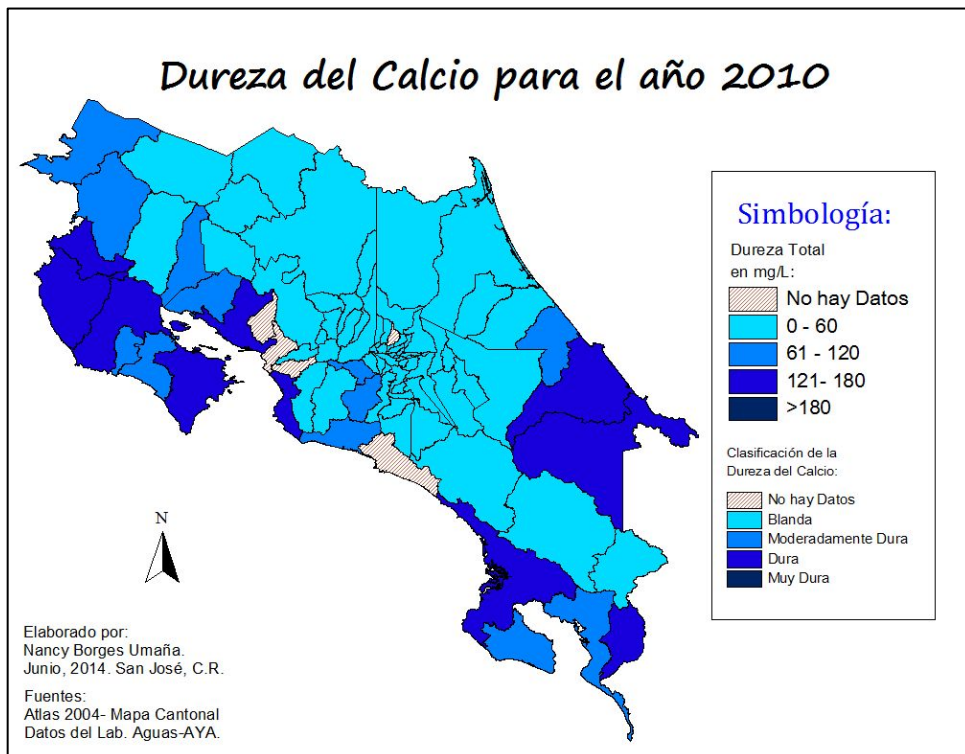
48. Mapa N°23: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2008.



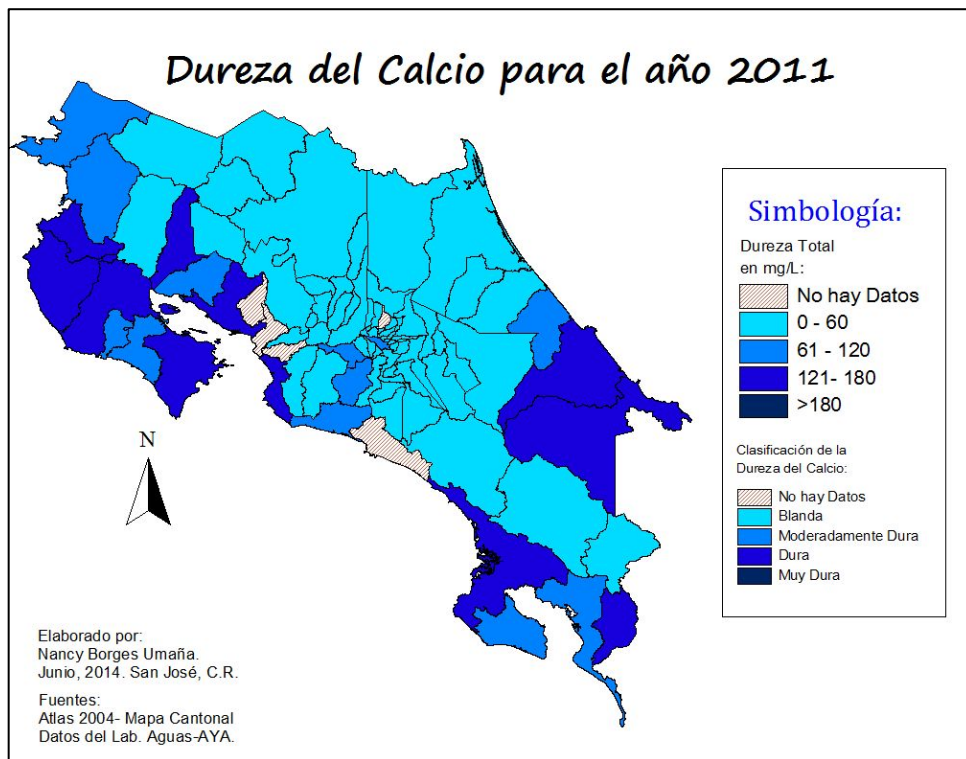
49. Mapa N°24: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2009.



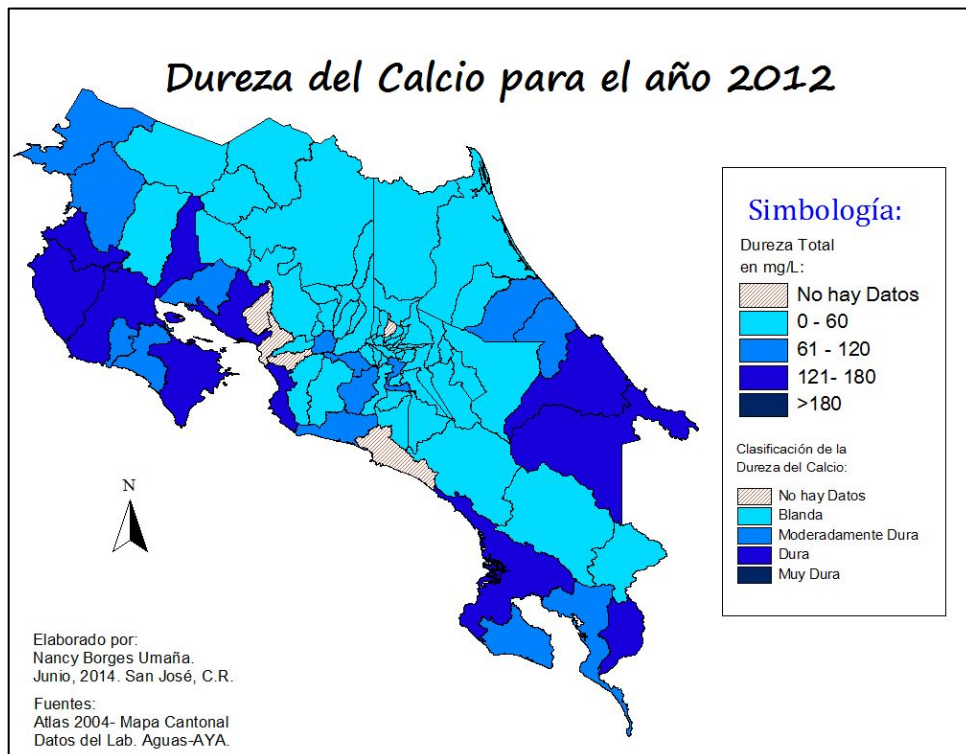
50. Mapa N°25: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2010.



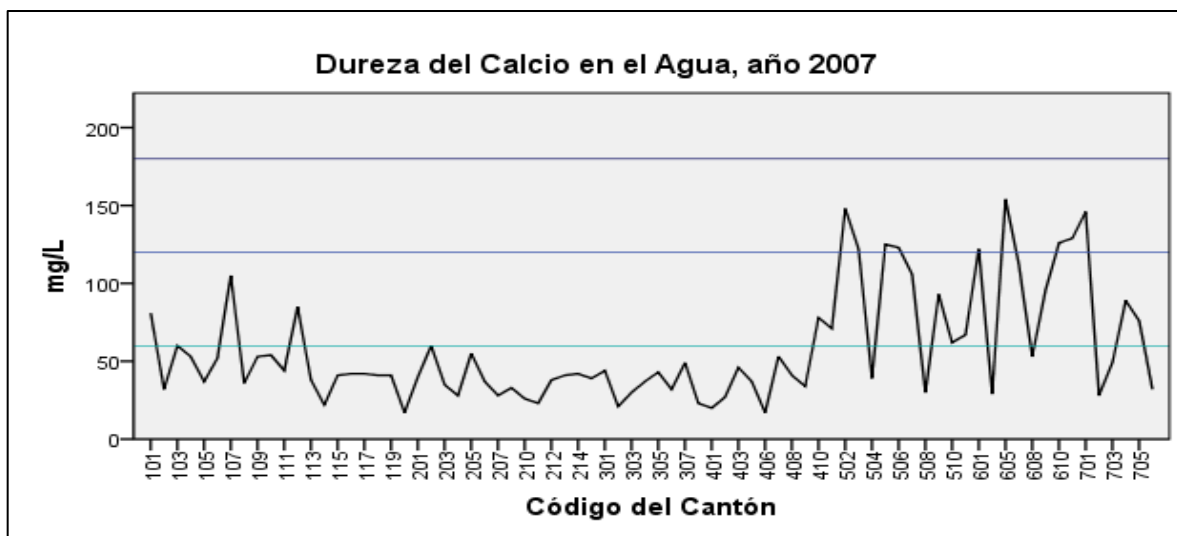
51. Mapa N°26: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2011.



52. Mapa N°27: Clasificación del agua según la Dureza del Calcio para el año 2012.



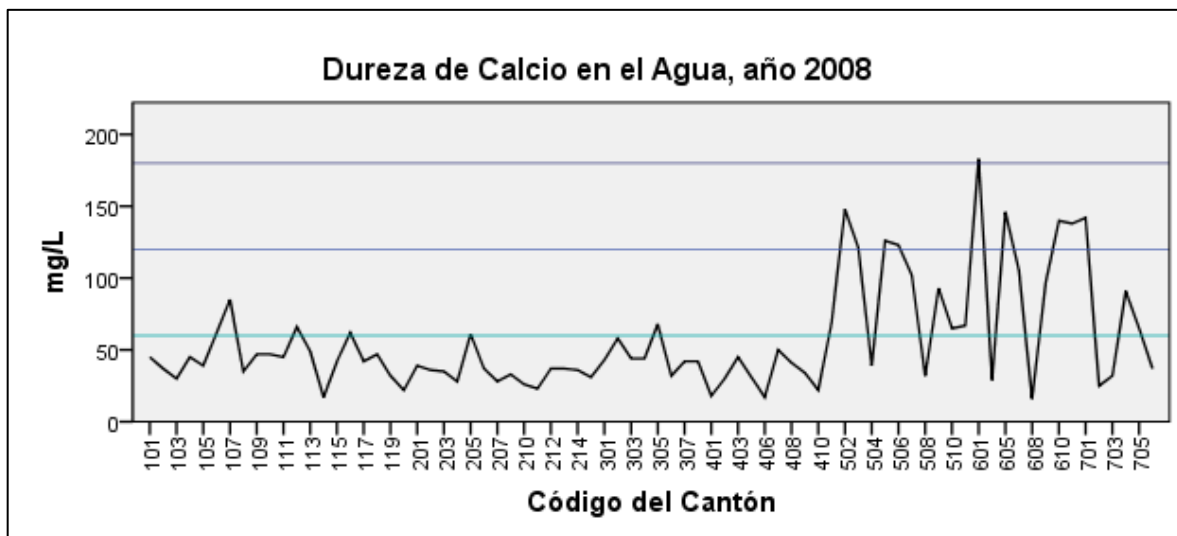
**53.** Gráfico N°15: Concentraciones promedio de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2007.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

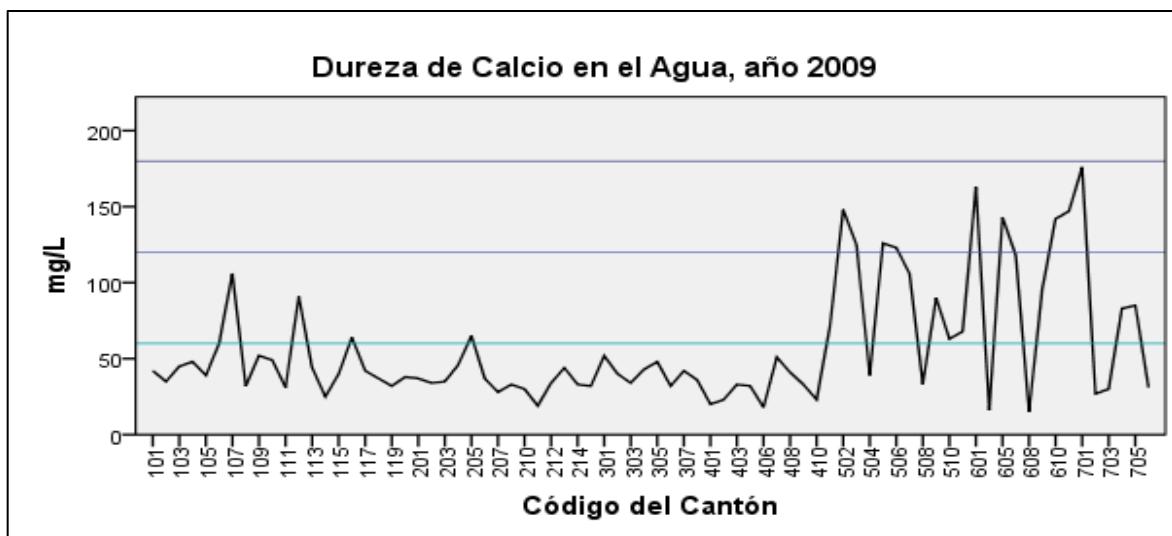
**54.** Gráfico N°16: Concentraciones promedio de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2008.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

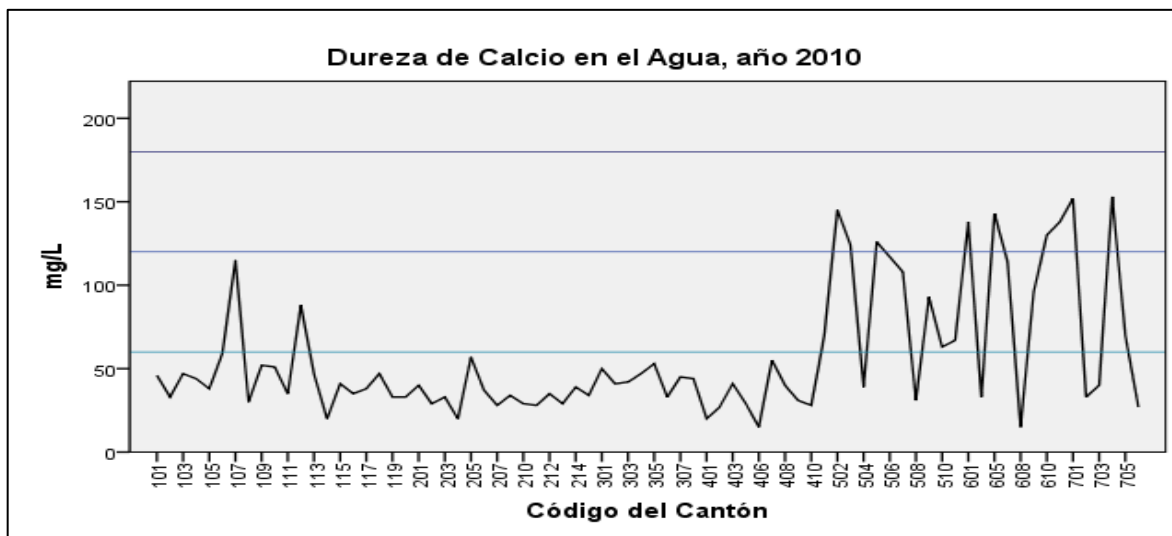
**55.** Gráfico N°17: Concentraciones promedio de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2009.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

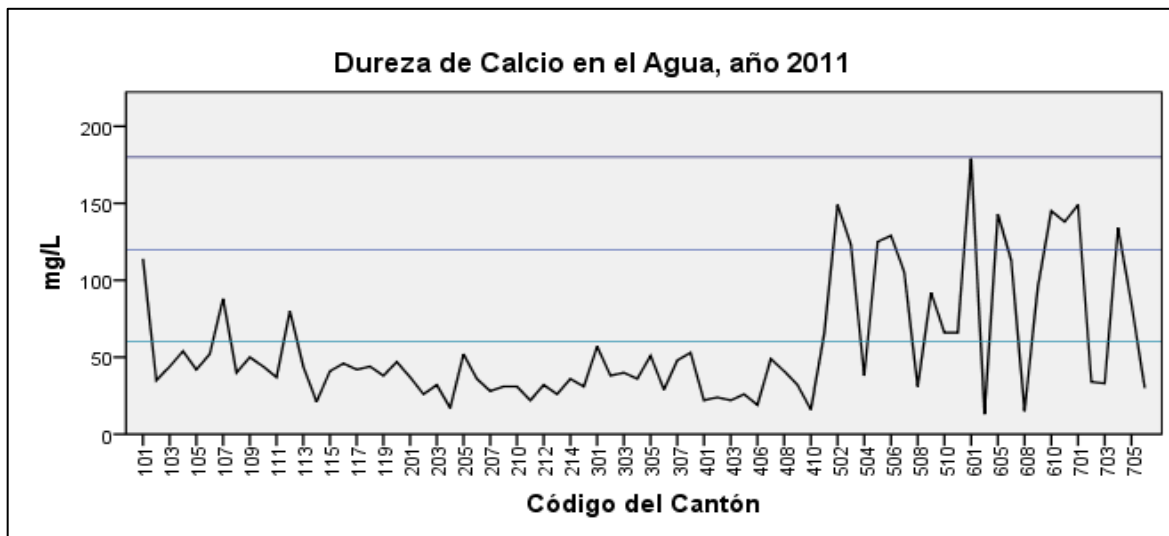
**56.** Gráfico N°18: Promedio de Concentraciones de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2010.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

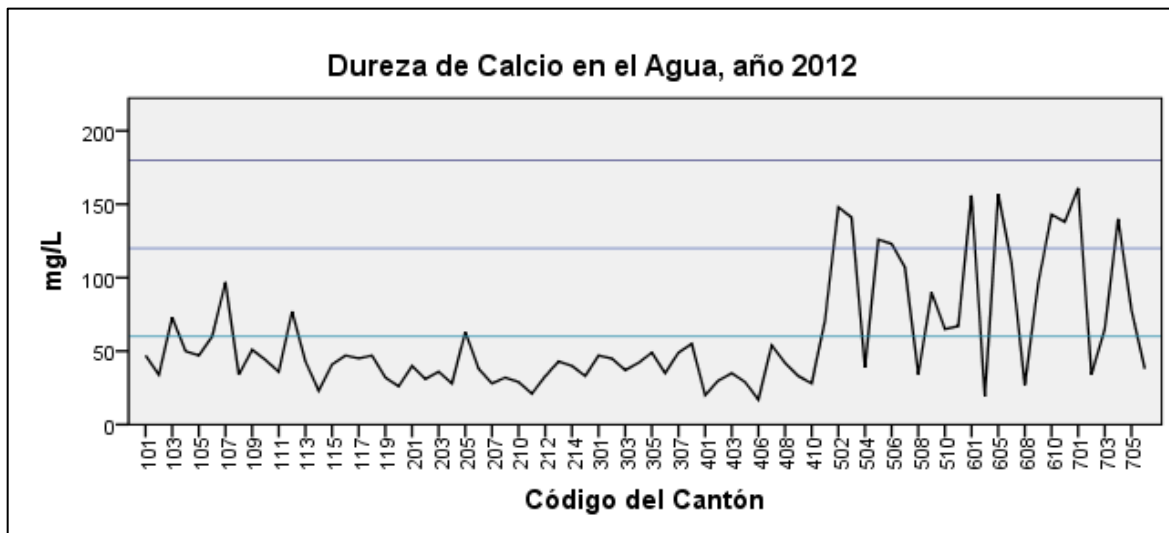
**57.** Gráfico N°19: Concentraciones promedio de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2011.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

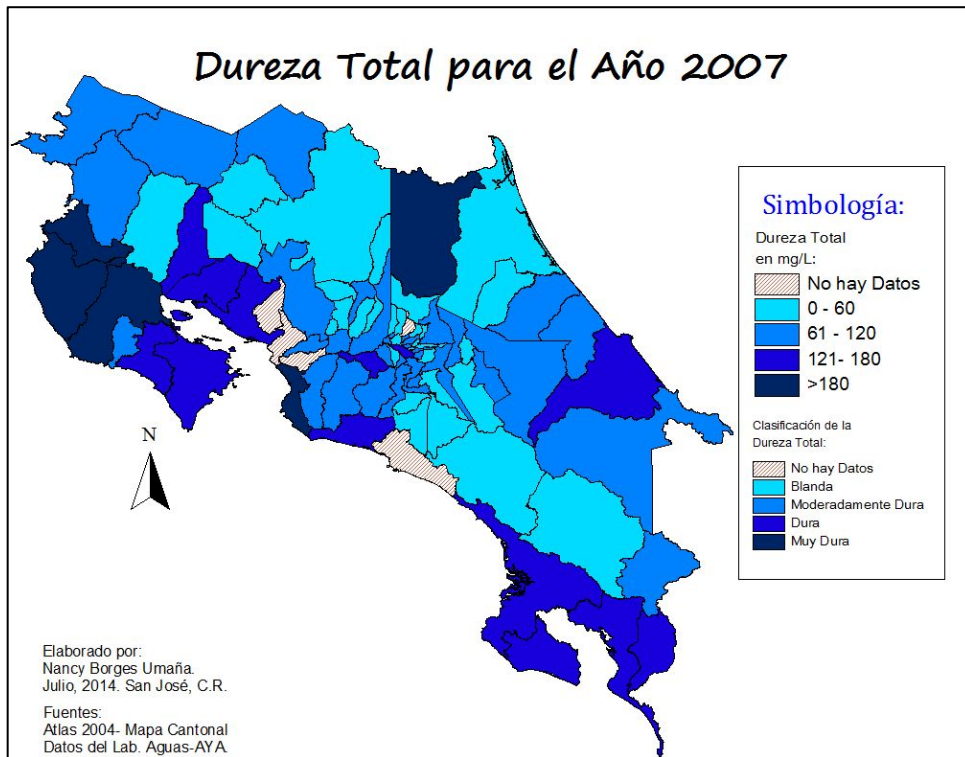
**58.** Gráfico N°20: Concentraciones promedio de Dureza del Calcio en el Agua. Cantones – Costa Rica. Año 2012.



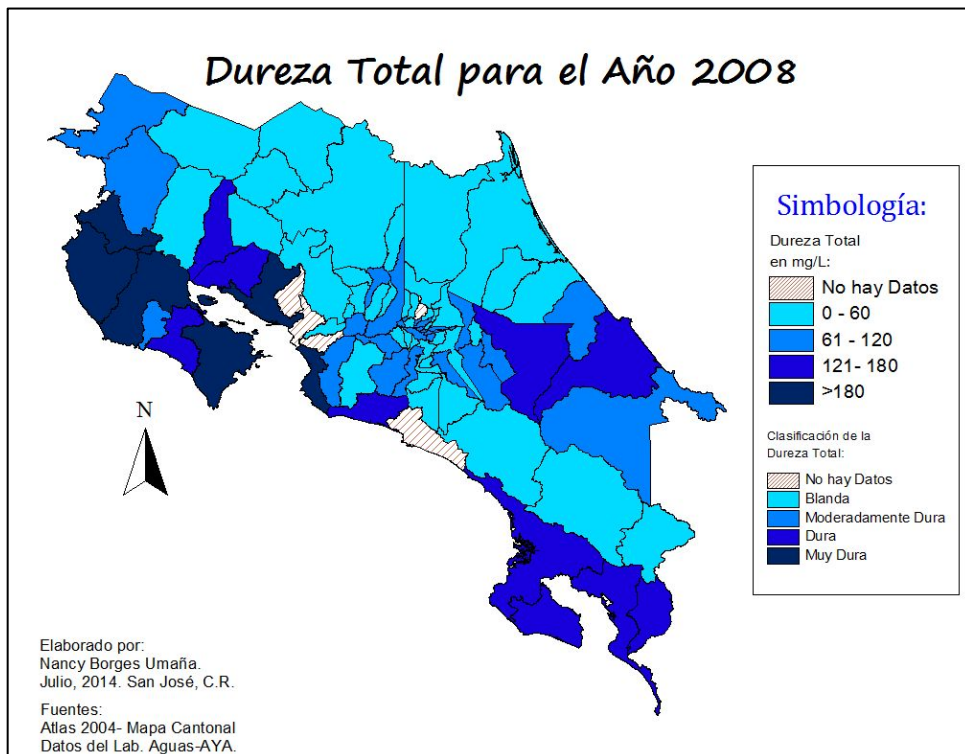
Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

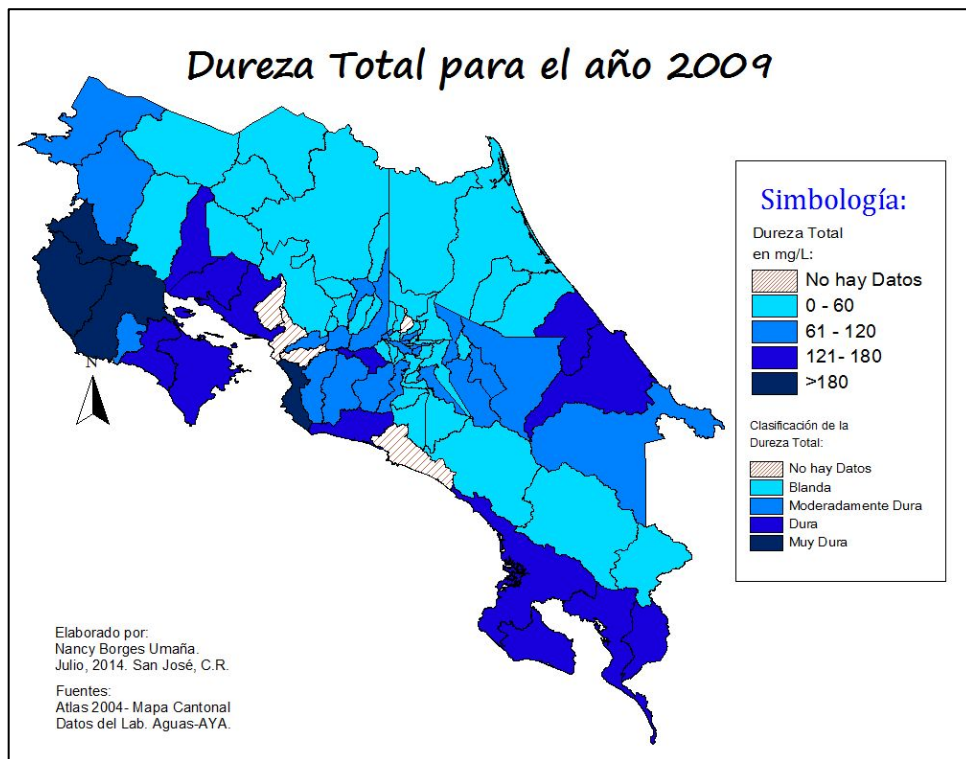
59. Mapa N°28: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2007:



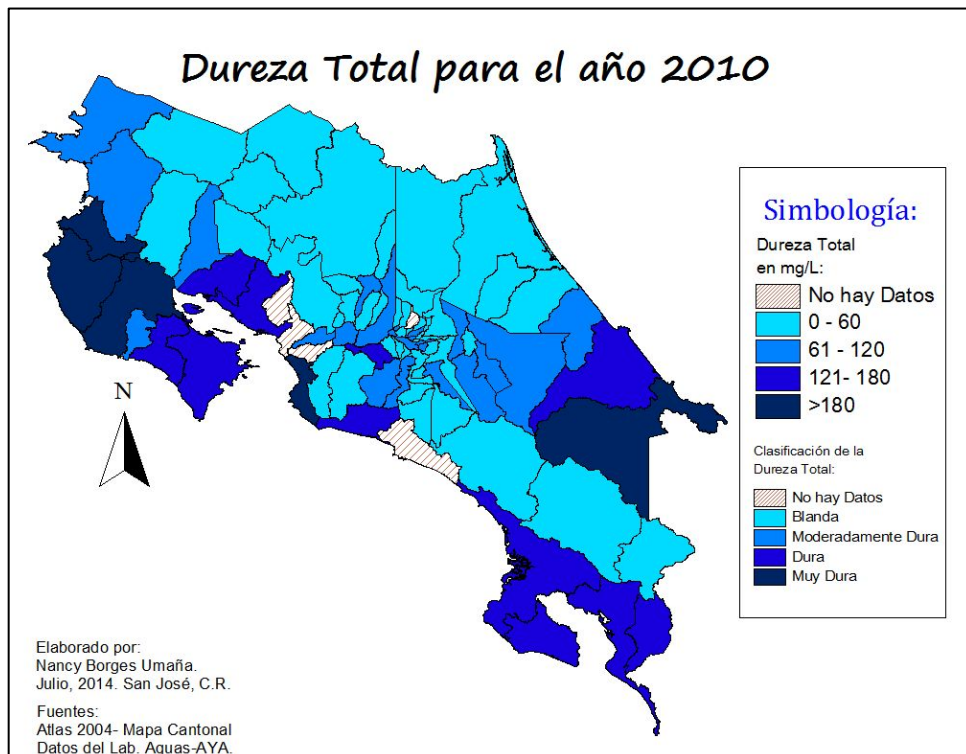
60. Mapa N°29: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2008:



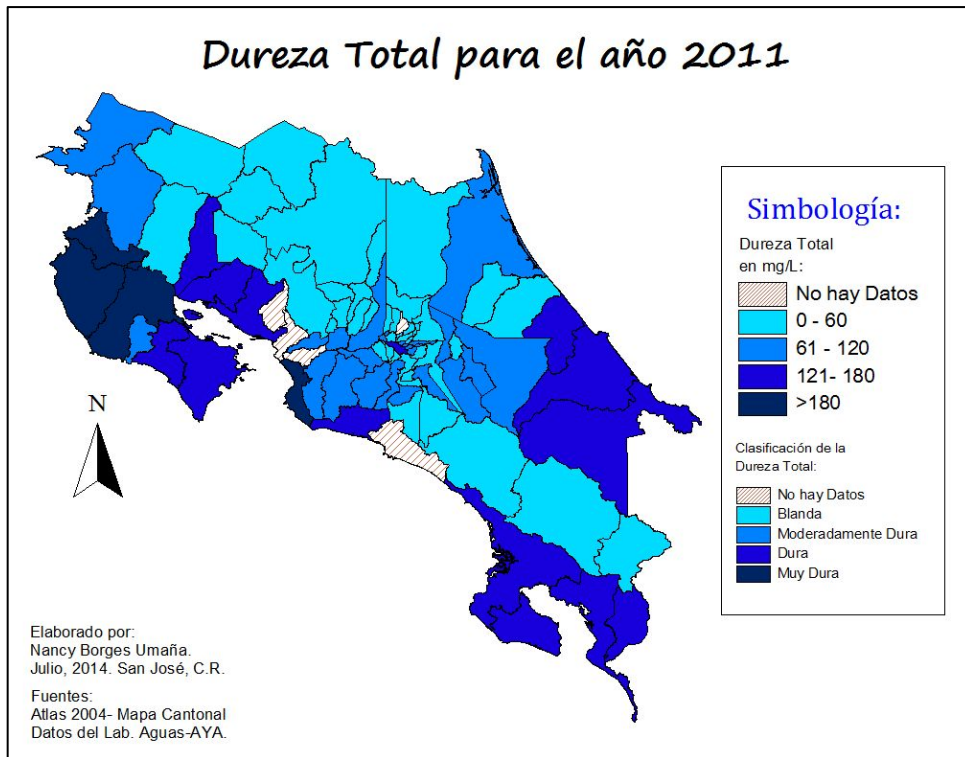
61. Mapa °30: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2009:



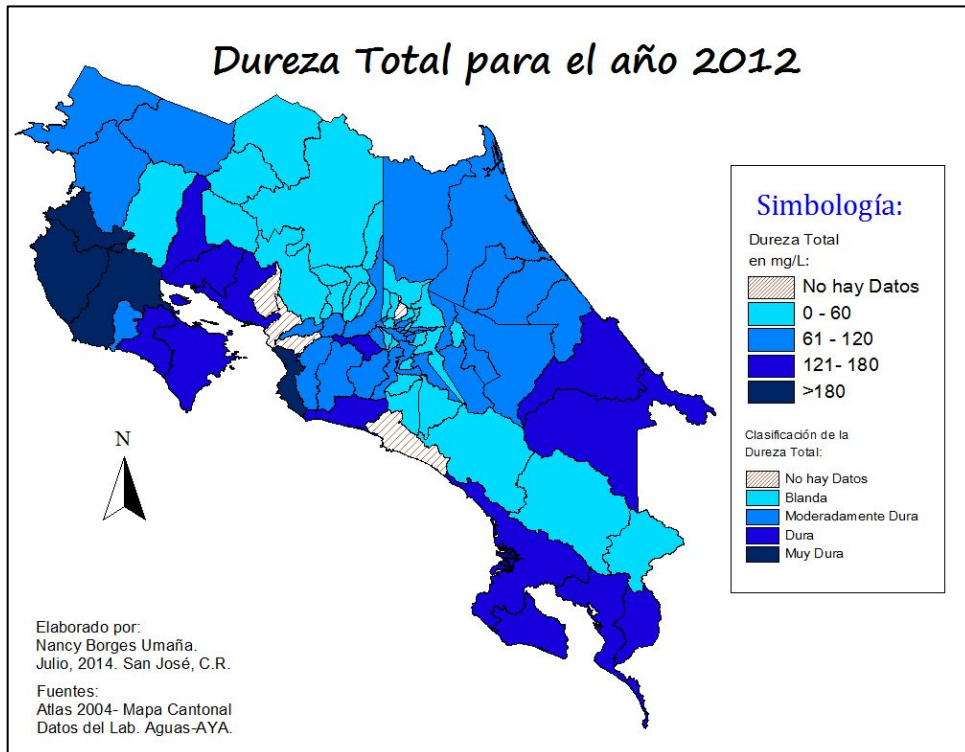
62. Mapa N°31: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2010:



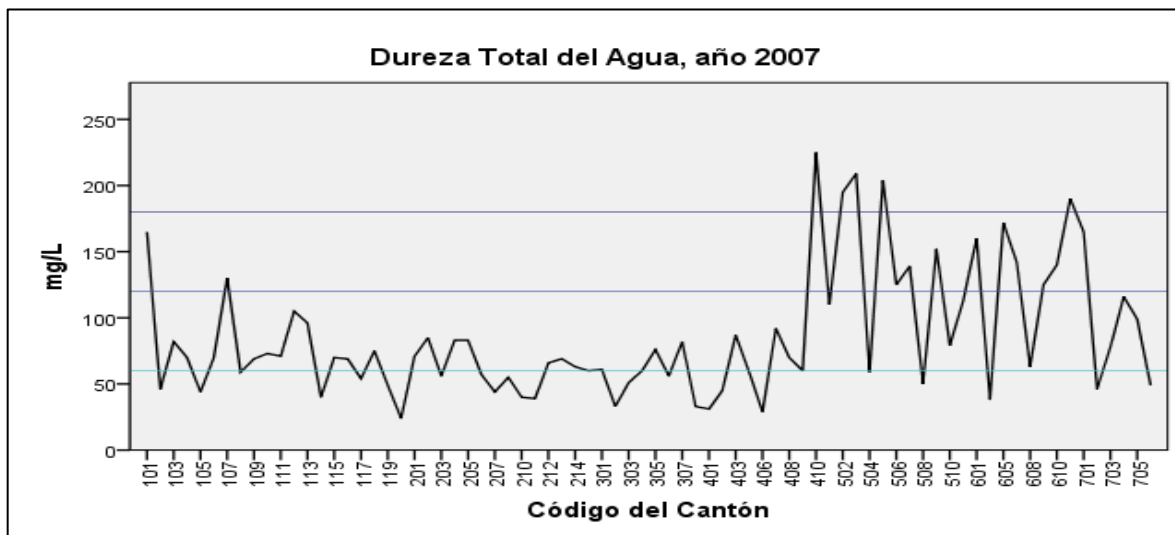
63. Mapa N°32: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2011:



64. Mapa N°33: Clasificación del agua según la Dureza del Total para el año 2012:



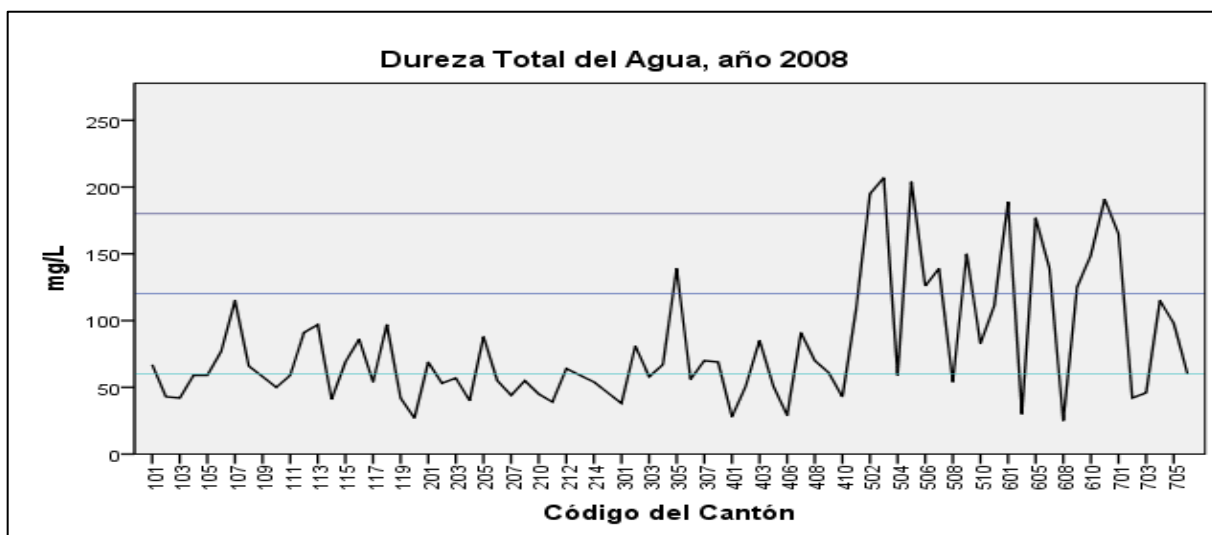
**65.** Gráfico N°21: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2007.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

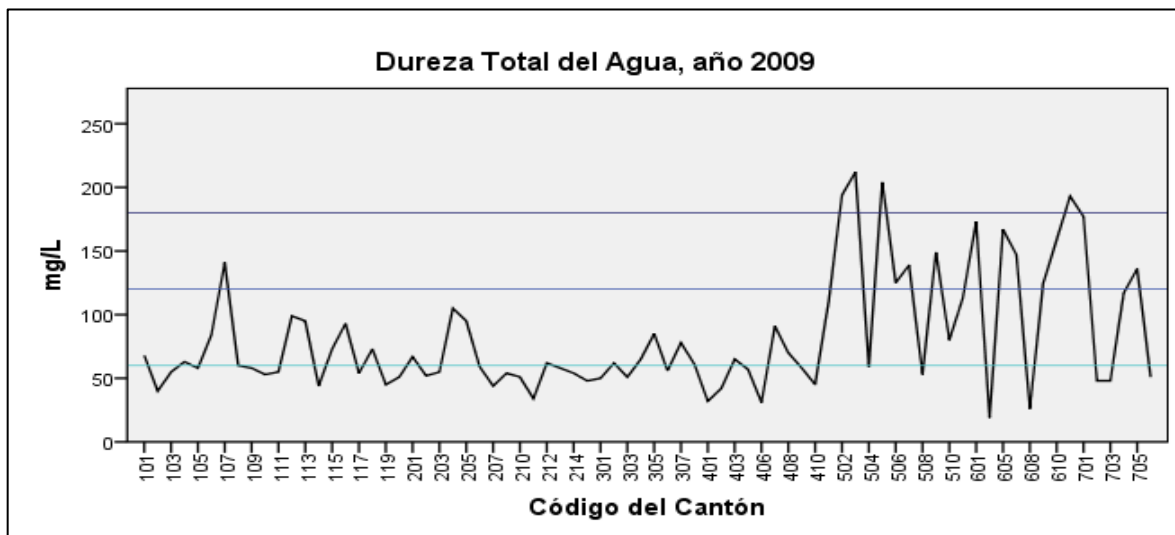
**66.** Gráfico N°22: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2008.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.  
2014

Elaborado por: Borges, N.

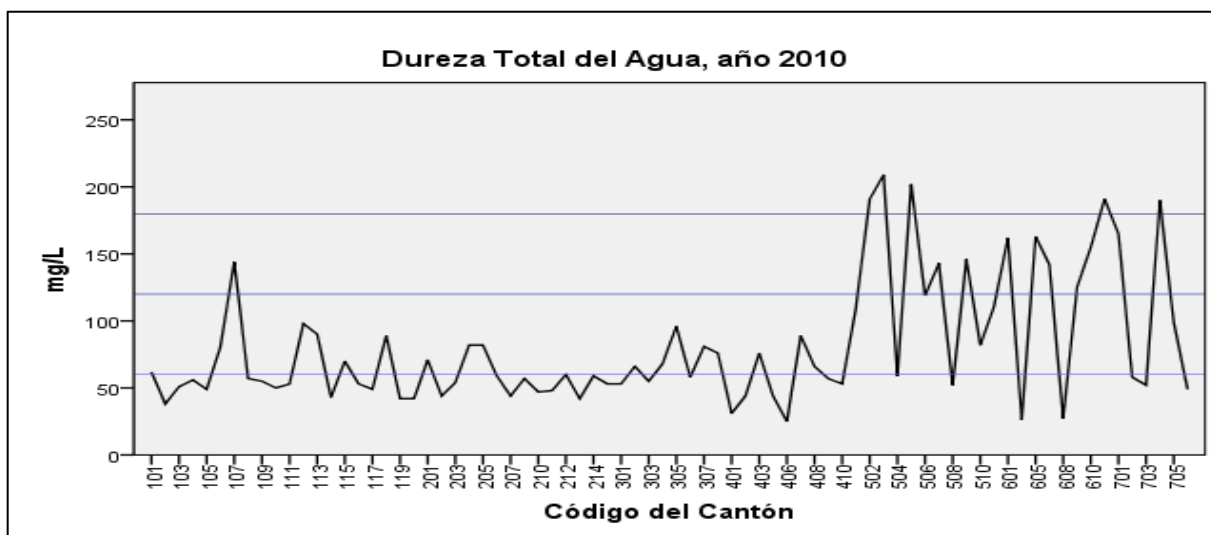
**67.** Gráfico N°23: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2009.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014.

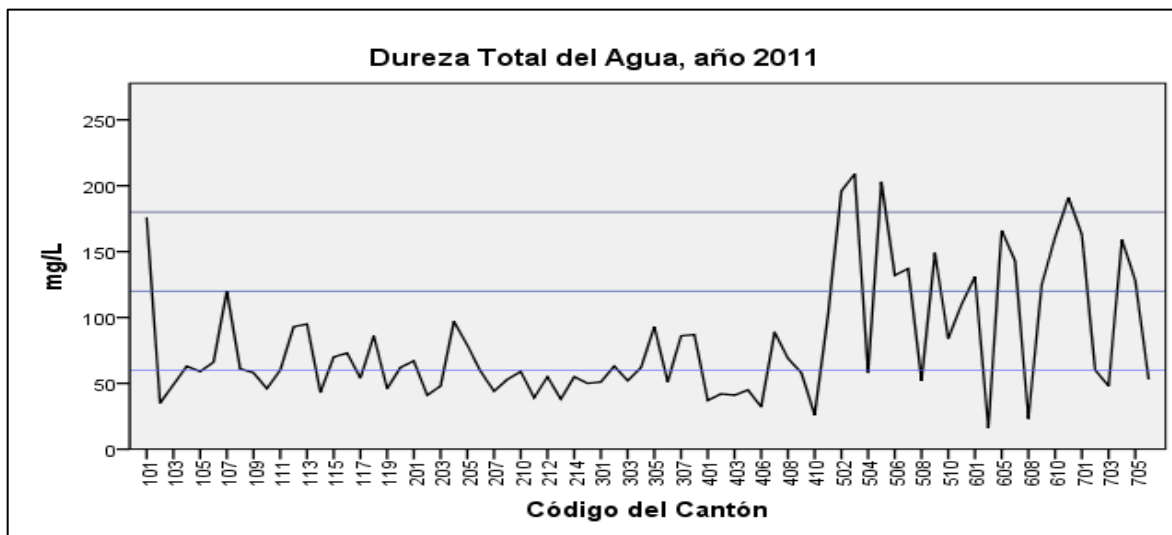
**68.** Gráfico N°24: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2010.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas. 2014

Elaborado por: Borges, N.

