

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Investigación  
Programa Universitario de Investigación en Asentamientos Humanos

INFORME FINAL

**“CRECIMIENTO URBANO Y CONTAMINACIÓN DEL LAGO DE AMATITLÁN:  
el caso de Villa Canales y Villa Nueva 2004-2014”**

Equipo de Investigación

Arq. Luis Fernando Olayo (Coordinador)  
Ing. Civil Ronald Peláez Sánchez (Investigador)

Noviembre 2015

Centro de Estudios Urbanos y Regionales - CEUR  
Universidad de San Carlos de Guatemala - USAC  
Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán - AMSA



M. Sc. Gerardo Arroyo Catalán  
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar  
Coordinador General de Programas

Licda. Sandra Elizabeth Herrera Ruiz  
Coordinadora Programa Universitario de Investigación en Asentamientos Humanos

Arq. Luis Fernando Olayo Ortiz  
Coordinador del proyecto.

Ing. Civil Ronald Mynor Peláez Sánchez  
Investigador

Partida Presupuestaria No.: 4.8.63.9.66.022  
Año de ejecución: 2015.



## Agradecimientos:

El equipo de investigación manifiesta sus agradecimientos a todas las personas, municipalidades e instituciones del estado que apoyaron y colaboraron en la ejecución de este proyecto de investigación:

A la de la Dirección General de Investigación / DIGI-USAC, por el financiamiento otorgado para la ejecución del proyecto de investigación.

Al Centro de Estudios Urbanos y Regionales / CEUR-USAC, por el aval y el cofinanciamiento otorgado para ejecutar el proyecto de investigación.

A la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán / AMSA, por el respaldo y apoyo brindado, en especial al Ing. Civil Esdras Pérez, Jefe de la División de Planeamiento y Ordenamiento Territorial.

A los estudiantes Julio José Ochoa Reyes, Byron Leonel Barreda Herrera y Elder Rodolfo Román Coyoy, que realizaron sus Prácticas Finales en el CEUR como parte del Programa del Ejercicio Supervisado de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la USAC, desempeñándose como Auxiliares de Investigación Ad-honoren.

A las Unidades de Información Pública Municipal de las municipalidades de Villa Canales y Villa Nueva y al personal de las oficinas municipales que nos brindaron su colaboración y apoyo de manera incondicional cuando les fue requerido.



## Índice de contenido

	Descripción	Pág.
1.	Resumen.....	21
2.	Abstract.....	22
3.	Introducción .....	23
	a) Planteamiento del Problema.....	23
	i) Descripción.....	23
	ii) Antecedentes.....	23
	iii) Justificación.....	24
	b) Definición del problema.....	25
	c) Preguntas de investigación.....	26
	d) Objetivos.....	27
4.	Marco teórico y estado del arte .....	28
5.	Materiales y métodos.....	29
6.	Resultados.....	32
	6.1. Matriz de Resultados.....	32
	6.2. Resultados obtenidos en cada objetivo planteado.....	35
	6.2.1. Objetivo específico No. 1. Elaborar una síntesis de los aspectos legales más relevantes relacionados con el manejo de las aguas residuales domésticas.....	35
	6.2.2. Objetivo específico No. 2. Determinar la cantidad de proyectos habitacionales construidos en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005-2014.....	55
	6.2.2.1. Proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados, en el municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014.....	56

6.2.2.2.	Proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.....	80
6.2.3.	Objetivo Especifico 3: Estimar los volúmenes de aguas residuales producidas por la población municipal de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005-2014.....	97
6.2.3.1.	ARD producidas por la población urbana que habita en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, en el período 2005-2014...	98
6.2.3.2.	ARD anuales producidas por la población que habita en los proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva.....	105
6.2.3.3.	ARD producidas por la población que habita en los proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva por zona, en el período 2005-2014.....	110
6.2.3.4.	ARD producidas por la población que habita en los proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.....	198
6.2.3.5.	ARD producidas por la población que habita en los proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014, por zona municipal.....	129
6.3.	Impacto esperado.....	134
7.	Análisis y discusión de resultados.....	137
8.	Conclusiones.....	141
9.	Referencias .....	149

10. Apéndice.....	153
11. Actividades de gestión, vinculación y divulgación .....	158

Índice de cuadros

Descripción	Pág.
<b>Cuadro A.</b> Constitución Política de la República de Guatemala de 1985.....	36
<b>Cuadro B.</b> Código Municipal, Congreso de la República de Guatemala, Decreto No. 12-2002.....	38
<b>Cuadro C.</b> Código de Salud, Congreso de la República de Guatemala, Decreto No. 90-97.....	40
<b>Cuadro D.</b> Reglamento de Descargas y Reúso de Aguas Residuales y Disposición de Lodos. Acuerdo Gubernativo de la Presidencia de la República No. 236-2006.....	43
<b>Cuadro E.</b> Ley General de Aguas. Congreso de la República de Guatemala Iniciativa de Ley No. 3118.....	46
<b>Cuadro F.</b> Reglamento de Funcionamiento de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán.....	49
<b>Cuadro G.</b> Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento. Acuerdo Gubernativo No. 418-2013.....	50
<b>Cuadro H.</b> Procedimiento para emitir dictamen sanitario sobre Proyectos de Construcción, Reparación y/o Modificación de Sistemas de Eliminación y/o Disposición de excretas. Norma Técnica Número DRPSA-003-2015.....	53

## Índice de imágenes

Descripción	Pág.
Imagen 1. Zonas urbanas del municipio de Villa Nueva.....	77

## Índice de gráficas

Descripción	Pág.
<b>Gráfica No. 1.</b> Distribución de los PHP según tipo de proyecto autorizado, en el municipio de Villa Nueva, en porcentaje en el período 2005 - 2014.....	63
<b>Gráfica No. 2.</b> Distribución de unidades habitacionales privadas –UHP-, por tipo y porcentaje, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 – 2014.....	64
<b>Gráfica No. 3.</b> Distribución de PHP autorizados por año y zona, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	65
<b>Gráfica No. 4.</b> Distribución de PHP autorizados por año y cantidad, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	66
<b>Gráfica No. 5.</b> Distribución de PHP autorizados por zona y cantidad, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	66
<b>Gráfica No. 6.</b> Distribución de unidades habitacionales privadas –UHP-, por zona y tipo, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 -2014.....	68
<b>Gráfica No. 7.</b> Unidades habitacionales privadas –UHP-, por tipo, zona y cantidad en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 -2014.....	69
<b>Gráfica No. 8.</b> Distribución de unidades habitacionales privadas –UHP-, por año y tipo en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.....	70

<b>Gráfica No. 9.</b> Distribución de unidades habitacionales privadas -UHP-, por año y tipo. en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.....	71
<b>Gráfica No. 10.</b> Viviendas autorizadas por año y zona, en el el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	72
<b>Gráfica No. 11.</b> Viviendas autorizadas por año y cantidad, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	73
<b>Gráfica No. 12.</b> Viviendas autorizadas por zona y cantidad, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	73
<b>Gráfica No. 13.</b> Distribución de viviendas por zona y porcentaje, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.....	74
<b>Gráfica No. 14.</b> Distribución de apartamentos por año y zona, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.....	75
<b>Gráfica No. 15.</b> Distribución de apartamentos por cantidad, porcentaje y año, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.....	76
<b>Gráfica No. 16.</b> Distribución de apartamentos por cantidad, porcentaje y zona, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.....	76
<b>Gráfica No. 17.</b> Distribución de unidades habitacionales por tipo y porcentaje, autorizadas y construidas, en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 - 2014.....	83
<b>Gráfica No. 18.</b> Distribución de PHP autorizados por año y zona en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	84
<b>Gráfica No. 19.</b> Distribución de proyectos habitacionales privados –PHP-, por año y cantidad, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	85
<b>Gráfica No. 20.</b> Distribución de proyectos habitacionales privados –PHP-, autorizados por zona y cantidad en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	85