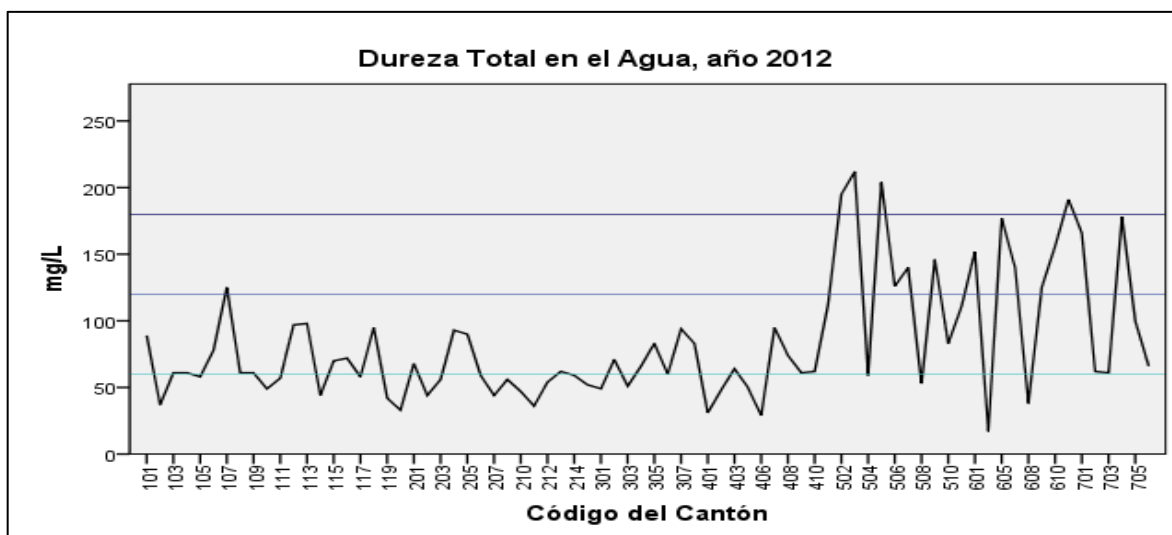
69. Gráfico N°25: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2011.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

70. Gráfico N°26: Concentraciones promedio de Dureza Total en el Agua. Cantones – CR. Año 2012.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

71. Tabla N°11: Concentración en mg/L Máxima y mínima para el calcio libre en el agua. Periodo 2007 al 2012. Distritos-Guanacaste:

<b>Año</b>	<b>Máxima</b>	<b>Mínimo</b>
<b>2007</b>	114 mg/L Porozal de Cañas	8 mg/L Tierras Morenas de Tilarán
<b>2008</b>	114 mg/L Porozal de Cañas	8 mg/L Tierras Morenas de Tilarán
<b>2009</b>	114 mg/L Porozal de Cañas	9 mg/L Tierras Morenas y Tronadora de Tilarán
<b>2010</b>	107 mg/L Colorado de Abangares	7 mg/L Tierras Morenas
<b>2011</b>	123 mg/L Porozal de Cañas	9 mg/L Tierras Morenas y Tronadora de Tilarán
<b>2012</b>	137 mg/L Bolsón de Santa Cruz	9 mg/L Tierras Morenas y Tronadora de Tilarán

Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

72. Tabla N°12: Concentración en mg/L Máxima y mínima para el magnesio libre en el agua. Periodo 2007 al 2012. Distritos-Guanacaste:

<b>Año</b>	<b>Máxima</b>	<b>Mínimo</b>
<b>2007</b>	33mg/L Bolsón de Santa Cruz	3mg/L Liberia de Liberia
<b>2008</b>	41mg/L Bolsón de Santa Cruz	3mg/L Liberia de Liberia
<b>2009</b>	42mg/L Bolsón de Santa Cruz	3mg/L Mogote de Bagaces
<b>2010</b>	38mg/L Bolsón de Santa Cruz	2mg/L Tierras Morenas de Tilarán
<b>2011</b>	40mg/L Bolsón de Santa Cruz	2mg/L Liberia de Liberia
<b>2012</b>	24mg/L Tamarindo de Santa Cruz	3mg/L Liberia de Liberia

Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

73. Tabla N°13: Concentración en mg/L Máxima y mínima para la dureza de calcio en el agua. Periodo 2007 al 2012. Distritos-Guanacaste:

<b>Año</b>	<b>Máxima</b>	<b>Mínimo</b>
<b>2007</b>	285 mg/L Porozal de Cañas	21 mg/L Tierras Morenas de Tilarán
<b>2008</b>	285 mg/L Porozal de Cañas	21 mg/L Tierras Morenas de Tilarán
<b>2009</b>	285 mg/L Porozal de Cañas	21 mg/L Tronadora de Tilarán
<b>2010</b>	267 mg/L Colorado de Abangares	18 mg/L Tierras Morenas de Tilarán
<b>2011</b>	307 mg/L Porozal de Cañas	22 mg/L Tronadora de Tilarán
<b>2012</b>	342 mg/L Bolsón de Sta. Cruz	22 mg/L Tierras Morenas de Tilarán

Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

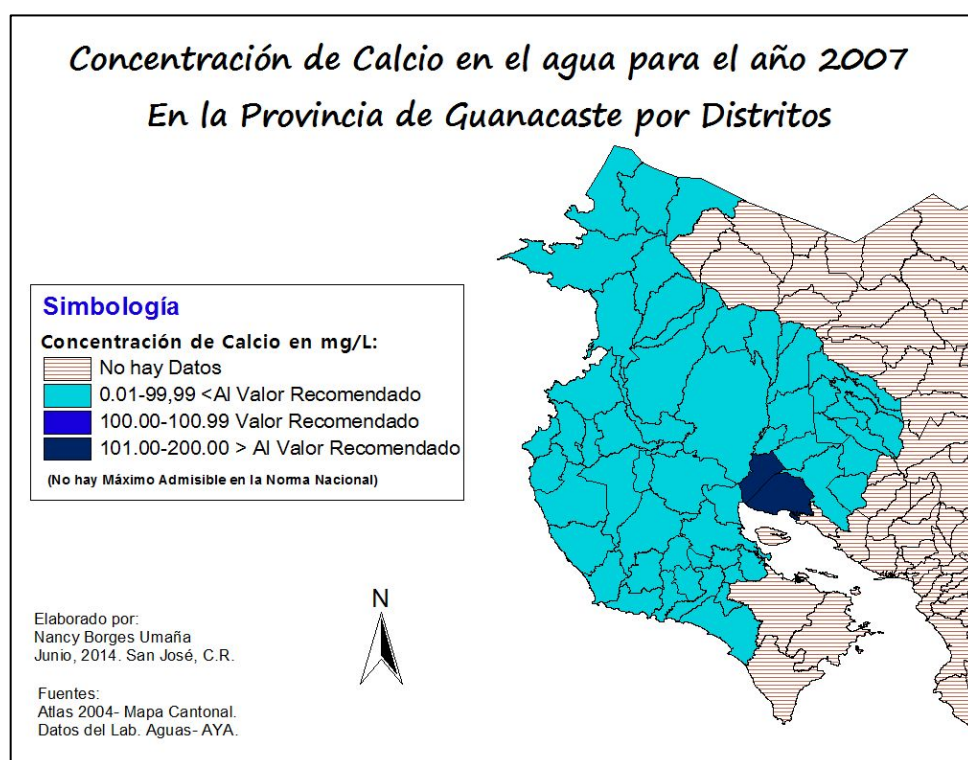
74. Tabla N°14: Concentración en mg/L Máxima y mínima para la dureza total del agua. Periodo 2007 al 2012. Distritos-Guanacaste:

Año	Máxima	Mínimo
2007	384 mg/L Bolsón de Santa Cruz	34 mg/L Tierras Morenas de Tilarán
2008	405 mg/L Bolsón de Santa Cruz	33 mg/L Tierras Morenas de Tilarán
2009	403 mg/L Bolsón de Santa Cruz	36 mg/L Liberia de Liberia
2010	377 mg/L Bolsón de Santa Cruz	31 mg/L Tierras Morenas de Tilarán
2011	388 mg/L Bolsón de Santa Cruz	33 mg/L Liberia de Liberia
2012	391 mg/L Bolsón de Santa Cruz	35 mg/L Liberia de Liberia

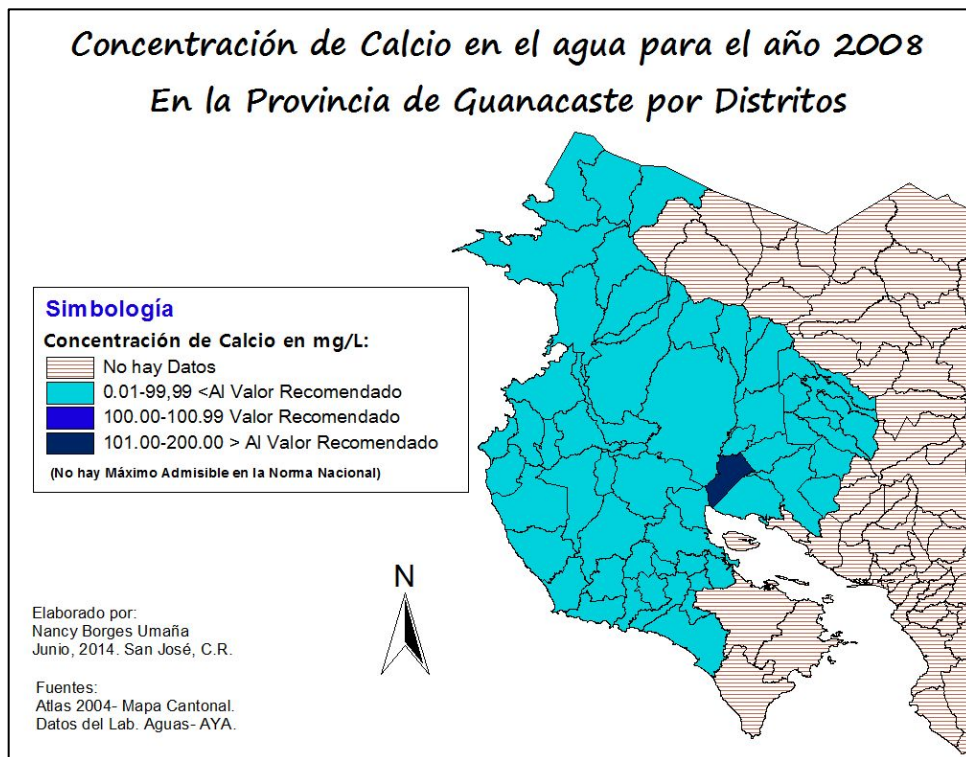
Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

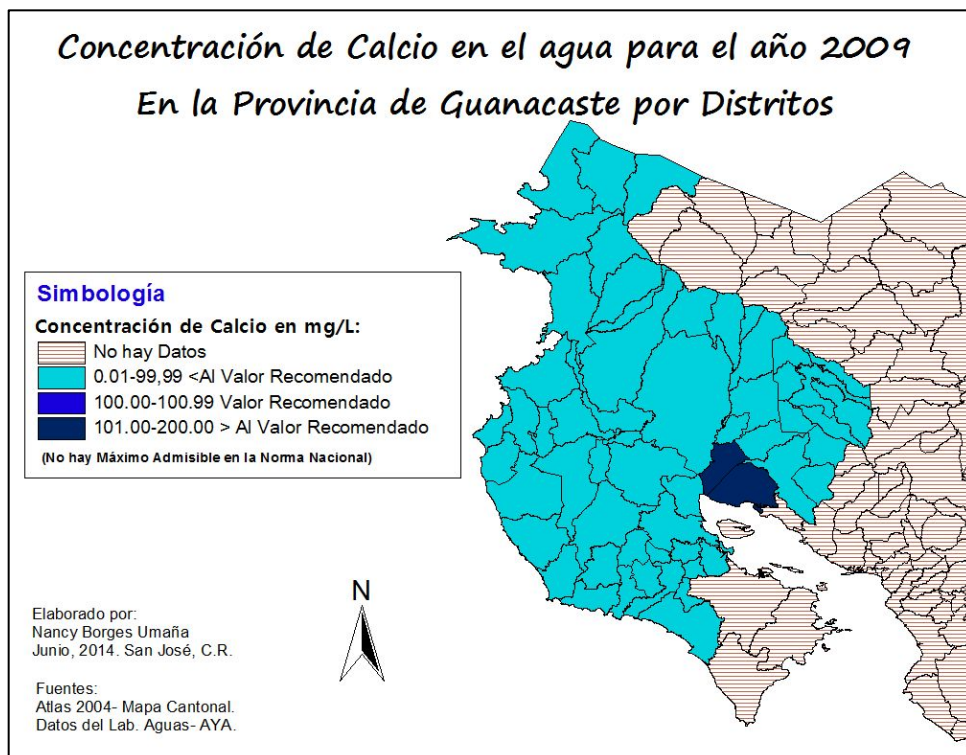
75. Mapa N°34: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2007.



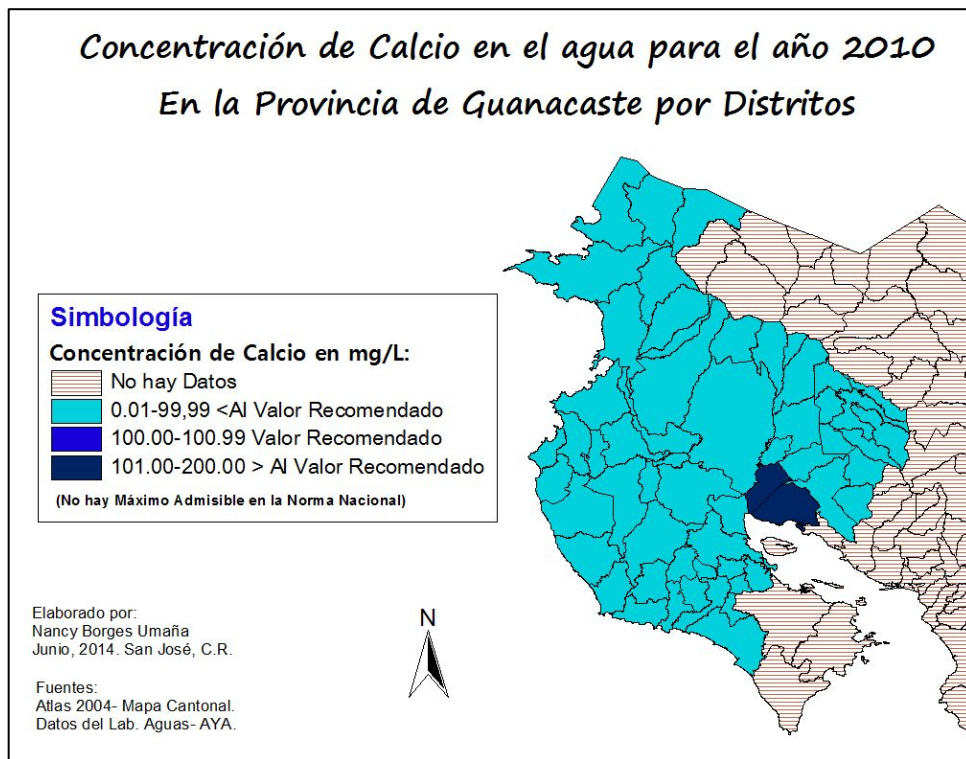
76. Mapa N°35: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2008.



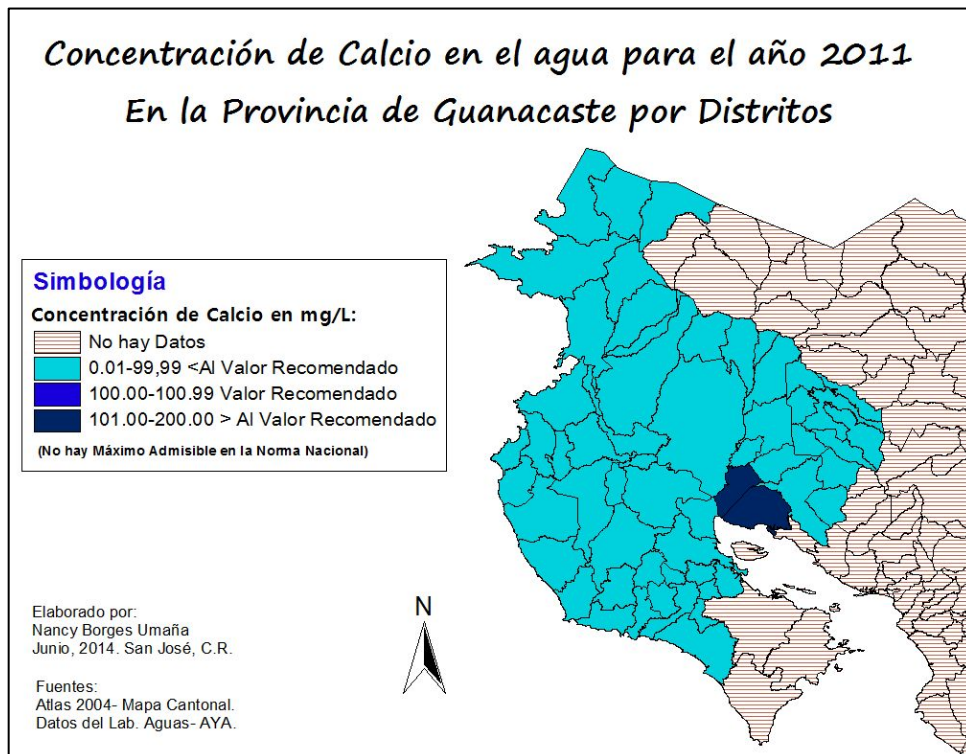
77. Mapa N°36: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2009.



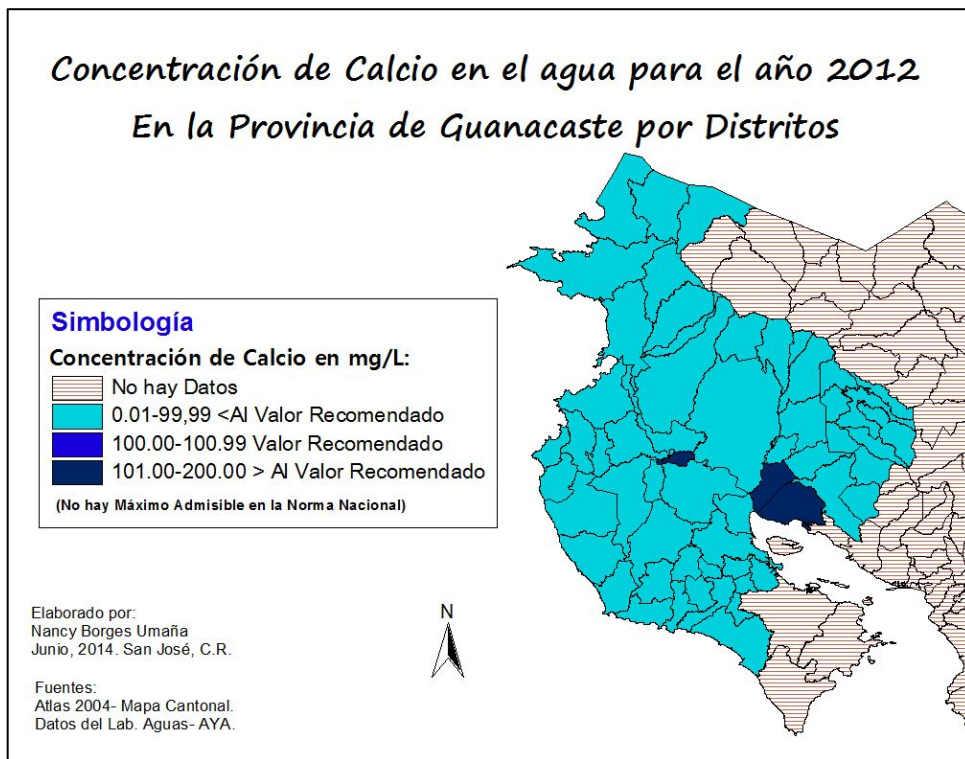
78. Mapa N°37: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2010.



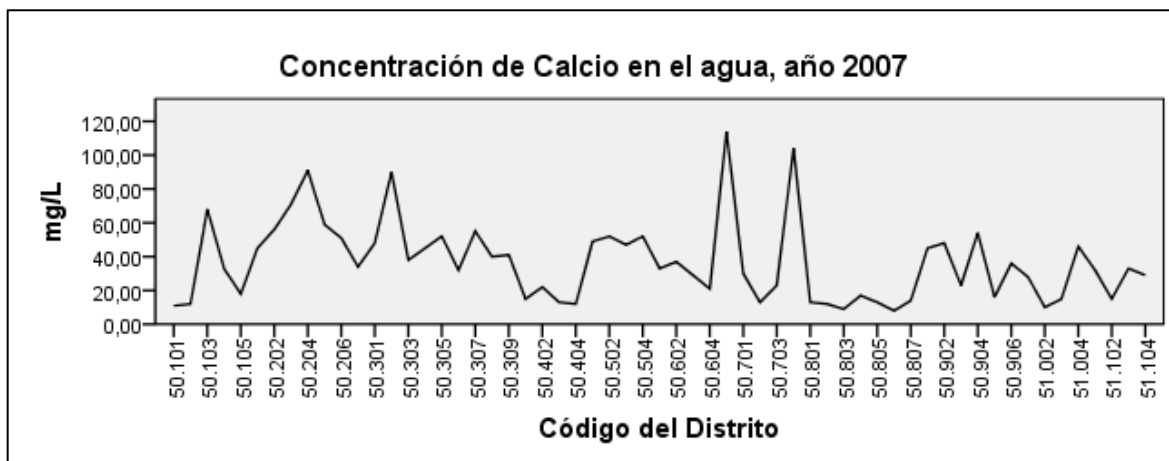
79. Mapa N°38: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2011.



80. Mapa N°39: Concentración de Calcio en Guanacaste, año 2012.



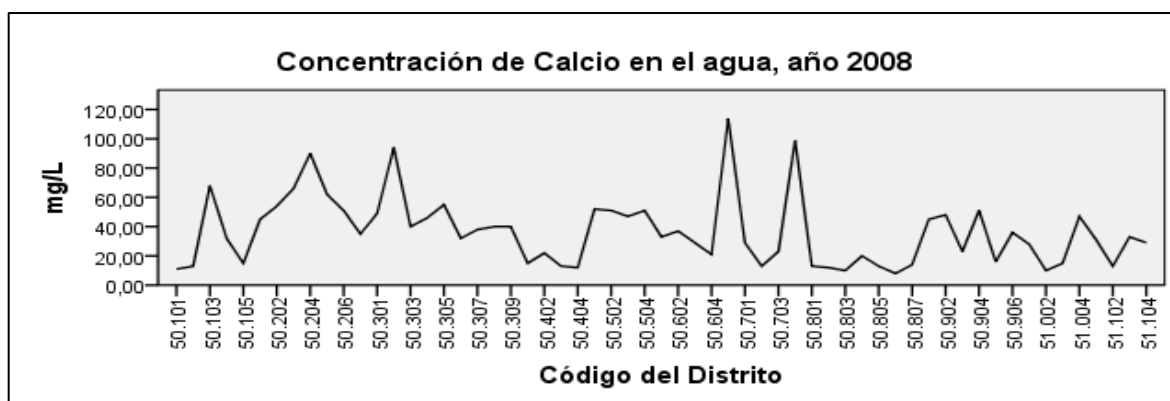
81. Gráfico N°27: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2007.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

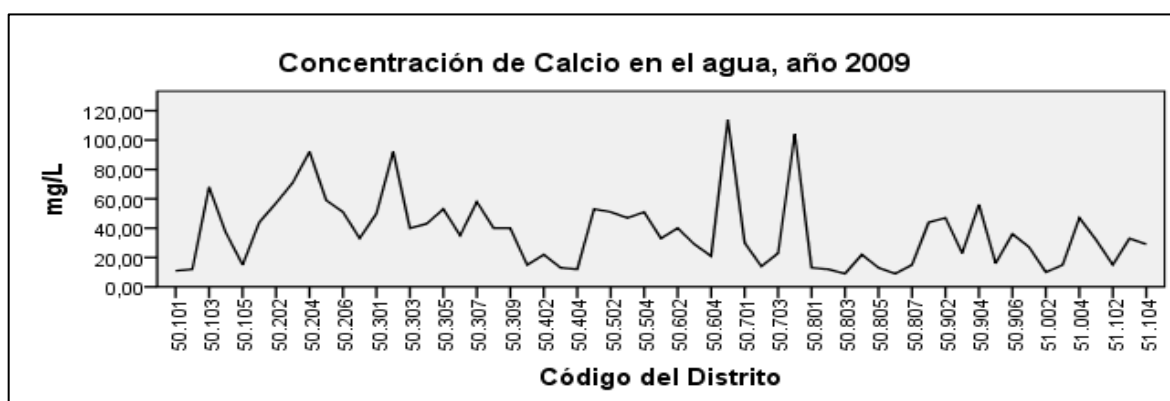
82. Gráfico N°28: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2008.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

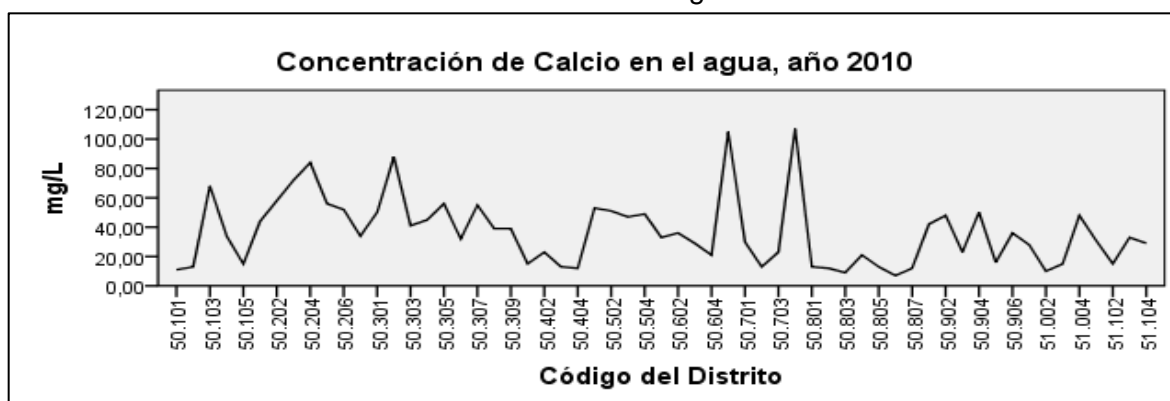
83. Gráfico N°29: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2009.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

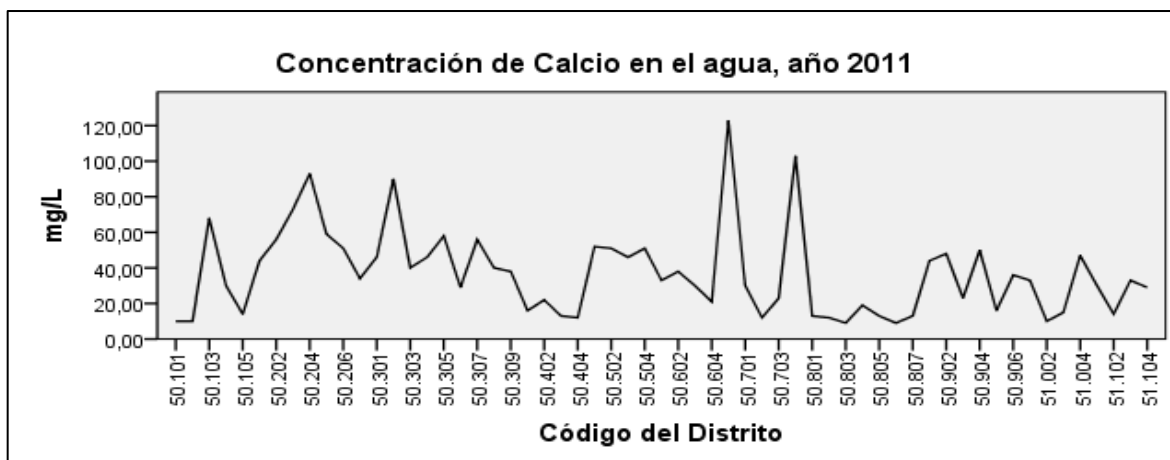
84. Gráfico N°30: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2010.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

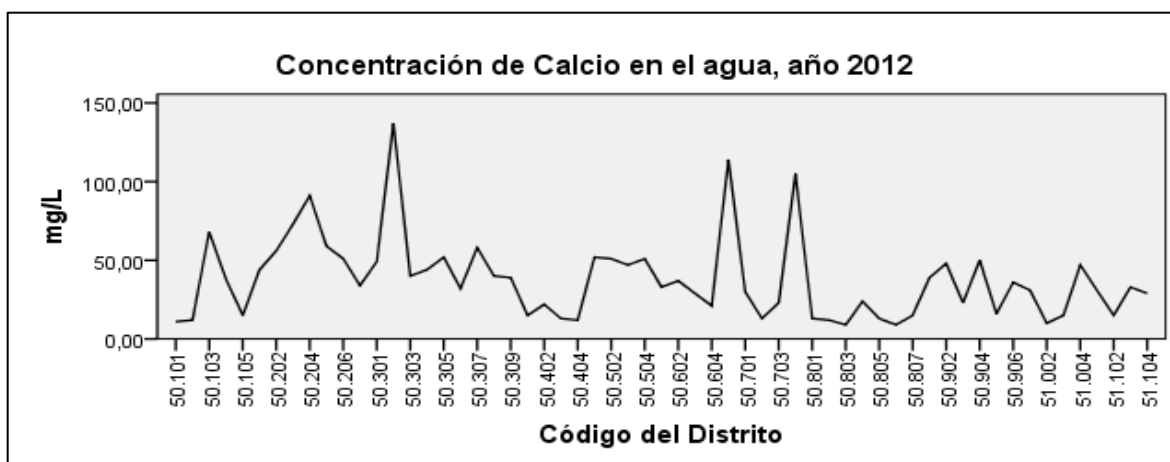
85. Gráfico N°31: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2011.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

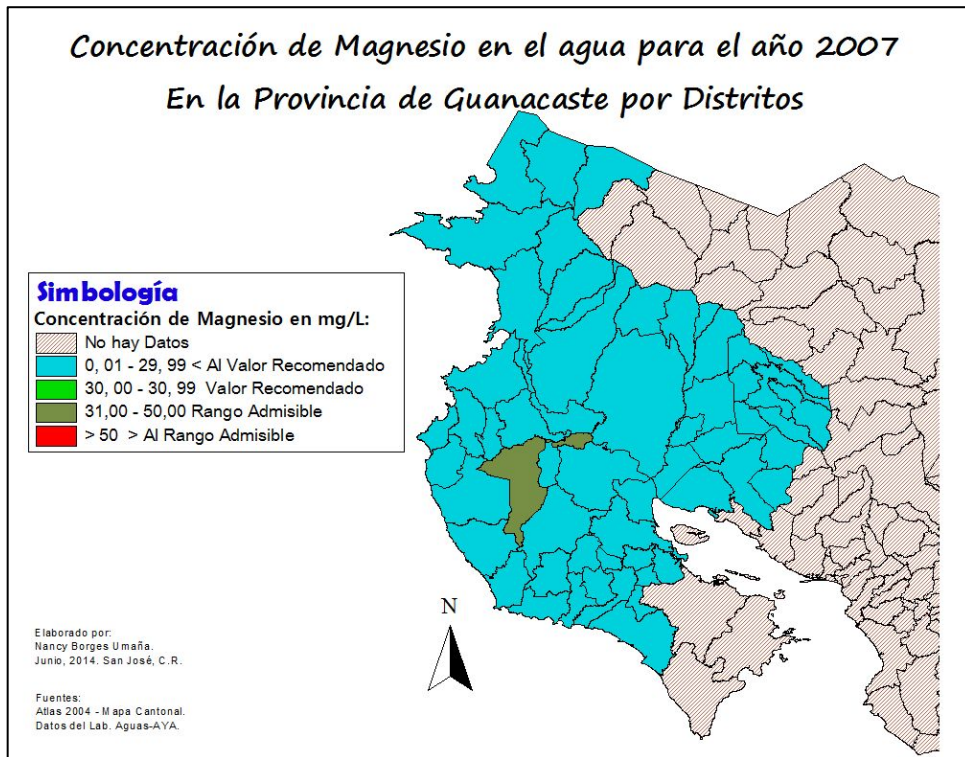
86. Gráfico N°32: Concentraciones de Calcio en el Agua de Guanacaste. Año 2012.



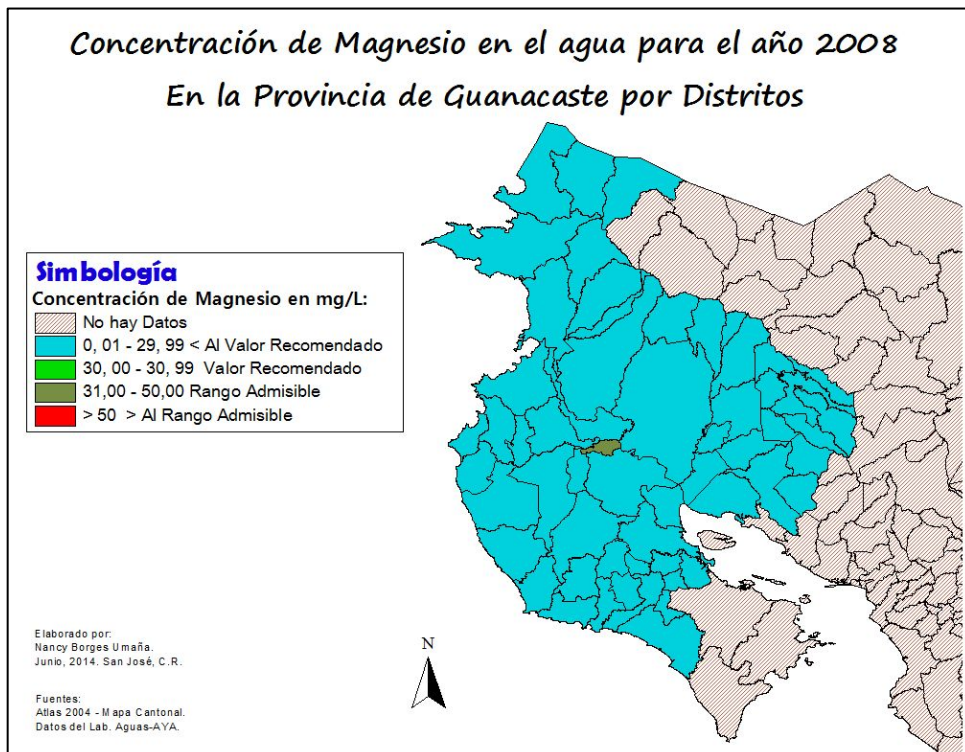
Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

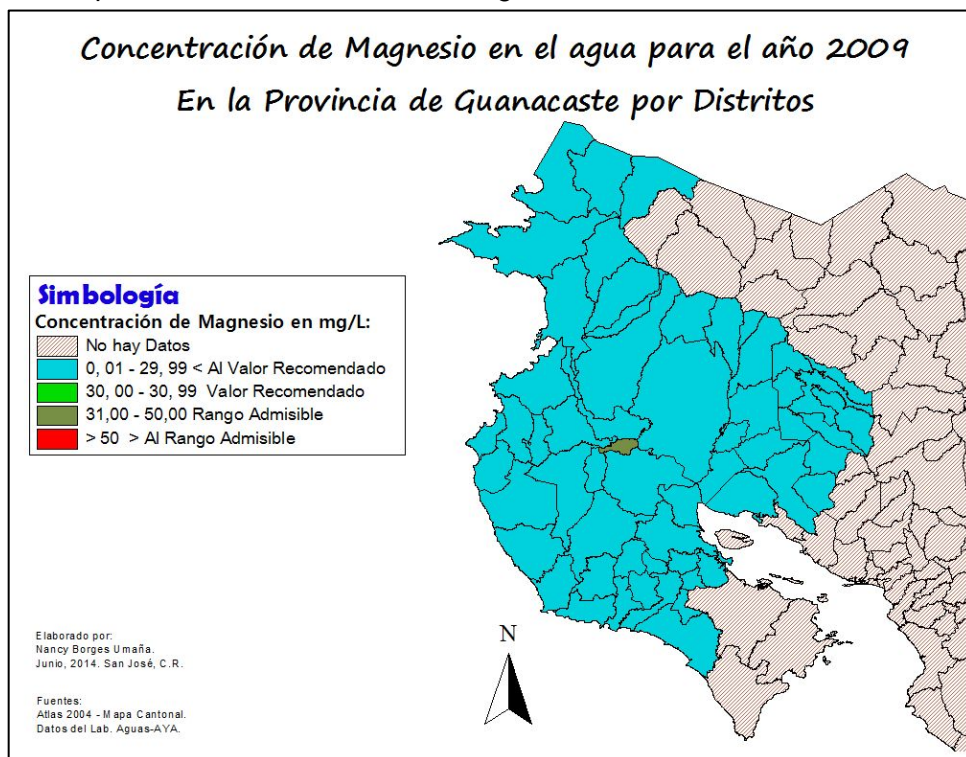
87. Mapa N°40: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2007.



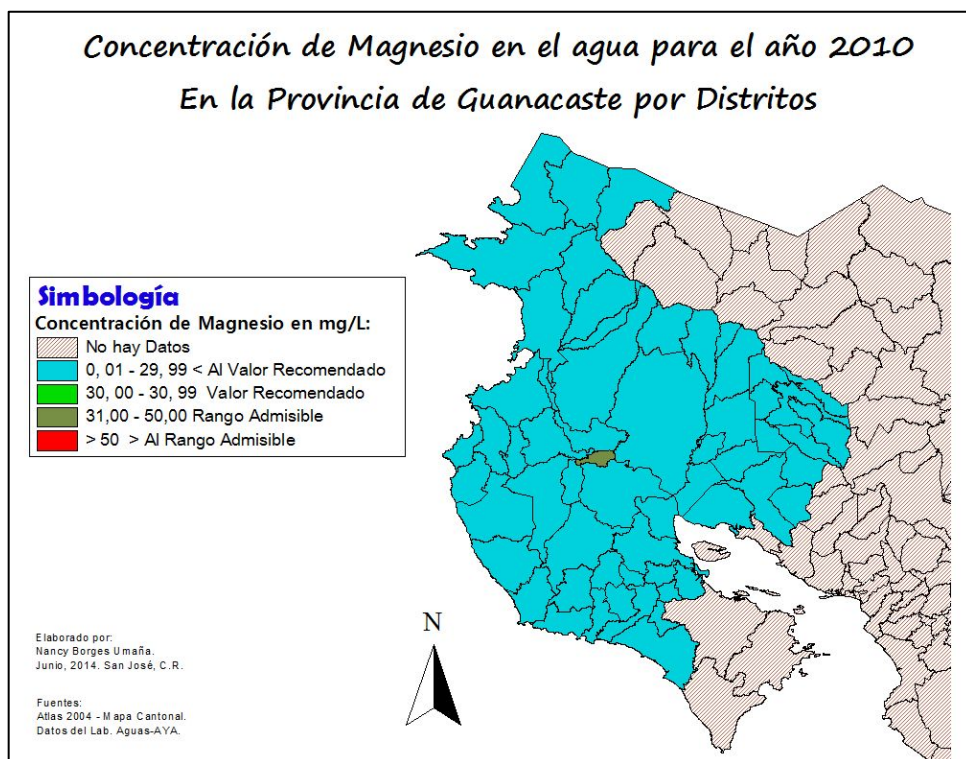
88. Mapa N°41: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2008.



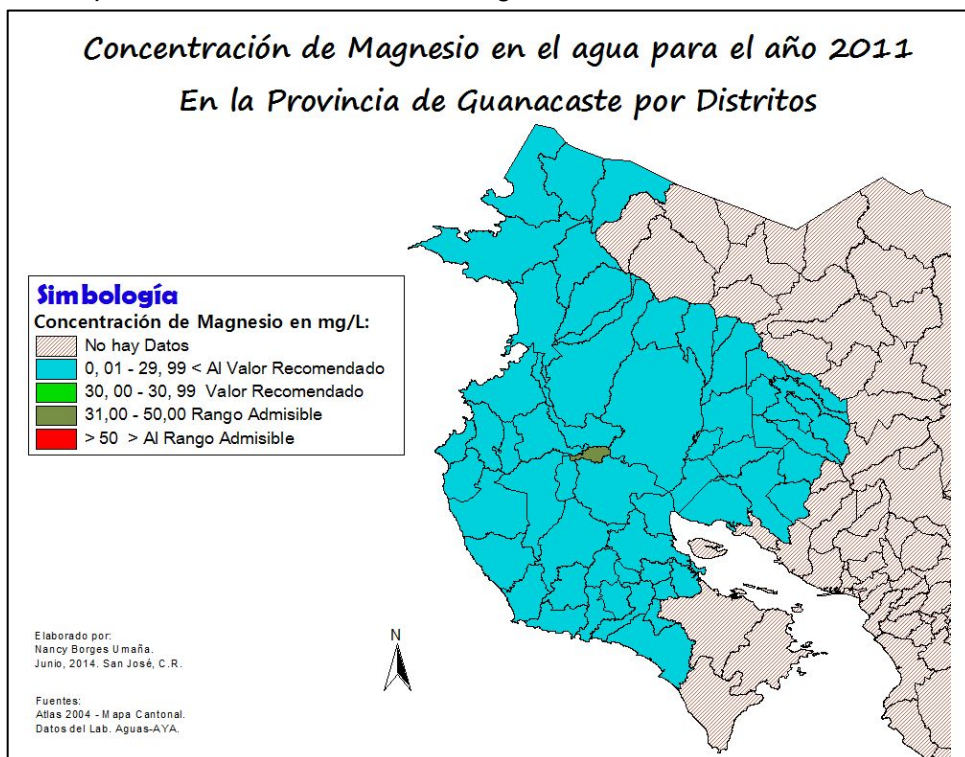
89. Mapa N°42: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2009.



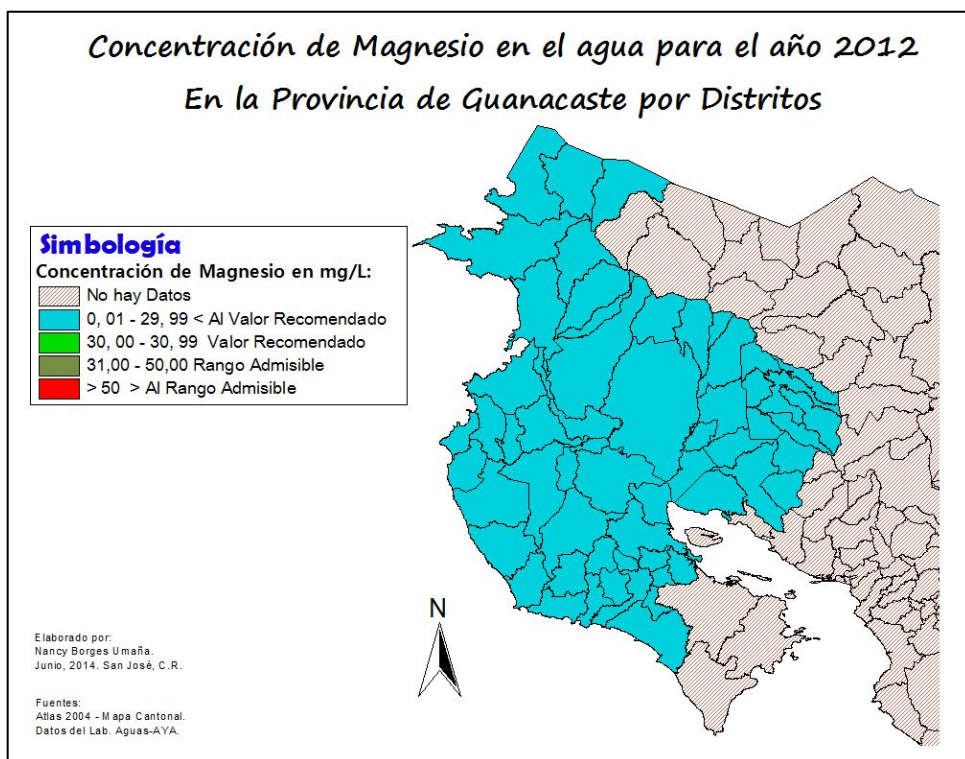
90. Mapa N°43: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2010.



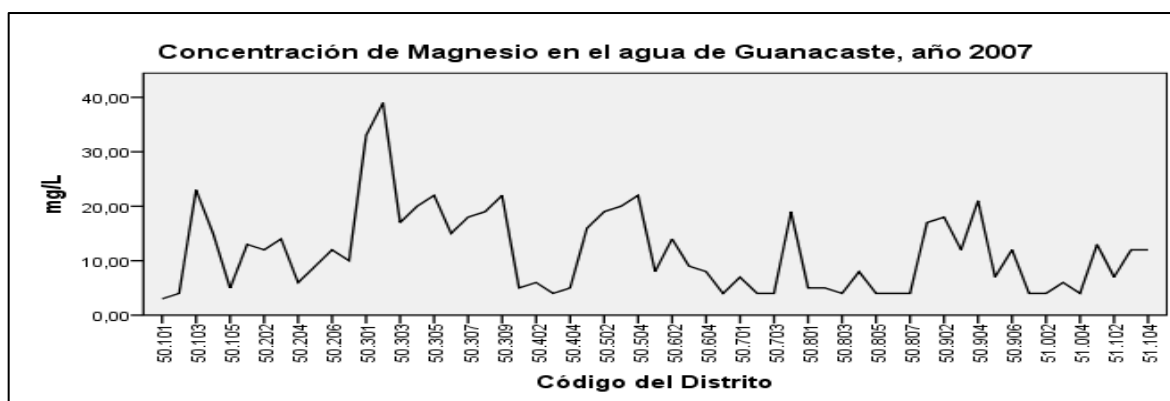
91. Mapa N°44: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2011.



92. Mapa N°45: Concentración de Magnesio en Guanacaste, año 2012.



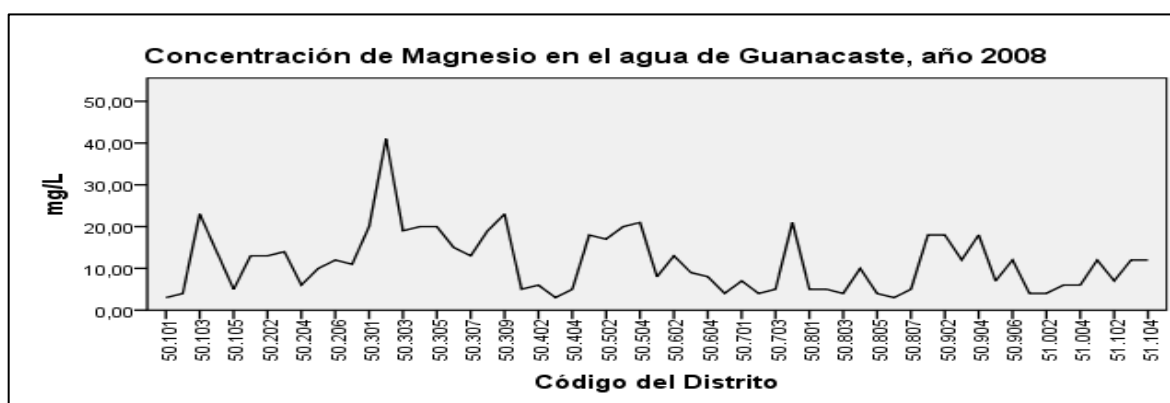
93. Gráfico N°33: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2007.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

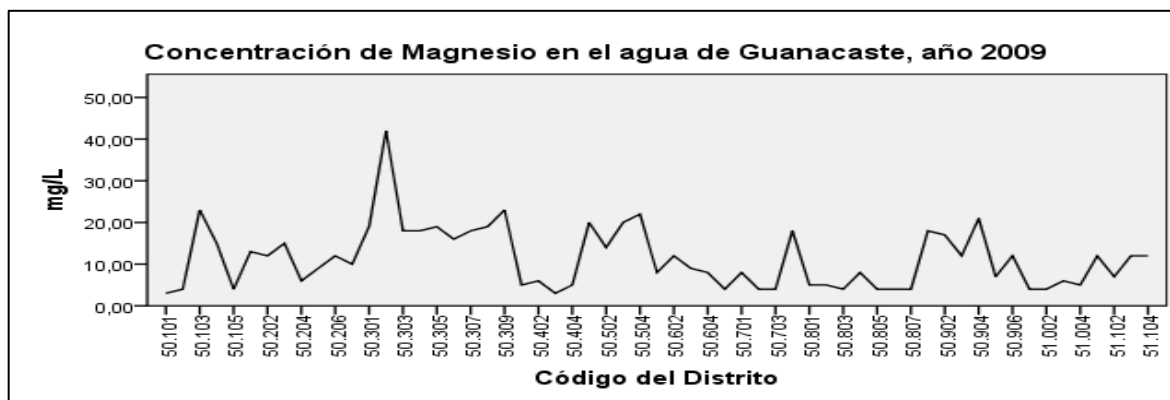
94. Gráfico N°34: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2008.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

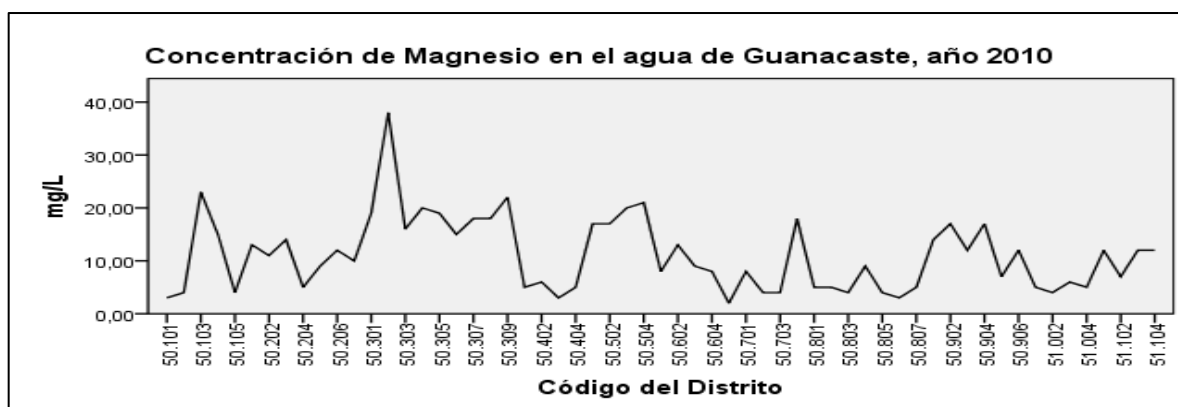
95. Gráfico N°35: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2009.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

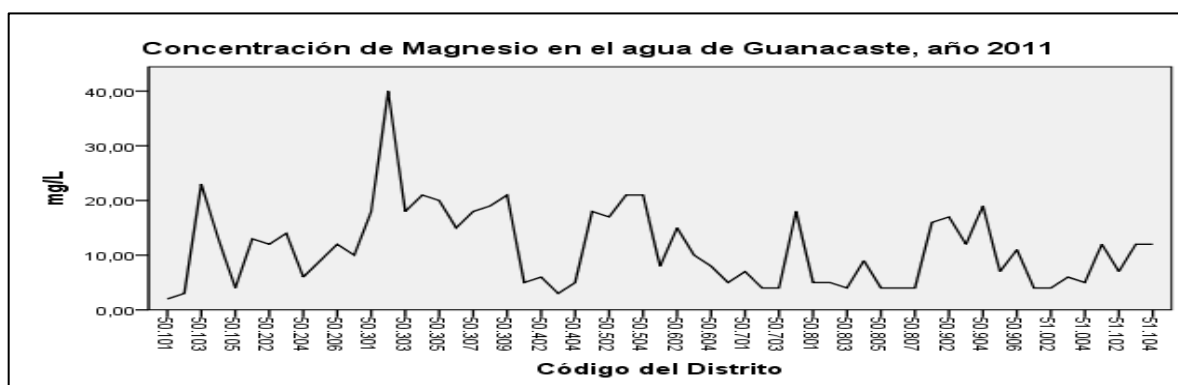
96. Gráfico N°36: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2010.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

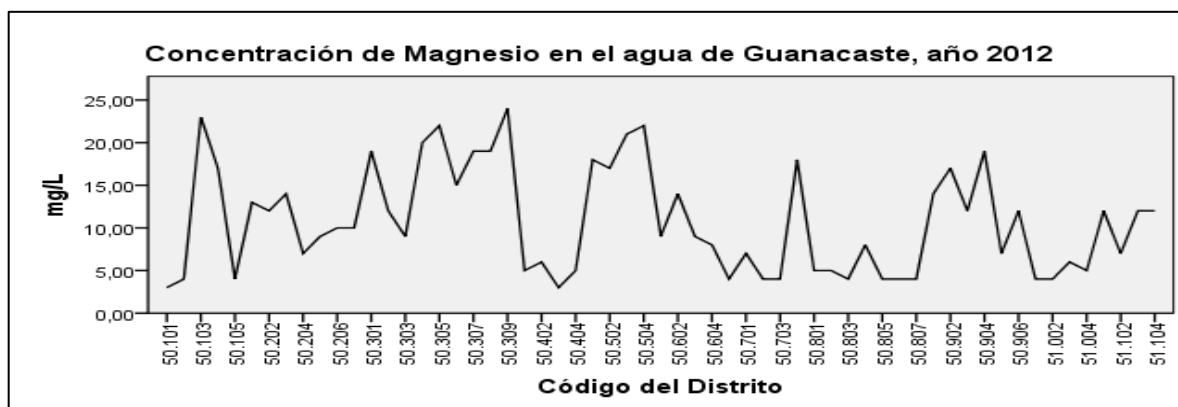
97. Gráfico N°37: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2011.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

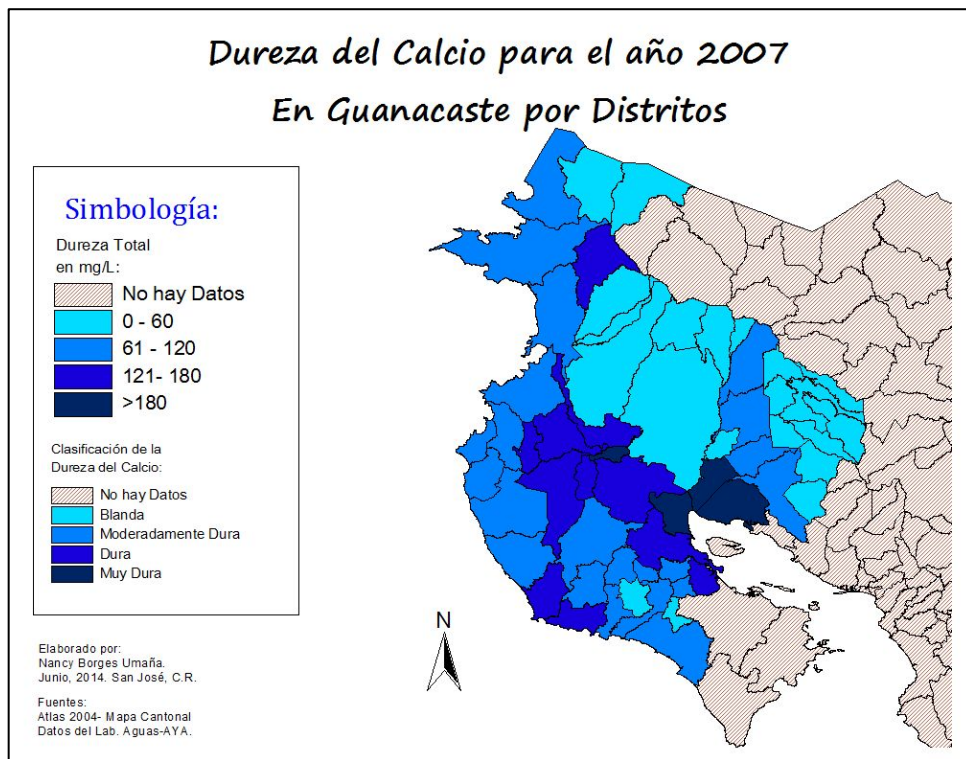
98. Gráfico N°38: Concentraciones de Magnesio en el Agua en Guanacaste-2012.