<b>Gráfica No. 21.</b>	
Lotes y viviendas de los proyectos habitacionales privados –PHP-, por cantidad y zona municipal, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 - 2014.....	86
<b>Gráfica No. 22.</b>	
Lotes y viviendas de los PHP, por cantidad y zona municipal, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 -2014.....	87
<b>Gráfica No. 23.</b>	
Lotes y viviendas de los PHP, por año y cantidad, autorizados en el municipio de Villa Canales, por año, en el período 2005 – 2014.....	90
<b>Gráfica No. 24.</b>	
Lotes y viviendas de los PHP, por cantidad y año, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 – 2014.....	90
<b>Gráfica No. 25.</b>	
Viviendas por año, cantidad y zona municipal, autorizadas por el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	91
<b>Gráfica No. 26.</b>	
Viviendas por cantidad y año, autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	92
<b>Gráfica No. 27.</b>	
Viviendas por cantidad y zona municipal, autorizadas por el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	92
<b>Gráfica No. 28.</b>	
Viviendas por cantidad, porcentaje y zona municipal, autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 -2014.....	93
<b>Gráfica No. 29.</b>	
Viviendas por año, cantidad y porcentaje, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 -2014.....	93
<b>Gráfica No. 30.</b>	
Comparación de la Lotificación Villa Las Mercedes con el resto de Lotificaciones autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	94
<b>Gráfica No. 31.</b>	
Comparación de la Lotificación Villa Las Mercedes con el resto de unidades habitacionales privadas autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	95

<b>Gráfica No. 32.</b>	
Estimación de ARD diarias producidas por la población urbana que reside en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales, en el período 2005-2014.....	100
<b>Gráfica No. 33.</b>	
Estimación de ARD diarias urbanas producidas por la población urbana que habita en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales, en el período 2005-2014.....	101
<b>Gráfica No. 34.</b>	
Estimación de ARD mensual producidas por la población urbana de los municipios de Villa Nueva y Villa Canales en el período 2005-2014.....	102
<b>Gráfica No. 35.</b>	
Estimación de ARD mensual producida por la población urbana que reside en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales en el período 2005-2014.....	102
<b>Gráfica No. 36.</b>	
Estimación de ARD anual producidas por la población urbana que reside en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales en el período 2005-2014.....	103
<b>Gráfica No. 37.</b>	
Estimación de ARD anual producida por la población urbana que reside en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales en el período 2005-2014.....	103
<b>Gráfica No. 38.</b>	
Estimaciones de ARD diarias en volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	108
<b>Gráfica No. 39.</b>	
Estimaciones de ARD mensuales en volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	109
<b>Gráfica No. 40.</b>	
Estimaciones de ARD anual en volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	109
<b>Gráfica No. 41.</b>	
Estimaciones de ARD mensual por zona, volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%), producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	116

<b>Gráfica No. 42.</b>	
Estimaciones de ARD mensual por zona, volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%), producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	117
<b>Gráfica No. 43.</b>	
Estimaciones de ARD anual por zona, volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%), producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	117
<b>Gráfica No. 44.</b>	
Estimaciones de ARD diarias en volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	121
<b>Gráfica No. 45.</b>	
Estimaciones de ARD mensual en volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	122
<b>Gráfica No. 46.</b>	
Estimaciones de ARD anual en volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	122
<b>Gráfica No. 47.</b>	
Estimaciones de ARD diarias en volumen (m <sup>3</sup> ), porcentaje (%), y zona municipal, producidas por los habitantes de los PHP, construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	128
<b>Gráfica No. 48.</b>	
Estimaciones de ARD mensuales por volumen (m <sup>3</sup> ), porcentaje (%) y zona municipal producidas por los habitantes de los PHP, construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	129
<b>Gráfica No. 49.</b>	
Estimaciones de ARD anuales por zona municipal, en volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	129

Índice de tablas

Descripción

Pág.