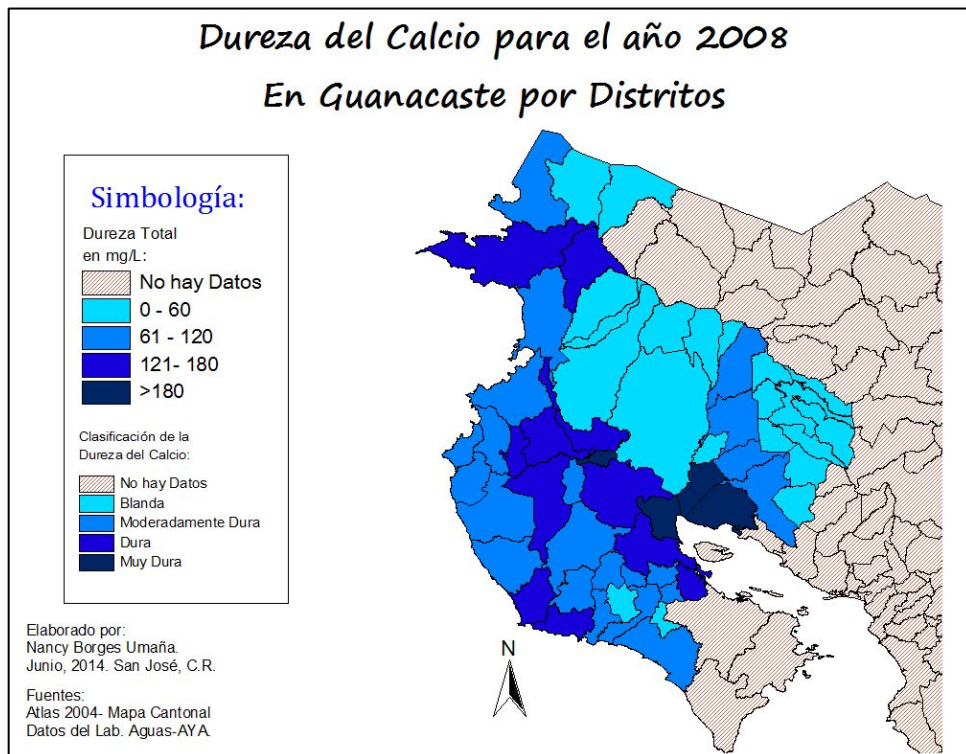
Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

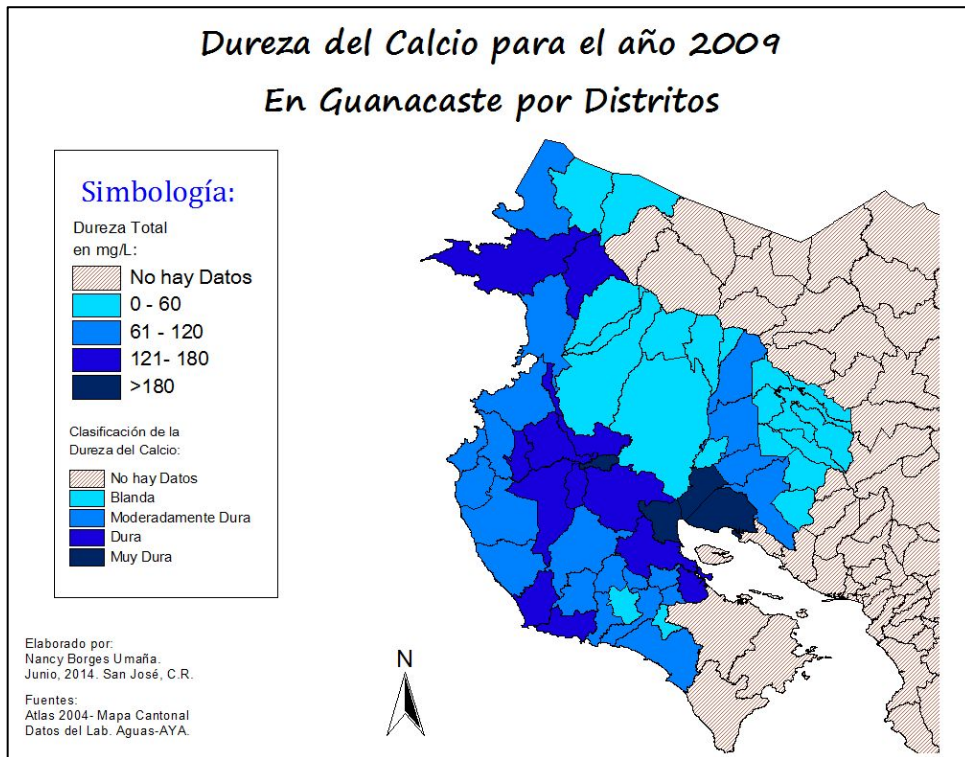
99. Mapa N°46: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2007.



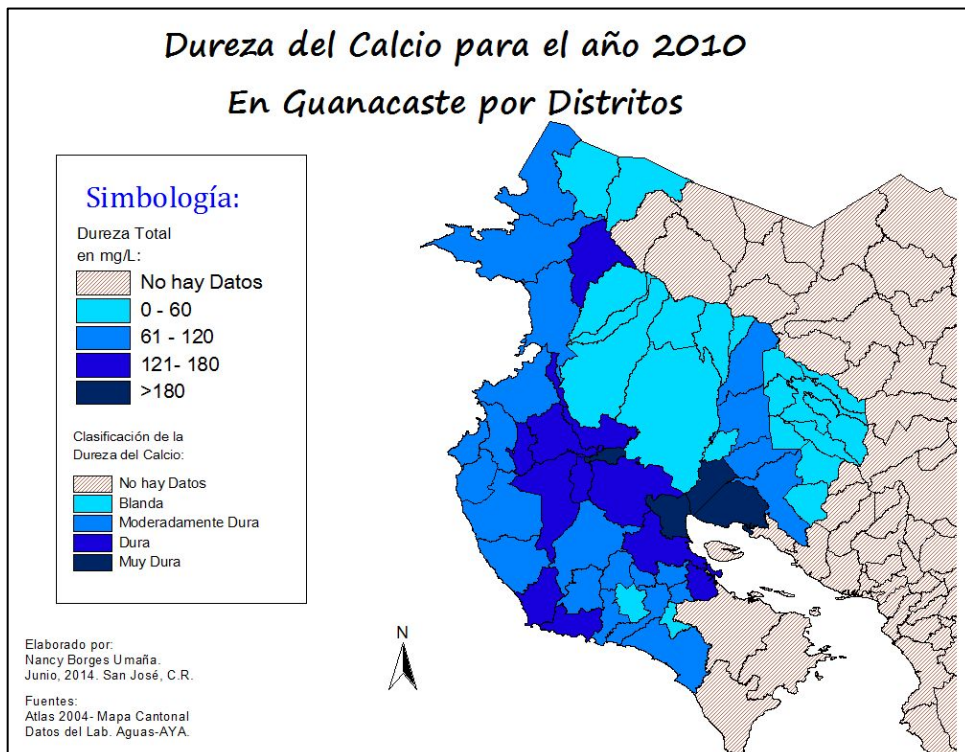
100. Mapa N°47: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2008.



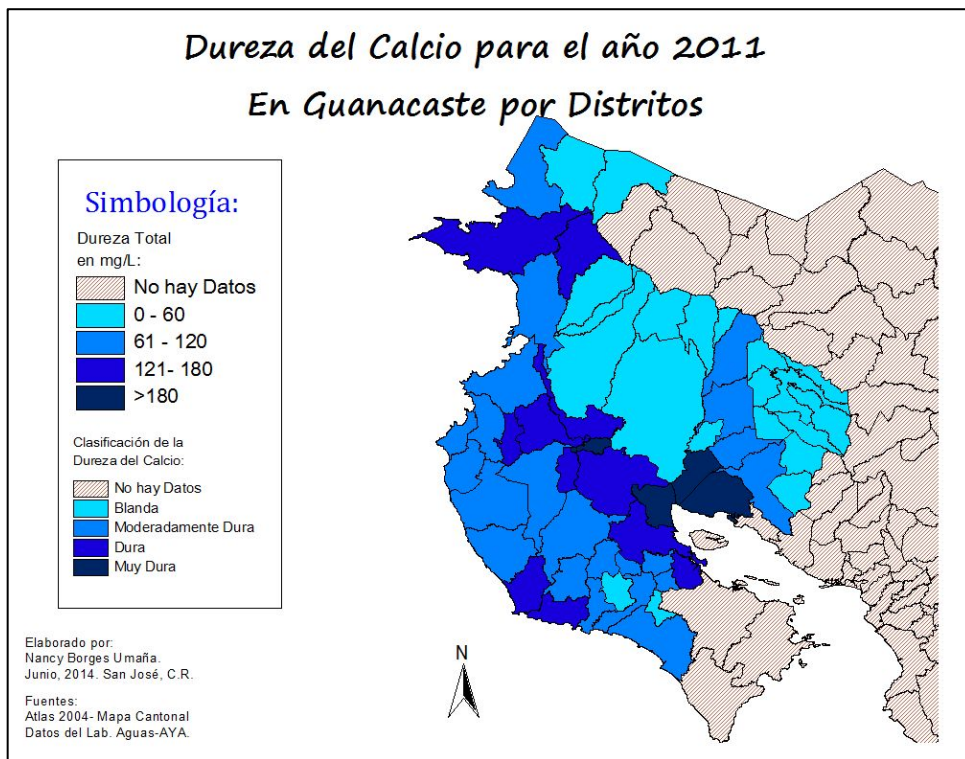
101. Mapa N°48: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2009.



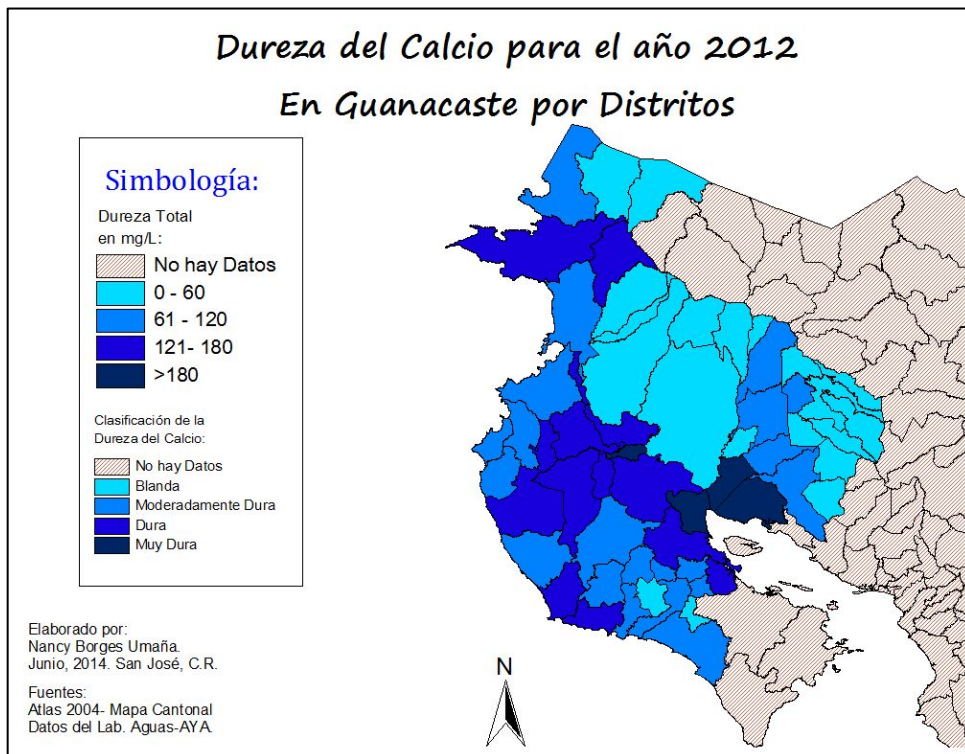
102. Mapa N°49: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2010.



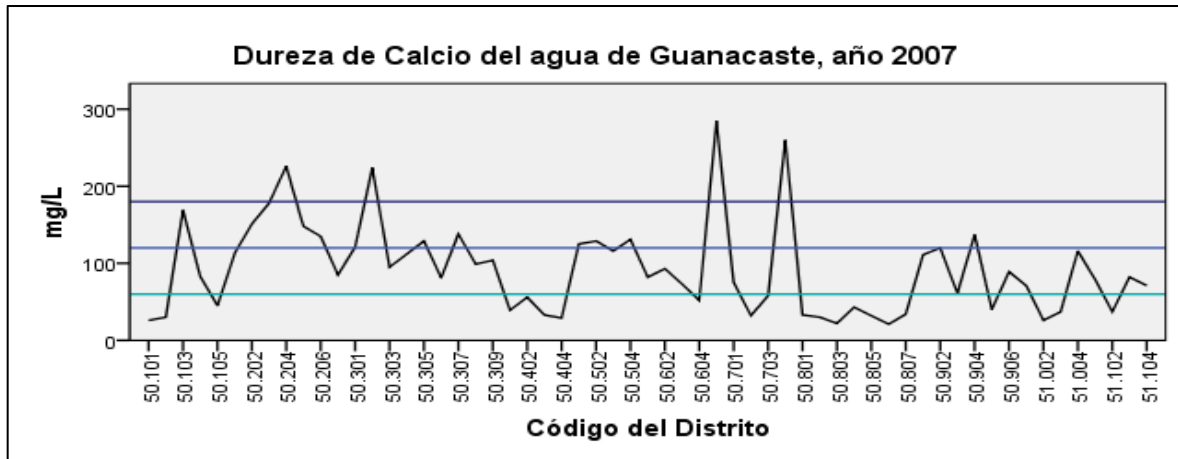
103. Mapa N°50: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2011.



104. Mapa N°51: Dureza del Calcio en el agua de Guanacaste, año 2012.



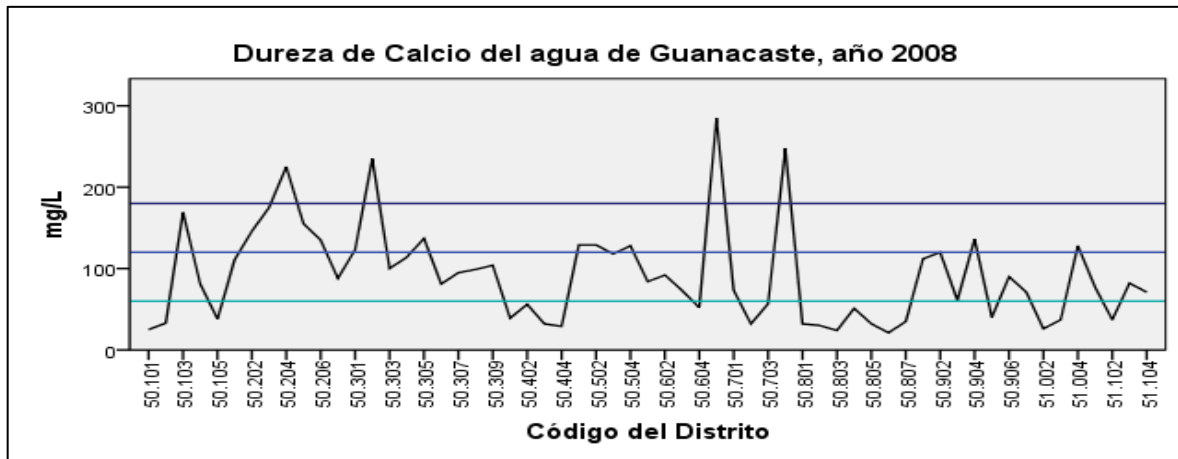
**105.** Gráfico N°39: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2007.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

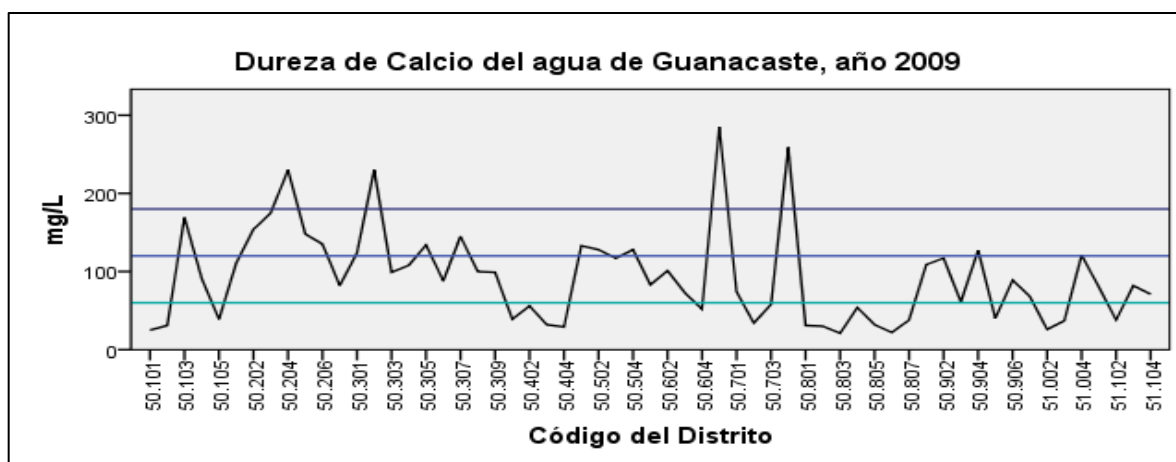
**106.** Gráfico N°40: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2008.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

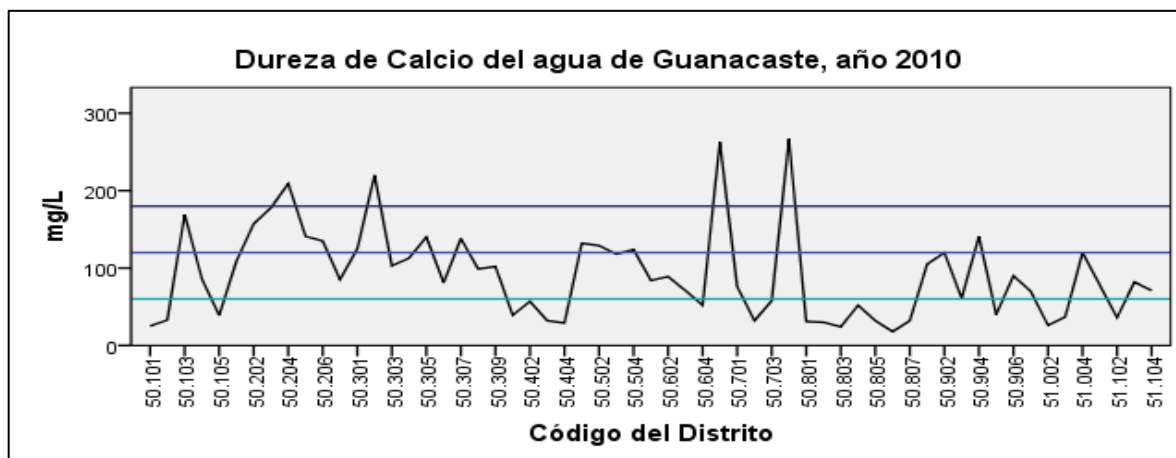
**107.** Gráfico N°41: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2009.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

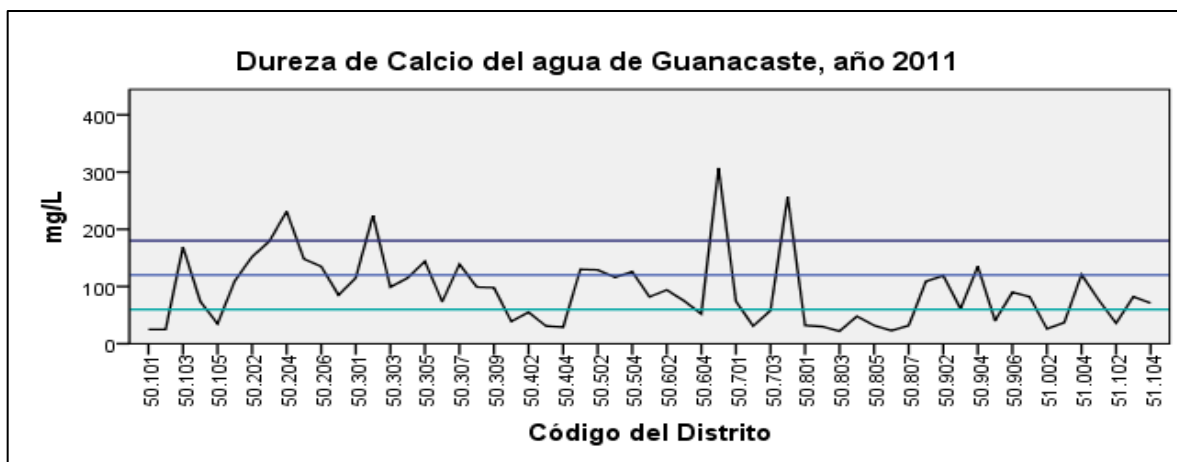
**108.** Gráfico N°42: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2010.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

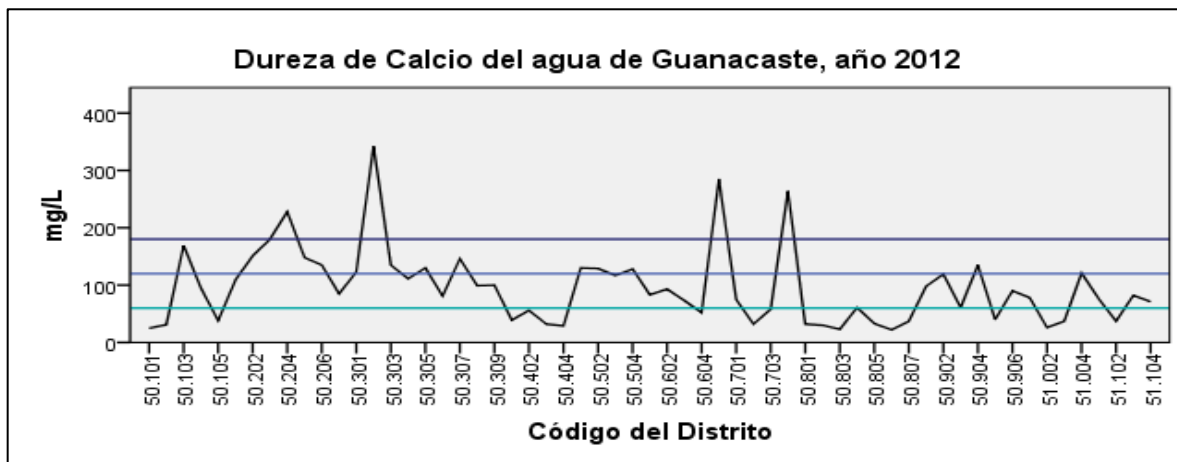
**109.** Gráfico N°43: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2011.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

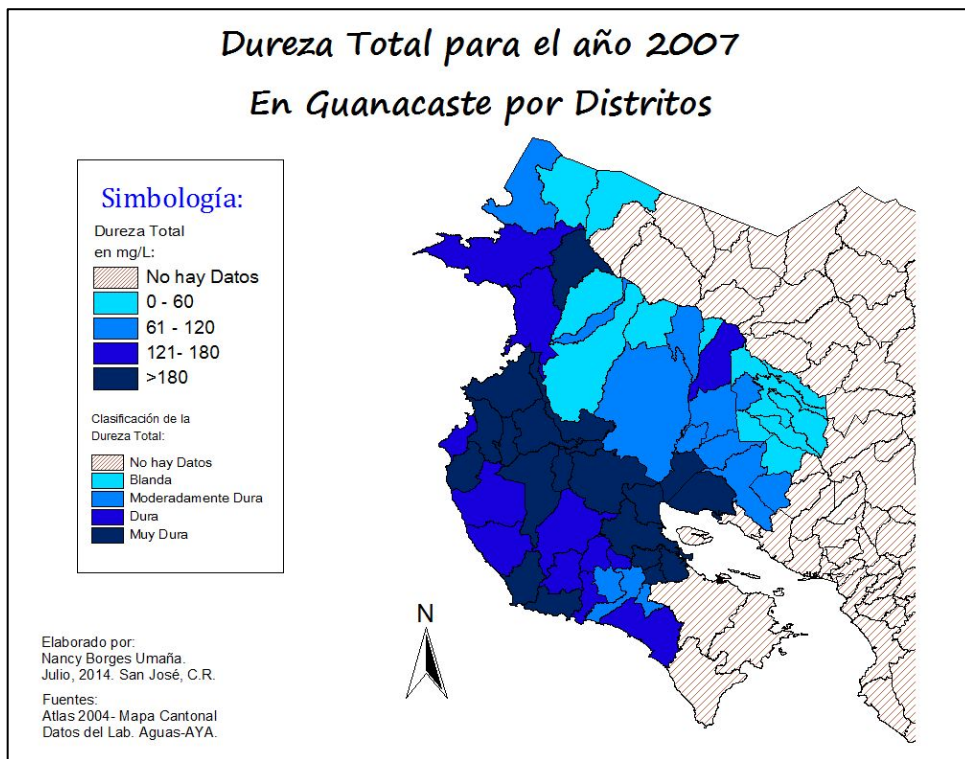
**110.** Gráfico N°44: Concentración promedio de Dureza de Calcio en el agua de Guanacaste. Año 2012.



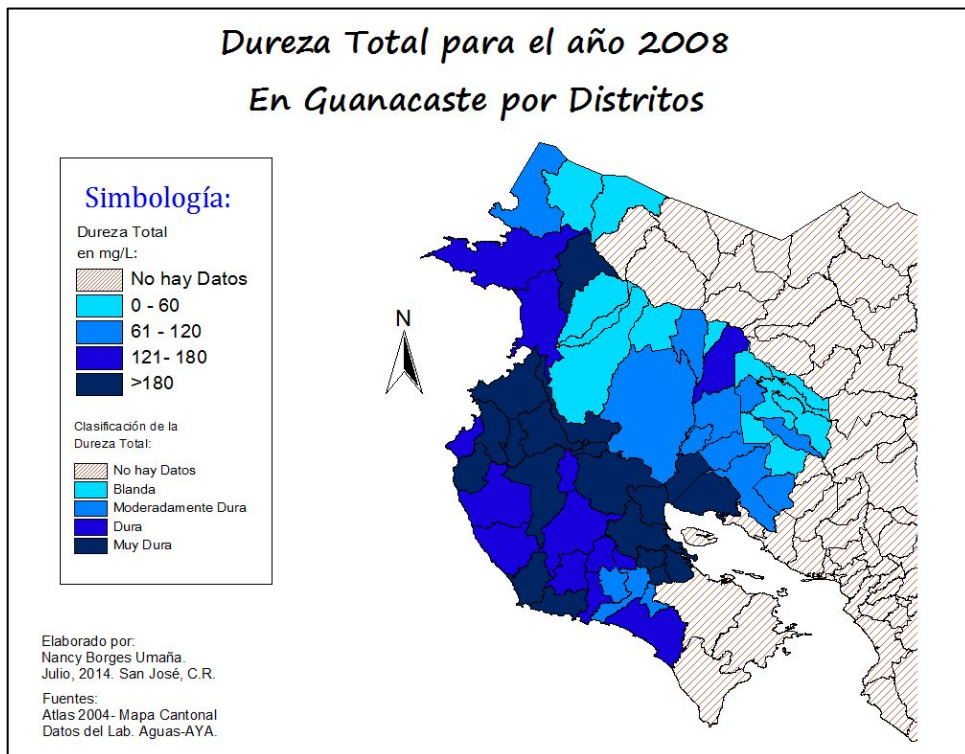
Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

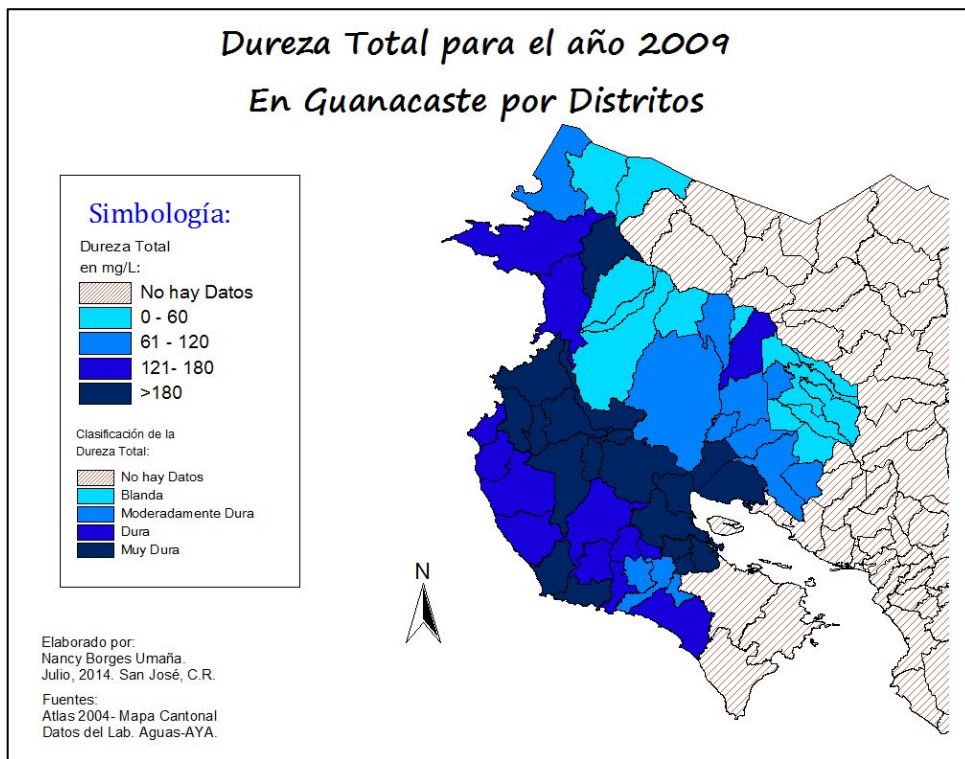
111. Mapa N°52: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2007.



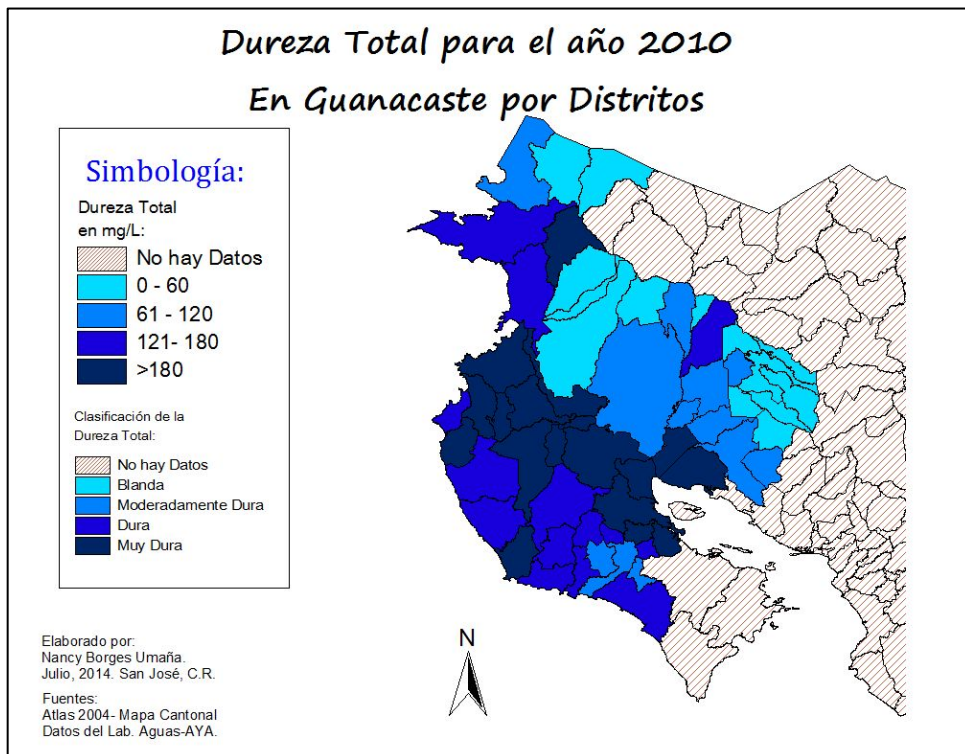
112. Mapa N°53: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2008.



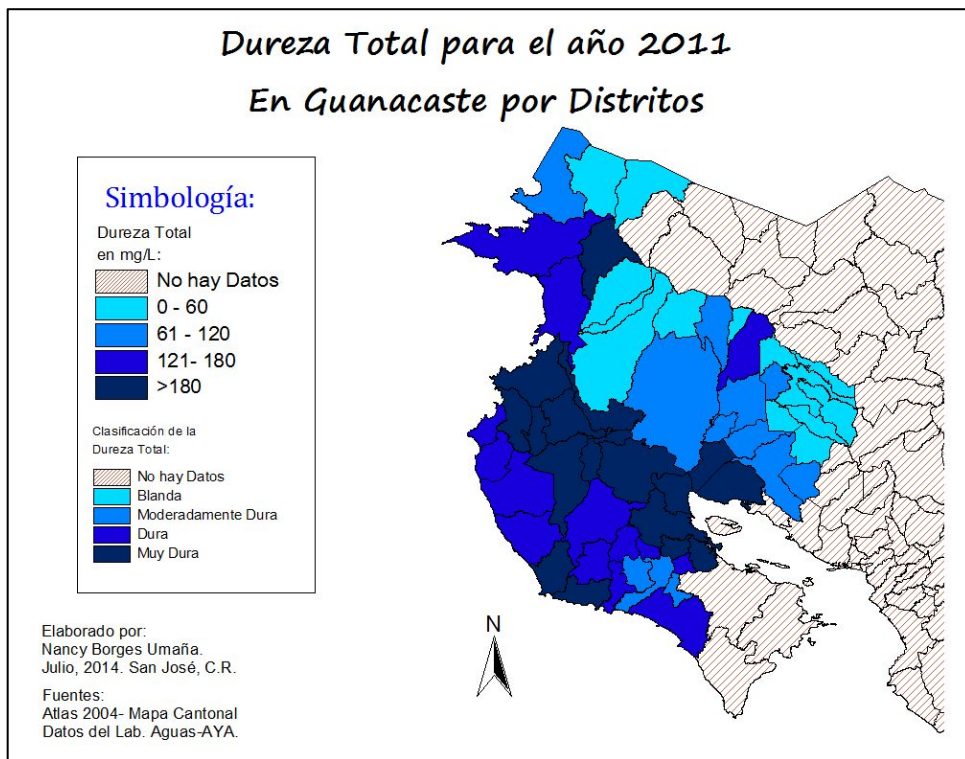
113. Mapa N°54: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2009.



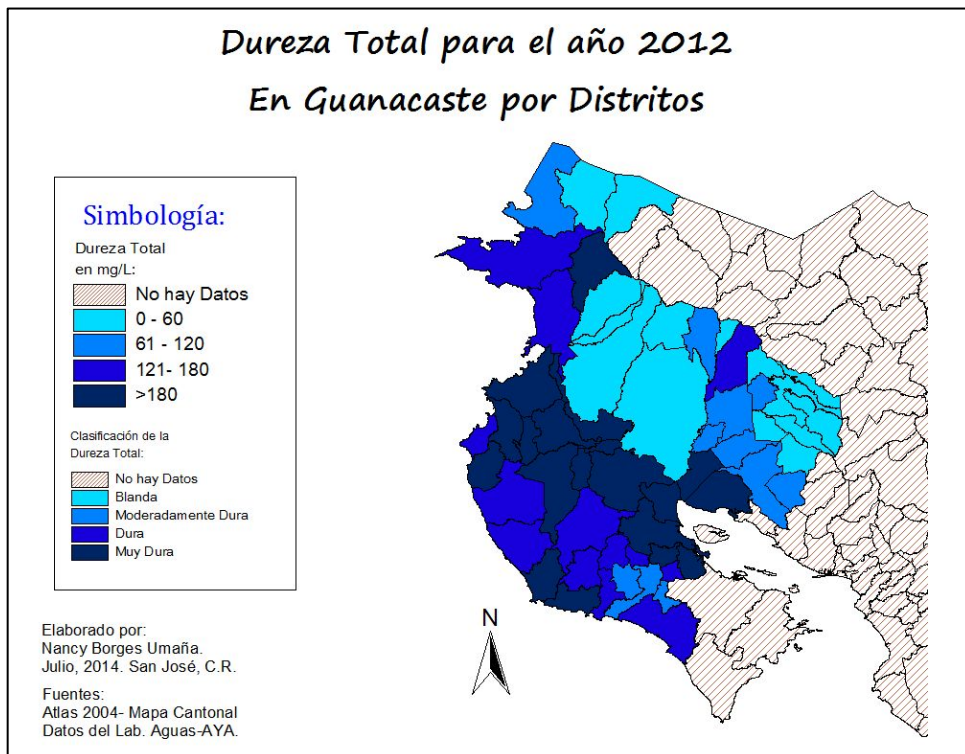
114. Mapa N°55: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2010.



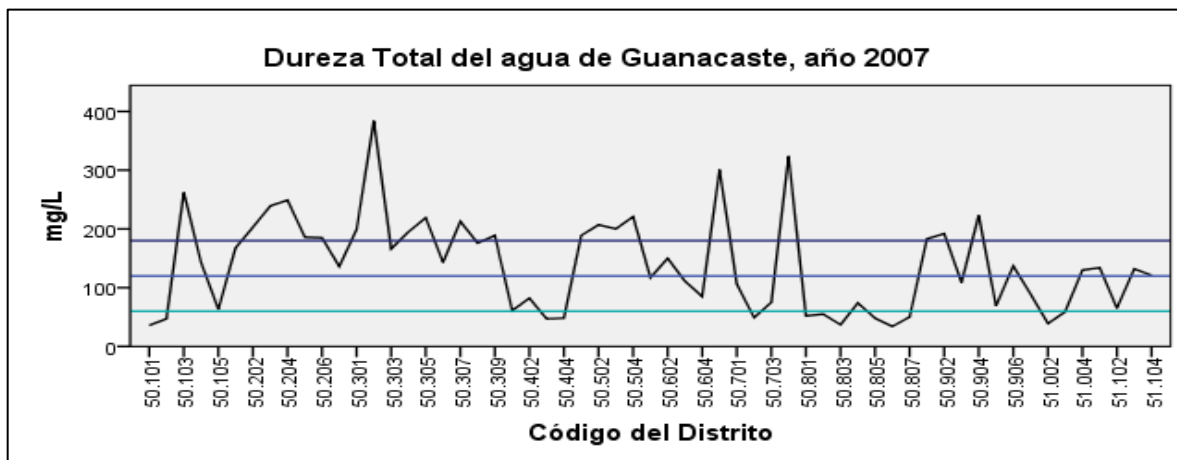
115. Mapa N°56: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2011.



116. Mapa N°57: Dureza Total del agua de Guanacaste, año 2012.



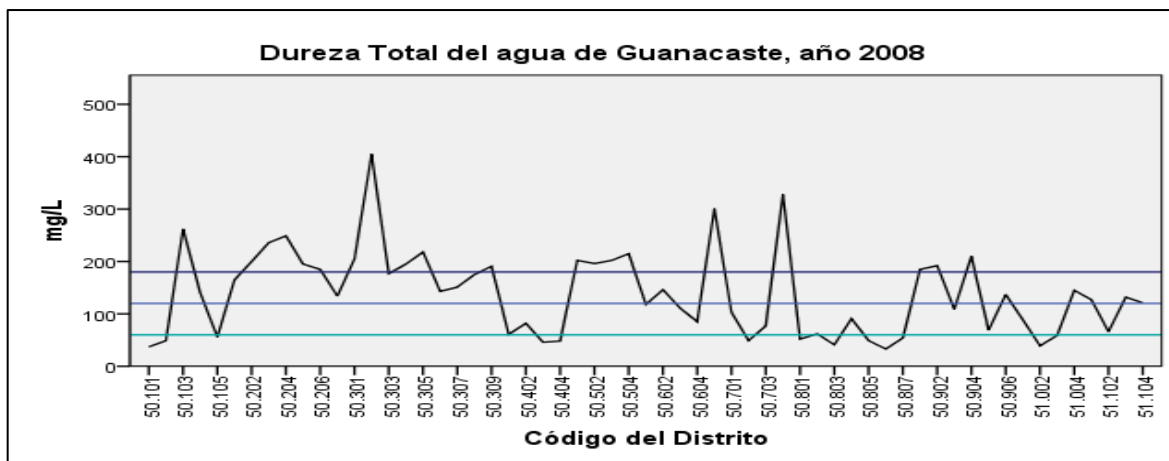
117. Gráfico N°45: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2007.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

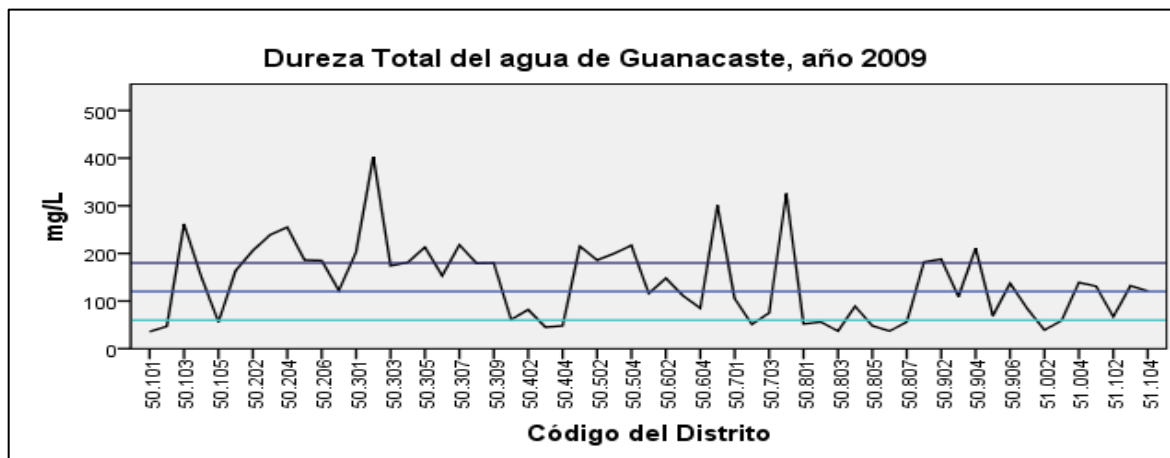
118. Gráfico N°46: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2008.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

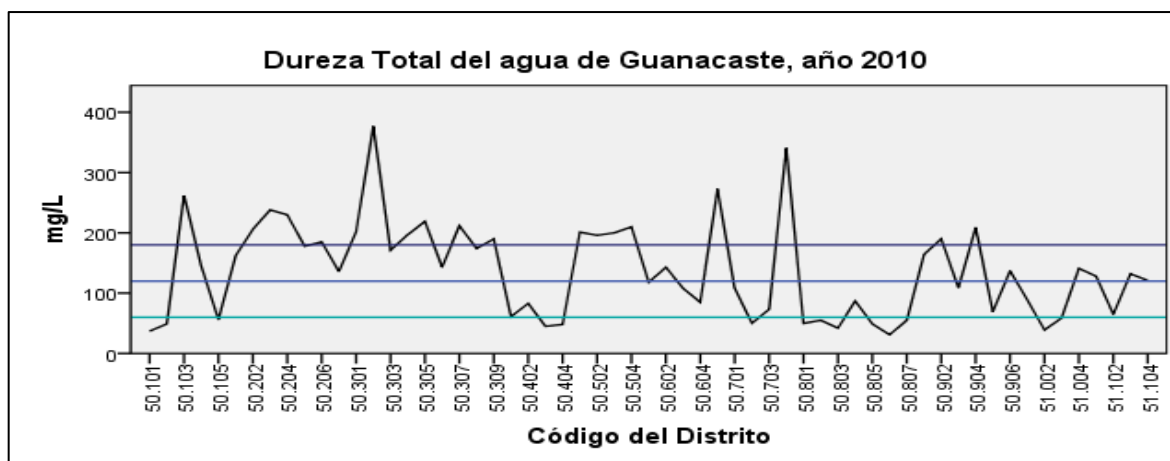
**119.** Gráfico N°47: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2009.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

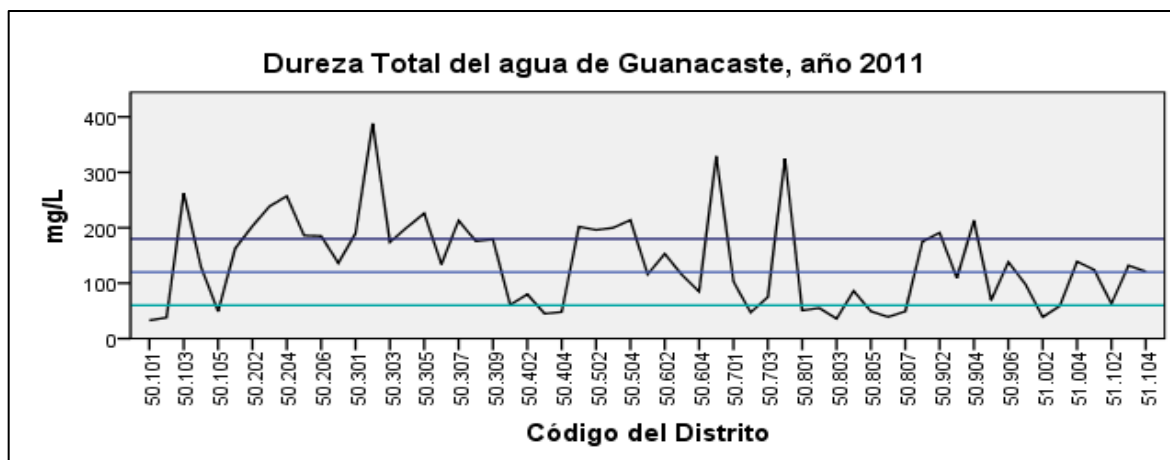
**120.** Gráfico N°48: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2010.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

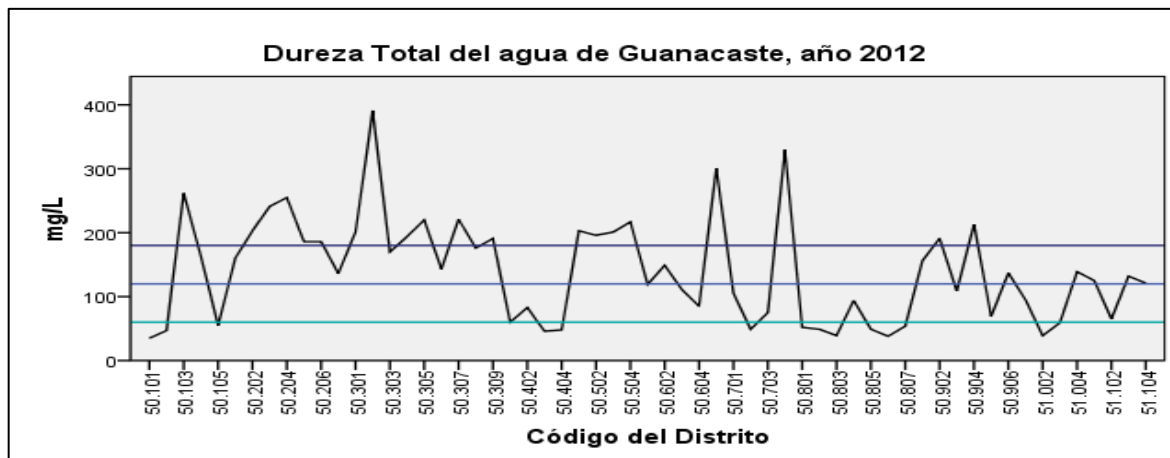
**121.** Gráfico N°49: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2011.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

Elaborado por: Borges, N. 2014

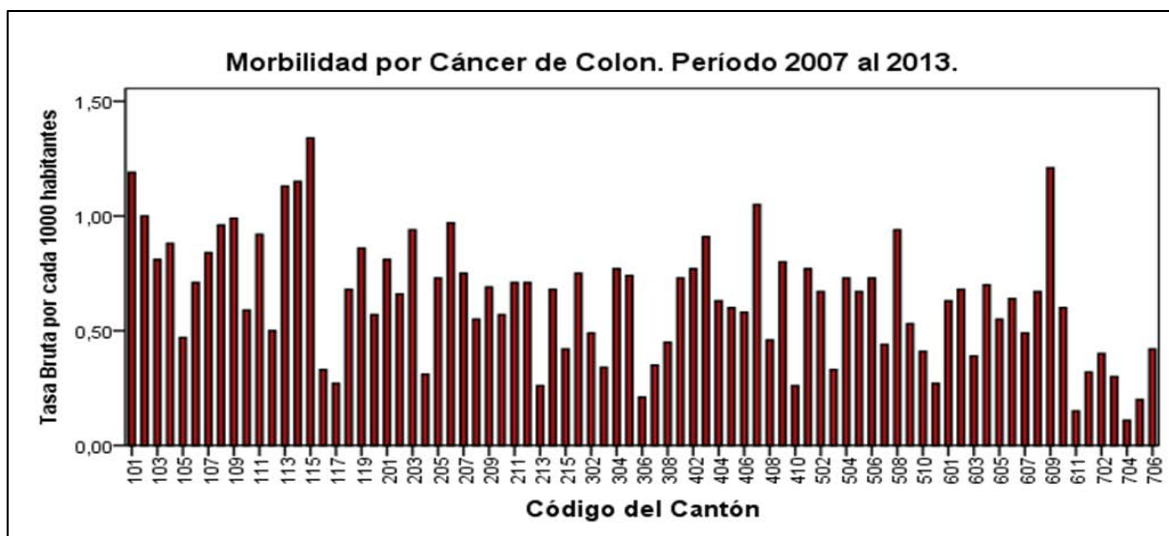
**122.** Gráfico N°50: Concentración promedio de Dureza Total en el agua de Guanacaste. Año 2012.



Fuente: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas.

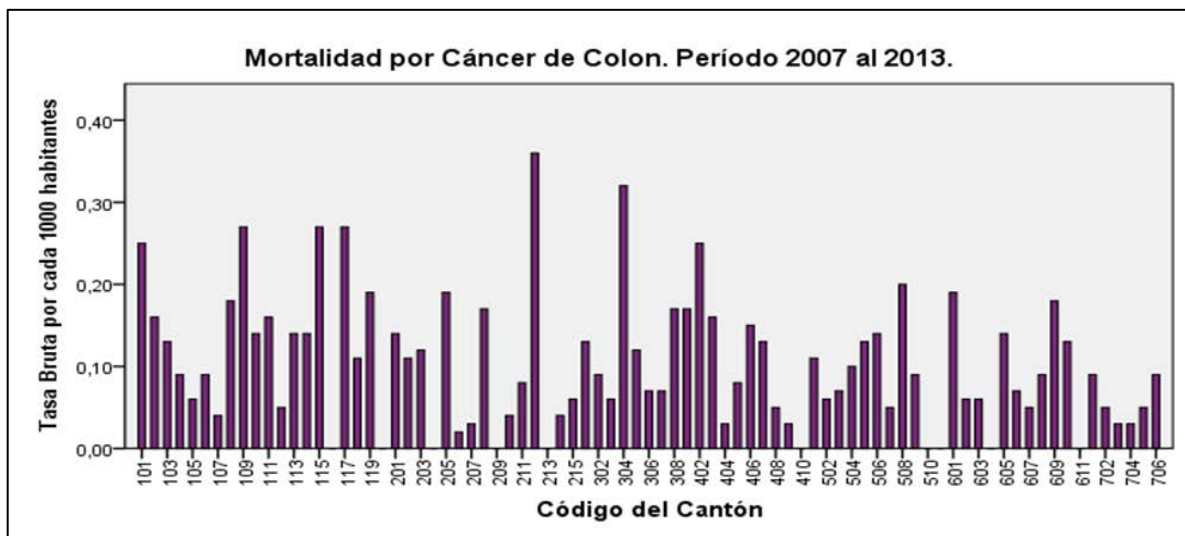
Elaborado por: Borges, N. 2014

**123.** Gráfico N°51: Morbilidad por Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica.



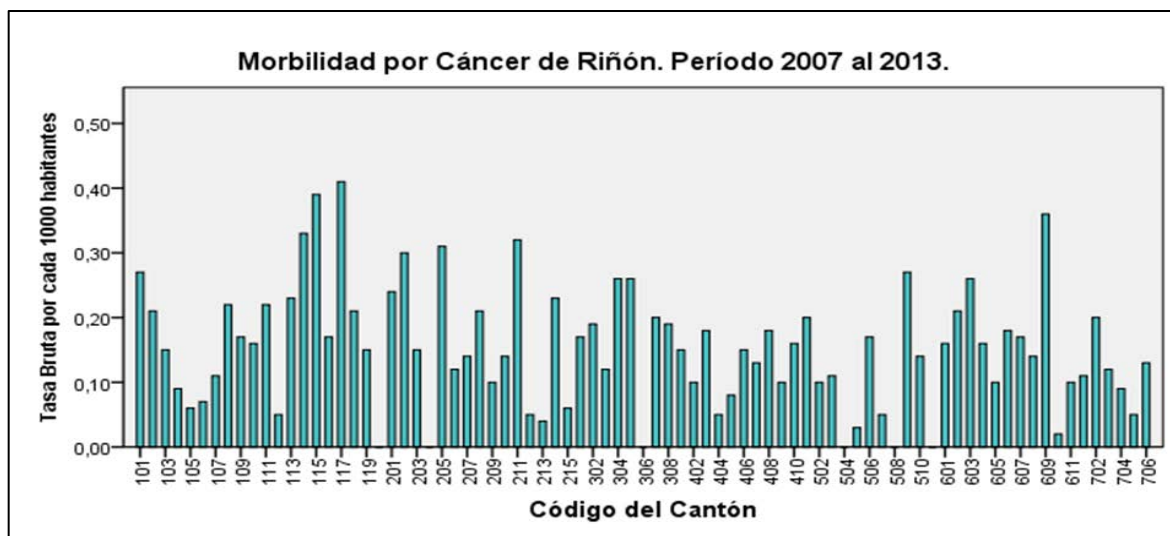
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**124.** Gráfico N°52: Mortalidad por Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica:



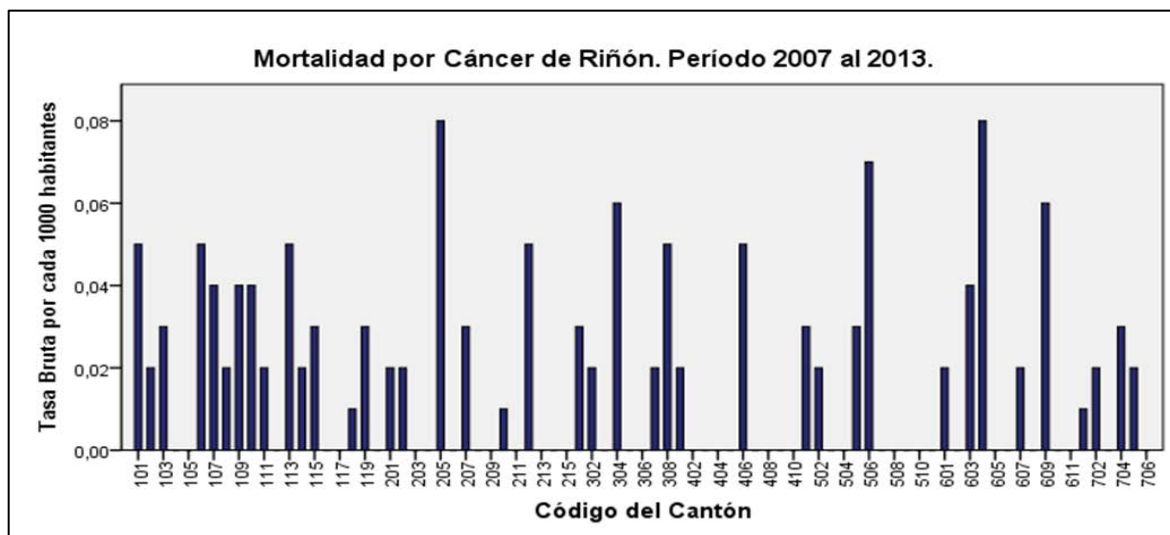
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**125.** Gráfico N°53: Morbilidad por Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica.

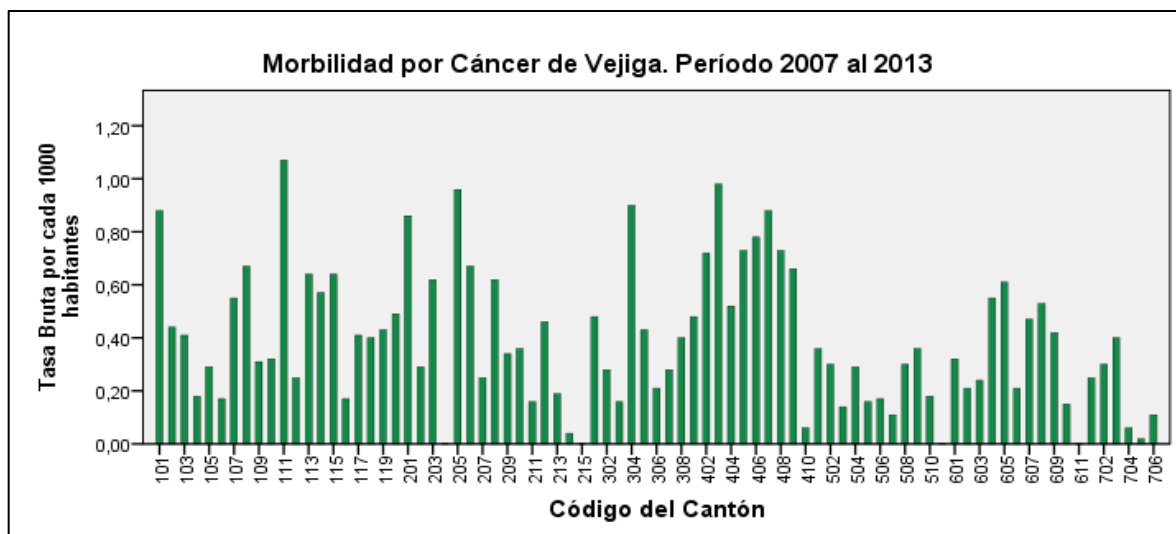


Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**126.** Gráfico N°54: Mortalidad por Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica:

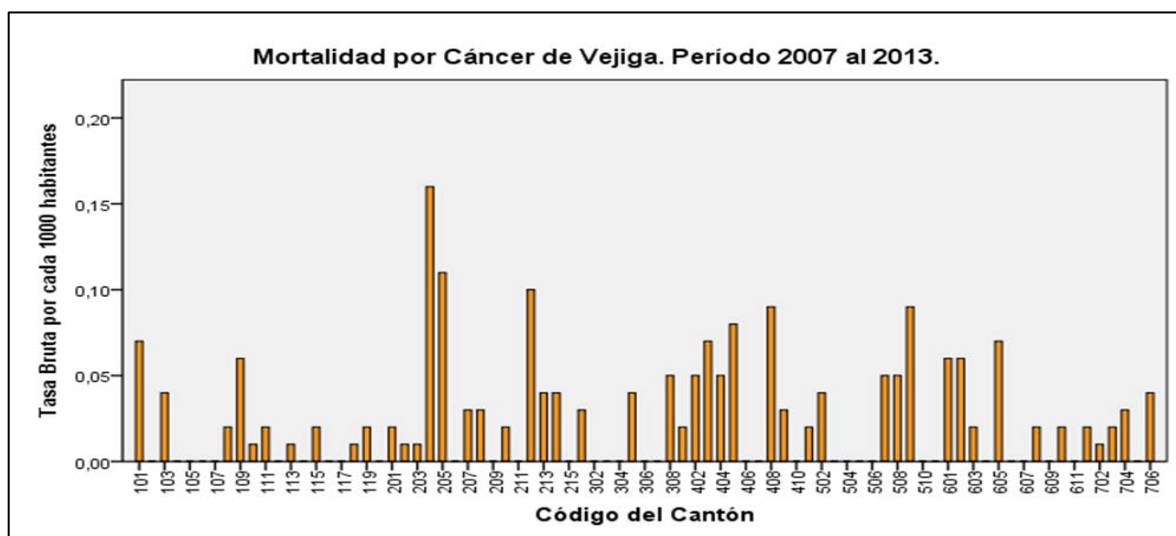


**127.** Gráfico N°55: Morbilidad por Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica.



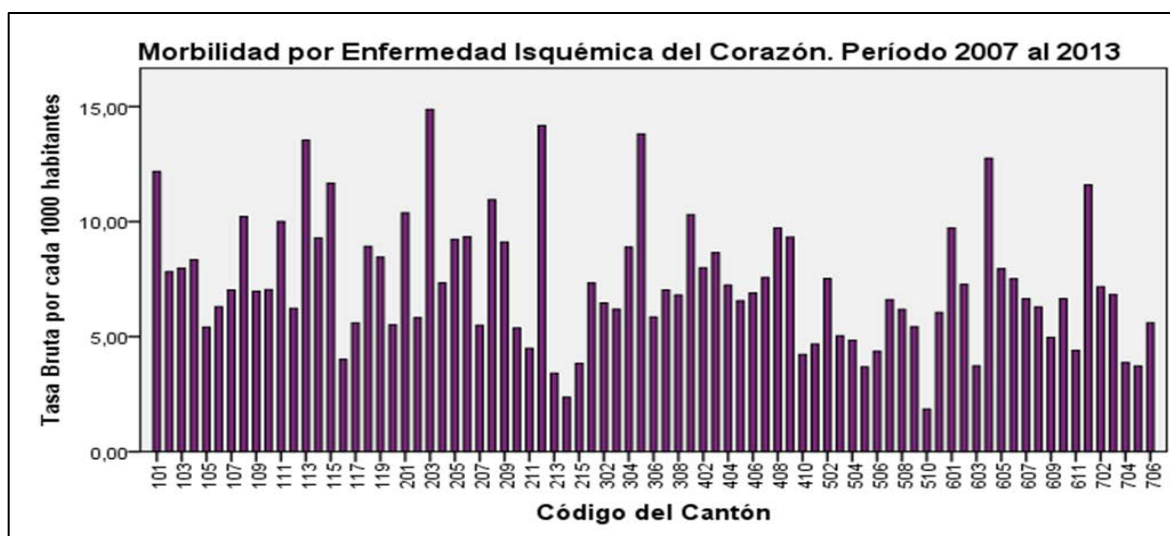
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**128.** Gráfico N°56: Mortalidad por Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica.



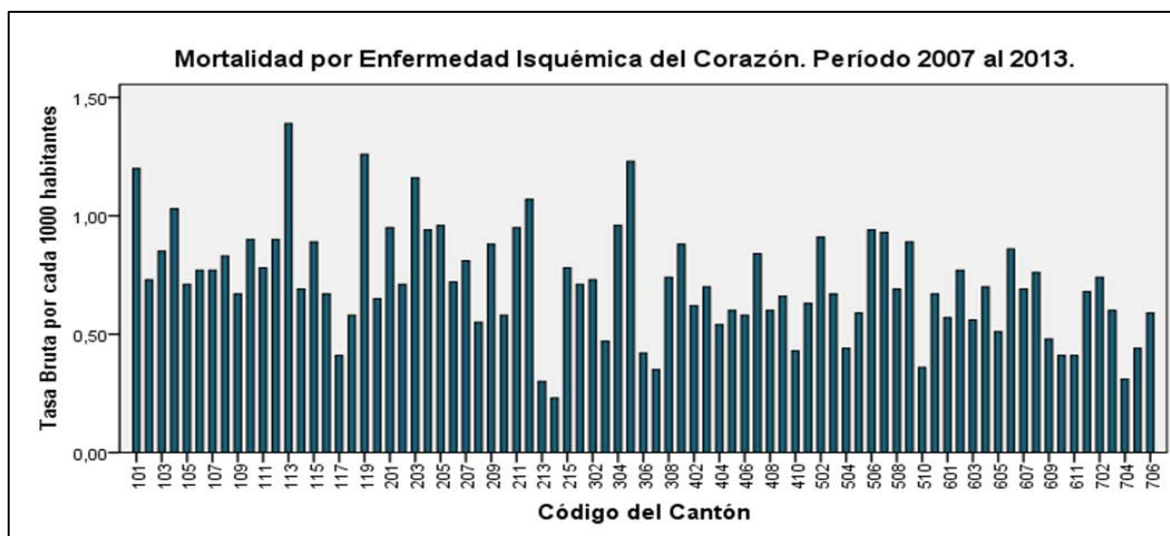
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**129.** Gráfico N°57: Morbilidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Cantones - Costa Rica.



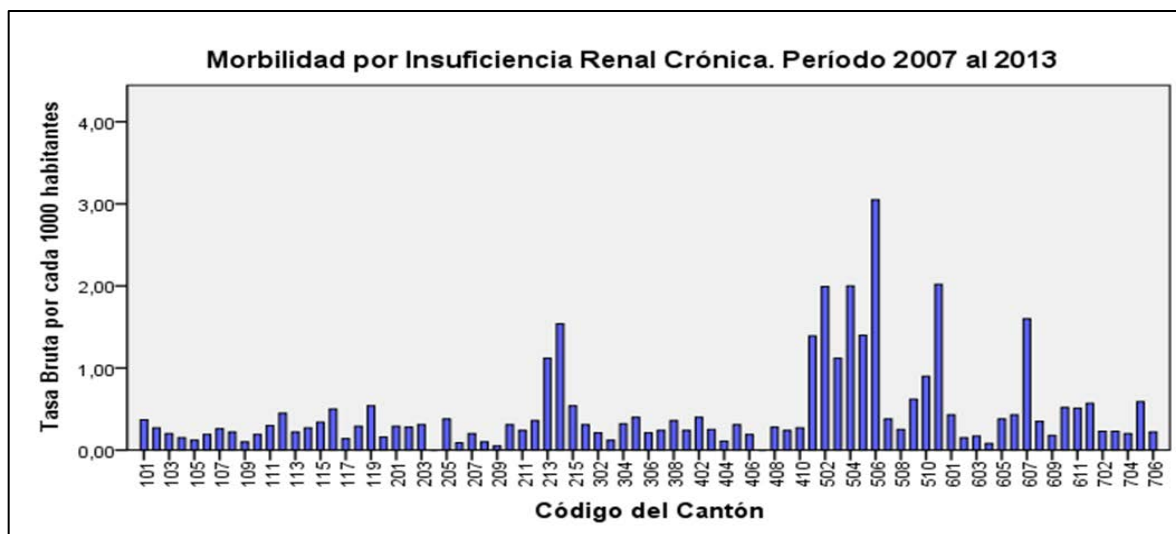
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**130.** Gráfico N°58: Mortalidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica.



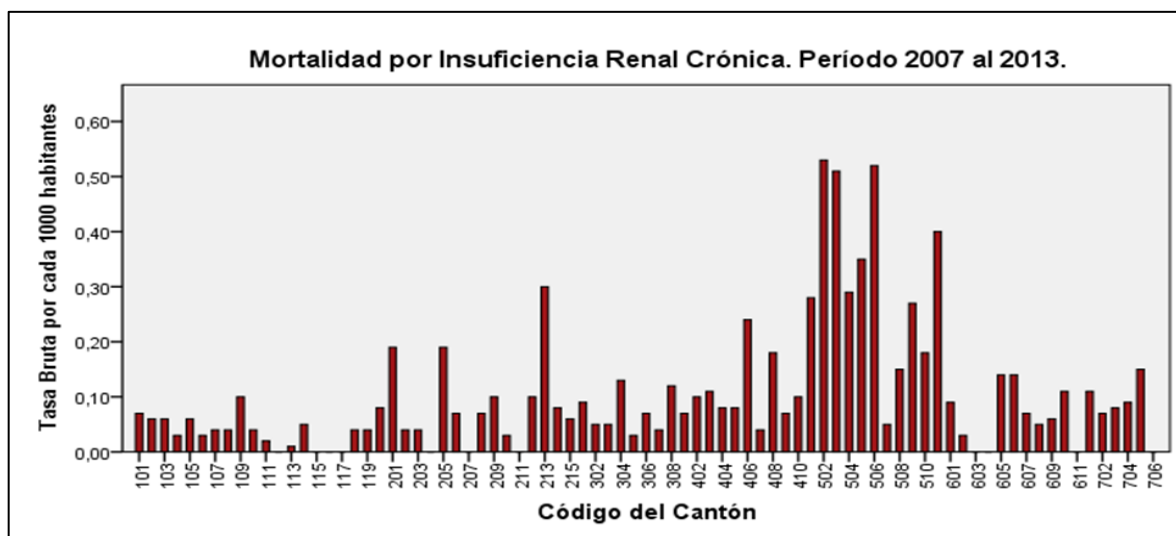
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**131.** Gráfico N°59: Morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Cantones--Costa Rica.



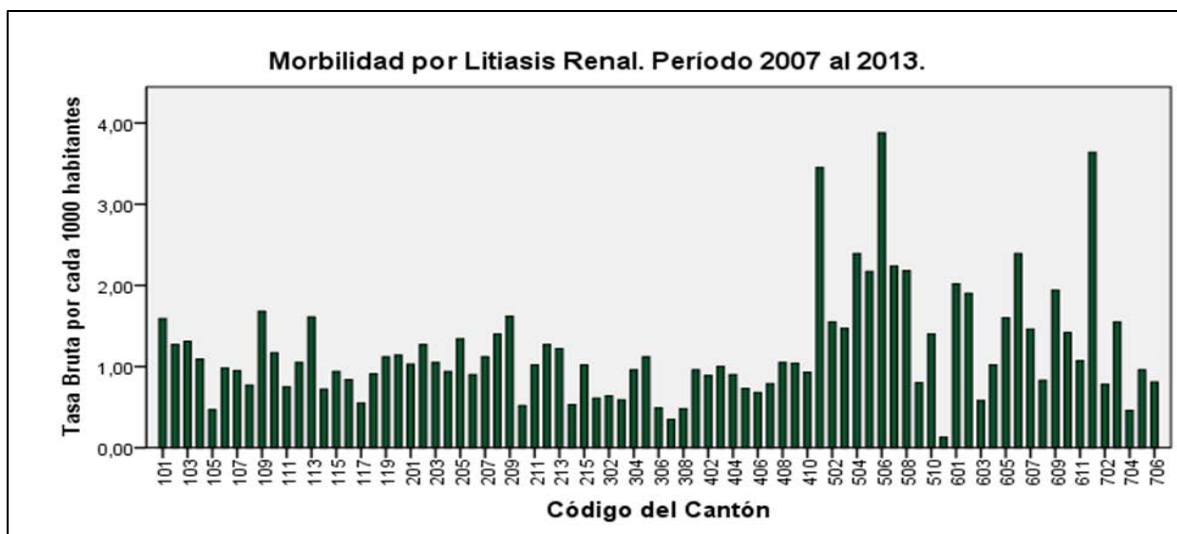
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**132.** Gráfico N°60: Mortalidad por Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Cantones-Costa Rica.



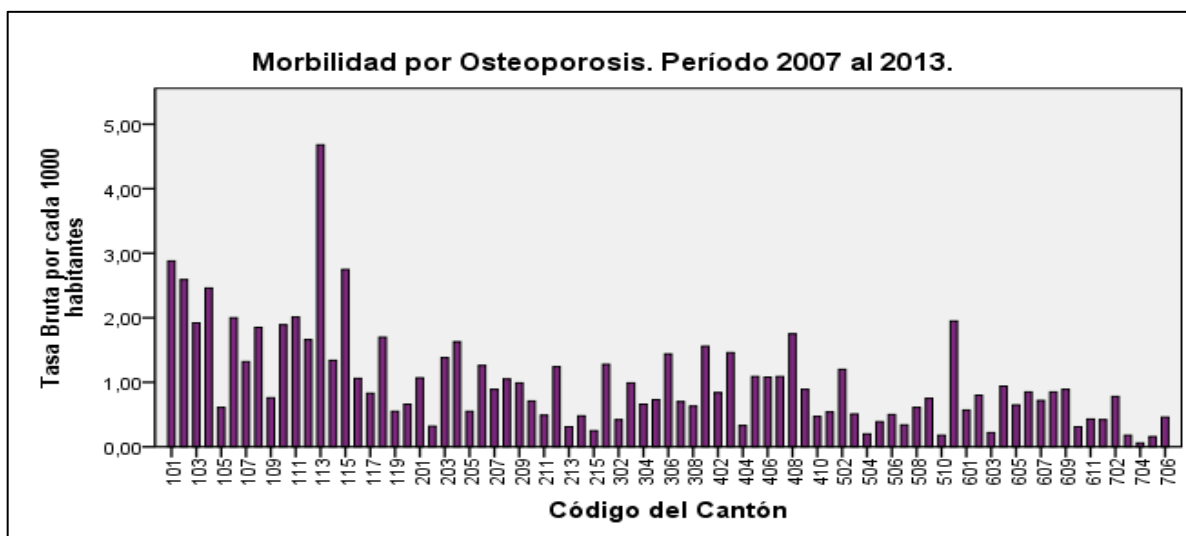
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**133.** Gráfico N°61: Morbilidad por Litiasis Renal. Período 2007 al 2013. Cantones - Costa Rica.



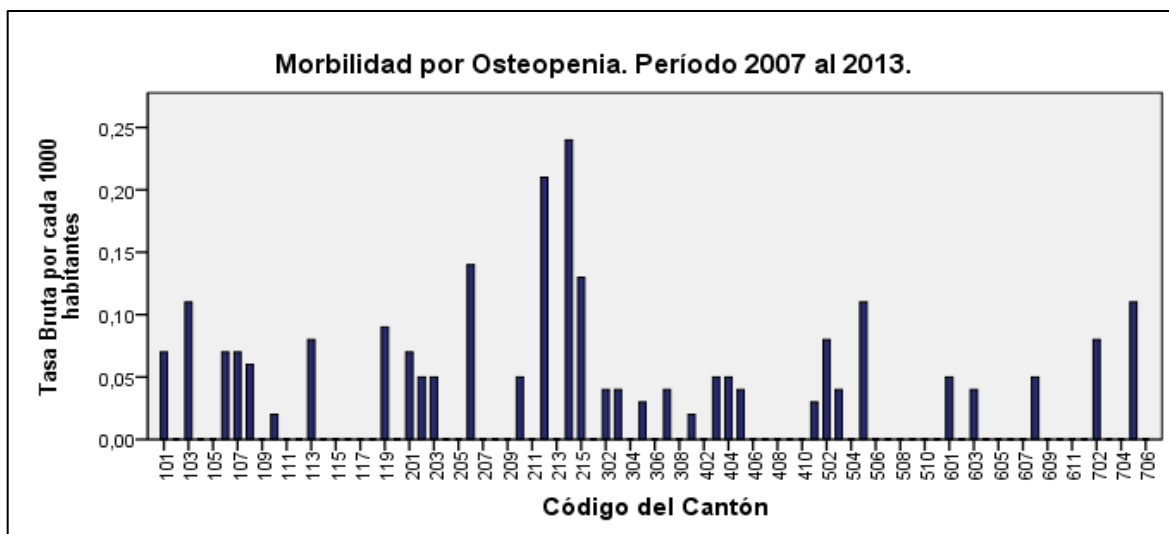
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**134.** Gráfico N°62: Morbilidad por Osteoporosis. Período 2007 al 2013. Cantones - Costa Rica.



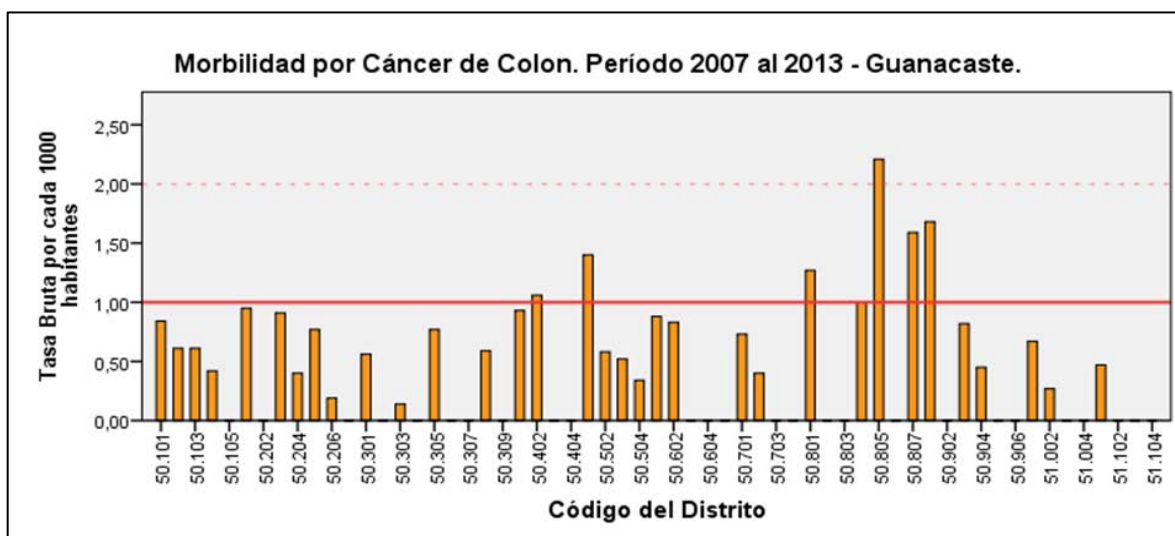
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**135.** Gráfico N°63: Morbilidad para Osteopenia. Período 2007 al 2013. Cantones - Costa Rica:



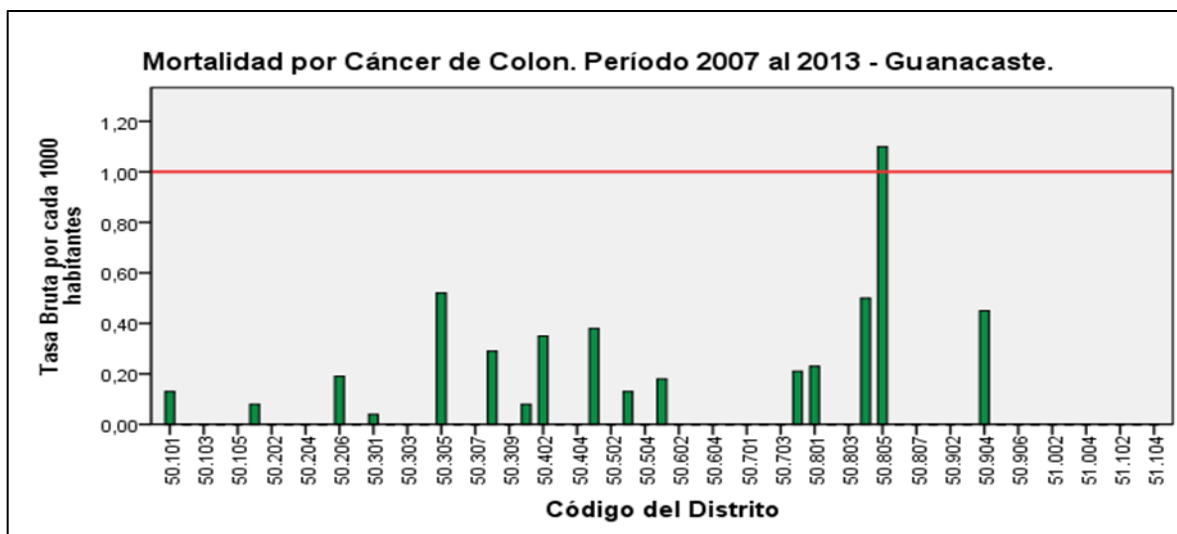
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**136.** Gráfico N°64: Morbilidad por Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste.



Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**137.** Gráfico N°65: Mortalidad para el Cáncer de Colon. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste.



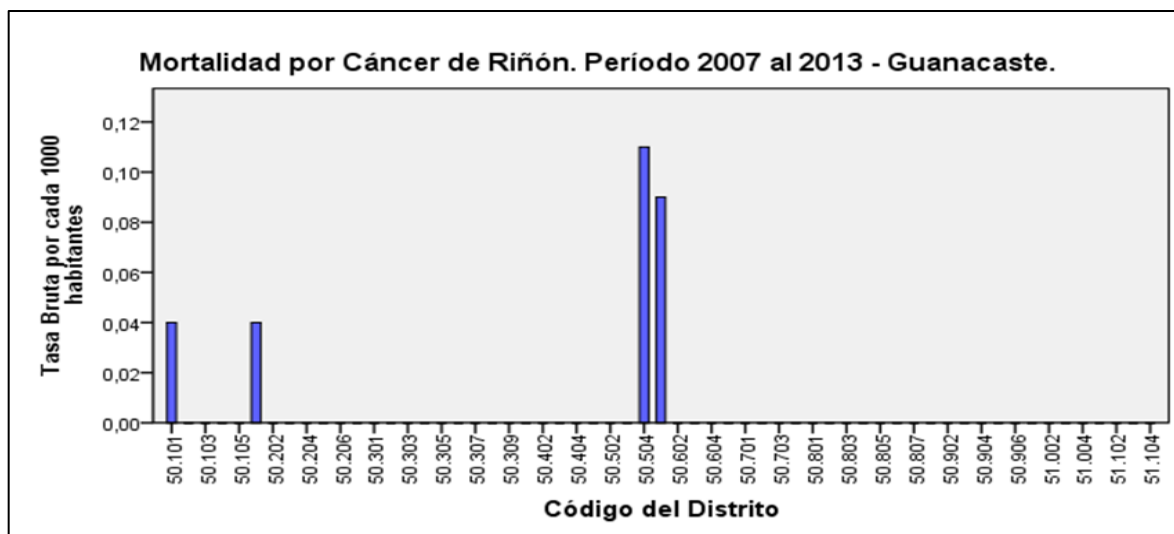
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**138.** Gráfico N°66: Morbilidad por Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste.



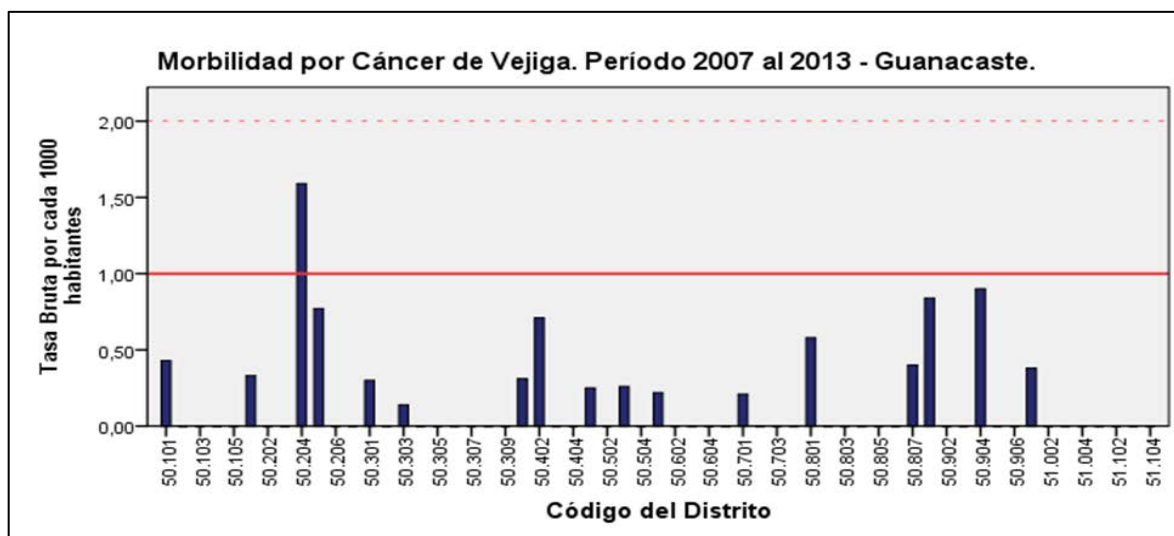
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**139.** Gráfico N°67: Mortalidad para el Cáncer de Riñón. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste.



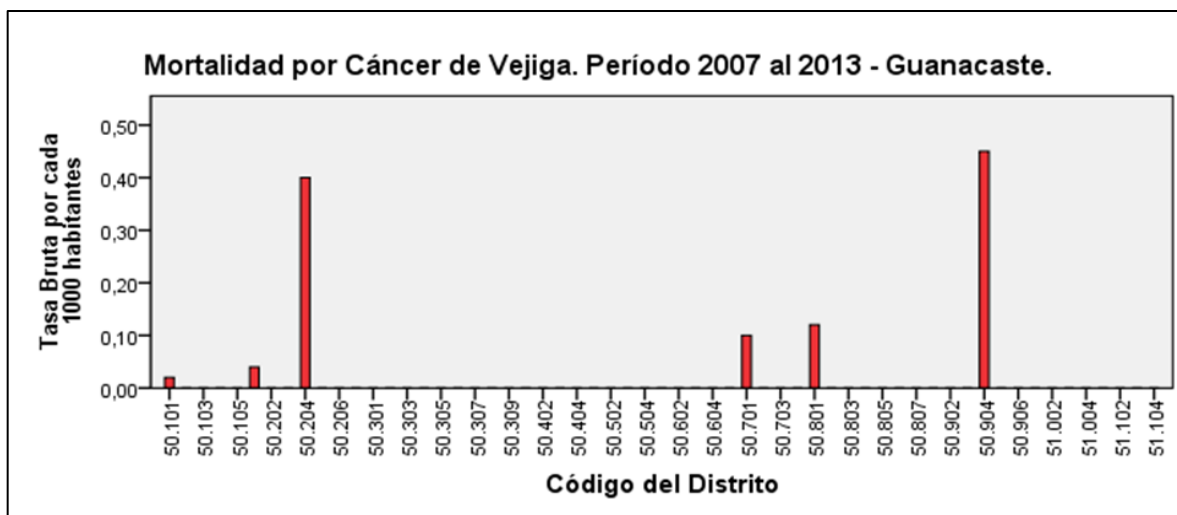
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**140.** Gráfico N°68: Morbilidad para el Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste.



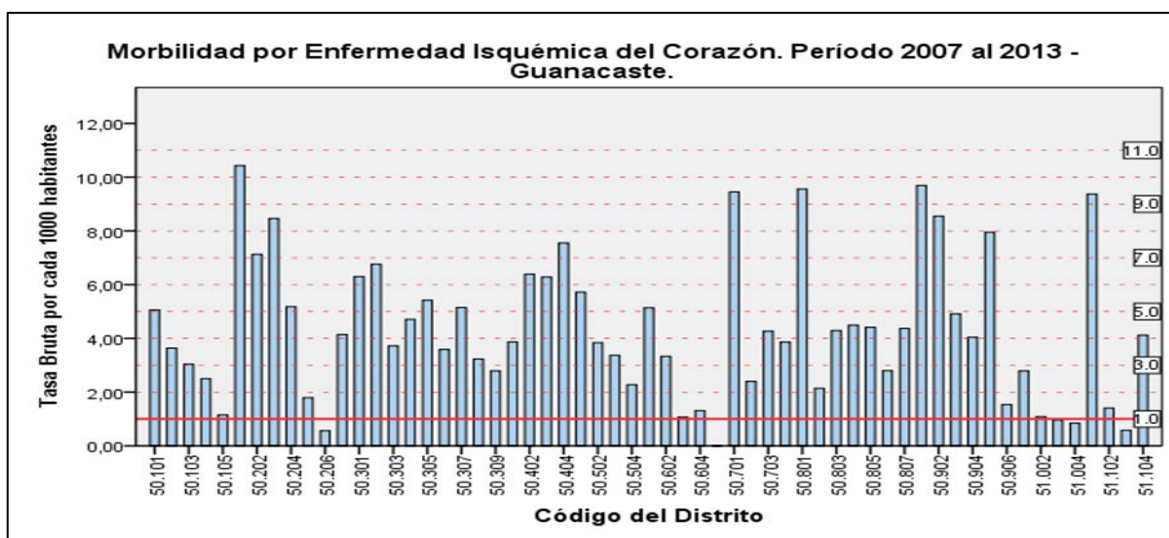
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

141. Gráfico N°69: Mortalidad para el Cáncer de Vejiga. Período 2007 al 2013. Distritos – Guanacaste.



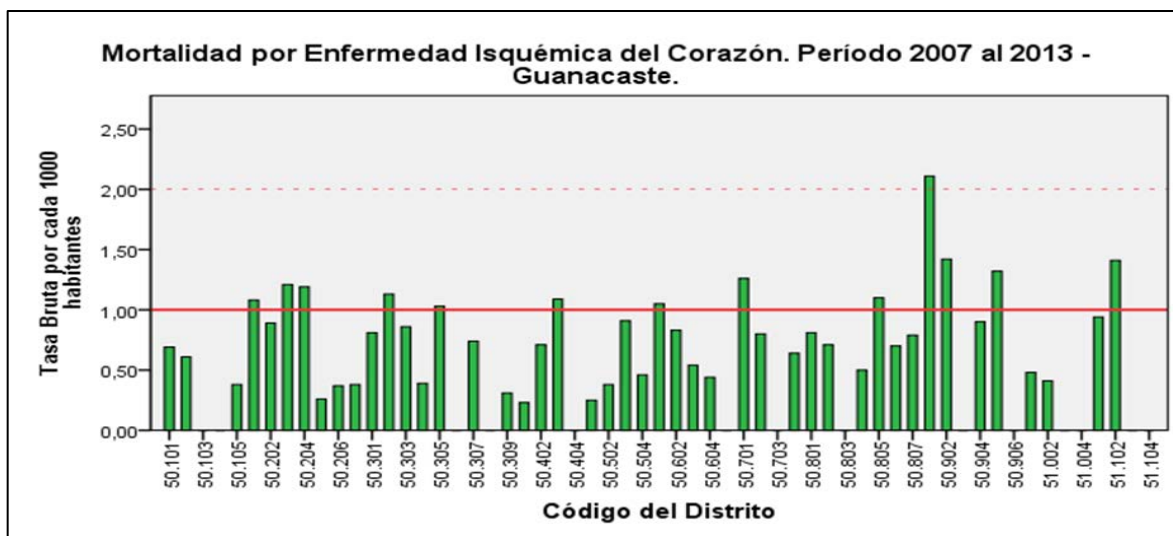
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

142. Gráfico N°70: Morbilidad para Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



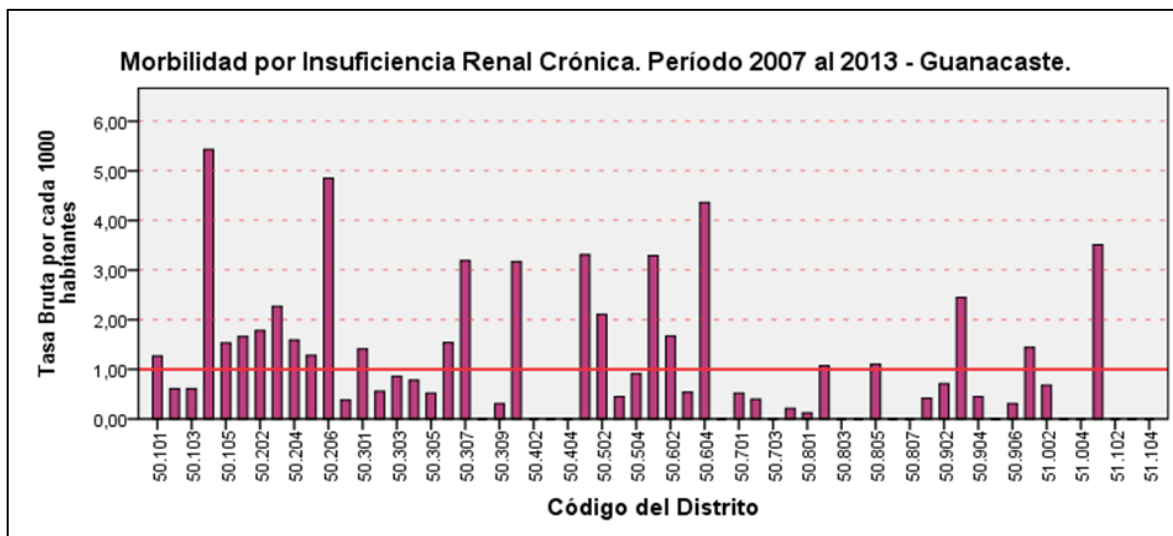
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**143.** Gráfico N°71: Mortalidad para Enfermedad Isquémica del Corazón. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



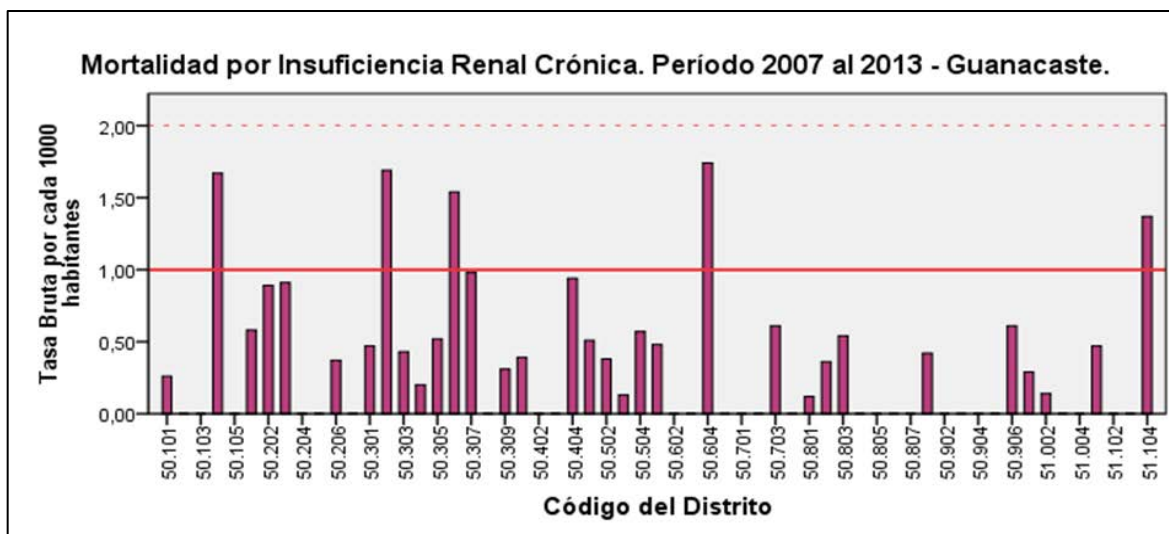
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**144.** Gráfico N°72: Morbilidad para Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



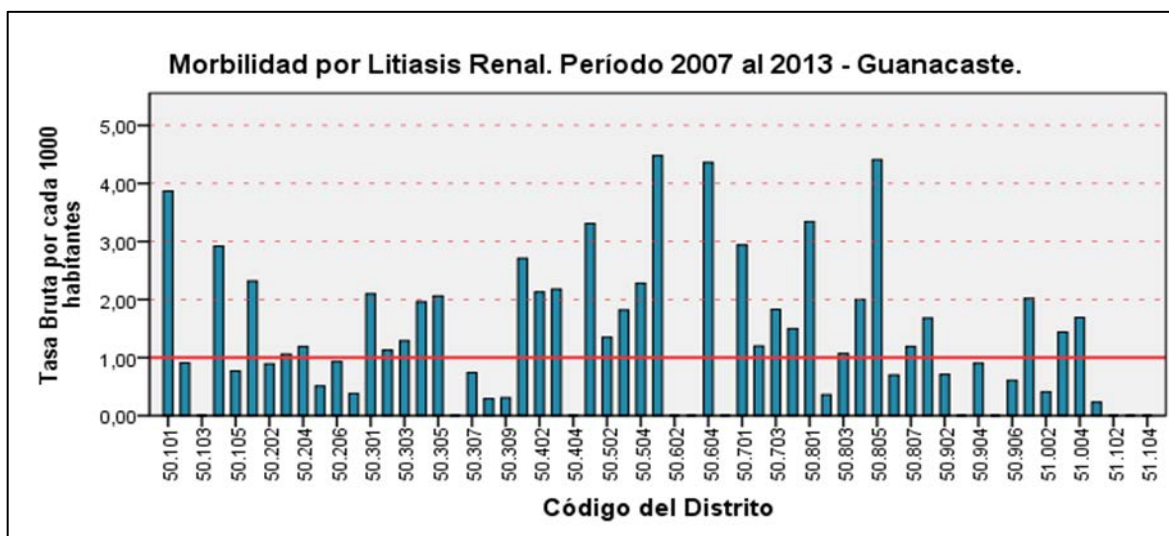
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**145.** Gráfico N°73: Mortalidad para Insuficiencia Renal Crónica. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



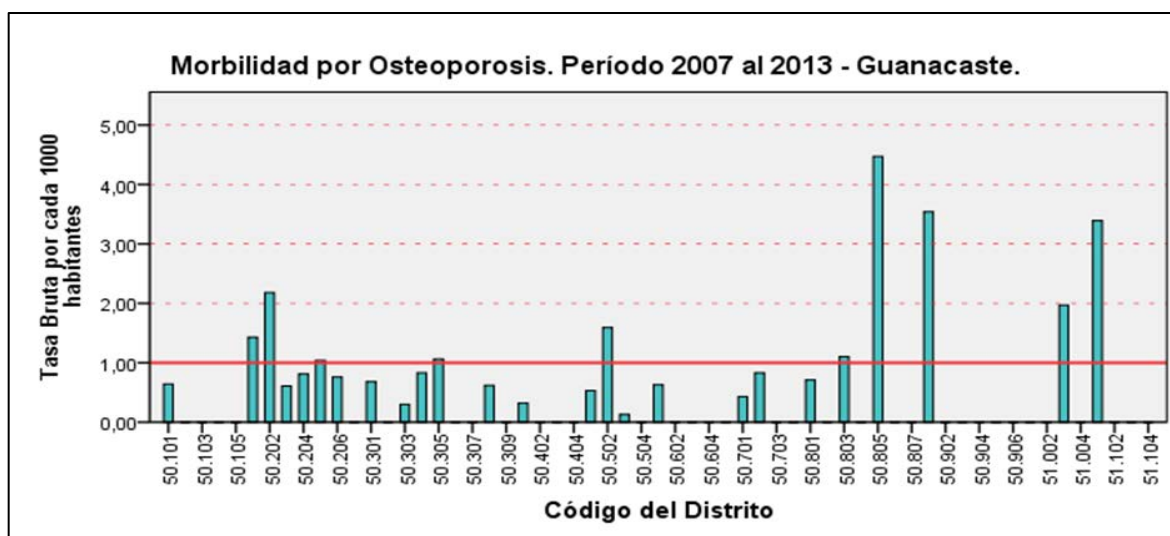
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**146.** Gráfico N°74: Morbilidad para Litiasis Renal. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



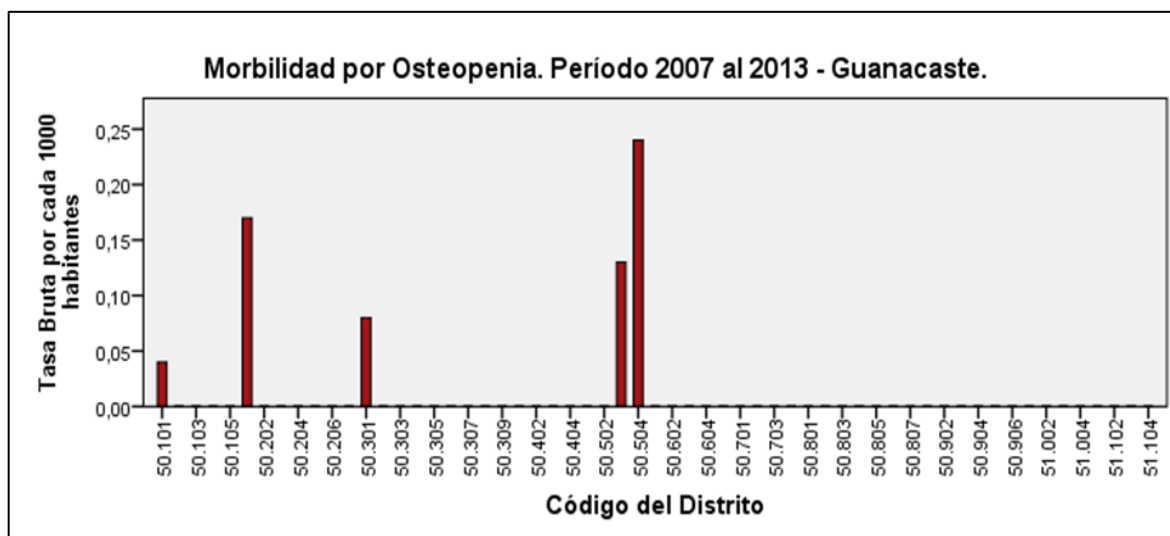
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**147.** Gráfico N°75: Morbilidad para Osteoporosis. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.