<b>Tabla No. 1.</b> Proyectos habitacionales privados (PHP), autorizados en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 – 2014.....	60
<b>Tabla No. 2.</b> Cantidad, porcentaje y tipo de los proyectos habitacionales privados -PHP- autorizados en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 – 2014.....	62
<b>Tabla No. 3.</b> Distribución de unidades habitacionales privadas -UHP- por tipo, autorizadas en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 -2014.....	64
<b>Tabla No. 4.</b> Distribución de proyectos habitacionales privados -PHP-, por año y zona, autorizados en el Municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	65
<b>Tabla No. 5.</b> Distribución de unidades habitacionales privadas -UHP-, por zona y tipo, autorizadas en el municipio de Villa Nueva, período 2005 - 2014.....	68
<b>Tabla No. 6.</b> Distribución de unidades habitacionales privadas -UHP-, por año y tipo, autorizadas en el municipio de Villa Nueva, período 2005 – 2014.....	70
<b>Tabla No. 7.</b> Distribución de viviendas por año y zona, autorizadas en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.....	72
<b>Tabla No. 8.</b> Distribución de apartamentos por zona y año, autorizados en el Municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.....	75
<b>Tabla No. 9.</b> Nómina Municipal de Proyectos Habitacionales Privados –PHP-, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	82
<b>Tabla No. 10.</b> Unidades habitacionales privadas por tipo, autorizadas en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 – 2014.....	83
<b>Tabla No. 11.</b> Distribución de proyectos habitacionales privados -PHP- por año y zona, autorizados en el Municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	84
<b>Tabla No. 12.</b> Lotes y viviendas de los PHP, por cantidad y zona municipal, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 - 2014.....	86

<b>Tabla No. 13.</b> Lotes y viviendas de los PHP, por cantidad y año, autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 - 2014.....	89
<b>Tabla No. 14.</b> Viviendas por año, cantidad y zona municipal, autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 - 2014.....	91
<b>Tabla No. 15.</b> Comparación de la Lotificación Villa Las Mercedes con el resto de lotificaciones autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	94
<b>Tabla No. 16.</b> Comparación de la Lotificación Villa Las Mercedes con el resto de unidades habitacionales privadas autorizadas en el municipio de Villa Canales, durante el período 2005-2014.....	95
<b>Tabla No. 17.</b> Estimación de ARD producidas por la población urbana que habita en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, en el período 2005-2015, según proyecciones de población urbana estimada por el INE.....	98
<b>Tabla No. 18.</b> Proyectos habitacionales privados -PHP- localizados dentro del área de la Cuenca del Lago de Amatitlán, autorizados en Villa Nueva, 2005-2014.....	105
<b>Tabla No. 19.</b> Resumen de ARD diarias, mensuales y anuales producidas por la población que habita en los PHP, autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva.....	106
<b>Tabla No. 20.</b> Estimaciones de ARD por año, volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%), producidas por los habitantes de los PHP localizados en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	107
<b>Tabla No. 21.</b> Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP, Autorizados y construidos en la Zona 2 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	111
<b>Tabla No. 22.</b> Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en la Zona 3 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	112

<b>Tabla No. 23.</b> Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en la Zona 4 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	113
<b>Tabla No. 24.</b> Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en la Zona 5 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	113
<b>Tabla No. 25.</b> Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en la Zona 6 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	114
<b>Tabla No. 26.</b> Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP, autorizados y construidos en la Zona 8 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	114
<b>Tabla No. 27.</b> Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP, autorizados y construidos en la Zona 12 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	114
<b>Tabla No. 28.</b> Resumen total de las estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	115
<b>Tabla No. 29.</b> Estimaciones de ARD producidas en volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%), por los habitantes de los PHP por zona municipal del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.....	115
<b>Tabla No. 30.</b> Proyectos habitacionales privados -PHP- localizados dentro de la Cuenca del Lago de Amatitlán, autorizados en Villa Canales, 2005-2014.....	119
<b>Tabla No. 31.</b> Resumen de volúmenes de ARD diario, mensual y anual producidos por las viviendas y proyectos habitacionales, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales.....	120