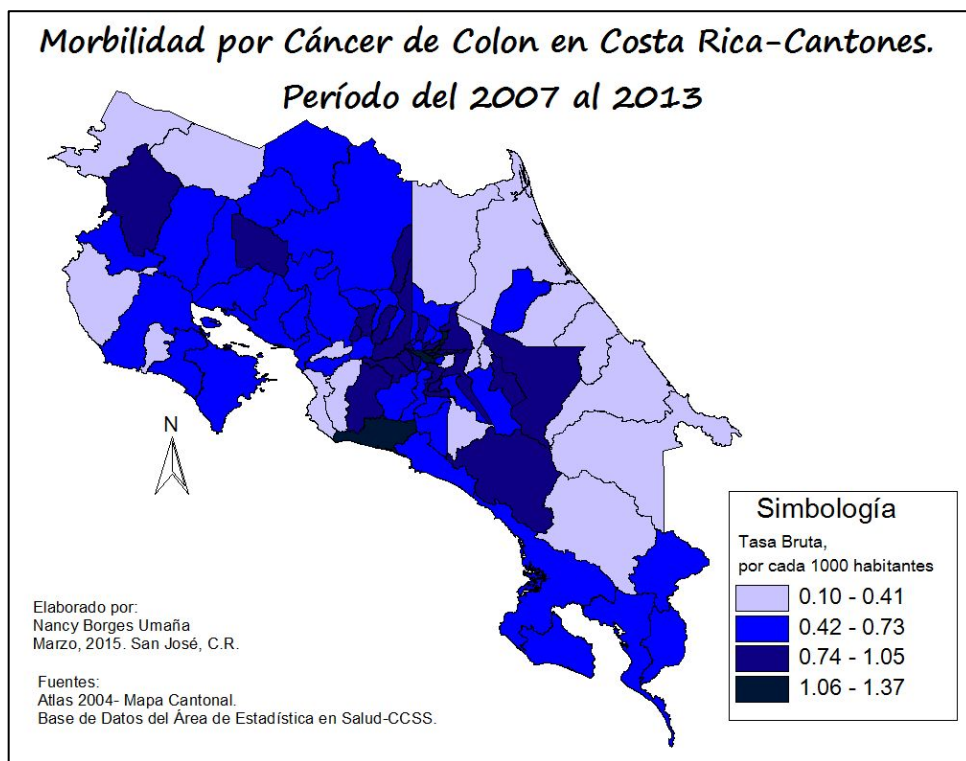
Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

**148.** Gráfico N°76: Morbilidad para Osteopenia. Período 2007 al 2013. Distritos-Guanacaste.

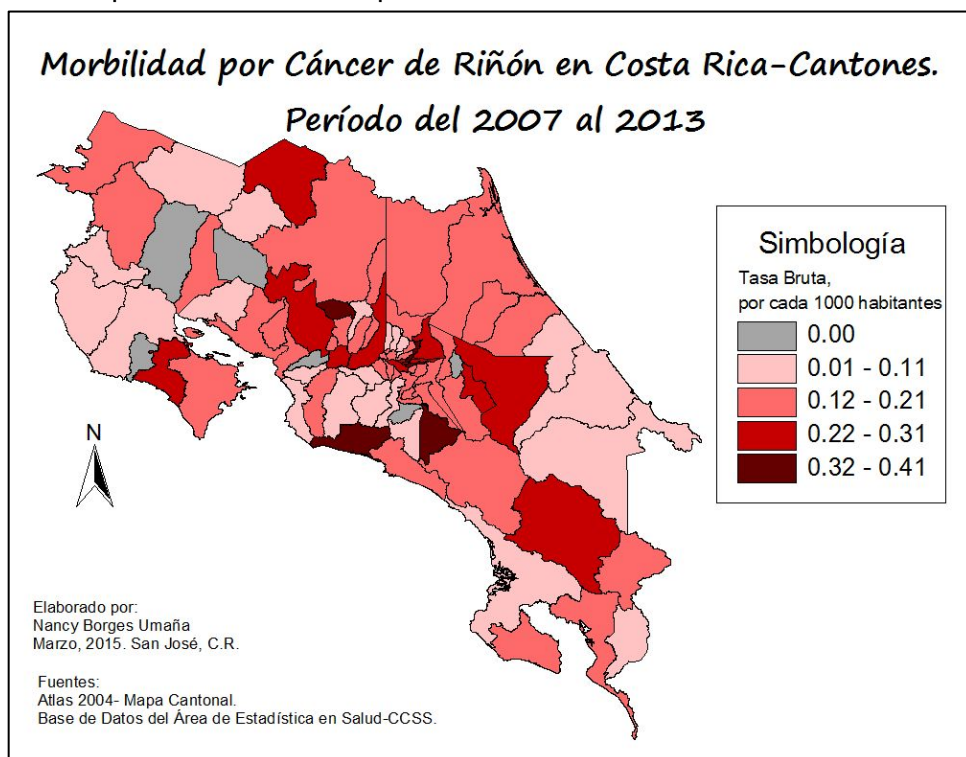


Fuente: Basado en datos del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015

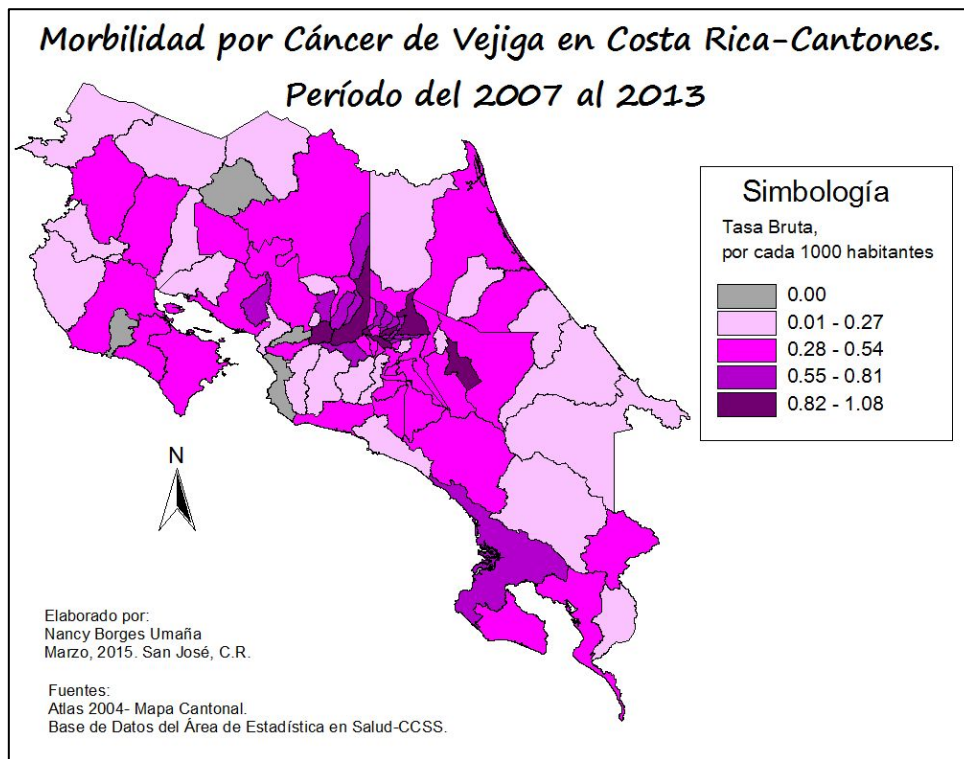
149. Mapa N°58: Morbilidad por Cáncer de Colon. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013.



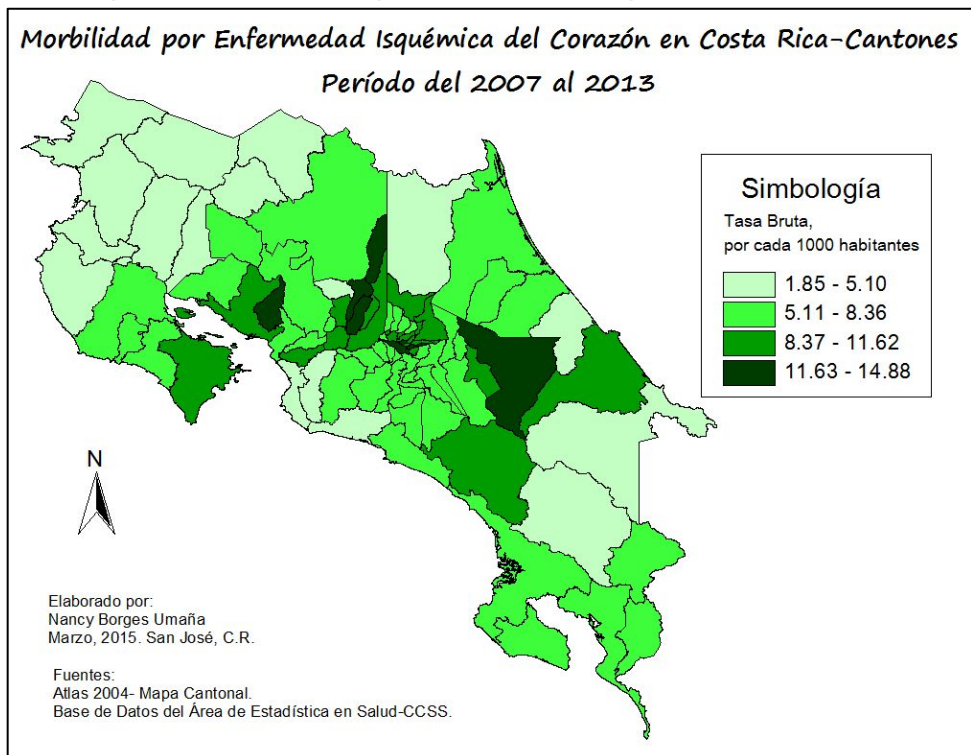
150. Mapa N°59: Morbilidad por Cáncer de Riñón. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013.



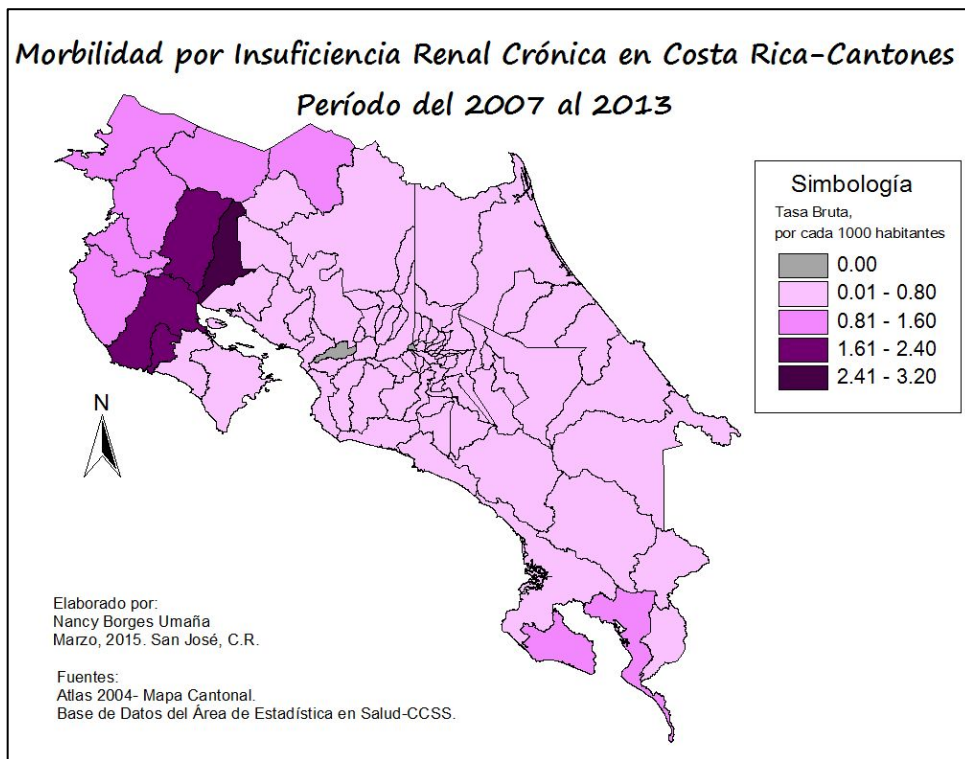
151. Mapa N°60: Morbilidad por Cáncer de Vejiga. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013.



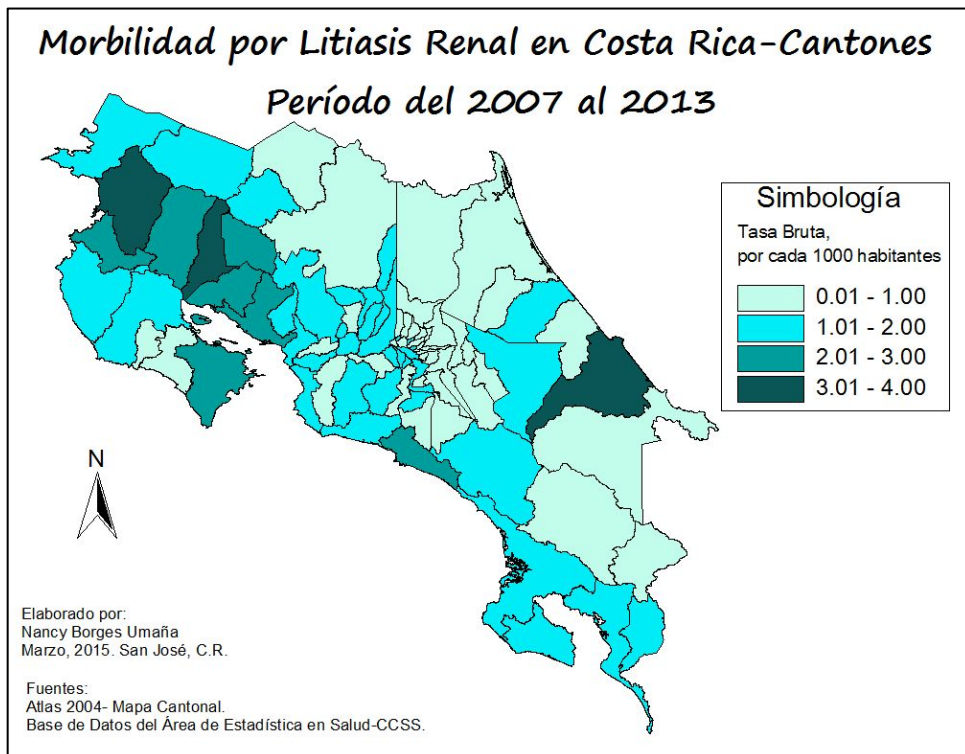
152. Mapa N°61: Morbilidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. CR - 2007 al 2013.



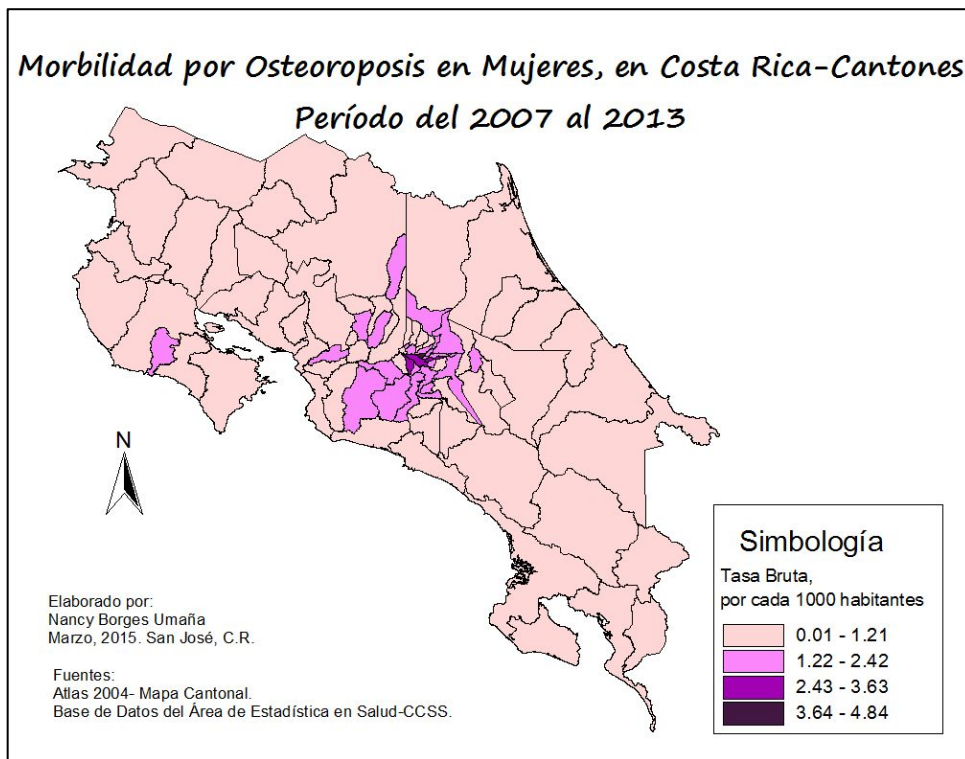
153. Mapa N°62: Morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica. CR- cantones. 2007 al 2013.



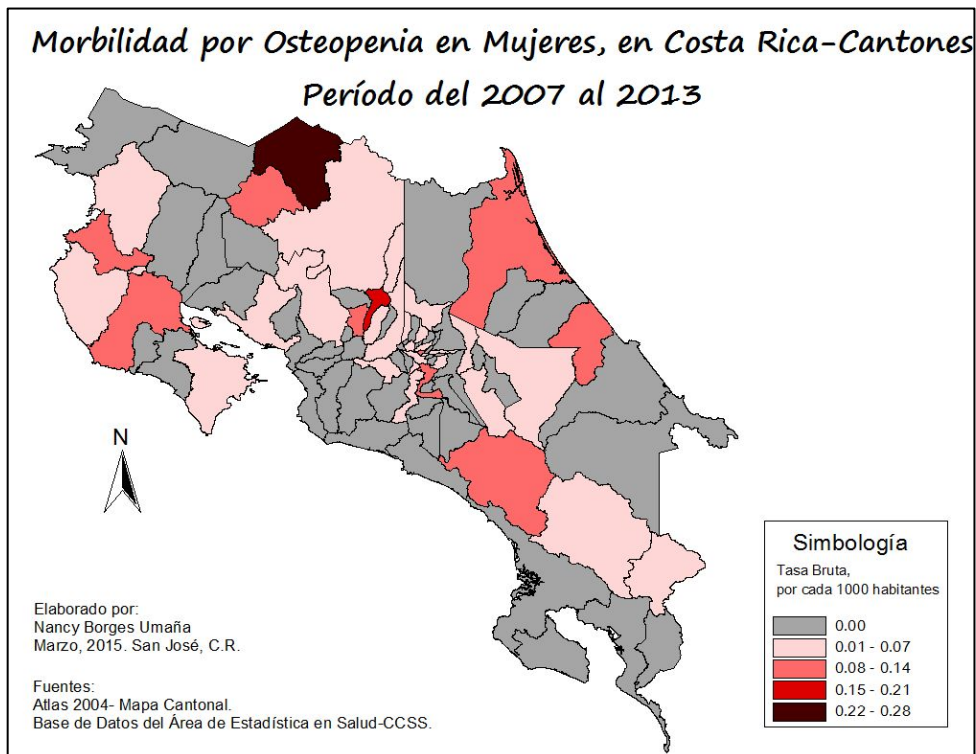
154. Mapa N°63: Morbilidad por Litiasis Renal. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013.



155. Mapa N°64: Morbilidad por Osteoporosis. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013.



156. Mapa N°65: Morbilidad por Osteopenia. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013.



**157.** Tabla N°15: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Colon.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	1,51	1,37	1,23	401	Heredia	1,15	0,95	0,76
102	Escazú	1,54	1,24	0,93	402	Barva	1,48	1,09	0,71
103	Desamparados	1,33	1,16	0,99	403	Santo Domingo	1,38	1,06	0,73
104	Puriscal	1,44	1,06	0,68	404	Santa Bárbara	1,26	0,90	0,53
105	Tarrazú	1,24	0,73	0,22	405	San Rafael	1,13	0,83	0,52
106	Aserrí	1,41	1,08	0,75	406	San Isidro	1,21	0,77	0,33
107	Mora	1,52	1,08	0,64	407	Belén	1,84	1,32	0,80
108	Goicoechea	1,40	1,19	0,98	408	Flores	0,97	0,60	0,23
109	Santa Ana	1,78	1,40	1,02	409	San Pablo	1,47	1,04	0,62
110	Alajuelita	1,28	1,00	0,72	410	Sarapiquí	0,75	0,50	0,26
111	Vázquez de Coronado	1,60	1,27	0,95	501	Liberia	1,58	1,23	0,89
112	Acosta	1,07	0,66	0,25	502	Nicoya	1,02	0,76	0,51
113	Tibás	1,59	1,31	1,04	503	Santa Cruz	0,62	0,43	0,24
114	Moravia	1,68	1,35	1,03	504	Bagaces	1,65	1,09	0,54
115	Montes de Oca	1,77	1,45	1,13	505	Carrillo	1,36	0,98	0,59
116	Turrubares	1,09	0,46	-0,18	506	Cañas	1,61	1,13	0,64
117	Dota	0,94	0,39	-0,15	507	Abangares	1,02	0,60	0,18
118	Curridabat	1,14	0,89	0,64	508	Tilarán	1,66	1,15	0,63
119	Pérez Zeledón	1,48	1,25	1,03	509	Nandayure	1,22	0,68	0,14
120	León Cortes	1,37	0,78	0,20	510	La Cruz	1,32	0,80	0,28
201	Alajuela	1,26	1,12	0,97	511	Hojancha	0,82	0,34	-0,13
202	San Ramón	1,11	0,88	0,65	601	Puntarenas	1,10	0,89	0,69
203	Grecia	1,60	1,31	1,01	602	Esparza	1,26	0,89	0,52
204	San Mateo	0,80	0,34	-0,13	603	Buenos Aires	1,06	0,73	0,39
205	Atenas	1,21	0,83	0,46	604	Montes de Oro	1,47	0,89	0,31
206	Naranjo	1,74	1,33	0,93	605	Osa	1,09	0,73	0,37
207	Palmares	1,30	0,94	0,59	606	Aguirre	1,53	1,05	0,56
208	Poás	1,20	0,81	0,41	607	Golfito	1,06	0,73	0,41
209	Orotina	1,39	0,91	0,43	608	Coto Brus	1,49	1,09	0,69
210	San Carlos	1,16	0,97	0,78	609	Parrita	2,64	1,84	1,03
211	Alfaro Ruiz	1,71	1,03	0,36	610	Corredores	1,30	0,95	0,60
212	Valverde Vega	1,50	0,99	0,47	611	Garabito	0,70	0,33	-0,04
213	Upala	0,67	0,43	0,19	701	Limón	0,69	0,51	0,33
214	Los Chiles	1,92	1,31	0,71	702	Pococí	0,85	0,66	0,48
215	Guatuso	1,19	0,68	0,18	703	Siquirres	0,76	0,52	0,28
301	Cartago	1,19	1,00	0,82	704	Talamanca	0,47	0,24	0,00
302	Paraíso	0,99	0,72	0,45	705	Matina	0,72	0,43	0,13
303	La Unión	0,68	0,51	0,34	706	Guácimo	1,09	0,75	0,41
304	Jiménez	1,67	1,07	0,46					
305	Turrialba	1,18	0,93	0,68					
306	Alvarado	0,65	0,30	-0,04					
307	Oreamuno	0,77	0,52	0,26					
308	El Guarco	1,03	0,71	0,39					

**158.** Tabla N°16: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Riñón.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	1,59	1,31	1,03	401	Heredia	1,19	0,82	0,45
102	Escazú	1,66	1,08	0,49	402	Barva	1,14	0,58	0,01
103	Desamparados	1,17	0,88	0,58	403	Santo Domingo	1,52	0,90	0,28
104	Puriscal	0,96	0,45	-0,06	404	Santa Bárbara	0,76	0,32	-0,12
105	Tarrazú	1,09	0,37	-0,35	405	San Rafael	0,93	0,47	0,01
106	Aserrí	0,85	0,43	0,01	406	San Isidro	1,70	0,80	-0,10
107	Mora	1,26	0,59	-0,08	407	Belén	1,41	0,66	-0,09
108	Goicoechea	1,60	1,17	0,74	408	Flores	1,98	1,00	0,02
109	Santa Ana	1,64	0,99	0,34	409	San Pablo	1,21	0,57	-0,07
110	Alajuelita	1,66	1,07	0,49	410	Sarapiquí	1,96	1,21	0,46
111	Vázquez de Coronado	1,88	1,24	0,59	501	Liberia	2,03	1,31	0,60
112	Acosta	0,82	0,28	-0,27	502	Nicoya	0,90	0,48	0,06
113	Tibás	1,68	1,15	0,62	503	Santa Cruz	1,02	0,56	0,11
114	Moravia	2,36	1,63	0,90	504	Bagaces	0,00	0,00	0,00
115	Montes de Oca	2,54	1,81	1,07	505	Carrillo	0,47	0,16	-0,15
116	Turrubares	2,79	0,94	-0,91	506	Cañas	2,03	1,08	0,13
117	Dota	5,08	2,38	-0,31	507	Abangares	0,92	0,31	-0,30
118	Curridabat	1,71	1,14	0,56	508	Tilarán	0,00	0,00	0,00
119	Pérez Zeledón	1,30	0,91	0,52	509	Nandayure	3,05	1,43	-0,19
120	León Cortes	0,00	0,00	0,00	510	La Cruz	2,20	1,03	-0,14
201	Alajuela	1,69	1,36	1,03	511	Hojancha	0,00	0,00	0,00
202	San Ramón	2,32	1,67	1,01	601	Puntarenas	1,33	0,92	0,50
203	Grecia	1,34	0,85	0,37	602	Esparza	2,03	1,17	0,30
204	San Mateo	0,00	0,00	0,00	603	Buenos Aires	2,97	1,90	0,82
205	Atenas	2,54	1,50	0,46	604	Montes de Oro	1,99	0,83	-0,32
206	Naranjo	1,24	0,66	0,08	605	Osa	1,20	0,56	-0,07
207	Palmares	1,37	0,73	0,09	606	Aguirre	2,18	1,16	0,14
208	Poás	2,23	1,24	0,25	607	Golfito	1,82	1,05	0,27
209	Orotina	1,29	0,54	-0,21	608	Coto Brus	1,64	0,91	0,18
210	San Carlos	1,36	0,97	0,58	609	Parrita	4,03	2,24	0,45
211	Alfaro Ruiz	3,75	1,89	0,04	610	Corredores	0,41	0,14	-0,13
212	Valverde Vega	0,86	0,29	-0,28	611	Garabito	1,96	0,82	-0,32
213	Upala	0,69	0,29	-0,11	701	Limón	1,15	0,72	0,29
214	Los Chiles	3,08	1,71	0,34	702	Pococí	1,86	1,34	0,83
215	Guatuso	1,16	0,39	-0,38	703	Siquirres	1,40	0,81	0,21
301	Cartago	1,29	0,93	0,57	704	Talamanca	1,43	0,67	-0,09
302	Paraíso	1,85	1,16	0,47	705	Matina	0,95	0,40	-0,15
303	La Unión	1,15	0,73	0,32	706	Guácimo	1,68	0,93	0,19
304	Jiménez	2,94	1,49	0,03					
305	Turrialba	2,00	1,38	0,76					
306	Alvarado	0,00	0,00	0,00					
307	Oreamuno	1,97	1,19	0,41					
308	El Guarco	2,05	1,21	0,37					

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015

**159.** Tabla N°17: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Vejiga.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	1,66	1,49	1,31	401	Heredia	1,23	0,98	0,74
102	Escazú	1,15	0,84	0,53	402	Barva	2,23	1,63	1,04
103	Desamparados	1,10	0,91	0,72	403	Santo Domingo	2,22	1,71	1,20
104	Puriscal	0,57	0,31	0,06	404	Santa Bárbara	1,69	1,17	0,64
105	Tarrazú	1,33	0,71	0,09	405	San Rafael	2,07	1,55	1,04
106	Aserrí	0,68	0,42	0,16	406	San Isidro	2,40	1,61	0,82
107	Mora	1,62	1,07	0,53	407	Belén	2,44	1,71	0,98
108	Goicoechea	1,53	1,26	0,99	408	Flores	2,20	1,47	0,75
109	Santa Ana	1,01	0,68	0,35	409	San Pablo	1,95	1,35	0,74
110	Alajuelita	1,22	0,88	0,54	410	Sarapiquí	0,41	0,21	0,00
111	Vázquez de Coronado	2,88	2,33	1,78	501	Liberia	1,30	0,92	0,55
112	Acosta	0,93	0,50	0,06	502	Nicoya	0,74	0,49	0,24
113	Tibás	1,41	1,10	0,80	503	Santa Cruz	0,46	0,27	0,08
114	Moravia	1,35	1,01	0,66	504	Bagaces	1,21	0,67	0,13
115	Montes de Oca	1,34	1,02	0,69	505	Carrillo	0,65	0,36	0,07
116	Turubares	1,04	0,35	-0,34	506	Cañas	0,79	0,42	0,05
117	Dota	1,95	0,92	-0,12	507	Abangares	0,54	0,23	-0,09
118	Curridabat	1,11	0,81	0,52	508	Tilarán	0,97	0,54	0,11
119	Pérez Zeledón	1,22	0,98	0,73	509	Nandayure	1,33	0,67	0,01
120	León Cortes	1,87	1,04	0,21	510	La Cruz	1,11	0,56	0,01
201	Alajuela	2,07	1,84	1,60	511	Hojancha	0,00	0,00	0,00
202	San Ramón	0,82	0,58	0,35	601	Puntarenas	0,91	0,69	0,47
203	Grecia	1,70	1,33	0,96	602	Esparza	0,75	0,43	0,11
204	San Mateo	0,00	0,00	0,00	603	Buenos Aires	1,11	0,70	0,29
205	Atenas	2,26	1,62	0,99	604	Montes de Oro	1,80	1,04	0,27
206	Naranjo	1,92	1,41	0,90	605	Osa	1,83	1,25	0,68
207	Palmares	0,79	0,48	0,17	606	Aguirre	1,01	0,56	0,11
208	Poás	2,07	1,41	0,76	607	Golfito	1,56	1,08	0,59
209	Orotina	1,21	0,69	0,18	608	Coto Brus	1,86	1,32	0,78
210	San Carlos	1,23	0,98	0,74	609	Parrita	1,75	1,00	0,26
211	Alfaro Ruiz	0,84	0,35	-0,14	610	Corredores	0,64	0,37	0,10
212	Valverde Vega	1,62	0,98	0,34	611	Garabito	0,00	0,00	0,00
213	Upala	0,81	0,49	0,17	701	Limón	0,88	0,63	0,38
214	Los Chiles	0,34	0,11	-0,11	702	Pococí	1,08	0,83	0,57
215	Guatuso	0,00	0,00	0,00	703	Siquirres	1,57	1,12	0,67
301	Cartago	1,21	0,98	0,76	704	Talamanca	0,46	0,19	-0,07
302	Paraíso	0,96	0,65	0,33	705	Matina	0,27	0,09	-0,09
303	La Unión	0,57	0,38	0,20	706	Guácimo	0,60	0,32	0,04
304	Jiménez	2,89	1,89	0,90					
305	Turrialba	1,08	0,80	0,52					
306	Alvarado	1,00	0,47	-0,06					
307	Oreamuno	1,03	0,66	0,30					
308	El Guarco	1,49	1,01	0,53					

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015

**160.** Tabla N°18: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Enfermedad Isquémica del Corazón.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	1,23	1,19	1,15	401	Heredia	1,24	1,18	1,11
102	Escazú	0,91	0,83	0,76	402	Barva	1,11	1,00	0,89
103	Desamparados	1,04	0,99	0,94	403	Santo Domingo	0,95	0,86	0,77
104	Puriscal	0,95	0,85	0,75	404	Santa Bárbara	1,02	0,91	0,80
105	Tarrazú	0,88	0,73	0,58	405	San Rafael	0,87	0,78	0,70
106	Aserri	0,93	0,84	0,75	406	San Isidro	0,92	0,79	0,66
107	Mora	0,89	0,78	0,67	407	Belén	0,94	0,82	0,70
108	Goicoechea	1,15	1,09	1,03	408	Flores	1,25	1,10	0,95
109	Santa Ana	0,95	0,86	0,77	409	San Pablo	1,18	1,06	0,93
110	Alajuelita	1,14	1,06	0,97	410	Sarapiquí	0,84	0,75	0,66
111	Vázquez de Coronado	1,29	1,20	1,11	501	Liberia	0,74	0,66	0,59
112	Acosta	0,83	0,71	0,59	502	Nicoya	0,80	0,73	0,65
113	Tibás	1,41	1,33	1,25	503	Santa Cruz	0,62	0,56	0,49
114	Moravia	1,01	0,94	0,86	504	Bagaces	0,75	0,63	0,50
115	Montes de Oca	1,15	1,07	0,99	505	Carrillo	0,54	0,47	0,39
116	Turrubares	0,66	0,47	0,28	506	Cañas	0,69	0,59	0,49
117	Dota	0,91	0,70	0,48	507	Abangares	0,92	0,78	0,64
118	Curridabat	1,10	1,02	0,94	508	Tilarán	0,75	0,64	0,53
119	Pérez Zeledón	1,13	1,07	1,01	509	Nandayure	0,74	0,59	0,44
120	León Cortes	0,82	0,66	0,51	510	La Cruz	0,42	0,32	0,22
201	Alajuela	1,29	1,24	1,20	511	Hojancha	0,85	0,66	0,47
202	San Ramón	0,72	0,66	0,60	601	Puntarenas	1,26	1,20	1,13
203	Grecia	1,90	1,80	1,70	602	Esparza	0,93	0,82	0,72
204	San Mateo	0,86	0,67	0,48	603	Buenos Aires	0,71	0,62	0,53
205	Atenas	1,01	0,90	0,78	604	Montes de Oro	1,59	1,38	1,17
206	Naranjo	1,22	1,11	1,00	605	Osa	1,04	0,92	0,80
207	Palmares	0,67	0,59	0,51	606	Aguirre	1,23	1,09	0,94
208	Poás	1,56	1,41	1,25	607	Golfito	0,96	0,86	0,75
209	Orotina	1,19	1,04	0,89	608	Coto Brus	0,99	0,89	0,78
210	San Carlos	0,87	0,81	0,76	609	Parrita	0,80	0,66	0,52
211	Alfaro Ruiz	0,72	0,57	0,42	610	Corredores	1,02	0,92	0,81
212	Valverde Vega	1,90	1,70	1,50	611	Garabito	1,07	0,88	0,70
213	Upala	0,57	0,49	0,42	701	Limón	1,69	1,60	1,51
214	Los Chiles	0,51	0,41	0,31	702	Pococí	1,14	1,07	1,00
215	Guatuso	0,68	0,55	0,41	703	Siquirres	1,16	1,05	0,95
301	Cartago	0,90	0,85	0,80	704	Talamanca	0,84	0,72	0,60
302	Paraíso	0,92	0,84	0,75	705	Matina	0,85	0,74	0,62
303	La Unión	0,88	0,82	0,75	706	Guácimo	1,01	0,90	0,79
304	Jiménez	1,25	1,07	0,89					
305	Turrialba	1,57	1,48	1,38					
306	Alvarado	0,89	0,73	0,57					
307	Oreamuno	1,01	0,91	0,81					
308	El Guarco	1,05	0,94	0,83					

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**161.** Tabla N°19: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Insuficiencia Renal Crónica.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	0,98	0,83	0,68	401	Heredia	0,77	0,57	0,36
102	Escazú	0,93	0,63	0,33	402	Barva	1,47	0,99	0,50
103	Desamparados	0,66	0,51	0,36	403	Santo Domingo	0,90	0,57	0,23
104	Puriscal	0,64	0,34	0,04	404	Santa Bárbara	0,54	0,27	0,01
105	Tarrazú	0,73	0,30	-0,12	405	San Rafael	1,15	0,76	0,38
106	Aserrí	0,78	0,49	0,20	406	San Isidro	0,93	0,47	0,01
107	Mora	1,06	0,61	0,16	407	Belén	0,00	0,00	0,00
108	Goicoechea	0,69	0,50	0,31	408	Flores	1,19	0,66	0,13
109	Santa Ana	0,45	0,24	0,03	409	San Pablo	1,02	0,58	0,15
110	Alajuelita	0,75	0,49	0,24	410	Sarapiquí	1,14	0,77	0,40
111	Vázquez de Coronado	1,06	0,73	0,40	501	Liberia	4,42	3,66	2,89
112	Acosta	1,79	1,08	0,38	502	Nicoya	5,38	4,50	3,63
113	Tibás	0,73	0,50	0,26	503	Santa Cruz	3,36	2,70	2,04
114	Moravia	0,94	0,63	0,32	504	Bagaces	6,70	5,13	3,56
115	Montes de Oca	1,05	0,73	0,41	505	Carrillo	4,52	3,55	2,59
116	Turrubares	2,61	1,22	-0,16	506	Cañas	9,56	7,91	6,26
117	Dota	1,01	0,34	-0,33	507	Abangares	1,64	0,94	0,24
118	Curridabat	0,99	0,70	0,40	508	Tilarán	1,08	0,58	0,07
119	Pérez Zeledón	1,67	1,36	1,05	509	Nandayure	2,59	1,49	0,39
120	León Cortes	0,97	0,41	-0,16	510	La Cruz	3,69	2,57	1,44
201	Alajuela	0,88	0,72	0,56	511	Hojancha	7,21	4,79	2,37
202	San Ramón	0,94	0,67	0,40	601	Puntarenas	1,37	1,08	0,78
203	Grecia	1,06	0,76	0,46	602	Esparza	0,70	0,37	0,05
204	San Mateo	0,00	0,00	0,00	603	Buenos Aires	0,81	0,48	0,15
205	Atenas	1,40	0,87	0,33	604	Montes de Oro	0,55	0,19	-0,18
206	Naranjo	0,45	0,23	0,00	605	Osa	1,47	0,92	0,38
207	Palmares	0,80	0,46	0,12	606	Aguirre	1,78	1,14	0,49
208	Poás	0,55	0,26	-0,03	607	Golfito	5,08	4,09	3,09
209	Orotina	0,35	0,12	-0,11	608	Coto Brus	1,37	0,91	0,45
210	San Carlos	1,06	0,83	0,60	609	Parrita	1,00	0,47	-0,06
211	Alfaro Ruiz	1,27	0,60	-0,08	610	Corredores	1,88	1,34	0,81
212	Valverde Vega	1,52	0,87	0,23	611	Garabito	2,47	1,52	0,58
213	Upala	3,77	2,96	2,16	701	Limón	1,89	1,49	1,10
214	Los Chiles	5,69	4,35	3,02	702	Pococí	0,84	0,62	0,40
215	Guatuso	2,36	1,43	0,50	703	Siquirres	0,96	0,63	0,30
301	Cartago	0,95	0,74	0,53	704	Talamanca	1,01	0,58	0,15
302	Paraíso	0,83	0,53	0,23	705	Matina	2,42	1,73	1,04
303	La Unión	0,48	0,31	0,13	706	Guácimo	0,98	0,60	0,23
304	Jiménez	1,48	0,79	0,10					
305	Turrialba	1,29	0,94	0,60					
306	Alvarado	1,13	0,53	-0,07					
307	Oreamuno	0,97	0,61	0,25					
308	El Guarco	1,40	0,93	0,46					

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

162. Tabla N°20: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Litiasis Renal.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	1,32	1,22	1,11	401	Heredia	0,87	0,74	0,61
102	Escazú	1,19	0,97	0,76	402	Barva	0,93	0,70	0,47
103	Desamparados	1,19	1,06	0,94	403	Santo Domingo	0,97	0,75	0,53
104	Puriscal	1,14	0,87	0,59	404	Santa Bárbara	0,97	0,73	0,48
105	Tarrazú	0,71	0,42	0,13	405	San Rafael	0,77	0,58	0,39
106	Aserri	1,01	0,80	0,59	406	San Isidro	0,80	0,52	0,25
107	Mora	1,03	0,74	0,46	407	Belén	0,88	0,61	0,34
108	Goicoechea	0,73	0,61	0,49	408	Flores	1,16	0,82	0,49
109	Santa Ana	1,60	1,32	1,05	409	San Pablo	1,07	0,79	0,51
110	Alajuelita	1,22	1,02	0,81	410	Sarapiquí	1,12	0,89	0,66
111	Vázquez de Coronado	0,75	0,58	0,42	501	Liberia	3,32	2,93	2,55
112	Acosta	1,25	0,87	0,50	502	Nicoya	1,50	1,23	0,96
113	Tibás	1,49	1,27	1,05	503	Santa Cruz	1,45	1,19	0,94
114	Moravia	0,71	0,54	0,38	504	Bagaces	2,70	2,11	1,52
115	Montes de Oca	0,89	0,70	0,52	505	Carrillo	2,24	1,84	1,44
116	Turrubares	1,27	0,68	0,08	506	Cañas	4,03	3,40	2,77
117	Dota	0,93	0,47	0,01	507	Abangares	2,50	1,92	1,33
118	Curridabat	0,90	0,72	0,55	508	Tilarán	2,33	1,80	1,27
119	Pérez Zeledón	1,10	0,95	0,80	509	Nandayure	1,11	0,67	0,23
120	León Cortes	1,40	0,92	0,44	510	La Cruz	1,94	1,44	0,93
201	Alajuela	0,92	0,82	0,73	511	Hojancha	0,33	0,11	-0,11
202	San Ramón	1,23	1,03	0,83	601	Puntarenas	1,91	1,69	1,48
203	Grecia	1,04	0,85	0,67	602	Esparza	1,94	1,56	1,17
204	San Mateo	1,29	0,72	0,14	603	Buenos Aires	0,79	0,57	0,36
205	Atenas	1,39	1,04	0,70	604	Montes de Oro	1,27	0,82	0,38
206	Naranjo	0,98	0,75	0,51	605	Osa	1,69	1,31	0,94
207	Palmares	1,15	0,88	0,60	606	Aguirre	2,52	2,04	1,55
208	Poás	1,52	1,17	0,81	607	Golfito	1,61	1,28	0,96
209	Orotina	1,76	1,32	0,87	608	Coto Brus	1,07	0,81	0,54
210	San Carlos	0,56	0,46	0,37	609	Parrita	2,22	1,65	1,08
211	Alfaro Ruiz	1,34	0,87	0,40	610	Corredores	1,55	1,25	0,95
212	Valverde Vega	1,45	1,04	0,64	611	Garabito	1,38	0,97	0,55
213	Upala	1,50	1,19	0,88	701	Limón	3,51	3,18	2,85
214	Los Chiles	0,81	0,53	0,25	702	Pococí	0,81	0,68	0,55
215	Guatuso	1,37	0,93	0,49	703	Siquirres	1,69	1,41	1,12
301	Cartago	0,59	0,49	0,39	704	Talamanca	0,69	0,46	0,23
302	Paraíso	0,71	0,54	0,37	705	Matina	1,24	0,95	0,65
303	La Unión	0,60	0,48	0,35	706	Guácimo	1,01	0,76	0,52
304	Jiménez	1,22	0,81	0,40					
305	Turrialba	1,10	0,90	0,71					
306	Alvarado	0,73	0,42	0,11					
307	Oreamuno	0,43	0,29	0,15					
308	El Guarco	0,58	0,40	0,22					

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

163. Tabla N°21: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Osteoporosis.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	2,01	1,85	1,68	401	Heredia	1,47	1,23	0,99
102	Escazú	2,27	1,87	1,47	402	Barva	1,08	0,73	0,39
103	Desamparados	1,86	1,64	1,42	403	Santo Domingo	1,28	0,95	0,62
104	Puriscal	2,09	1,60	1,11	404	Santa Bárbara	0,50	0,28	0,06
105	Tarrazú	1,01	0,54	0,07	405	San Rafael	1,21	0,88	0,54
106	Aserri	2,31	1,84	1,36	406	San Isidro	1,34	0,84	0,34
107	Mora	1,42	0,97	0,52	407	Belén	1,24	0,80	0,37
108	Goicoechea	1,57	1,33	1,09	408	Flores	1,92	1,32	0,73
109	Santa Ana	0,93	0,65	0,36	409	San Pablo	1,08	0,70	0,32
110	Alajuelita	2,43	1,99	1,54	410	Sarapiquí	0,85	0,56	0,27
111	Vázquez de Coronado	2,12	1,71	1,29	501	Liberia	0,77	0,52	0,27
112	Acosta	1,77	1,19	0,61	502	Nicoya	0,99	0,73	0,47
113	Tibás	3,49	3,05	2,61	503	Santa Cruz	0,54	0,36	0,17
114	Moravia	1,20	0,91	0,63	504	Bagaces	0,40	0,17	-0,06
115	Montes de Oca	2,04	1,69	1,33	505	Carrillo	0,56	0,32	0,08
116	Turrubares	1,70	0,80	-0,11	506	Cañas	0,77	0,44	0,12
117	Dota	1,48	0,69	-0,09	507	Abangares	0,54	0,25	-0,03
118	Curridabat	1,67	1,34	1,01	508	Tilarán	0,72	0,40	0,08
119	Pérez Zeledón	0,62	0,47	0,32	509	Nandayure	0,99	0,50	0,01
120	León Cortes	1,04	0,52	0,01	510	La Cruz	0,51	0,21	-0,08
201	Alajuela	0,99	0,85	0,71	511	Hojancha	2,31	1,33	0,34
202	San Ramón	0,37	0,24	0,11	601	Puntarenas	0,61	0,45	0,30
203	Grecia	1,40	1,11	0,81	602	Esparza	0,92	0,60	0,27
204	San Mateo	1,71	0,91	0,11	603	Buenos Aires	0,45	0,24	0,03
205	Atenas	0,59	0,34	0,09	604	Montes de Oro	1,19	0,66	0,13
206	Naranjo	1,36	0,99	0,61	605	Osa	0,78	0,47	0,16
207	Palmares	0,95	0,64	0,32	606	Aguirre	1,26	0,79	0,32
208	Poás	1,35	0,89	0,44	607	Golfito	0,91	0,60	0,28
209	Orotina	1,21	0,75	0,28	608	Coto Brus	1,13	0,77	0,42
210	San Carlos	0,89	0,71	0,53	609	Parrita	1,32	0,76	0,20
211	Alfaro Ruiz	0,85	0,40	-0,05	610	Corredores	0,49	0,28	0,07
212	Valverde Vega	1,55	0,99	0,43	611	Garabito	1,20	0,60	0,01
213	Upala	0,50	0,28	0,07	701	Limón	0,57	0,40	0,22
214	Los Chiles	0,94	0,52	0,10	702	Pococí	1,01	0,78	0,56
215	Guatuso	0,55	0,23	-0,09	703	Siquirres	0,34	0,18	0,02
301	Cartago	1,18	0,99	0,79	704	Talamanca	0,22	0,07	-0,07
302	Paraíso	0,58	0,37	0,16	705	Matina	0,45	0,21	-0,03
303	La Unión	1,15	0,90	0,65	706	Guácimo	0,79	0,49	0,19
304	Jiménez	0,95	0,51	0,06					
305	Turrialba	0,69	0,50	0,31					
306	Alvarado	1,90	1,17	0,45					
307	Oreamuno	0,93	0,62	0,32					
308	El Guarco	0,91	0,59	0,27					

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

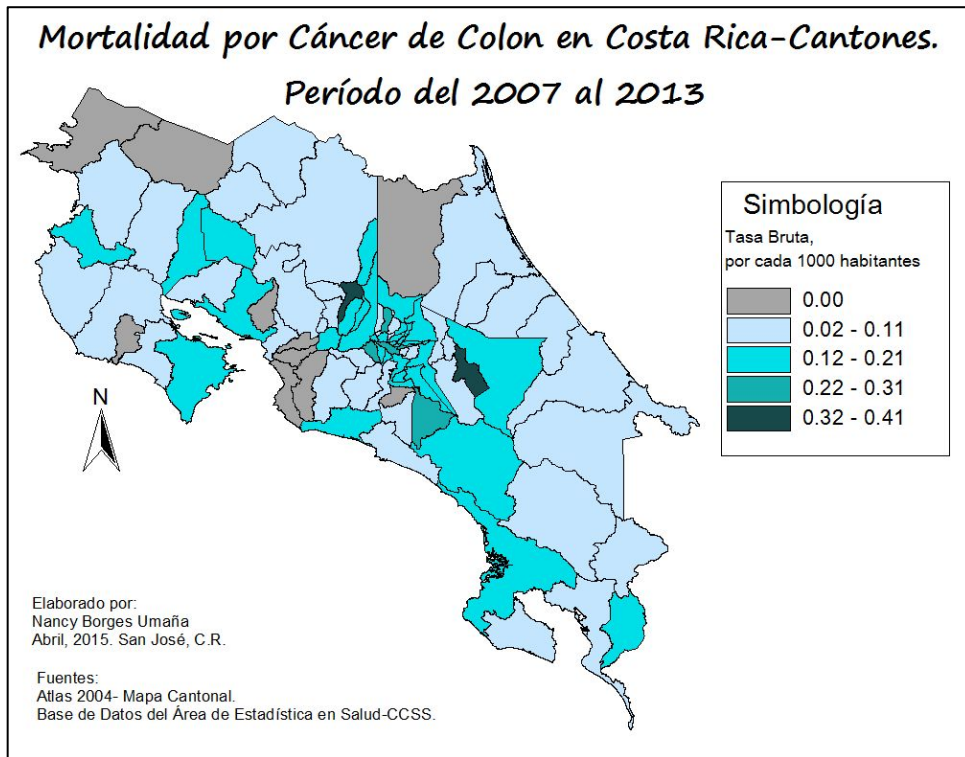
164. Tabla N°22: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Osteopenia.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	2,55	1,63	0,71	401	Heredia	1,07	0,36	-0,35
102	Escazú	0,00	0,00	0,00	402	Barva	0,00	0,00	0,00
103	Desamparados	4,13	2,64	1,15	403	Santo Domingo	2,95	1,00	-0,96
104	Puriscal	0,00	0,00	0,00	404	Santa Bárbara	3,90	1,32	-1,26
105	Tarrazú	0,00	0,00	0,00	405	San Rafael	2,91	0,98	-0,94
106	Aserrí	4,11	1,72	-0,66	406	San Isidro	0,00	0,00	0,00
107	Mora	4,94	1,67	-1,60	407	Belén	0,00	0,00	0,00
108	Goicoechea	2,88	1,46	0,03	408	Flores	0,00	0,00	0,00
109	Santa Ana	0,00	0,00	0,00	409	San Pablo	0,00	0,00	0,00
110	Alajuelita	1,91	0,64	-0,62	410	Sarapiquí	0,00	0,00	0,00
111	Vázquez de Coronado	0,00	0,00	0,00	501	Liberia	2,36	0,80	-0,76
112	Acosta	0,00	0,00	0,00	502	Nicoya	4,12	1,73	-0,67
113	Tibás	3,65	1,71	-0,23	503	Santa Cruz	2,43	0,82	-0,79
114	Moravia	0,00	0,00	0,00	504	Bagaces	0,00	0,00	0,00
115	Montes de Oca	0,00	0,00	0,00	505	Carrillo	6,33	2,65	-1,02
116	Turubares	0,00	0,00	0,00	506	Cañas	0,00	0,00	0,00
117	Dota	0,00	0,00	0,00	507	Abangares	0,00	0,00	0,00
118	Curridabat	0,00	0,00	0,00	508	Tilarán	0,00	0,00	0,00
119	Pérez Zeledón	3,84	2,13	0,43	509	Nandayure	0,00	0,00	0,00
120	León Cortes	0,00	0,00	0,00	510	La Cruz	0,00	0,00	0,00
201	Alajuela	2,58	1,56	0,54	511	Hojancha	0,00	0,00	0,00
202	San Ramón	2,71	1,14	-0,44	601	Puntarenas	2,60	1,22	-0,16
203	Grecia	2,82	1,18	-0,46	602	Esparza	0,00	0,00	0,00
204	San Mateo	0,00	0,00	0,00	603	Buenos Aires	3,55	1,20	-1,15
205	Atenas	0,00	0,00	0,00	604	Montes de Oro	0,00	0,00	0,00
206	Naranjo	7,11	3,33	-0,44	605	Osa	0,00	0,00	0,00
207	Palmares	0,00	0,00	0,00	606	Aguirre	0,00	0,00	0,00
208	Poás	0,00	0,00	0,00	607	Golfito	0,00	0,00	0,00
209	Orotina	0,00	0,00	0,00	608	Coto Brus	3,69	1,25	-1,20
210	San Carlos	2,45	1,24	0,02	609	Parrita	0,00	0,00	0,00
211	Alfaro Ruiz	0,00	0,00	0,00	610	Corredores	0,00	0,00	0,00
212	Valverde Vega	11,72	4,91	-1,90	611	Garabito	0,00	0,00	0,00
213	Upala	0,00	0,00	0,00	701	Limón	0,00	0,00	0,00
214	Los Chiles	13,54	6,35	-0,84	702	Pococí	3,80	2,02	0,25
215	Guatuso	9,27	3,13	-3,01	703	Siquirres	0,00	0,00	0,00
301	Cartago	0,00	0,00	0,00	704	Talamanca	0,00	0,00	0,00
302	Paraíso	2,55	0,86	-0,83	705	Matina	6,90	2,89	-1,12
303	La Unión	2,34	0,98	-0,38	706	Guácimo	0,00	0,00	0,00
304	Jiménez	0,00	0,00	0,00					
305	Turrialba	1,88	0,64	-0,61					
306	Alvarado	0,00	0,00	0,00					
307	Oreamuno	3,18	1,07	-1,03					
308	El Guarco	0,00	0,00	0,00					

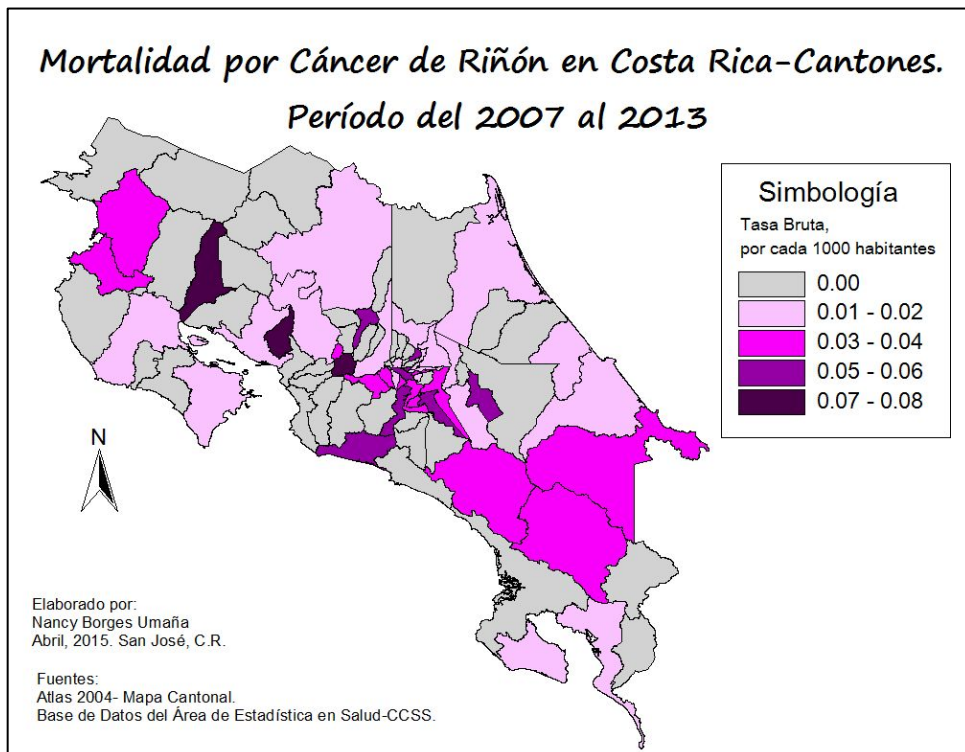
Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

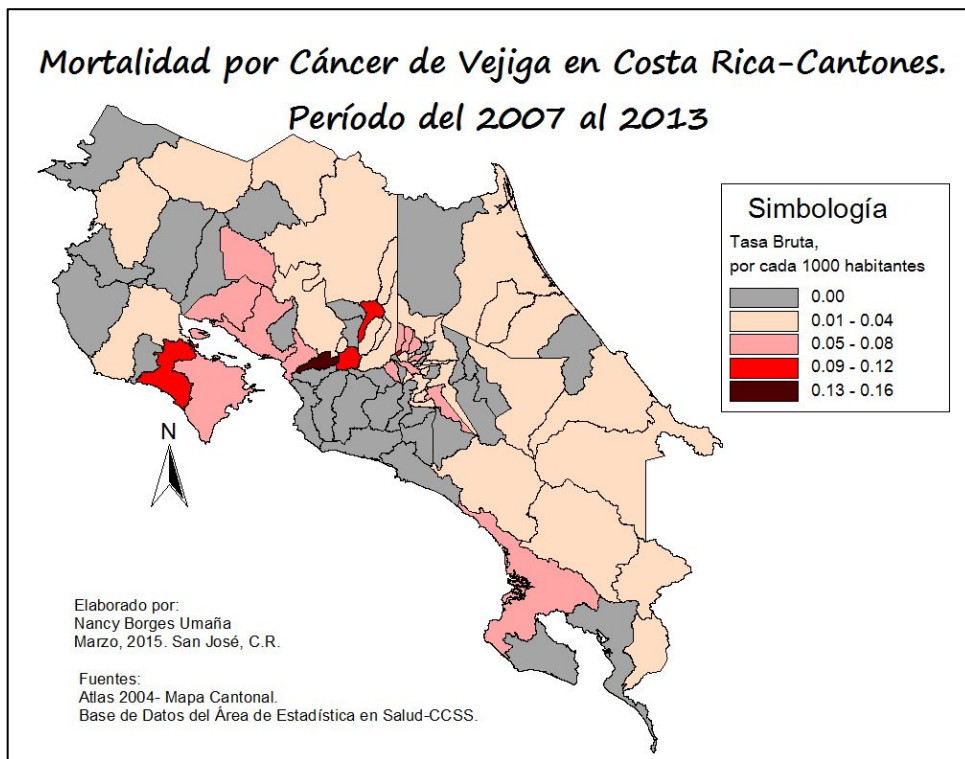
165. Mapa N°66: Mortalidad por Cáncer de Colon. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013.



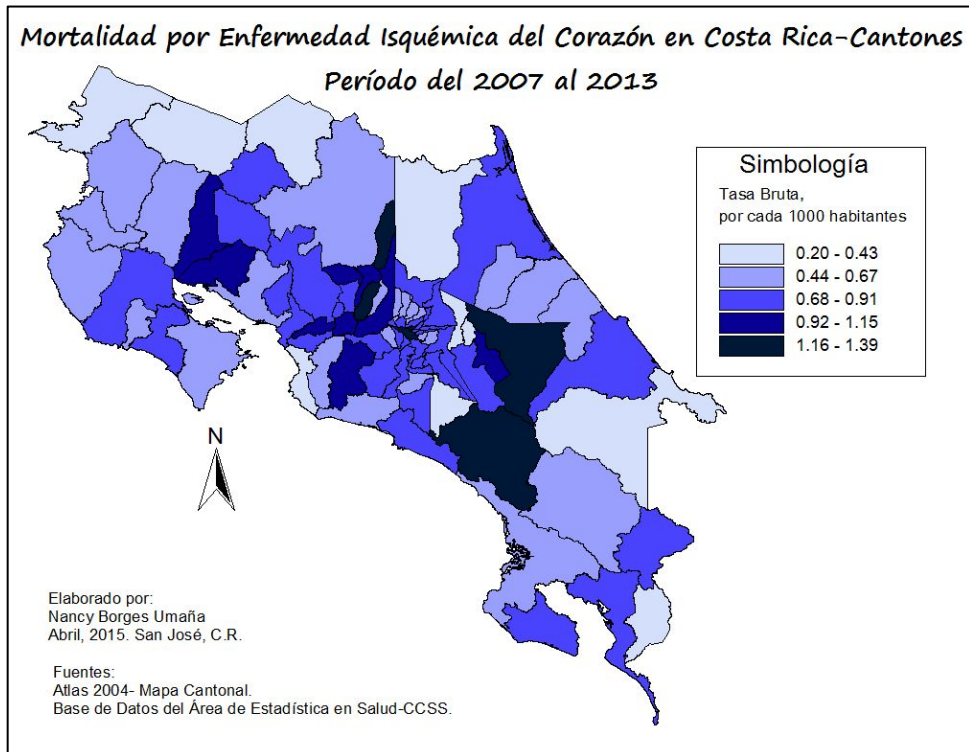
166. Mapa N°67: Mortalidad por Cáncer de Riñón. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013.

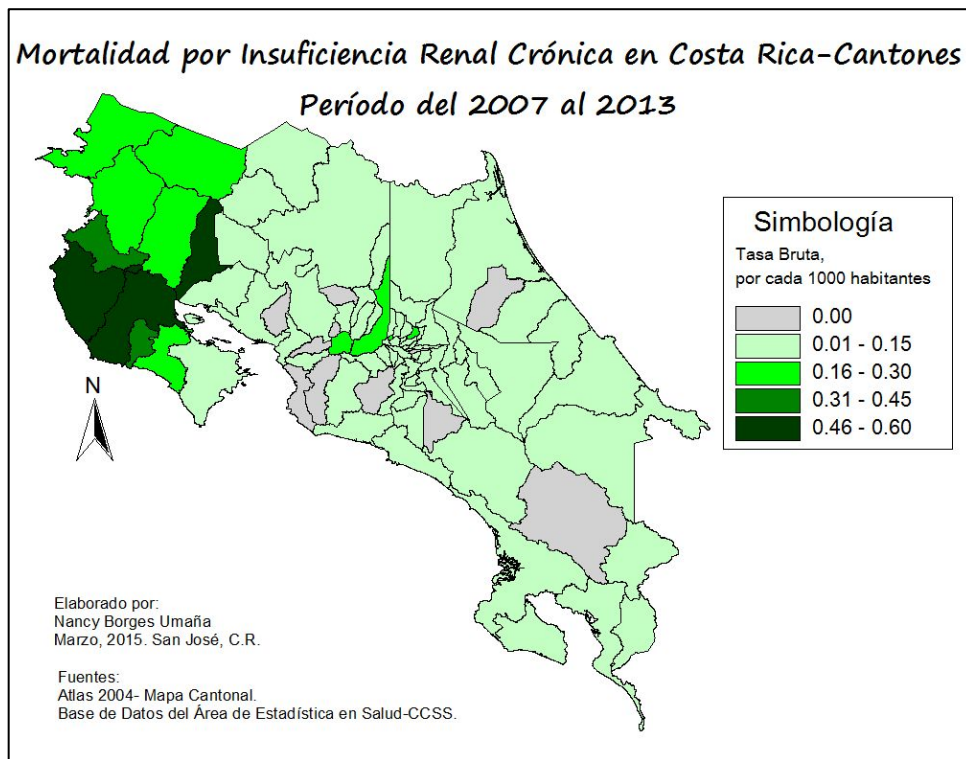


167. Mapa N°68: Mortalidad por Cáncer de Vejiga. Costa Rica- cantones. 2007 al 2013.



168. Mapa N°69: Mortalidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. CR - 2007 al 2013.



**169.** Mapa N°70: Mortalidad por Insuficiencia Renal Crónica. Costa Rica. 2007 al 2013.

**170.** Tabla N°23: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para el Cáncer de Colon.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	1,94	1,59	1,24	401	Heredia	1,89	1,33	0,78
102	Escazú	1,82	1,12	0,43	402	Barva	3,44	2,12	0,81
103	Desamparados	1,47	1,07	0,67	403	Santo Domingo	1,82	1,04	0,27
104	Puriscal	1,25	0,59	-0,08	404	Santa Bárbara	0,68	0,23	-0,22
105	Tarrazú	1,58	0,53	-0,51	405	San Rafael	1,32	0,67	0,01
106	Aserrí	1,49	0,79	0,10	406	San Isidro	2,42	1,14	-0,15
107	Mora	0,80	0,27	-0,26	407	Belén	1,96	0,92	-0,12
108	Goicoechea	1,76	1,24	0,72	408	Flores	1,03	0,35	-0,33
109	Santa Ana	3,42	2,24	1,07	409	San Pablo	0,79	0,27	-0,26
110	Alajuelita	2,24	1,41	0,58	410	Sarapiquí	0,00	0,00	0,00
111	Vázquez de Coronado	2,09	1,29	0,49	501	Liberia	1,84	1,06	0,27
112	Acosta	1,10	0,37	-0,36	502	Nicoya	0,78	0,37	-0,05
113	Tibás	1,44	0,90	0,37	503	Santa Cruz	1,01	0,51	0,01
114	Moravia	1,55	0,91	0,28	504	Bagaces	2,00	0,84	-0,32
115	Montes de Oca	2,38	1,60	0,81	505	Carrillo	2,14	1,14	0,14
116	Turrubares	0,00	0,00	0,00	506	Cañas	2,50	1,26	0,03
117	Dota	5,47	2,29	-0,89	507	Abangares	1,26	0,43	-0,41
118	Curridabat	1,43	0,84	0,26	508	Tilarán	2,65	1,34	0,03
119	Pérez Zeledón	2,28	1,65	1,03	509	Nandayure	1,86	0,63	-0,60
120	León Cortes	0,00	0,00	0,00	510	La Cruz	0,00	0,00	0,00
201	Alajuela	1,51	1,15	0,79	511	Hojancha	0,00	0,00	0,00
202	San Ramón	1,35	0,82	0,28	601	Puntarenas	2,21	1,57	0,93
203	Grecia	1,62	1,00	0,38	602	Esparza	1,10	0,46	-0,18
204	San Mateo	0,00	0,00	0,00	603	Buenos Aires	1,53	0,72	-0,09
205	Atenas	2,27	1,21	0,15	604	Montes de Oro	0,00	0,00	0,00
206	Naranjo	0,54	0,18	-0,18	605	Osa	2,07	1,05	0,02
207	Palmares	0,59	0,20	-0,19	606	Aguirre	1,69	0,71	-0,27
208	Poás	2,77	1,48	0,18	607	Golfito	1,01	0,43	-0,16
209	Orotina	0,00	0,00	0,00	608	Coto Brus	1,70	0,86	0,02
210	San Carlos	0,74	0,43	0,11	609	Parrita	3,45	1,62	-0,21
211	Alfaro Ruiz	1,97	0,66	-0,64	610	Corredores	2,15	1,19	0,24
212	Valverde Vega	4,99	2,86	0,74	611	Garabito	0,00	0,00	0,00
213	Upala	0,00	0,00	0,00	701	Limón	1,46	0,88	0,31
214	Los Chiles	1,28	0,43	-0,42	702	Pococí	0,98	0,56	0,15
215	Guatuso	1,70	0,57	-0,55	703	Siquirres	0,84	0,35	-0,14
301	Cartago	1,41	0,97	0,54	704	Talamanca	1,07	0,36	-0,35
302	Paraíso	1,43	0,76	0,09	705	Matina	1,64	0,69	-0,27
303	La Unión	0,98	0,54	0,11	706	Guácimo	1,91	0,96	0,02
304	Jiménez	4,76	2,53	0,31					
305	Turrialba	1,44	0,87	0,30					
306	Alvarado	1,73	0,59	-0,56					
307	Oreamuno	1,23	0,58	-0,08					
308	El Guarco	2,73	1,57	0,41					

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**171.** Tabla N°24: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para el Cáncer de Riñón.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	2,84	1,89	0,93	401	Heredia	1,76	0,74	-0,28
102	Escazú	2,06	0,69	-0,67	402	Barva	0,00	0,00	0,00
103	Desamparados	2,47	1,37	0,27	403	Santo Domingo	0,00	0,00	0,00
104	Puriscal	0,00	0,00	0,00	404	Santa Bárbara	0,00	0,00	0,00
105	Tarrazú	0,00	0,00	0,00	405	San Rafael	0,00	0,00	0,00
106	Aserri	5,97	2,80	-0,37	406	San Isidro	6,77	2,29	-2,19
107	Mora	4,91	1,66	-1,59	407	Belén	0,00	0,00	0,00
108	Goicoechea	2,23	1,05	-0,14	408	Flores	0,00	0,00	0,00
109	Santa Ana	4,56	1,91	-0,74	409	San Pablo	0,00	0,00	0,00
110	Alajuelita	4,70	2,21	-0,29	410	Sarapiquí	0,00	0,00	0,00
111	Vázquez de Coronado	2,28	0,77	-0,74	501	Liberia	4,24	1,78	-0,69
112	Acosta	0,00	0,00	0,00	502	Nicoya	2,31	0,78	-0,75
113	Tibás	4,12	2,08	0,04	503	Santa Cruz	0,00	0,00	0,00
114	Moravia	2,11	0,71	-0,68	504	Bagaces	0,00	0,00	0,00
115	Montes de Oca	3,04	1,27	-0,49	505	Carrillo	4,05	1,37	-1,31
116	Turrubares	0,00	0,00	0,00	506	Cañas	8,93	3,74	-1,45
117	Dota	0,00	0,00	0,00	507	Abangares	0,00	0,00	0,00
118	Curridabat	1,90	0,64	-0,62	508	Tilarán	0,00	0,00	0,00
119	Pérez Zeledón	2,92	1,48	0,03	509	Nandayure	0,00	0,00	0,00
120	León Cortes	0,00	0,00	0,00	510	La Cruz	0,00	0,00	0,00
201	Alajuela	1,68	0,89	0,11	511	Hojancha	0,00	0,00	0,00
202	San Ramón	2,67	1,12	-0,43	601	Puntarenas	1,97	0,82	-0,32
203	Grecia	0,00	0,00	0,00	602	Esparza	0,00	0,00	0,00
204	San Mateo	0,00	0,00	0,00	603	Buenos Aires	6,59	2,76	-1,07
205	Atenas	7,32	3,07	-1,18	604	Montes de Oro	10,24	3,46	-3,32
206	Naranjo	0,00	0,00	0,00	605	Osa	0,00	0,00	0,00
207	Palmares	3,63	1,23	-1,18	606	Aguirre	0,00	0,00	0,00
208	Poás	0,00	0,00	0,00	607	Golfito	3,77	1,28	-1,22
209	Orotina	0,00	0,00	0,00	608	Coto Brus	0,00	0,00	0,00
210	San Carlos	1,69	0,71	-0,27	609	Parrita	9,56	3,23	-3,10
211	Alfaro Ruiz	0,00	0,00	0,00	610	Corredores	0,00	0,00	0,00
212	Valverde Vega	7,34	2,48	-2,38	611	Garabito	0,00	0,00	0,00
213	Upala	0,00	0,00	0,00	701	Limón	1,70	0,57	-0,55
214	Los Chiles	0,00	0,00	0,00	702	Pococí	2,94	1,38	-0,18
215	Guatuso	0,00	0,00	0,00	703	Siquirres	0,00	0,00	0,00
301	Cartago	2,94	1,57	0,19	704	Talamanca	5,97	2,02	-1,94
302	Paraíso	2,69	0,91	-0,87	705	Matina	5,47	1,85	-1,77
303	La Unión	0,00	0,00	0,00	706	Guácimo	0,00	0,00	0,00
304	Jiménez	9,20	3,11	-2,98					
305	Turrialba	0,00	0,00	0,00					
306	Alvarado	0,00	0,00	0,00					
307	Oreamuno	3,39	1,15	-1,10					
308	El Guarco	6,30	2,64	-1,02					

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**172.** Tabla N°25: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para el Cáncer de Vejiga.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	2,83	1,98	1,13	401	Heredia	1,86	0,87	-0,12
102	Escazú	0,00	0,00	0,00	402	Barva	4,93	2,07	-0,80
103	Desamparados	2,50	1,48	0,45	403	Santo Domingo	4,55	2,14	-0,28
104	Puriscal	0,00	0,00	0,00	404	Santa Bárbara	5,33	2,23	-0,86
105	Tarrazú	0,00	0,00	0,00	405	San Rafael	6,38	3,22	0,06
106	Aserrí	0,00	0,00	0,00	406	San Isidro	0,00	0,00	0,00
107	Mora	0,00	0,00	0,00	407	Belén	0,00	0,00	0,00
108	Goicoechea	1,29	0,54	-0,21	408	Flores	7,93	3,32	-1,28
109	Santa Ana	4,96	2,33	-0,31	409	San Pablo	3,81	1,29	-1,24
110	Alajuelita	1,85	0,63	-0,60	410	Sarapiquí	0,00	0,00	0,00
111	Vázquez de Coronado	1,86	0,63	-0,60	501	Liberia	2,17	0,73	-0,70
112	Acosta	0,00	0,00	0,00	502	Nicoya	2,76	1,16	-0,45
113	Tibás	1,15	0,39	-0,37	503	Santa Cruz	0,00	0,00	0,00
114	Moravia	0,00	0,00	0,00	504	Bagaces	0,00	0,00	0,00
115	Montes de Oca	1,40	0,47	-0,45	505	Carrillo	0,00	0,00	0,00
116	Turrubares	0,00	0,00	0,00	506	Cañas	0,00	0,00	0,00
117	Dota	0,00	0,00	0,00	507	Abangares	6,00	2,03	-1,95
118	Curridabat	1,50	0,51	-0,49	508	Tilarán	4,70	1,59	-1,52
119	Pérez Zeledón	1,88	0,88	-0,12	509	Nandayure	8,81	2,98	-2,86
120	León Cortes	0,00	0,00	0,00	510	La Cruz	0,00	0,00	0,00
201	Alajuela	1,33	0,71	0,09	511	Hojancha	0,00	0,00	0,00
202	San Ramón	1,29	0,44	-0,42	601	Puntarenas	3,99	2,29	0,59
203	Grecia	1,42	0,48	-0,46	602	Esparza	5,23	2,19	-0,85
204	San Mateo	12,87	4,35	-4,17	603	Buenos Aires	3,41	1,15	-1,11
205	Atenas	7,35	3,45	-0,45	604	Montes de Oro	0,00	0,00	0,00
206	Naranjo	0,00	0,00	0,00	605	Osa	5,98	2,50	-0,97
207	Palmares	2,81	0,95	-0,91	606	Aguirre	0,00	0,00	0,00
208	Poás	4,21	1,42	-1,37	607	Golfito	0,00	0,00	0,00
209	Orotina	0,00	0,00	0,00	608	Coto Brus	3,04	1,03	-0,99
210	San Carlos	1,87	0,88	-0,12	609	Parrita	0,00	0,00	0,00
211	Alfaro Ruiz	0,00	0,00	0,00	610	Corredores	2,83	0,96	-0,92
212	Valverde Vega	9,39	3,94	-1,52	611	Garabito	0,00	0,00	0,00
213	Upala	4,65	1,95	-0,75	701	Limón	2,28	0,95	-0,37
214	Los Chiles	6,15	2,08	-2,00	702	Pococí	1,16	0,39	-0,37
215	Guatuso	0,00	0,00	0,00	703	Siquirres	2,55	0,86	-0,83
301	Cartago	1,94	0,98	0,02	704	Talamanca	5,20	1,76	-1,69
302	Paraíso	0,00	0,00	0,00	705	Matina	0,00	0,00	0,00
303	La Unión	0,00	0,00	0,00	706	Guácimo	5,57	2,34	-0,90
304	Jiménez	0,00	0,00	0,00					
305	Turrialba	2,95	1,38	-0,18					
306	Alvarado	0,00	0,00	0,00					
307	Oreamuno	0,00	0,00	0,00					
308	El Guarco	5,19	2,17	-0,84					

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**173.** Tabla N°26: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Enfermedad Isquémica del Corazón.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	1,29	1,17	1,05	401	Heredia	1,27	1,07	0,87
102	Escazú	1,04	0,80	0,57	402	Barva	1,19	0,85	0,52
103	Desamparados	1,30	1,13	0,97	403	Santo Domingo	0,97	0,71	0,46
104	Puriscal	1,40	1,05	0,70	404	Santa Bárbara	1,05	0,73	0,41
105	Tarrazú	1,58	1,01	0,44	405	San Rafael	1,04	0,76	0,49
106	Aserri	1,45	1,12	0,79	406	San Isidro	1,13	0,72	0,31
107	Mora	1,25	0,88	0,50	407	Belén	1,38	0,96	0,54
108	Goicoechea	1,08	0,91	0,73	408	Flores	1,09	0,70	0,32
109	Santa Ana	1,19	0,89	0,60	409	San Pablo	1,16	0,80	0,44
110	Alajuelita	1,86	1,52	1,17	410	Sarapiquí	1,18	0,86	0,53
111	Vázquez de Coronado	1,32	1,03	0,75	501	Liberia	1,26	0,97	0,67
112	Acosta	1,51	1,03	0,55	502	Nicoya	1,10	0,85	0,61
113	Tibás	1,61	1,35	1,10	503	Santa Cruz	0,99	0,75	0,51
114	Moravia	0,93	0,71	0,49	504	Bagaces	0,97	0,59	0,20
115	Montes de Oca	1,02	0,81	0,59	505	Carrillo	1,11	0,79	0,46
116	Turubares	1,65	0,83	0,02	506	Cañas	1,85	1,34	0,84
117	Dota	1,16	0,54	-0,07	507	Abangares	1,65	1,12	0,59
118	Curridabat	0,90	0,69	0,48	508	Tilarán	1,09	0,71	0,34
119	Pérez Zeledón	1,93	1,68	1,43	509	Nandayure	1,55	0,96	0,36
120	León Cortes	1,38	0,82	0,25	510	La Cruz	1,13	0,67	0,21
201	Alajuela	1,34	1,20	1,05	511	Hojancha	1,37	0,73	0,09
202	San Ramón	1,05	0,83	0,62	601	Puntarenas	0,91	0,74	0,56
203	Grecia	1,77	1,48	1,18	602	Esparza	1,24	0,89	0,54
204	San Mateo	1,50	0,84	0,17	603	Buenos Aires	1,36	0,98	0,61
205	Atenas	1,28	0,92	0,56	604	Montes de Oro	1,26	0,76	0,27
206	Naranjo	1,19	0,88	0,57	605	Osa	0,92	0,61	0,30
207	Palmares	1,22	0,89	0,57	606	Aguirre	1,91	1,36	0,82
208	Poás	1,11	0,75	0,38	607	Golfito	1,27	0,93	0,59
209	Orotina	1,52	1,04	0,56	608	Coto Brus	1,48	1,10	0,73
210	San Carlos	1,14	0,95	0,76	609	Parrita	1,15	0,68	0,21
211	Alfaro Ruiz	1,95	1,24	0,54	610	Corredores	0,86	0,59	0,33
212	Valverde Vega	1,92	1,35	0,77	611	Garabito	1,67	0,98	0,30
213	Upala	0,67	0,44	0,21	701	Limón	1,27	1,02	0,77
214	Los Chiles	0,74	0,41	0,08	702	Pococí	1,48	1,23	0,98
215	Guatuso	1,82	1,18	0,54	703	Siquirres	1,36	1,03	0,69
301	Cartago	1,01	0,85	0,69	704	Talamanca	1,02	0,64	0,26
302	Paraíso	1,31	1,01	0,70	705	Matina	1,51	1,04	0,56
303	La Unión	0,88	0,68	0,49	706	Guácimo	1,44	1,04	0,65
304	Jiménez	1,77	1,18	0,58					
305	Turrialba	1,60	1,32	1,05					
306	Alvarado	0,99	0,55	0,11					
307	Oreamuno	0,73	0,49	0,25					
308	El Guarco	1,50	1,11	0,72					

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

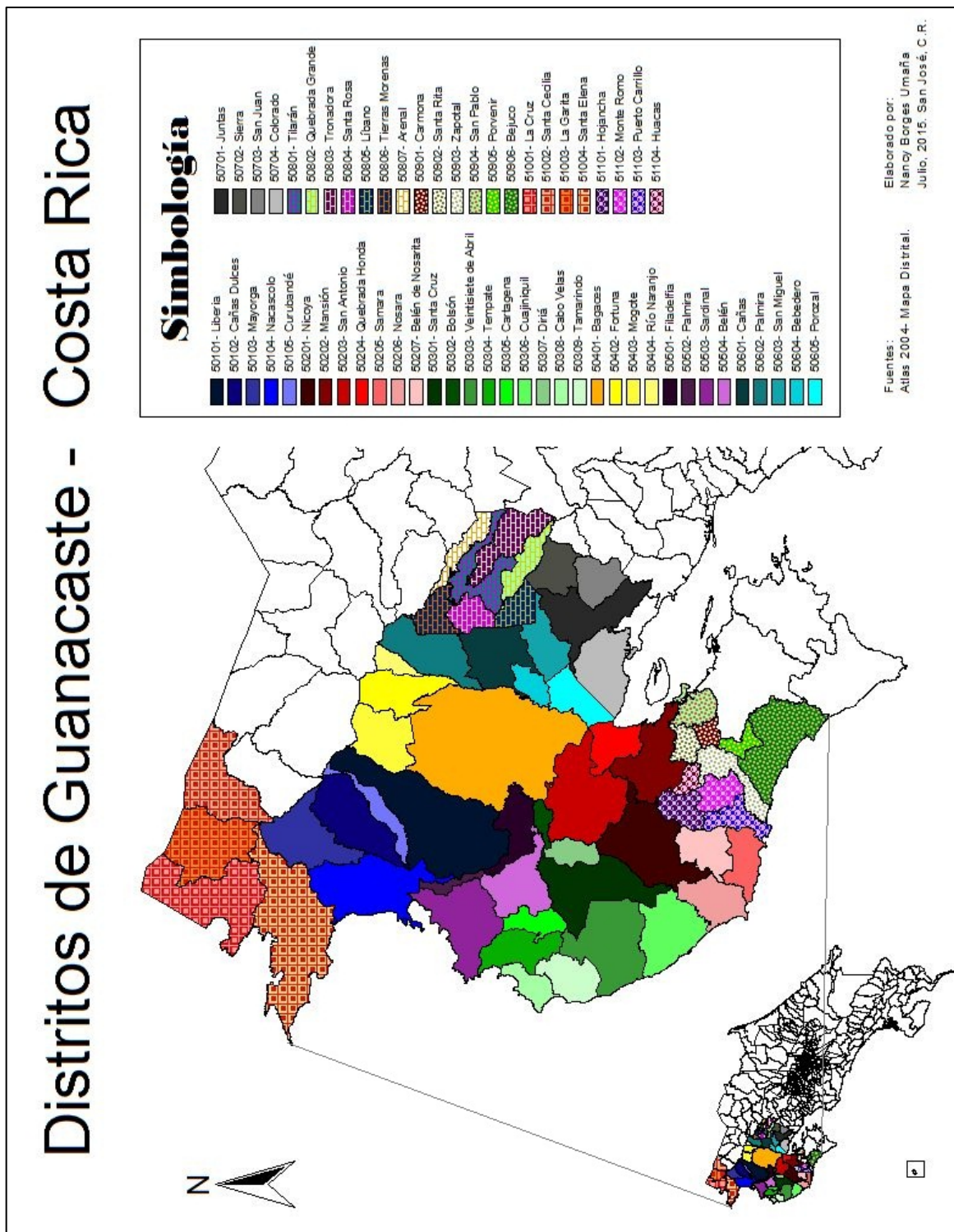
**174. Tabla N°27: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) Insuficiencia Renal Crónica.**

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
101	San José	0,86	0,61	0,36	401	Heredia	1,17	0,70	0,24
102	Escazú	1,17	0,59	0,01	402	Barva	2,13	1,08	0,02
103	Desamparados	0,98	0,64	0,29	403	Santo Domingo	1,86	0,99	0,12
104	Puriscal	0,78	0,26	-0,25	404	Santa Bárbara	1,89	0,89	-0,12
105	Tarrazú	2,02	0,68	-0,66	405	San Rafael	1,70	0,86	0,02
106	Aserrí	0,95	0,40	-0,15	406	San Isidro	4,58	2,44	0,30
107	Mora	1,04	0,35	-0,34	407	Belén	1,18	0,40	-0,38
108	Goicoechea	0,70	0,37	0,05	408	Flores	3,57	1,80	0,04
109	Santa Ana	1,92	1,02	0,13	409	San Pablo	1,64	0,69	-0,27
110	Alajuelita	1,01	0,47	-0,06	410	Sarapiquí	2,54	1,41	0,28
111	Vázquez de Coronado	0,49	0,16	-0,16	501	Liberia	4,99	3,41	1,84
112	Acosta	0,00	0,00	0,00	502	Nicoya	6,16	4,47	2,79
113	Tibás	0,33	0,11	-0,11	503	Santa Cruz	6,67	4,89	3,11
114	Moravia	0,97	0,46	-0,06	504	Bagaces	5,85	3,25	0,65
115	Montes de Oca	0,00	0,00	0,00	505	Carrillo	5,89	3,81	1,74
116	Turrubares	0,00	0,00	0,00	506	Cañas	9,08	6,03	2,98
117	Dota	0,00	0,00	0,00	507	Abangares	1,65	0,56	-0,54
118	Curridabat	0,88	0,41	-0,05	508	Tilarán	2,87	1,34	-0,18
119	Pérez Zeledón	0,85	0,47	0,09	509	Nandayure	5,36	2,51	-0,33
120	León Cortes	2,50	0,84	-0,81	510	La Cruz	5,17	2,61	0,05
201	Alajuela	2,51	1,98	1,44	511	Hojancha	8,11	3,80	-0,50
202	San Ramón	0,76	0,36	-0,05	601	Puntarenas	1,55	0,97	0,40
203	Grecia	0,83	0,39	-0,05	602	Esparza	0,89	0,30	-0,29
204	San Mateo	0,00	0,00	0,00	603	Buenos Aires	0,00	0,00	0,00
205	Atenas	3,06	1,63	0,20	604	Montes de Oro	0,00	0,00	0,00
206	Naranjo	1,52	0,71	-0,09	605	Osa	2,71	1,37	0,03
207	Palmares	0,00	0,00	0,00	606	Aguirre	3,49	1,76	0,04
208	Poás	1,80	0,76	-0,29	607	Golfito	1,75	0,82	-0,11
209	Orotina	2,33	0,97	-0,38	608	Coto Brus	1,32	0,55	-0,21
210	San Carlos	0,71	0,38	0,05	609	Parrita	2,04	0,69	-0,66
211	Alfaro Ruiz	0,00	0,00	0,00	610	Corredores	2,37	1,26	0,16
212	Valverde Vega	2,53	1,06	-0,41	611	Garabito	0,00	0,00	0,00
213	Upala	5,59	3,67	1,75	701	Limón	2,17	1,37	0,56
214	Los Chiles	2,55	1,07	-0,41	702	Pococí	1,47	0,89	0,31
215	Guatuso	2,16	0,73	-0,70	703	Siquirres	2,05	1,09	0,14
301	Cartago	1,42	0,93	0,44	704	Talamanca	2,79	1,31	-0,17
302	Paraíso	1,24	0,58	-0,08	705	Matina	4,34	2,41	0,48
303	La Unión	1,07	0,57	0,07	706	Guácimo	0,00	0,00	0,00
304	Jiménez	3,16	1,32	-0,51					
305	Turrialba	0,61	0,26	-0,10					
306	Alvarado	2,24	0,76	-0,73					
307	Oreamuno	1,17	0,49	-0,19					
308	El Guarco	2,64	1,41	0,17					

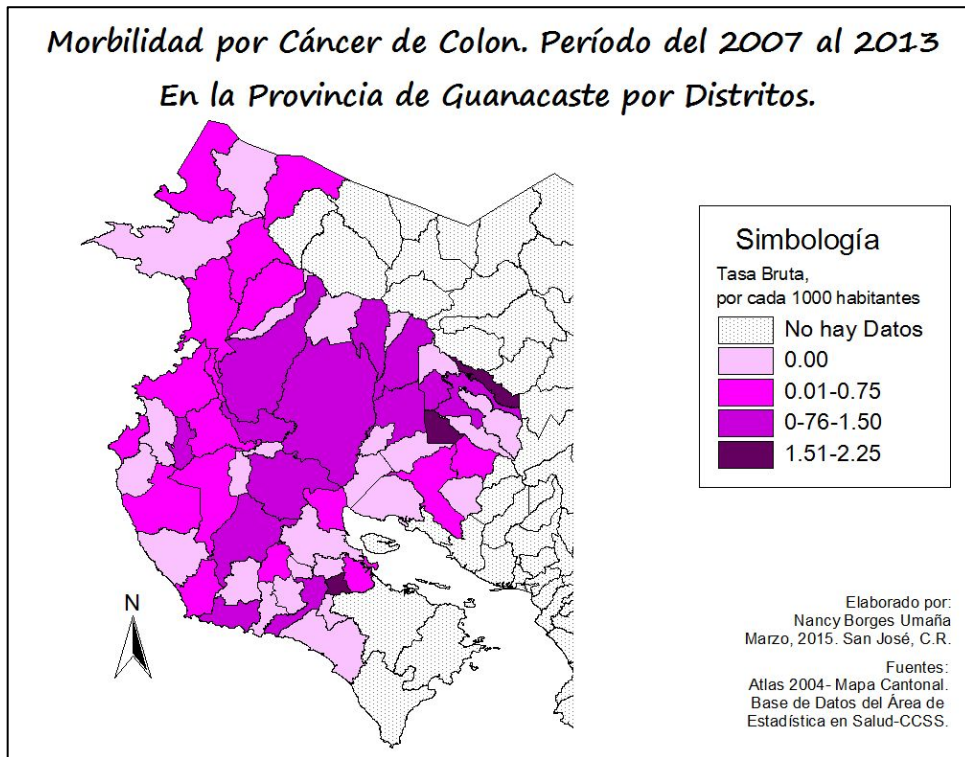
Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

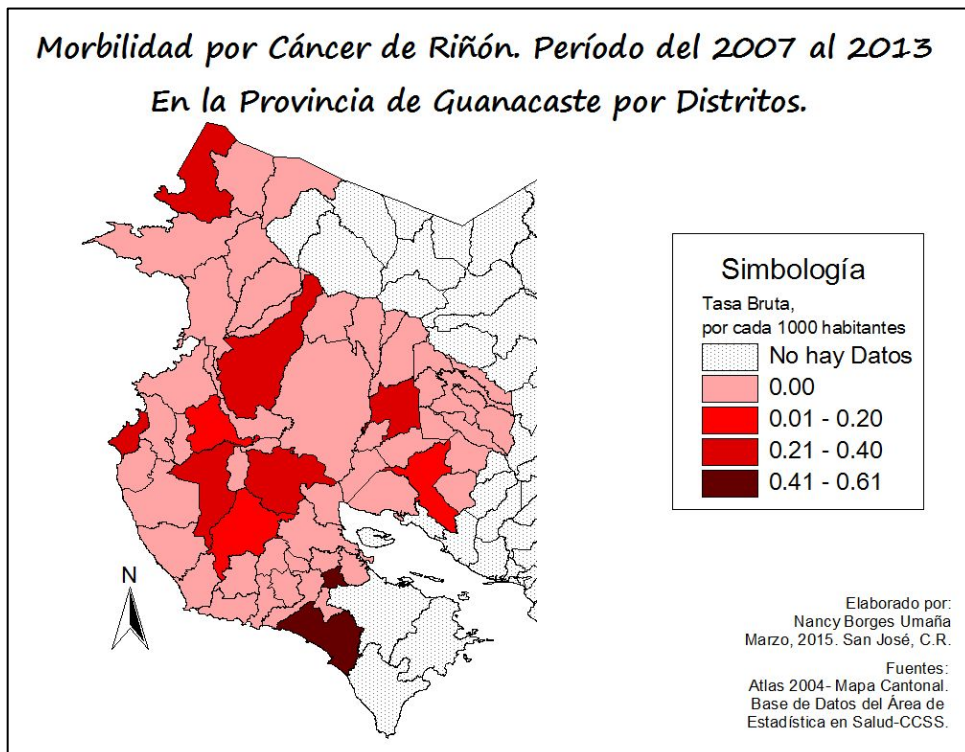
175. Mapa N°71: Distritos de la provincia de Guanacaste – Costa Rica.



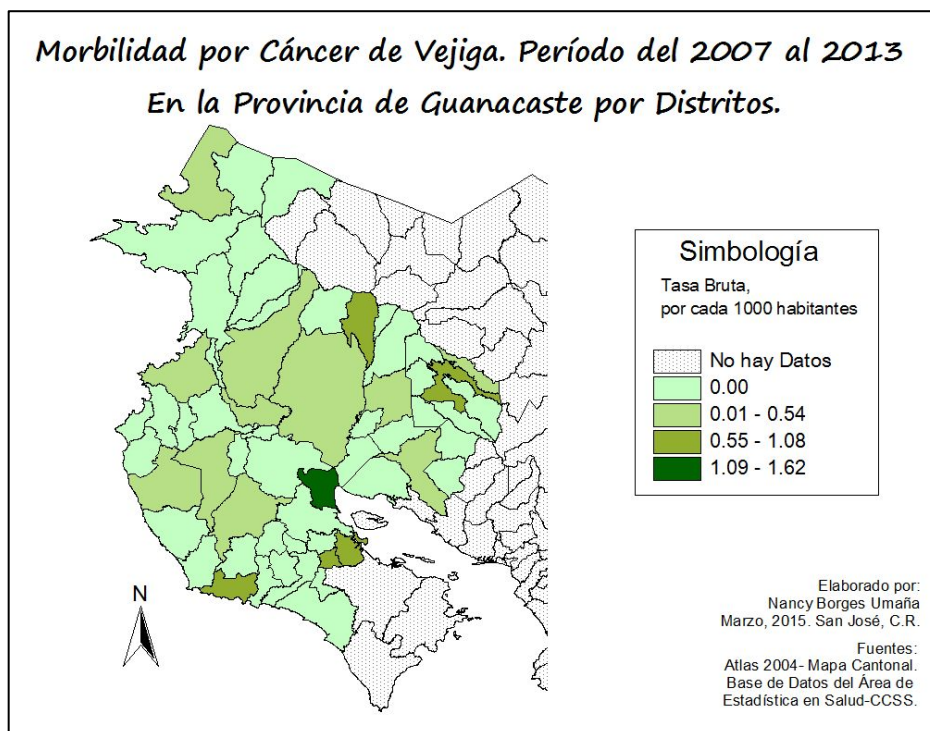
176. Mapa N°72: Morbilidad por Cáncer de Colon. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



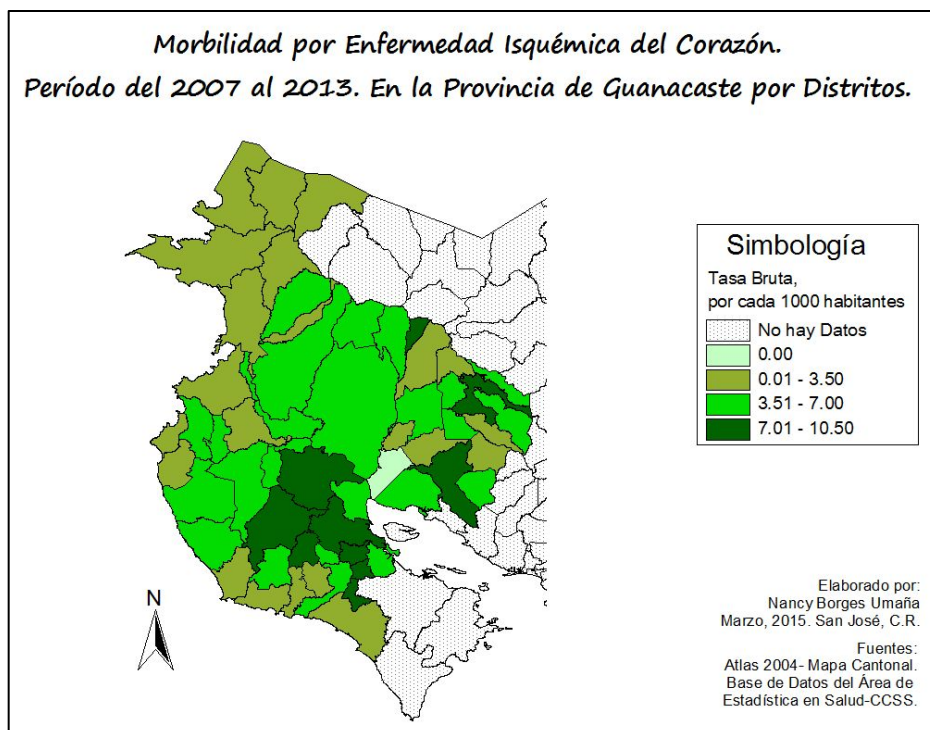
177. Mapa N°73: Morbilidad por Cáncer de Riñón. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



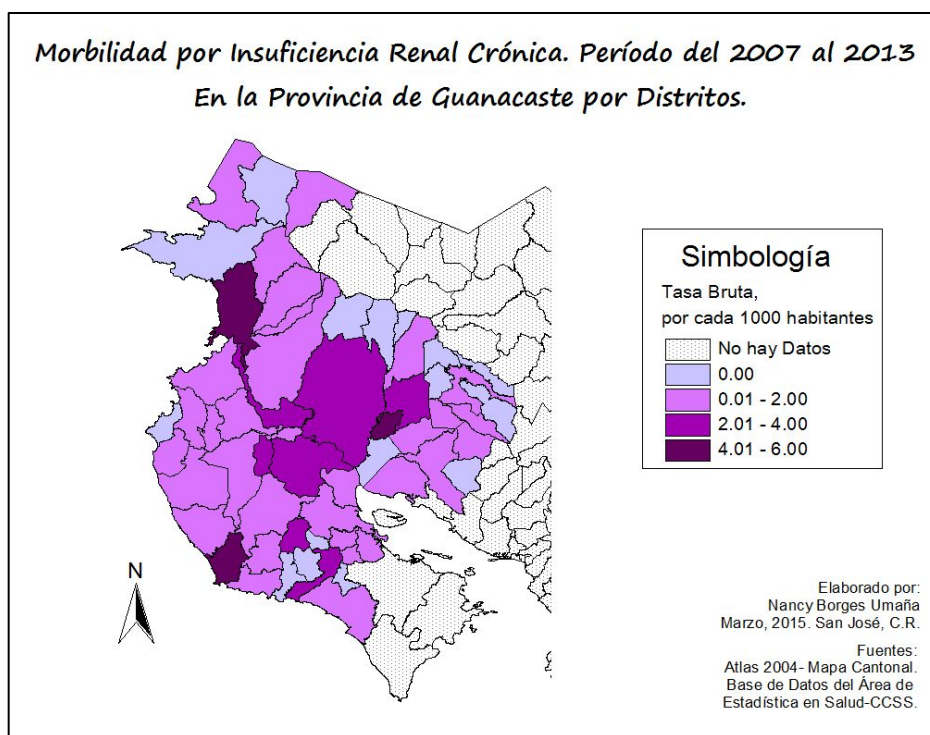
178. Mapa N°74: Morbilidad por Cáncer de Vejiga. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



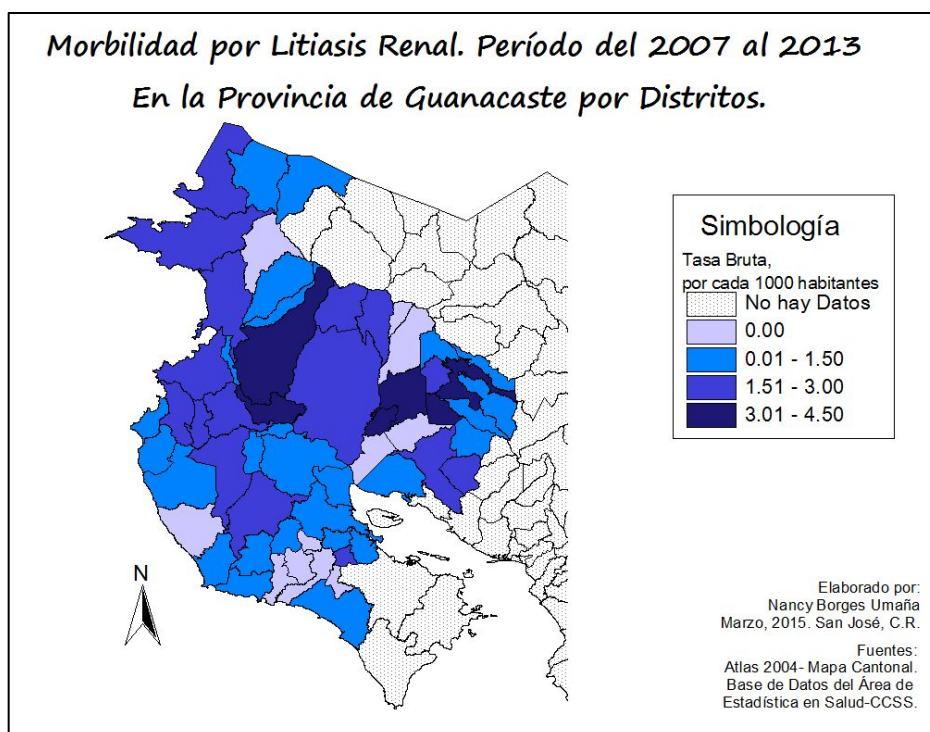
179. Mapa N°75: Morbilidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. Guanacaste-districtos. 2007-2013.



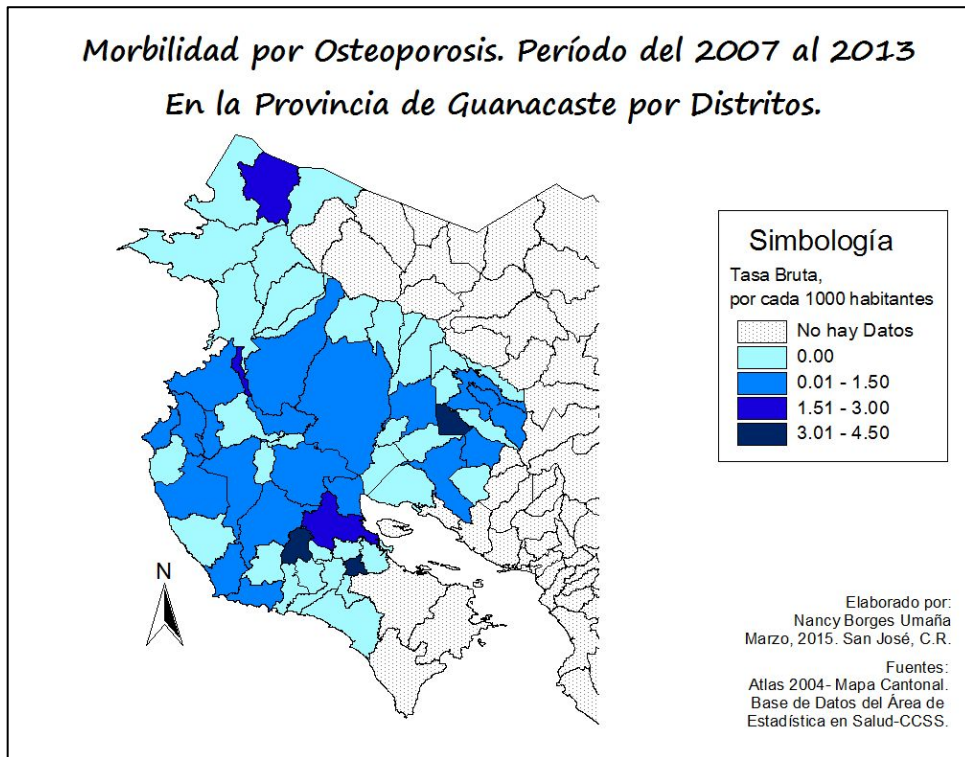
**180.** Mapa N°76: Morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



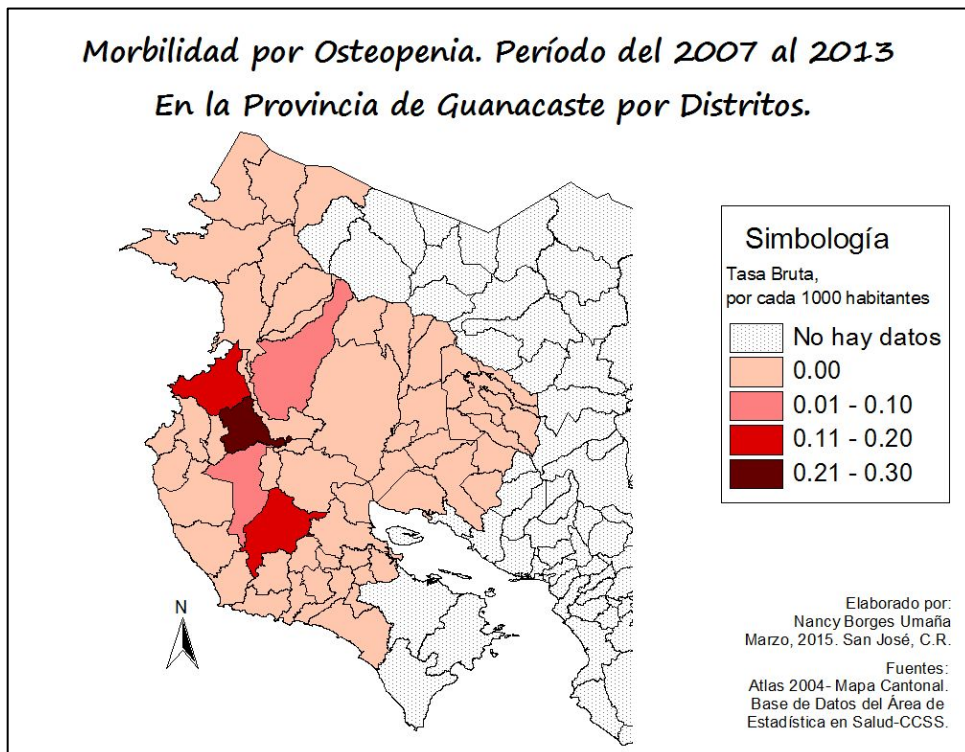
**181.** Mapa N°77: Morbilidad por Litiasis Renal. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



182. Mapa N°78: Morbilidad por Osteoporosis. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



183. Mapa N°79: Morbilidad por Osteopenia. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



**184.** Tabla N°28: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Colon. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	1,73	1,34	0,95	50601	Cañas	1,95	1,36	0,76
50102	Cañas Dulces	2,29	0,96	-0,37	50602	Palmira	3,79	1,28	-1,23
50103	Mayorga	3,08	1,04	-1,00	50603	San Miguel	0,00	0,00	0,00
50104	Nacascolo	2,09	0,70	-0,68	50604	Bebedero	0,00	0,00	0,00
50105	Curubandé	0,00	0,00	0,00	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	1,53	1,09	0,64	50701	Las Juntas	1,74	1,00	0,26
50202	Mansión	0,00	0,00	0,00	50702	Sierra	1,70	0,58	-0,55
50203	San Antonio	1,75	0,97	0,19	50703	San Juan	0,00	0,00	0,00
50204	Quebrada Honda	1,30	0,44	-0,42	50704	Colorado	0,00	0,00	0,00
50205	Sámara	1,89	0,89	-0,12	50801	Tilarán	2,47	1,55	0,63
50206	Nosara	0,66	0,22	-0,21	50802	Quebrada	0,00	0,00	0,00
50207	Belén de Nosarita	0,00	0,00	0,00	50803	Tronadora	0,00	0,00	0,00
50301	Santa Cruz	1,08	0,70	0,32	50804	Santa Rosa	2,94	1,23	-0,48
50302	Bolsón	0,00	0,00	0,00	50805	Líbano	5,73	2,40	-0,93
50303	Veintisiete de Abril	0,52	0,18	-0,17	50806	Tierras Morenas	0,00	0,00	0,00
50304	Tempante	0,00	0,00	0,00	50807	Arenal	3,85	1,94	0,04
50305	Cartagena	2,12	0,99	-0,13	50901	Carmona	4,12	2,08	0,04
50306	Cuajiniquil	0,00	0,00	0,00	50902	Santa Rita	0,00	0,00	0,00
50307	Diría	0,00	0,00	0,00	50903	Zapotal	3,02	1,02	-0,98
50308	Cabo Velas	2,12	0,89	-0,34	50904	San Pablo	1,80	0,61	-0,59
50309	Tamarindo	0,00	0,00	0,00	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	2,19	1,40	0,61	50906	Bejuco	0,00	0,00	0,00
50402	Fortuna	3,29	1,55	-0,20	51001	La Cruz	2,21	1,27	0,33
50403	Mogote	0,00	0,00	0,00	51002	Santa Cecilia	1,35	0,57	-0,22
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	0,00	0,00	0,00
50501	Filadelfia	3,24	2,04	0,83	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	1,91	0,90	-0,12	51101	Hojancha	1,38	0,58	-0,22
50503	Sardinal	1,23	0,73	0,22	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	1,10	0,51	-0,07	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**185.** Tabla N°29: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Riñón. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	2,40	1,55	0,71	50601	Cañas	2,57	1,37	0,17
50102	Cañas Dulces	0,00	0,00	0,00	50602	Palmira	0,00	0,00	0,00
50103	Mayorga	0,00	0,00	0,00	50603	San Miguel	0,00	0,00	0,00
50104	Nacascolo	0,00	0,00	0,00	50604	Bebedero	0,00	0,00	0,00
50105	Curubandé	0,00	0,00	0,00	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	1,30	0,61	-0,08	50701	Las Juntas	1,76	0,59	-0,57
50202	Mansión	0,00	0,00	0,00	50702	Sierra	0,00	0,00	0,00
50203	San Antonio	3,35	1,41	-0,54	50703	San Juan	0,00	0,00	0,00
50204	Quebrada Honda	0,00	0,00	0,00	50704	Colorado	0,00	0,00	0,00
50205	Sámara	0,00	0,00	0,00	50801	Tilarán	0,00	0,00	0,00
50206	Nosara	0,00	0,00	0,00	50802	Quebrada	0,00	0,00	0,00
50207	Belén de Nosarita	0,00	0,00	0,00	50803	Tronadora	0,00	0,00	0,00
50301	Santa Cruz	2,10	1,12	0,14	50804	Santa Rosa	0,00	0,00	0,00
50302	Bolsón	0,00	0,00	0,00	50805	Líbano	0,00	0,00	0,00
50303	Veintisiete de Abril	0,00	0,00	0,00	50806	Tierras Morenas	0,00	0,00	0,00
50304	Tempante	0,00	0,00	0,00	50807	Arenal	0,00	0,00	0,00
50305	Cartagena	0,00	0,00	0,00	50901	Carmona	6,53	2,21	-2,12
50306	Cuajiniquil	0,00	0,00	0,00	50902	Santa Rita	0,00	0,00	0,00
50307	Diría	0,00	0,00	0,00	50903	Zapotal	0,00	0,00	0,00
50308	Cabo Velas	5,31	1,79	-1,72	50904	San Pablo	0,00	0,00	0,00
50309	Tamarindo	0,00	0,00	0,00	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	0,00	0,00	0,00	50906	Bejuco	7,70	3,23	-1,24
50402	Fortuna	0,00	0,00	0,00	51001	La Cruz	4,54	2,13	-0,28
50403	Mogote	0,00	0,00	0,00	51002	Santa Cecilia	0,00	0,00	0,00
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	0,00	0,00	0,00
50501	Filadelfia	0,00	0,00	0,00	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	0,00	0,00	0,00	51101	Hojancha	0,00	0,00	0,00
50503	Sardinal	0,00	0,00	0,00	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	2,04	0,69	-0,66	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**186.** Tabla N°30: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para el Cáncer de Vejiga. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	1,53	1,09	0,64	50601	Cañas	0,99	0,53	0,07
50102	Cañas Dulces	0,00	0,00	0,00	50602	Palmira	0,00	0,00	0,00
50103	Mayorga	0,00	0,00	0,00	50603	San Miguel	0,00	0,00	0,00
50104	Nacascolo	0,00	0,00	0,00	50604	Bebedero	0,00	0,00	0,00
50105	Curubandé	0,00	0,00	0,00	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	0,94	0,55	0,17	50701	Las Juntas	1,03	0,43	-0,17
50202	Mansión	0,00	0,00	0,00	50702	Sierra	0,00	0,00	0,00
50203	San Antonio	0,00	0,00	0,00	50703	San Juan	0,00	0,00	0,00
50204	Quebrada Honda	5,10	2,58	0,05	50704	Colorado	0,00	0,00	0,00
50205	Sámara	2,78	1,31	-0,17	50801	Tilarán	1,95	1,04	0,13
50206	Nosara	0,00	0,00	0,00	50802	Quebrada	0,00	0,00	0,00
50207	Belén de Nosarita	0,00	0,00	0,00	50803	Tronadora	0,00	0,00	0,00
50301	Santa Cruz	0,98	0,57	0,15	50804	Santa Rosa	0,00	0,00	0,00
50302	Bolsón	0,00	0,00	0,00	50805	Libano	0,00	0,00	0,00
50303	Veintisiete de Abril	0,77	0,26	-0,25	50806	Tierras Morenas	0,00	0,00	0,00
50304	Tempante	0,00	0,00	0,00	50807	Arenal	2,14	0,72	-0,69
50305	Cartagena	0,00	0,00	0,00	50901	Carmona	3,67	1,54	-0,59
50306	Cuajiniquil	0,00	0,00	0,00	50902	Santa Rita	0,00	0,00	0,00
50307	Diría	0,00	0,00	0,00	50903	Zapotal	0,00	0,00	0,00
50308	Cabo Velas	0,00	0,00	0,00	50904	San Pablo	4,32	1,81	-0,70
50309	Tamarindo	0,00	0,00	0,00	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	1,41	0,71	0,01	50906	Bejuco	0,00	0,00	0,00
50402	Fortuna	3,77	1,58	-0,61	51001	La Cruz	2,26	1,14	0,02
50403	Mogote	0,00	0,00	0,00	51002	Santa Cecilia	0,00	0,00	0,00
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	0,00	0,00	0,00
50501	Filadelfia	1,37	0,57	-0,22	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	0,00	0,00	0,00	51101	Hojancha	0,00	0,00	0,00
50503	Sardinal	1,12	0,56	0,01	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	0,00	0,00	0,00	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**187.** Tabla N°31: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Enfermedad Isquémica del Corazón. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	0,80	0,71	0,63	50601	Cañas	0,82	0,69	0,57
50102	Cañas Dulces	0,80	0,51	0,22	50602	Palmira	0,89	0,45	0,01
50103	Mayorga	0,87	0,46	0,06	50603	San Miguel	0,34	0,14	-0,05
50104	Nacascolo	0,68	0,38	0,08	50604	Bebedero	0,39	0,18	-0,02
50105	Curubandé	0,35	0,16	-0,02	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	1,14	1,01	0,89	50701	Las Juntas	1,33	1,10	0,88
50202	Mansión	0,90	0,69	0,47	50702	Sierra	0,54	0,30	0,06
50203	San Antonio	0,97	0,77	0,57	50703	San Juan	0,88	0,51	0,13
50204	Quebrada Honda	0,75	0,48	0,22	50704	Colorado	0,67	0,46	0,25
50205	Sámara	0,31	0,18	0,05	50801	Tilarán	1,21	0,99	0,78
50206	Nosara	0,12	0,06	-0,01	50802	Quebrada	0,41	0,23	0,05
50207	Belén de Nosarita	0,67	0,42	0,17	50803	Tronadora	0,75	0,45	0,14
50301	Santa Cruz	0,78	0,68	0,57	50804	Santa Rosa	0,78	0,47	0,16
50302	Bolsón	0,97	0,62	0,27	50805	Líbano	0,80	0,41	0,01
50303	Veintisiete de Abril	0,54	0,39	0,24	50806	Tierras Morenas	0,56	0,28	0,01
50304	Tempante	0,76	0,54	0,32	50807	Arenal	0,72	0,45	0,19
50305	Cartagena	0,85	0,60	0,34	50901	Carmona	1,44	1,02	0,60
50306	Cuajiniquil	0,71	0,41	0,11	50902	Santa Rita	1,53	0,97	0,42
50307	Diría	0,67	0,47	0,27	50903	Zapotal	0,94	0,52	0,10
50308	Cabo Velas	0,69	0,43	0,18	50904	San Pablo	0,77	0,47	0,16
50309	Tamarindo	0,59	0,40	0,22	50905	Porvenir	1,50	0,83	0,17
50401	Bagaces	0,64	0,50	0,36	50906	Bejuco	0,31	0,16	0,02
50402	Fortuna	1,18	0,80	0,43	51001	La Cruz	0,64	0,47	0,30
50403	Mogote	1,15	0,82	0,48	51002	Santa Cecilia	0,34	0,20	0,06
50404	Río Naranjo	1,61	0,95	0,29	51003	Garita	0,45	0,19	-0,07
50501	Filadelfia	0,94	0,72	0,51	51004	Santa Elena	0,34	0,14	-0,06
50502	Palmira	0,75	0,52	0,29	51101	Hojancho	1,29	0,99	0,68
50503	Sardinal	0,52	0,41	0,30	51102	Monte Romo	0,49	0,16	-0,16
50504	Belén	0,43	0,30	0,17	51103	Puerto Carrillo	0,19	0,06	-0,06
					51104	Huacas	1,03	0,48	-0,06

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**188.** Tabla N°32: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Insuficiencia Renal Crónica. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	4,14	3,34	2,55	50601	Cañas	10,48	8,54	6,61
50102	Cañas Dulces	3,80	1,59	-0,61	50602	Palmira	10,27	4,30	-1,66
50103	Mayorga	4,88	1,65	-1,58	50603	San Miguel	4,04	1,37	-1,31
50104	Nacascolo	22,61	14,65	6,68	50604	Bebedero	18,57	11,46	4,36
50105	Curubandé	7,99	4,03	0,08	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	4,93	3,76	2,60	50701	Las Juntas	2,41	1,29	0,16
50202	Mansión	6,54	4,04	1,54	50702	Sierra	2,97	1,00	-0,96
50203	San Antonio	7,50	4,98	2,46	50703	San Juan	0,00	0,00	0,00
50204	Quebrada Honda	7,04	3,56	0,07	50704	Colorado	1,57	0,53	-0,51
50205	Sámara	5,48	2,92	0,36	50801	Tilarán	0,80	0,27	-0,26
50206	Nosara	15,53	11,22	6,90	50802	Quebrada	5,39	2,53	-0,33
50207	Belén de Nosarita	2,60	0,88	-0,84	50803	Tronadora	0,00	0,00	0,00
50301	Santa Cruz	4,50	3,36	2,21	50804	Santa Rosa	0,00	0,00	0,00
50302	Bolsón	3,74	1,26	-1,21	50805	Libano	7,19	2,43	-2,33
50303	Veintisiete de Abril	3,66	2,03	0,41	50806	Tierras Morenas	0,00	0,00	0,00
50304	Tempante	3,76	1,90	0,04	50807	Arenal	0,00	0,00	0,00
50305	Cartagena	2,97	1,25	-0,48	50901	Carmona	2,94	0,99	-0,95
50306	Cuajiniquil	7,93	3,72	-0,49	50902	Santa Rita	5,15	1,74	-1,67
50307	Diría	10,93	7,08	3,23	50903	Zapotal	12,35	5,79	-0,76
50308	Cabo Velas	0,00	0,00	0,00	50904	San Pablo	3,28	1,11	-1,06
50309	Tamarindo	1,93	0,81	-0,31	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	10,64	8,15	5,66	50906	Bejuco	2,14	0,72	-0,70
50402	Fortuna	0,00	0,00	0,00	51001	La Cruz	6,09	4,04	2,00
50403	Mogote	0,00	0,00	0,00	51002	Santa Cecilia	3,71	1,98	0,24
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	0,00	0,00	0,00
50501	Filadelfia	11,64	8,41	5,18	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	8,82	5,54	2,27	51101	Hojancha	12,42	8,25	4,07
50503	Sardinal	1,97	1,13	0,29	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	3,99	2,36	0,72	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**189.** Tabla N°33: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Litiasis Renal. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	3,73	3,29	2,84	50601	Cañas	4,72	3,95	3,18
50102	Cañas Dulces	1,63	0,76	-0,10	50602	Palmira	0,00	0,00	0,00
50103	Mayorga	0,00	0,00	0,00	50603	San Miguel	0,00	0,00	0,00
50104	Nacascolo	4,42	2,54	0,66	50604	Bebedero	6,27	3,87	1,47
50105	Curubandé	1,54	0,64	-0,25	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	2,32	1,84	1,36	50701	Las Juntas	3,43	2,50	1,57
50202	Mansión	1,32	0,70	0,09	50702	Sierra	2,25	1,06	-0,14
50203	San Antonio	1,38	0,79	0,21	50703	San Juan	3,25	1,52	-0,20
50204	Quebrada Honda	1,96	0,92	-0,12	50704	Colorado	2,26	1,30	0,34
50205	Sámara	0,96	0,40	-0,16	50801	Tilarán	3,80	2,79	1,77
50206	Nosara	1,44	0,77	0,09	50802	Quebrada	0,90	0,30	-0,29
50207	Belén de Nosarita	0,92	0,31	-0,30	50803	Tronadora	2,09	0,88	-0,34
50301	Santa Cruz	2,19	1,71	1,23	50804	Santa Rosa	3,28	1,66	0,03
50302	Bolsón	2,18	0,91	-0,35	50805	Libano	6,65	3,36	0,07
50303	Veintisiete de Abril	1,73	1,05	0,36	50806	Tierras Morenas	1,63	0,55	-0,53
50304	Tempante	2,53	1,56	0,59	50807	Arenal	2,07	0,97	-0,13
50305	Cartagena	2,86	1,69	0,52	50901	Carmona	2,76	1,39	0,03
50306	Cuajiniquil	0,00	0,00	0,00	50902	Santa Rita	1,86	0,63	-0,60
50307	Diría	1,25	0,59	-0,08	50903	Zapotal	0,00	0,00	0,00
50308	Cabo Velas	0,69	0,23	-0,22	50904	San Pablo	1,91	0,80	-0,31
50309	Tamarindo	0,60	0,25	-0,10	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	3,21	2,41	1,61	50906	Bejuco	1,20	0,50	-0,19
50402	Fortuna	3,28	1,82	0,36	51001	La Cruz	2,86	2,00	1,15
50403	Mogote	3,26	1,93	0,59	51002	Santa Cecilia	0,95	0,44	-0,06
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	3,35	1,57	-0,21
50501	Filadelfia	3,87	2,80	1,72	51004	Santa Elena	3,28	1,66	0,03
50502	Palmira	2,11	1,21	0,31	51101	Hojancha	0,57	0,19	-0,19
50503	Sardinal	2,04	1,49	0,94	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	2,86	1,99	1,12	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**190.** Tabla N°34: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Osteoporosis. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	0,91	0,61	0,32	50601	Cañas	0,97	0,56	0,15
50102	Cañas Dulces	0,00	0,00	0,00	50602	Palmira	0,00	0,00	0,00
50103	Mayorga	0,00	0,00	0,00	50603	San Miguel	0,00	0,00	0,00
50104	Nacascolo	0,00	0,00	0,00	50604	Bebedero	0,00	0,00	0,00
50105	Curubandé	0,00	0,00	0,00	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	1,28	0,87	0,46	50701	Las Juntas	0,77	0,32	-0,12
50202	Mansión	2,37	1,32	0,26	50702	Sierra	1,94	0,65	-0,63
50203	San Antonio	0,83	0,35	-0,13	50703	San Juan	0,00	0,00	0,00
50204	Quebrada Honda	1,41	0,48	-0,46	50704	Colorado	0,00	0,00	0,00
50205	Sámara	1,54	0,64	-0,25	50801	Tilarán	0,99	0,46	-0,06
50206	Nosara	1,14	0,48	-0,18	50802	Quebrada	0,00	0,00	0,00
50207	Belén de Nosarita	0,00	0,00	0,00	50803	Tronadora	2,14	0,72	-0,70
50301	Santa Cruz	0,82	0,48	0,15	50804	Santa Rosa	0,00	0,00	0,00
50302	Bolsón	0,00	0,00	0,00	50805	Líbano	6,22	2,60	-1,01
50303	Veintisiete de Abril	0,57	0,19	-0,19	50806	Tierras Morenas	0,00	0,00	0,00
50304	Tempante	1,40	0,59	-0,23	50807	Arenal	0,00	0,00	0,00
50305	Cartagena	1,78	0,75	-0,29	50901	Carmona	4,51	2,28	0,05
50306	Cuajiniquil	0,00	0,00	0,00	50902	Santa Rita	0,00	0,00	0,00
50307	Diría	0,00	0,00	0,00	50903	Zapotal	0,00	0,00	0,00
50308	Cabo Velas	1,66	0,56	-0,54	50904	San Pablo	0,00	0,00	0,00
50309	Tamarindo	0,00	0,00	0,00	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	0,64	0,27	-0,10	50906	Bejuco	0,00	0,00	0,00
50402	Fortuna	0,00	0,00	0,00	51001	La Cruz	0,00	0,00	0,00
50403	Mogote	0,00	0,00	0,00	51002	Santa Cecilia	0,00	0,00	0,00
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	6,12	2,56	-0,99
50501	Filadelfia	1,03	0,43	-0,17	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	2,77	1,40	0,03	51101	Hojancha	3,88	2,23	0,58
50503	Sardinal	0,32	0,11	-0,10	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	0,00	0,00	0,00	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

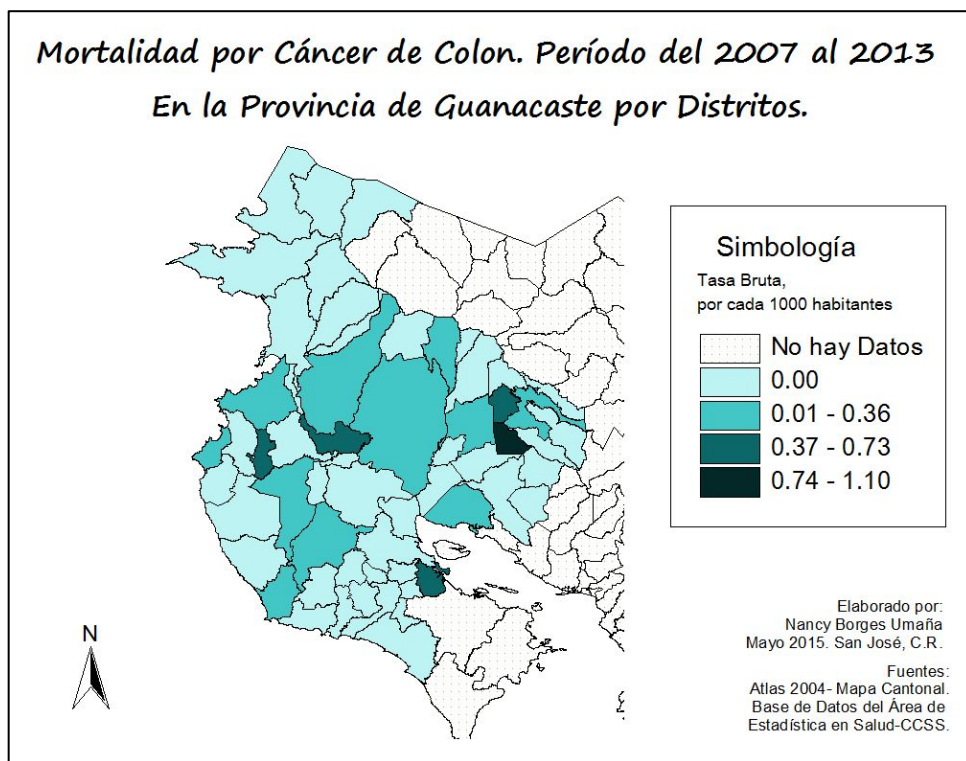
**191.** Tabla N°35: Límites superior e inferior para IME (morbilidad) para Osteopenia. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	2,79	0,94	-0,90	50601	Cañas	0,00	0,00	0,00
50102	Cañas Dulces	0,00	0,00	0,00	50602	Palmira	0,00	0,00	0,00
50103	Mayorga	0,00	0,00	0,00	50603	San Miguel	0,00	0,00	0,00
50104	Nacascolo	0,00	0,00	0,00	50604	Bebedero	0,00	0,00	0,00
50105	Curubandé	0,00	0,00	0,00	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	8,69	3,64	-1,41	50701	Las Juntas	0,00	0,00	0,00
50202	Mansión	0,00	0,00	0,00	50702	Sierra	0,00	0,00	0,00
50203	San Antonio	0,00	0,00	0,00	50703	San Juan	0,00	0,00	0,00
50204	Quebrada Honda	0,00	0,00	0,00	50704	Colorado	0,00	0,00	0,00
50205	Sámara	0,00	0,00	0,00	50801	Tilarán	0,00	0,00	0,00
50206	Nosara	0,00	0,00	0,00	50802	Quebrada	0,00	0,00	0,00
50207	Belén de Nosarita	0,00	0,00	0,00	50803	Tronadora	0,00	0,00	0,00
50301	Santa Cruz	5,95	2,01	-1,93	50804	Santa Rosa	0,00	0,00	0,00
50302	Bolsón	0,00	0,00	0,00	50805	Líbano	0,00	0,00	0,00
50303	Veintisiete de Abril	0,00	0,00	0,00	50806	Tierras Morenas	0,00	0,00	0,00
50304	Tempante	0,00	0,00	0,00	50807	Arenal	0,00	0,00	0,00
50305	Cartagena	0,00	0,00	0,00	50901	Carmona	0,00	0,00	0,00
50306	Cuajiniquíl	0,00	0,00	0,00	50902	Santa Rita	0,00	0,00	0,00
50307	Diría	0,00	0,00	0,00	50903	Zapotal	0,00	0,00	0,00
50308	Cabo Velas	0,00	0,00	0,00	50904	San Pablo	0,00	0,00	0,00
50309	Tamarindo	0,00	0,00	0,00	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	0,00	0,00	0,00	50906	Bejuco	0,00	0,00	0,00
50402	Fortuna	0,00	0,00	0,00	51001	La Cruz	0,00	0,00	0,00
50403	Mogote	0,00	0,00	0,00	51002	Santa Cecilia	0,00	0,00	0,00
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	0,00	0,00	0,00
50501	Filadelfia	0,00	0,00	0,00	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	0,00	0,00	0,00	51101	Hojancha	0,00	0,00	0,00
50503	Sardinal	9,23	3,12	-2,99	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	17,09	5,77	-5,54	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

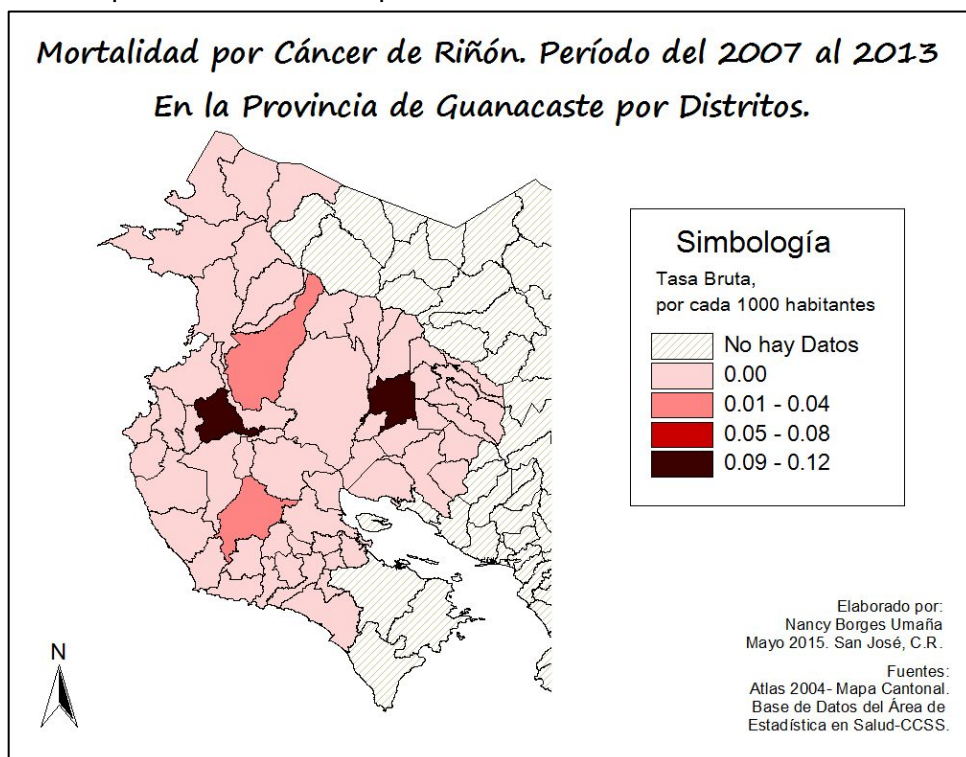
Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

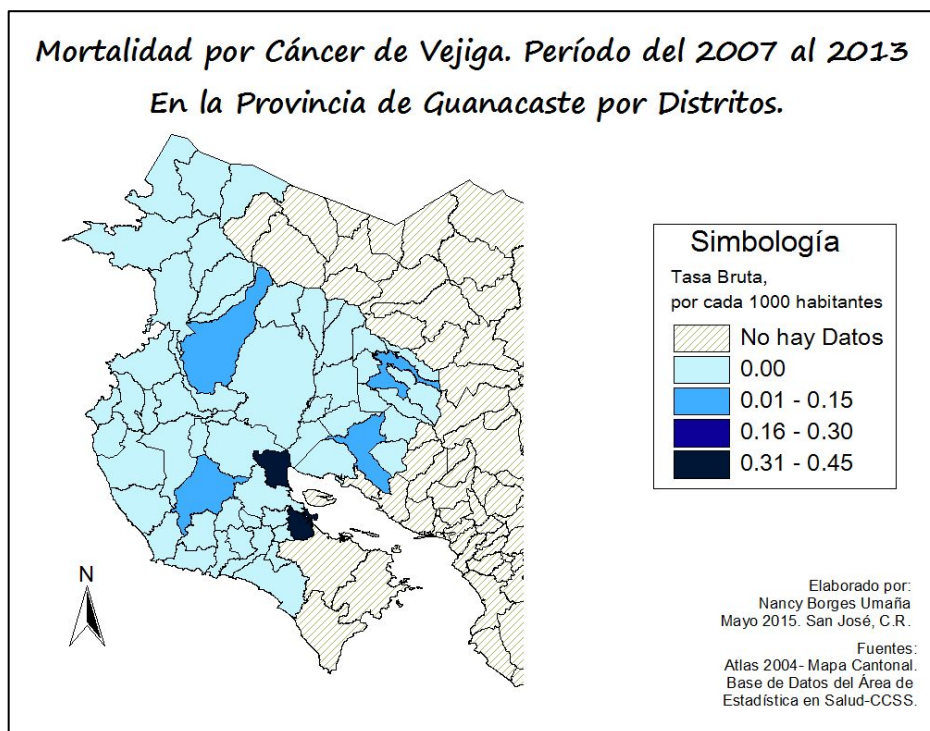
192. Mapa N°80: Mortalidad por Cáncer de Colon. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



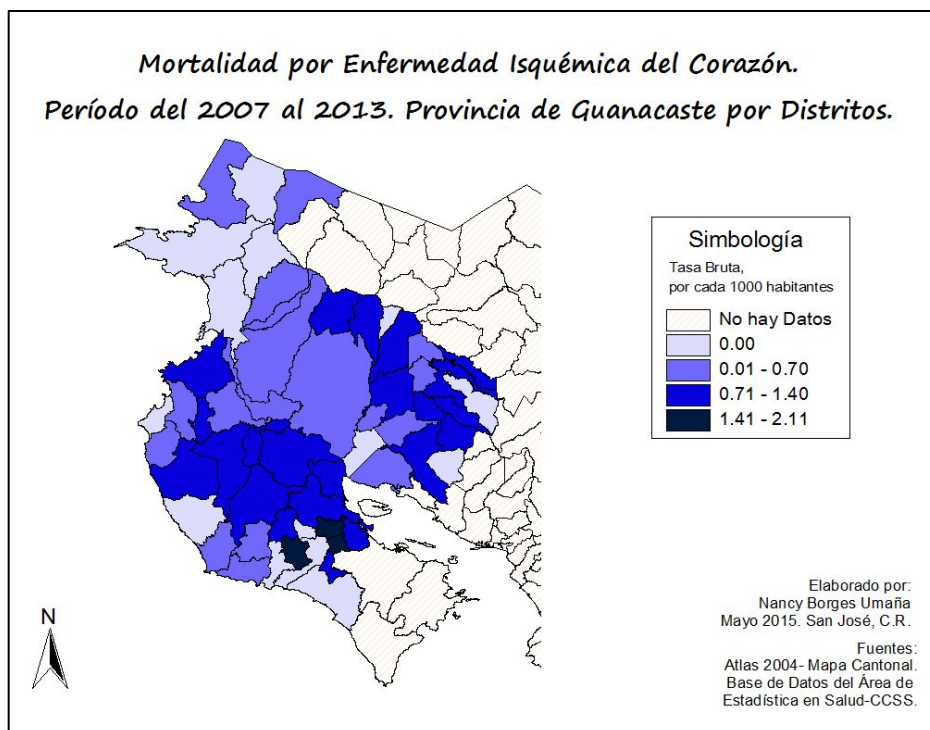
193. Mapa N°81: Mortalidad por Cáncer de Riñón. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



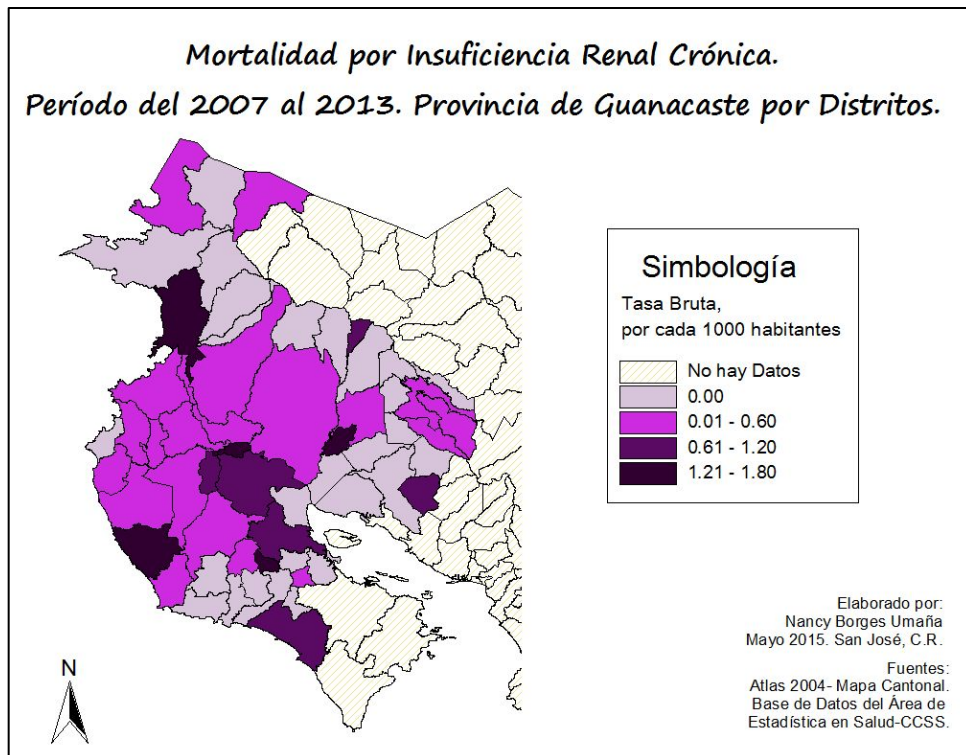
194. Mapa N°82: Mortalidad por Cáncer de Vejiga. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



195. Mapa N°83: Mortalidad por Enfermedad Isquémica del Corazón. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



196. Mapa N°84: Mortalidad por Insuficiencia Renal Crónica. Guanacaste-districtos. 2007 al 2013.



**197.** Tabla N°36: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Cáncer de Colon. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	2,18	1,25	0,32	50601	Cañas	3,15	1,59	0,03
50102	Cañas Dulces	0,00	0,00	0,00	50602	Palmira	0,00	0,00	0,00
50103	Mayorga	0,00	0,00	0,00	50603	San Miguel	0,00	0,00	0,00
50104	Nacascolo	0,00	0,00	0,00	50604	Bebedero	0,00	0,00	0,00
50105	Curubandé	0,00	0,00	0,00	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	1,23	0,52	-0,20	50701	Las Juntas	0,00	0,00	0,00
50202	Mansión	0,00	0,00	0,00	50702	Sierra	0,00	0,00	0,00
50203	San Antonio	0,00	0,00	0,00	50703	San Juan	0,00	0,00	0,00
50204	Quebrada Honda	0,00	0,00	0,00	50704	Colorado	4,98	1,68	-1,61
50205	Sámara	0,00	0,00	0,00	50801	Tilarán	3,71	1,55	-0,60
50206	Nosara	3,58	1,21	-1,16	50802	Quebrada	0,00	0,00	0,00
50207	Belén de Nosarita	0,00	0,00	0,00	50803	Tronadora	0,00	0,00	0,00
50301	Santa Cruz	0,90	0,30	-0,29	50804	Santa Rosa	10,13	3,42	-3,29
50302	Bolsón	0,00	0,00	0,00	50805	Líbano	19,45	6,57	-6,31
50303	Veintisiete de Abril	0,00	0,00	0,00	50806	Tierras Morenas	0,00	0,00	0,00
50304	Tempante	0,00	0,00	0,00	50807	Arenal	0,00	0,00	0,00
50305	Cartagena	8,93	3,74	-1,44	50901	Carmona	0,00	0,00	0,00
50306	Cuajiniquíl	0,00	0,00	0,00	50902	Santa Rita	0,00	0,00	0,00
50307	Diría	0,00	0,00	0,00	50903	Zapotál	0,00	0,00	0,00
50308	Cabo Velas	8,11	2,74	-2,63	50904	San Pablo	10,02	3,38	-3,25
50309	Tamarindo	0,00	0,00	0,00	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	1,98	0,67	-0,64	50906	Bejuco	0,00	0,00	0,00
50402	Fortuna	8,78	2,97	-2,85	51001	La Cruz	0,00	0,00	0,00
50403	Mogote	0,00	0,00	0,00	51002	Santa Cecilia	0,00	0,00	0,00
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	0,00	0,00	0,00
50501	Filadelfia	6,89	3,23	-0,43	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	0,00	0,00	0,00	51101	Hojancha	0,00	0,00	0,00
50503	Sardinal	2,53	1,06	-0,41	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	0,00	0,00	0,00	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**198.** Tabla N°37: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Cáncer de Riñón. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	5,01	2,10	-0,81	50601	Cañas	11,29	4,73	-1,83
50102	Cañas Dulces	0,00	0,00	0,00	50602	Palmira	0,00	0,00	0,00
50103	Mayorga	0,00	0,00	0,00	50603	San Miguel	0,00	0,00	0,00
50104	Nacascolo	0,00	0,00	0,00	50604	Bebedero	0,00	0,00	0,00
50105	Curubandé	0,00	0,00	0,00	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	4,87	1,65	-1,58	50701	Las Juntas	0,00	0,00	0,00
50202	Mansión	0,00	0,00	0,00	50702	Sierra	0,00	0,00	0,00
50203	San Antonio	0,00	0,00	0,00	50703	San Juan	0,00	0,00	0,00
50204	Quebrada Honda	0,00	0,00	0,00	50704	Colorado	0,00	0,00	0,00
50205	Sámara	0,00	0,00	0,00	50801	Tilarán	0,00	0,00	0,00
50206	Nosara	0,00	0,00	0,00	50802	Quebrada	0,00	0,00	0,00
50207	Belén de Nosarita	0,00	0,00	0,00	50803	Tronadora	0,00	0,00	0,00
50301	Santa Cruz	0,00	0,00	0,00	50804	Santa Rosa	0,00	0,00	0,00
50302	Bolsón	0,00	0,00	0,00	50805	Libano	0,00	0,00	0,00
50303	Veintisiete de Abril	0,00	0,00	0,00	50806	Tierras Morenas	0,00	0,00	0,00
50304	Tempante	0,00	0,00	0,00	50807	Arenal	0,00	0,00	0,00
50305	Cartagena	0,00	0,00	0,00	50901	Carmona	0,00	0,00	0,00
50306	Cuajiniquil	0,00	0,00	0,00	50902	Santa Rita	0,00	0,00	0,00
50307	Diría	0,00	0,00	0,00	50903	Zapotál	0,00	0,00	0,00
50308	Cabo Velas	0,00	0,00	0,00	50904	San Pablo	0,00	0,00	0,00
50309	Tamarindo	0,00	0,00	0,00	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	0,00	0,00	0,00	50906	Bejuco	0,00	0,00	0,00
50402	Fortuna	0,00	0,00	0,00	51001	La Cruz	0,00	0,00	0,00
50403	Mogote	0,00	0,00	0,00	51002	Santa Cecilia	0,00	0,00	0,00
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	0,00	0,00	0,00
50501	Filadelfia	0,00	0,00	0,00	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	0,00	0,00	0,00	51101	Hojancha	0,00	0,00	0,00
50503	Sardinal	0,00	0,00	0,00	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	17,66	5,97	-5,73	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**199.** Tabla N°38: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Cáncer de Vejiga. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	2,55	0,86	-0,83	50601	Cañas	0,00	0,00	0,00
50102	Cañas Dulces	0,00	0,00	0,00	50602	Palmira	0,00	0,00	0,00
50103	Mayorga	0,00	0,00	0,00	50603	San Miguel	0,00	0,00	0,00
50104	Nacascolo	0,00	0,00	0,00	50604	Bebedero	0,00	0,00	0,00
50105	Curubandé	0,00	0,00	0,00	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	3,61	1,22	-1,17	50701	Las Juntas	11,35	3,84	-3,68
50202	Mansión	0,00	0,00	0,00	50702	Sierra	0,00	0,00	0,00
50203	San Antonio	0,00	0,00	0,00	50703	San Juan	0,00	0,00	0,00
50204	Quebrada Honda	33,57	11,34	-10,89	50704	Colorado	0,00	0,00	0,00
50205	Sámara	0,00	0,00	0,00	50801	Tilarán	10,92	3,69	-3,54
50206	Nosara	0,00	0,00	0,00	50802	Quebrada	0,00	0,00	0,00
50207	Belén de Nosarita	0,00	0,00	0,00	50803	Tronadora	0,00	0,00	0,00
50301	Santa Cruz	0,00	0,00	0,00	50804	Santa Rosa	0,00	0,00	0,00
50302	Bolsón	0,00	0,00	0,00	50805	Líbano	0,00	0,00	0,00
50303	Veintisiete de Abril	0,00	0,00	0,00	50806	Tierras Morenas	0,00	0,00	0,00
50304	Tempante	0,00	0,00	0,00	50807	Arenal	0,00	0,00	0,00
50305	Cartagena	0,00	0,00	0,00	50901	Carmona	0,00	0,00	0,00
50306	Cuajiniquil	0,00	0,00	0,00	50902	Santa Rita	0,00	0,00	0,00
50307	Diría	0,00	0,00	0,00	50903	Zapotal	0,00	0,00	0,00
50308	Cabo Velas	0,00	0,00	0,00	50904	San Pablo	47,51	16,05	-15,41
50309	Tamarindo	0,00	0,00	0,00	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	0,00	0,00	0,00	50906	Bejuco	0,00	0,00	0,00
50402	Fortuna	0,00	0,00	0,00	51001	La Cruz	0,00	0,00	0,00
50403	Mogote	0,00	0,00	0,00	51002	Santa Cecilia	0,00	0,00	0,00
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	0,00	0,00	0,00
50501	Filadelfia	0,00	0,00	0,00	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	0,00	0,00	0,00	51101	Hojancha	0,00	0,00	0,00
50503	Sardinal	0,00	0,00	0,00	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	0,00	0,00	0,00	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**200.** Tabla N°39: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Enfermedad Isquémica del Corazón. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	1,39	1,05	0,71	50601	Cañas	2,10	1,50	0,90
50102	Cañas Dulces	2,20	0,92	-0,36	50602	Palmira	3,61	1,22	-1,17
50103	Mayorga	0,00	0,00	0,00	50603	San Miguel	2,24	0,76	-0,73
50104	Nacascolo	0,00	0,00	0,00	50604	Bebedero	1,96	0,66	-0,64
50105	Curubandé	1,74	0,59	-0,57	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	1,41	1,02	0,63	50701	Las Juntas	2,33	1,49	0,65
50202	Mansión	1,57	0,84	0,10	50702	Sierra	2,42	1,01	-0,39
50203	San Antonio	1,80	1,07	0,33	50703	San Juan	0,00	0,00	0,00
50204	Quebrada Honda	2,32	1,09	-0,14	50704	Colorado	1,66	0,78	-0,10
50205	Sámara	0,73	0,25	-0,24	50801	Tilarán	1,44	0,83	0,21
50206	Nosara	0,87	0,37	-0,14	50802	Quebrada	1,81	0,76	-0,29
50207	Belén de Nosarita	1,12	0,38	-0,36	50803	Tronadora	0,00	0,00	0,00
50301	Santa Cruz	1,28	0,89	0,49	50804	Santa Rosa	1,55	0,52	-0,50
50302	Bolsón	2,36	0,99	-0,38	50805	Libano	2,95	1,00	-0,96
50303	Veintisiete de Abril	1,61	0,89	0,18	50806	Tierras Morenas	2,10	0,71	-0,68
50304	Tempante	1,09	0,46	-0,18	50807	Arenal	1,98	0,83	-0,32
50305	Cartagena	2,28	1,15	0,02	50901	Carmona	4,10	2,18	0,27
50306	Cuajiniquil	0,00	0,00	0,00	50902	Santa Rita	3,84	1,61	-0,62
50307	Diría	1,37	0,64	-0,08	50903	Zapotal	0,00	0,00	0,00
50308	Cabo Velas	0,00	0,00	0,00	50904	San Pablo	2,46	1,03	-0,40
50309	Tamarindo	1,18	0,50	-0,19	50905	Porvenir	4,15	1,40	-1,35
50401	Bagaces	0,66	0,31	-0,04	50906	Bejuco	0,00	0,00	0,00
50402	Fortuna	2,20	0,92	-0,36	51001	La Cruz	1,59	0,85	0,10
50403	Mogote	2,90	1,47	0,03	51002	Santa Cecilia	1,69	0,79	-0,10
50404	Río Naranjo	0,00	0,00	0,00	51003	Garita	0,00	0,00	0,00
50501	Filadelfia	0,81	0,34	-0,13	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	1,30	0,55	-0,21	51101	Hojancha	1,94	0,98	0,02
50503	Sardinal	1,77	1,16	0,55	51102	Monte Romo	5,03	1,70	-1,63
50504	Belén	1,24	0,63	0,01	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	0,00	0,00	0,00

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

**201.** Tabla N°40: Límites superior e inferior para IME (mortalidad) para Insuficiencia Renal Crónica. Guanacaste-Distritos.

Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior	Cód.	Cantón	Lim. Superior	IME	Lim. Inferior
50101	Liberia	4,78	3,13	1,49	50601	Cañas	8,89	5,59	2,29
50102	Cañas Dulces	0,00	0,00	0,00	50602	Palmira	0,00	0,00	0,00
50103	Mayorga	0,00	0,00	0,00	50603	San Miguel	0,00	0,00	0,00
50104	Nacascolo	42,18	21,30	0,43	50604	Bebedero	41,66	21,04	0,42
50105	Curubandé	0,00	0,00	0,00	50605	Porozal	0,00	0,00	0,00
50201	Nicoya	7,46	4,90	2,33	50701	Las Juntas	0,00	0,00	0,00
50202	Mansión	14,07	7,50	0,93	50702	Sierra	0,00	0,00	0,00
50203	San Antonio	12,94	7,19	1,44	50703	San Juan	18,51	6,25	-6,00
50204	Quebrada Honda	0,00	0,00	0,00	50704	Colorado	0,00	0,00	0,00
50205	Sámara	0,00	0,00	0,00	50801	Tilarán	3,09	1,04	-1,00
50206	Nosara	7,79	3,27	-1,26	50802	Quebrada	9,86	3,33	-3,20
50207	Belén de Nosarita	0,00	0,00	0,00	50803	Tronadora	14,42	4,87	-4,68
50301	Santa Cruz	7,03	4,42	1,81	50804	Santa Rosa	0,00	0,00	0,00
50302	Bolsón	28,95	13,58	-1,79	50805	Libano	0,00	0,00	0,00
50303	Veintisiete de Abril	8,34	3,91	-0,52	50806	Tierras Morenas	0,00	0,00	0,00
50304	Tempante	5,70	1,93	-1,85	50807	Arenal	0,00	0,00	0,00
50305	Cartagena	11,81	4,95	-1,91	50901	Carmona	11,39	3,85	-3,69
50306	Cuajiniquil	32,18	15,10	-1,99	50902	Santa Rita	0,00	0,00	0,00
50307	Diría	15,44	7,80	0,16	50903	Zapotal	0,00	0,00	0,00
50308	Cabo Velas	0,00	0,00	0,00	50904	San Pablo	0,00	0,00	0,00
50309	Tamarindo	9,01	3,78	-1,46	50905	Porvenir	0,00	0,00	0,00
50401	Bagaces	8,11	4,32	0,53	50906	Bejuco	13,49	5,65	-2,18
50402	Fortuna	0,00	0,00	0,00	51001	La Cruz	8,53	4,00	-0,53
50403	Mogote	0,00	0,00	0,00	51002	Santa Cecilia	6,11	2,07	-1,98
50404	Río Naranjo	30,27	10,23	-9,82	51003	Garita	0,00	0,00	0,00
50501	Filadelfia	10,99	5,55	0,11	51004	Santa Elena	0,00	0,00	0,00
50502	Palmira	10,66	4,47	-1,72	51101	Hojancha	10,24	4,29	-1,66
50503	Sardinal	3,26	1,37	-0,53	51102	Monte Romo	0,00	0,00	0,00
50504	Belén	12,04	6,41	0,79	51103	Puerto Carrillo	0,00	0,00	0,00
					51104	Huacas	41,31	13,96	-13,40

Fuente: Basado en Base de Datos del Área de Estadística-CCSS.

Elaborado: Borges, N. 2015.

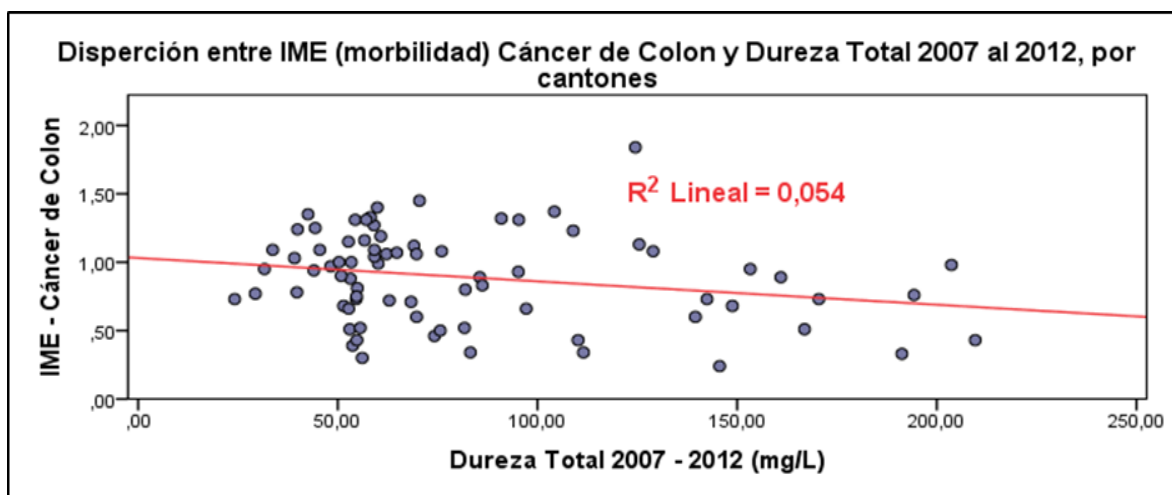
**202.** Tabla N°41: Correlaciones entre calcio, magnesio, dureza del calcio, y dureza total en el agua de consumo humano. Años 2007 al 2012.

**203.** Tabla N°42: Correlaciones entre la tasa bruta de morbilidad, tasa bruta de mortalidad, índice estandarizado de morbilidad, e índice estandarizado de mortalidad (Cáncer de colon, cáncer de vejiga, cáncer de riñón, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, y osteopenia).

**204.** Tabla N°43: Correlaciones entre Concentración de calcio, magnesio, dureza del calcio, dureza total (Del agua de consumo humano), tasa bruta de morbilidad, tasa bruta de mortalidad, índice estandarizado de morbilidad, e índice estandarizado de mortalidad (Cáncer de colon, cáncer de vejiga, cáncer de riñón, enfermedad isquémica del corazón, insuficiencia renal crónica, litiasis renal, osteoporosis, y osteopenia).

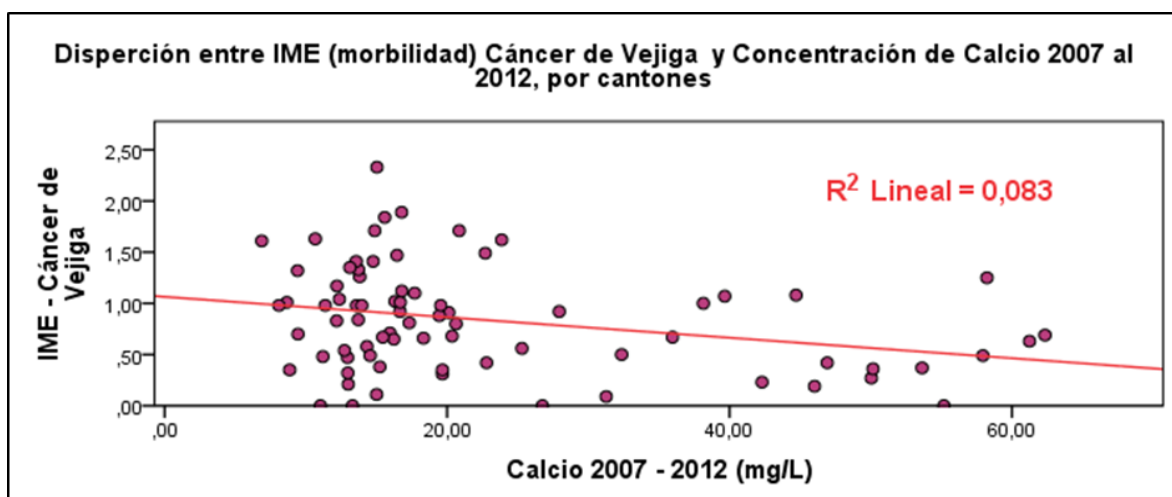
Fuente: Basado en Base de Datos del Lab. Nacional de Aguas y del Área de Estadística-CCSS  
Elaborado: Borges, N. 2015.

**205.** Gráfico N°77: Dispersión entre IME (morbilidad) del Cáncer de Colon y la Dureza Total promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



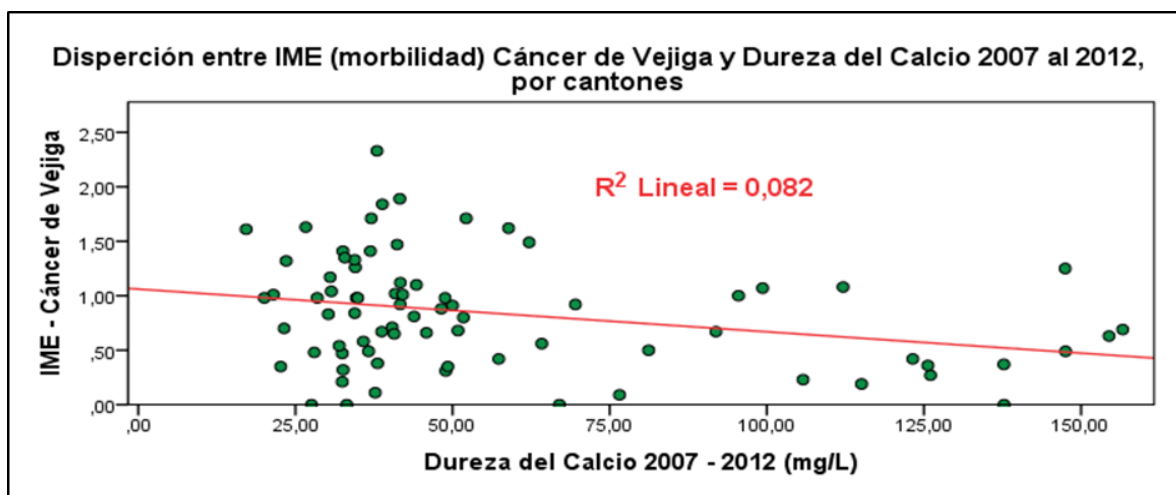
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS.  
Elaborado por: Borges, N. 2015.

**206.** Gráfico N°78: Dispersión entre IME (morbilidad) del Cáncer de Vejiga y la Concentración de Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



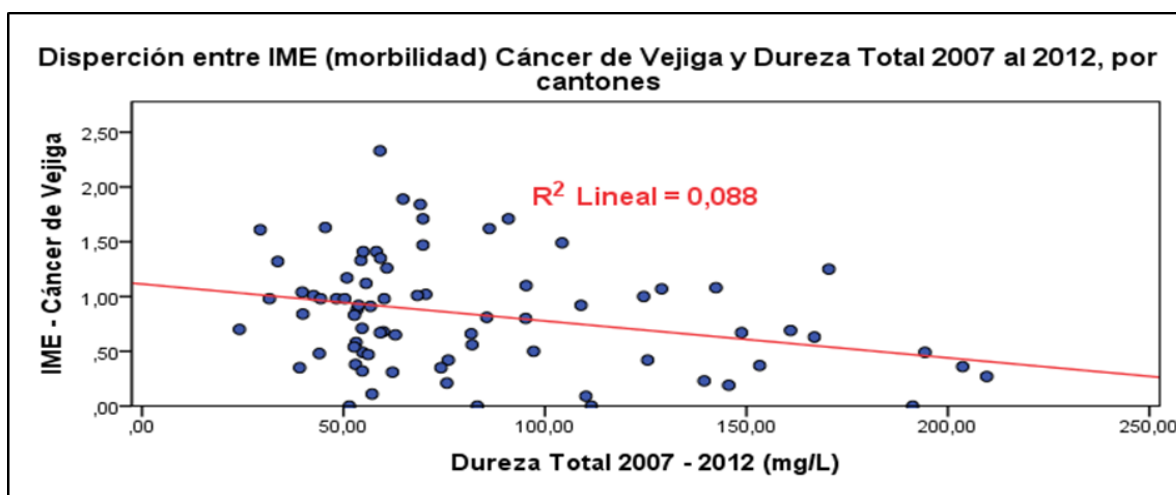
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS.  
Elaborado por: Borges, N. 2015.

**207.** Gráfico N°79: Dispersión entre IME (morbilidad) del Cáncer de Vejiga y la Dureza del Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



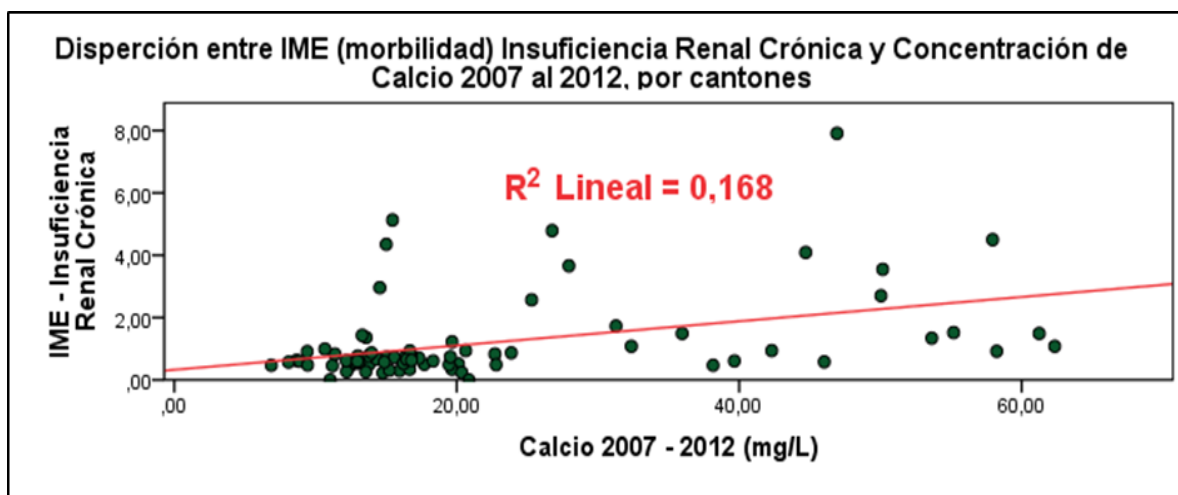
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS.  
Elaborado por: Borges, N. 2015.

**208.** Gráfico N°80: Dispersión entre IME (morbilidad) del Cáncer de Vejiga y la Dureza Total promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



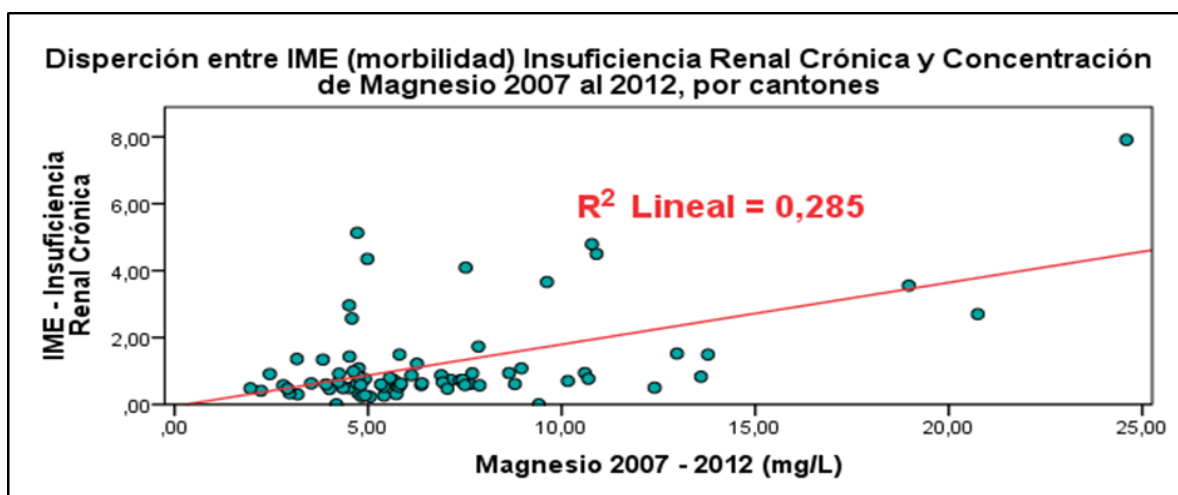
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS.  
Elaborado por: Borges, N. 2015.

209. Gráfico N°81: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Concentración de Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



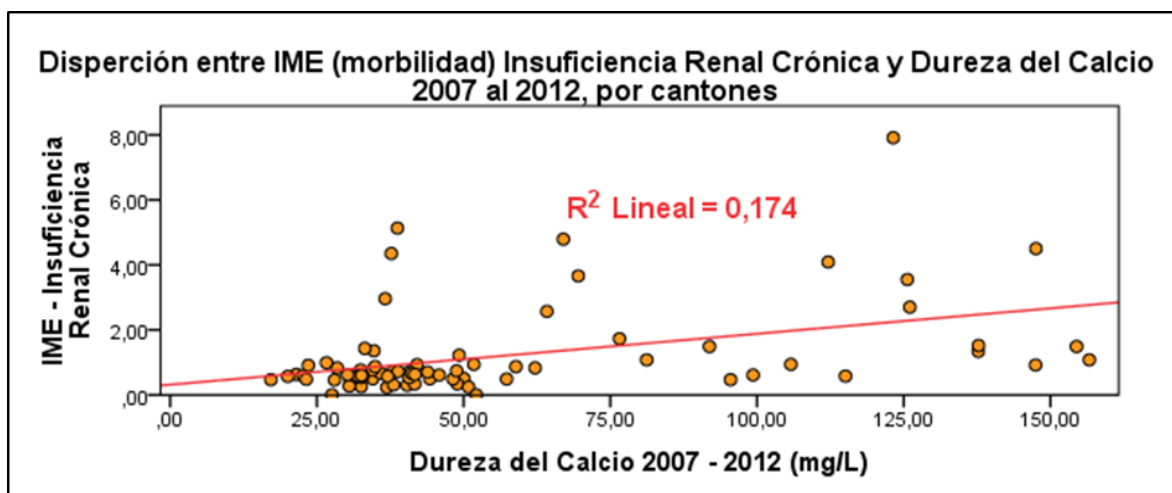
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

210. Gráfico N°82: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Concentración de Magnesio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



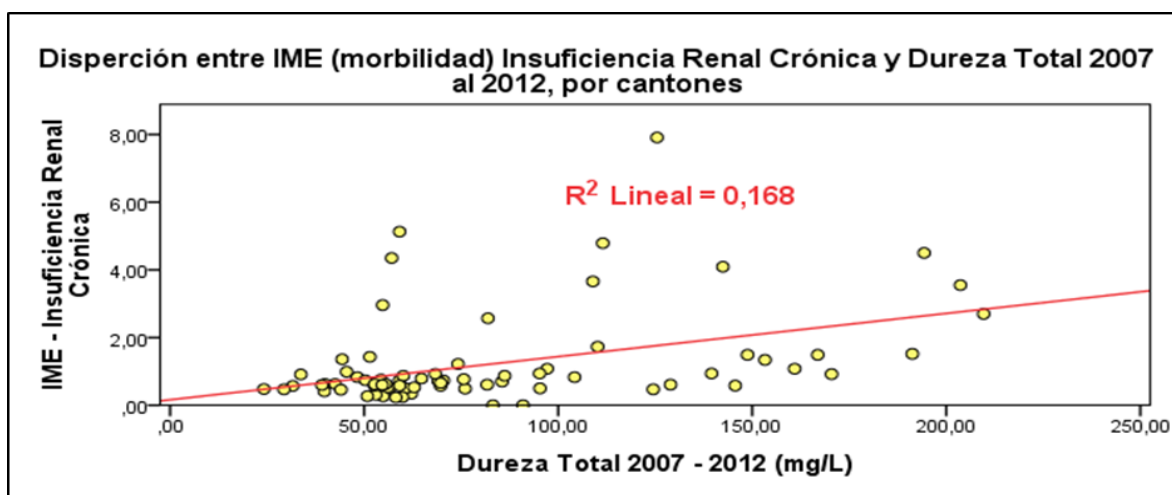
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

211. Gráfico N°83: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Dureza del Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



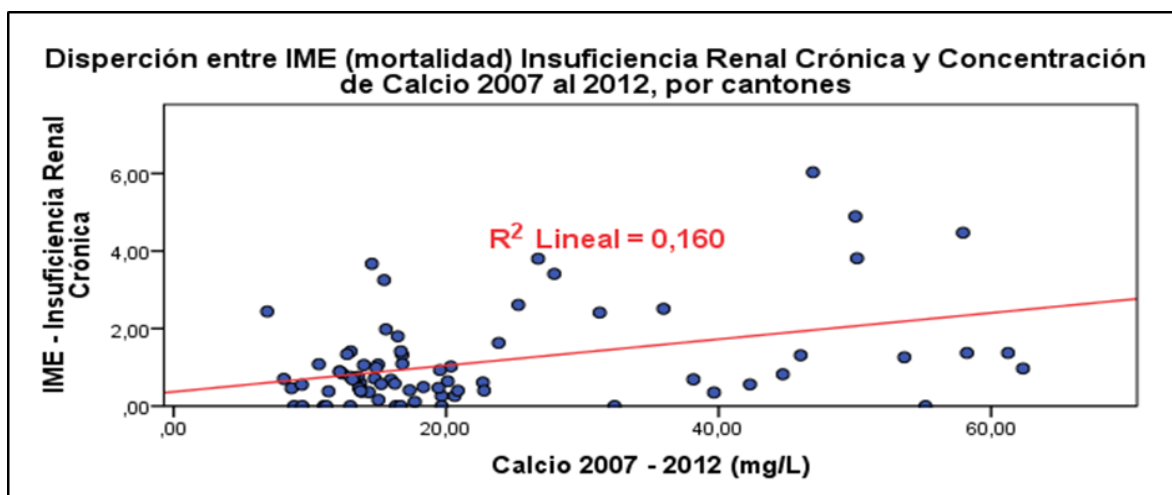
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

212. Gráfico N°84: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Dureza Total promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



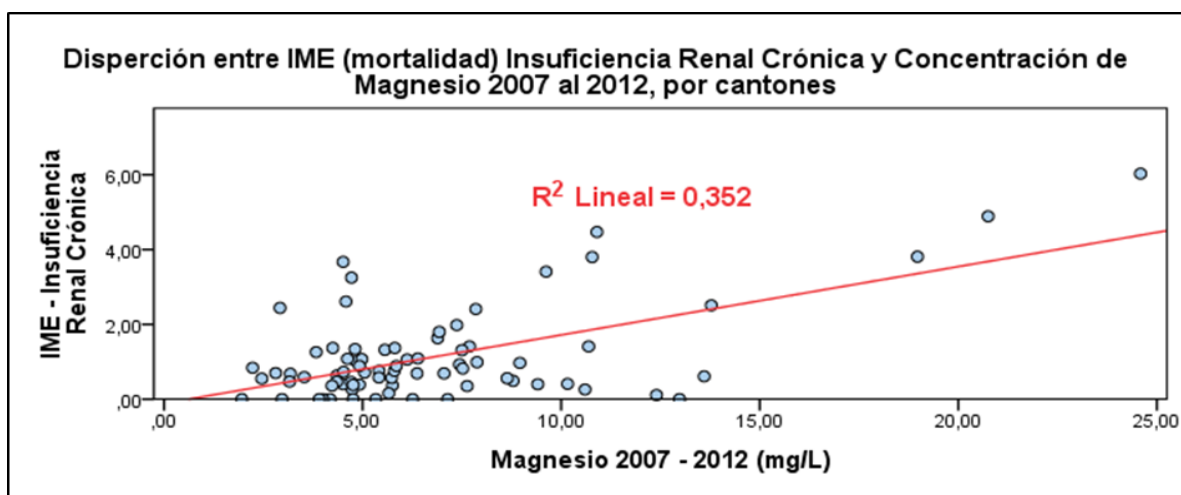
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

213. Gráfico N°85: Dispersión entre IME (mortalidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Concentración de Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



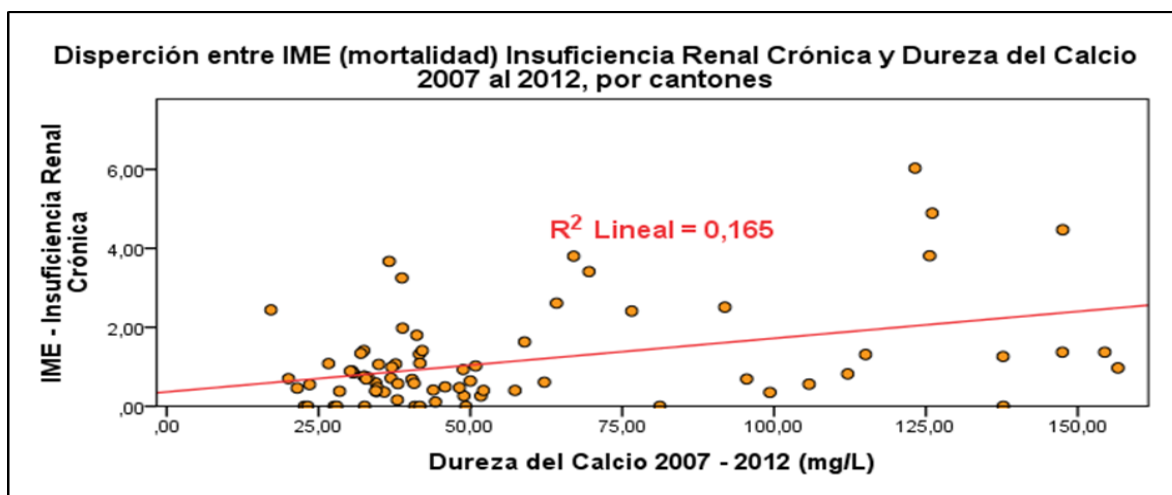
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

214. Gráfico N°86: Dispersión entre IME (mortalidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Concentración de Magnesio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



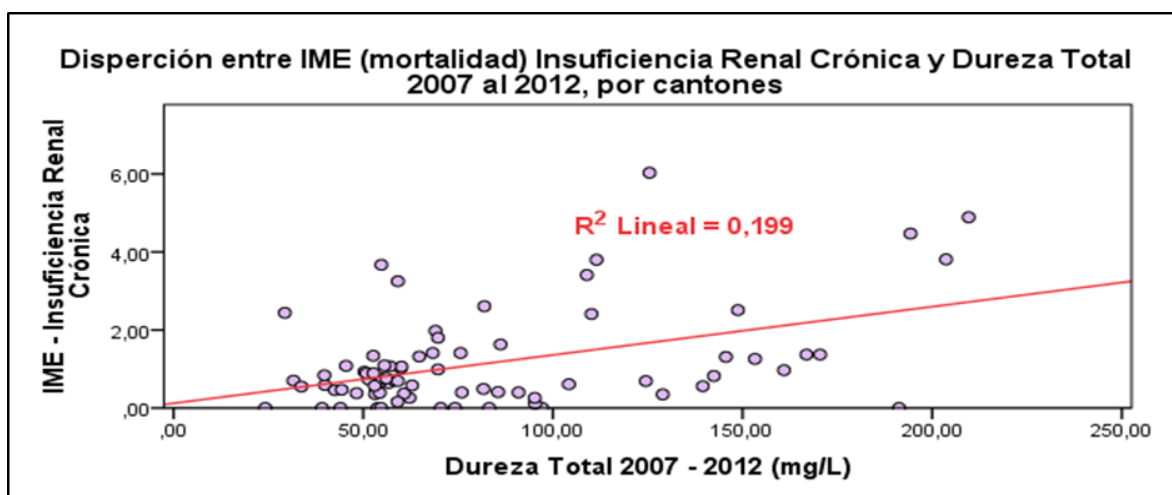
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

**215.** Gráfico N°87: Dispersión entre IME (mortalidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Dureza del Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



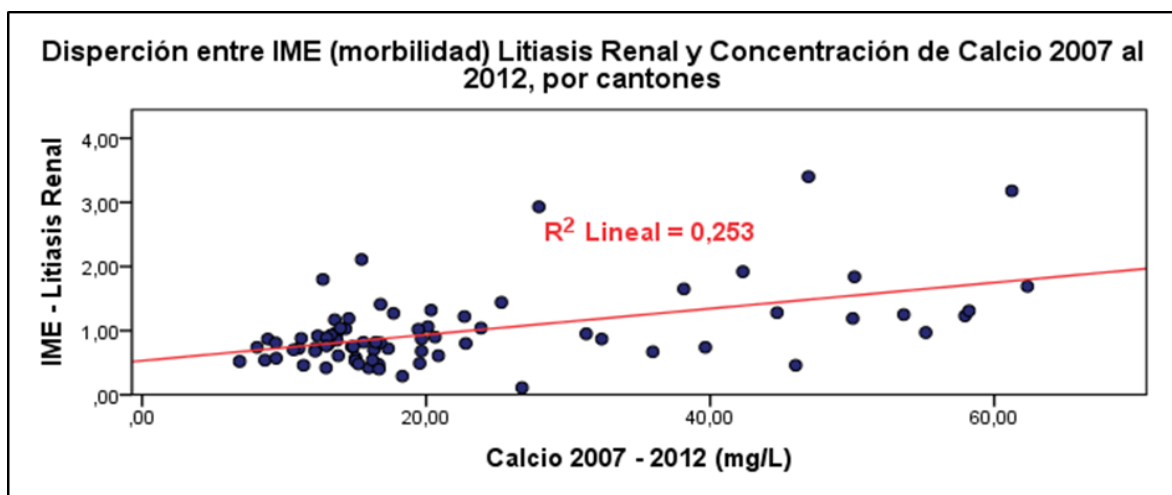
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

**216.** Gráfico N°88: Dispersión entre IME (mortalidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la Dureza Total promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



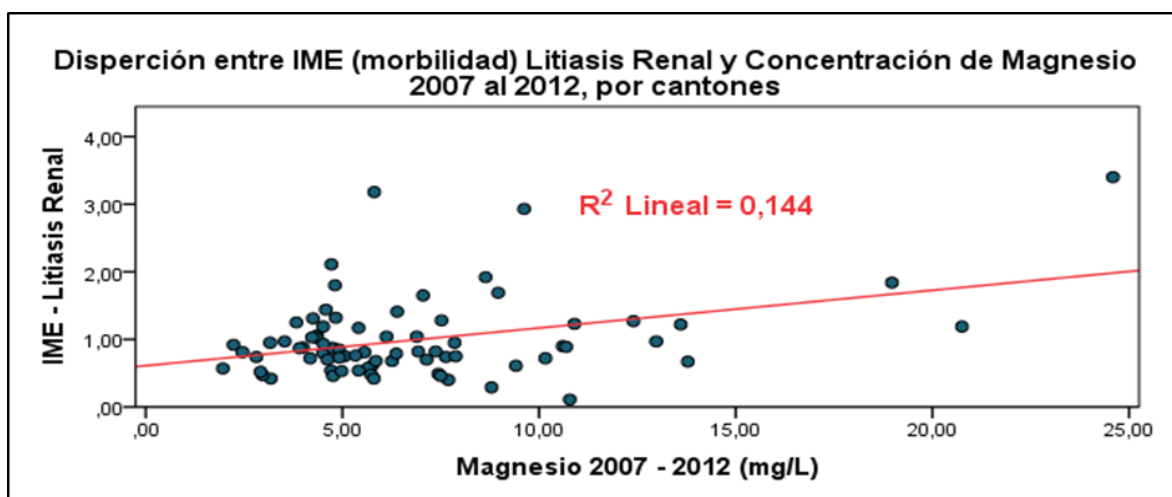
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

217. Gráfico N°89: Dispersión entre IME (morbilidad) de Litiasis Renal y la Concentración de Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



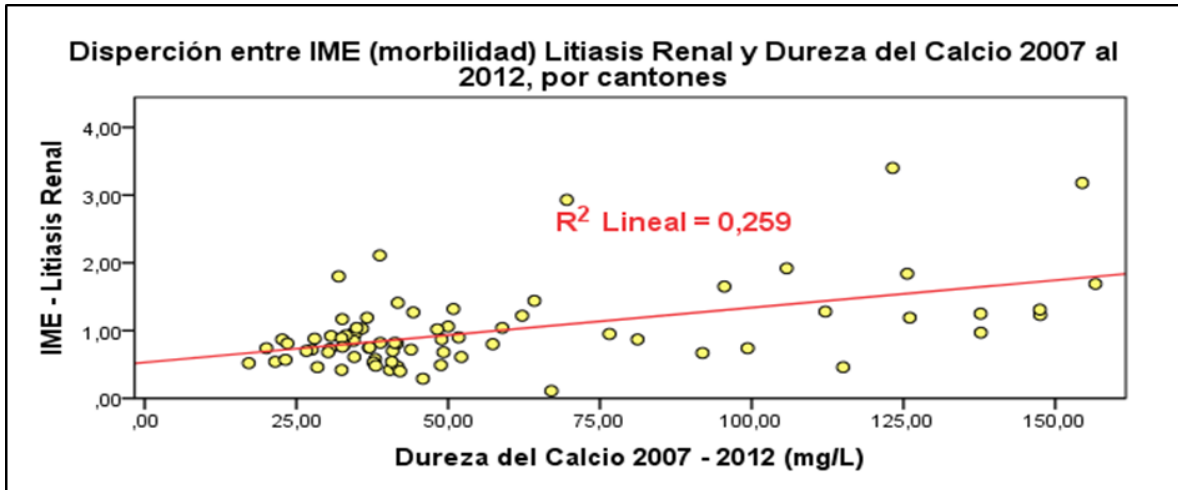
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

218. Gráfico N°90: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Litiasis Renal y la Concentración de Magnesio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



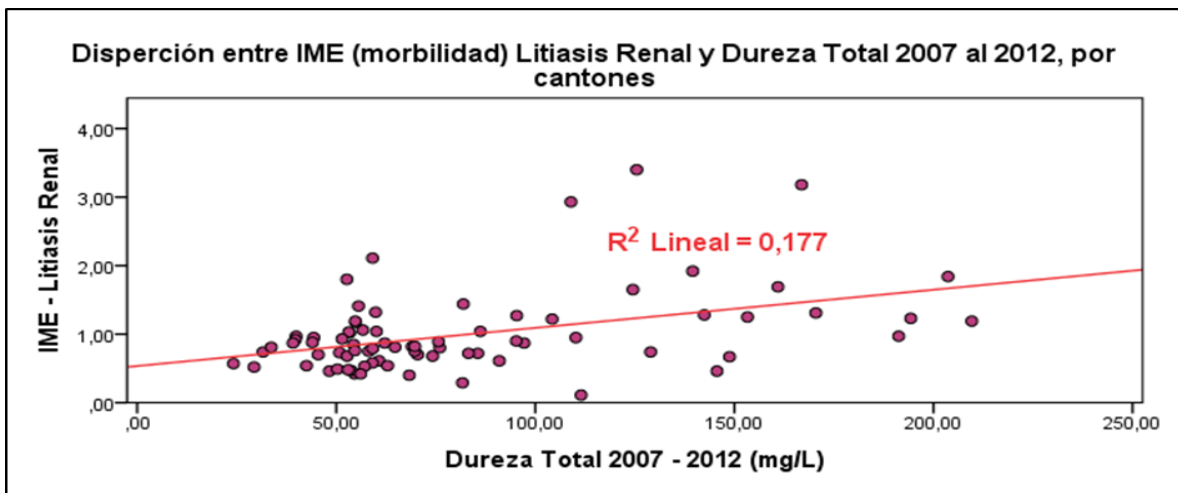
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

**219.** Gráfico N°91: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Litiasis Renal y la Dureza del Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



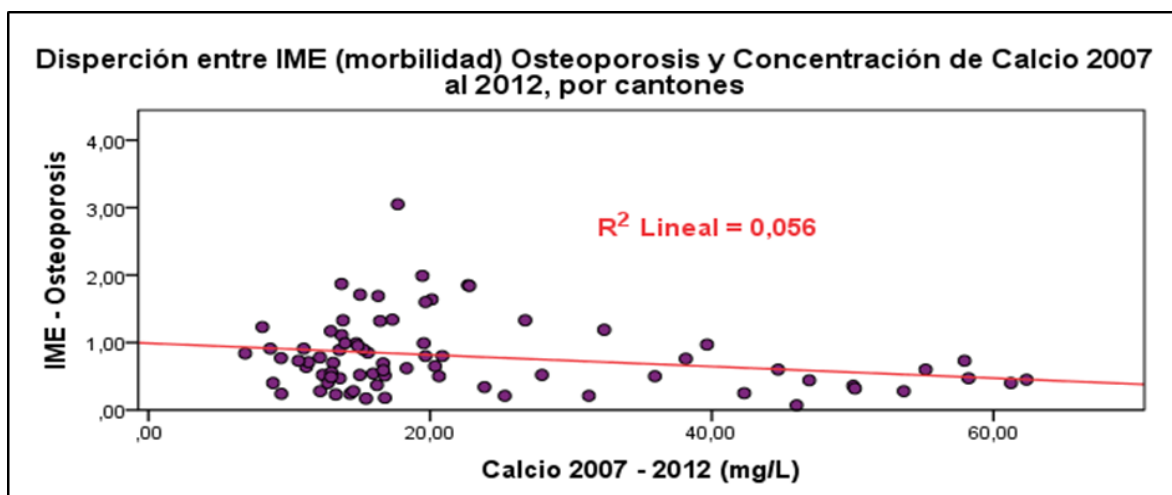
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

**220.** Gráfico N°92: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Litiasis Renal y la Dureza Total promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



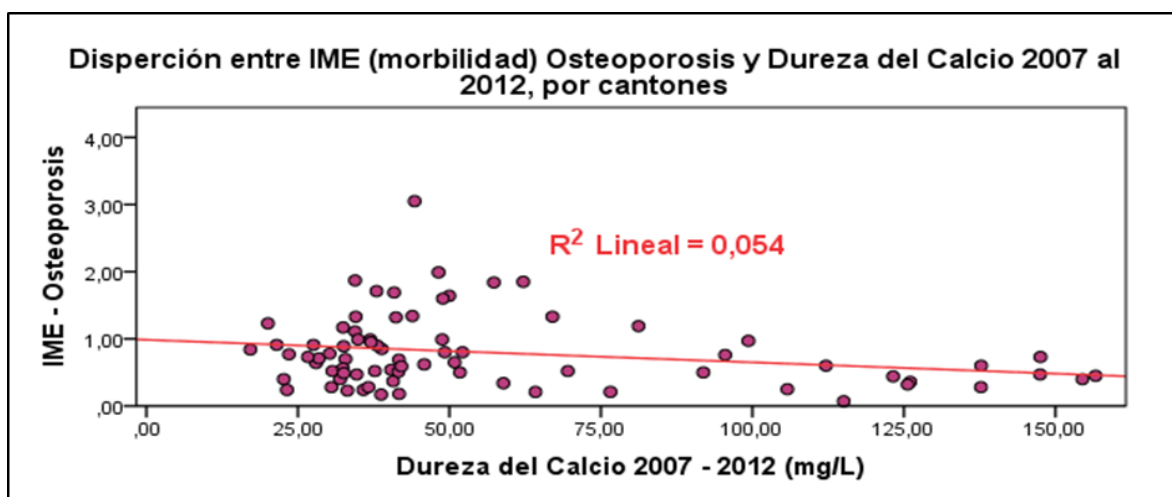
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

221. Gráfico N°93: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Osteoporosis y la concentración de Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



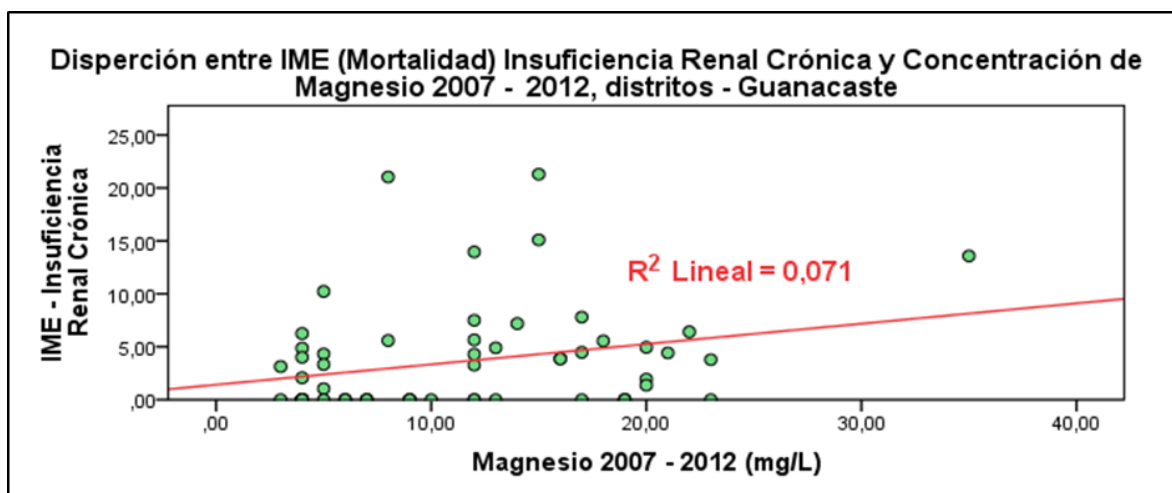
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS.  
Elaborado por: Borges, N. 2015.

222. Gráfico N°94: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Osteoporosis y la Dureza del Calcio promedio del 2007 al 2012, por cantones-Nivel Nacional.



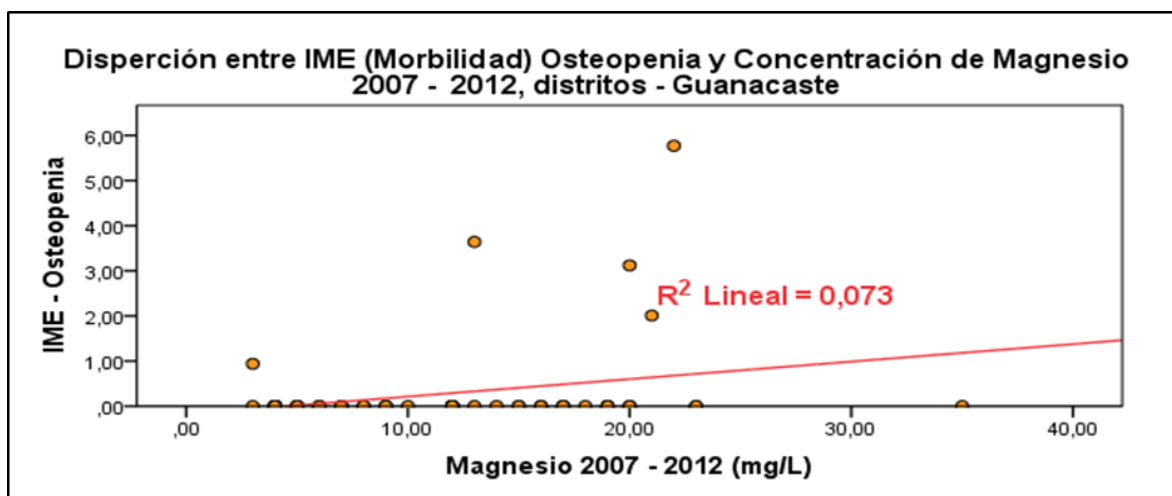
Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS.  
Elaborado por: Borges, N. 2015.

**223.** Gráfico N°95: Dispersión entre IME (mortalidad) de la Insuficiencia Renal Crónica y la concentración de magnesio promedio del 2007 al 2012, por distritos – Provincia de Guanacaste.



Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.

**224.** Gráfico N°96: Dispersión entre IME (morbilidad) de la Osteopenia y la concentración de magnesio promedio del 2007 al 2012, por distritos – Provincia de Guanacaste.



Fuentes: Basado en datos del Lab. Nacional de Aguas – AyA, y del Área de Estadística en Salud-CCSS. Elaborado por: Borges, N. 2015.