<b>Tabla No. 32.</b>	
Estimación de caudales de ARD diario, mensual y anual por año, volumen (m <sup>3</sup> ) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP, construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	121
<b>Tabla No. 33</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP, autorizados y construidos en el año 2005 en el municipio de Villa Canales.....	124
<b>Tabla No. 34.</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en el año 2008 en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	124
<b>Tabla No. 35.</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el año 2009 en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	125
<b>Tabla No. 36.</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el año 2010, en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	125
<b>Tabla No. 37.</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el año 2011, en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	126
<b>Tabla No. 38.</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el año 2012, en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	126
<b>Tabla No. 39.</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el año 2013, en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	126
<b>Tabla No. 40.</b>	
Resumen de volumen de ARD diario, mensual y anual producidos por los habitantes de las viviendas y proyectos habitacionales privados –PHP-, construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	127

<b>Tabla No. 41.</b>	
Estimaciones del caudal ARD diario, mensual y anual en volumen (m <sup>3</sup> ), porcentaje (%) y zona municipal, producidos por los habitantes en los PHP, construidos en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.....	127
<b>Tabla No. 42.</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual, producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en la zona 1 del municipio de Villa Canales.....	131
<b>Tabla No. 43.</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual, producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en la zona 2 del municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	131
<b>Tabla No. 44.</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual, producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en la zona 3 del municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	132
<b>Tabla No. 45.</b>	
Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en la zona 4 del municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.....	133
<b>Tabla 46.</b>	
Población total, urbana y rural de los municipios que integran la Cuenca del lago Lago de Amatitlán, según los censos nacionales de población 1950-2002 (INE).....	153
<b>Tabla 47.</b>	
Población total de los municipios que conforman la Cuenca del Lago de Amatitlán, según seis censos nacionales de población realizados por el INE, 1950-2002.....	154
<b>Tabla 48.</b>	
Población urbana de los municipios que conforman la Cuenca del Lago de Amatitlán, según Censos Nacionales de Población, 1950-2002 (INE).....	155
<b>Tabla 49.</b>	
Datos, indicadores, factores de conversión, equivalencias y ejemplo relacionado con la producción y cálculo de aguas residuales domiciliarias en el municipio de Villa Nueva...	156
<b>Tabla 50.</b>	
Datos, indicadores, factores de conversión, equivalencias y ejemplo relacionado con la producción y cálculo de aguas residuales domiciliarias en el municipio de Villa Nueva...	157



**“CRECIMIENTO URBANO Y CONTAMINACIÓN DEL LAGO DE AMATITLÁN:  
el caso de Villa Canales y Villa Nueva 2004-2014”**

**1. Resumen**

La contaminación y destrucción del Lago de Amatitlán, un importante recurso hídrico del departamento de Guatemala y la Región I: Metropolitana, es un problema ambiental actual de gran magnitud, que se incrementa aceleradamente, poniendo en riesgo su rescate y conservación, el que tiende a desaparecer si las aguas residuales que se continúan depositando en su seno desde hace dos siglos, no reciben un tratamiento apropiado.

Es importante señalar que este cuerpo lacustre recibe las aguas residuales que producen las áreas urbanas y rurales de los 14 municipios que conforman la Cuenca del Lago de Amatitlán.

Del universo antes citado, este estudio aborda la producción exclusiva de aguas residuales domiciliarias producidas por las viviendas de los proyectos habitacionales de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en el período 2005-2014.

Esta pesquisa contiene tres resultados, el primero vinculado con el marco legal nacional e internacional relacionado con el tema de estudio, el segundo identifica y estima la cantidad de viviendas y proyectos habitacionales construidos en los dos municipios mencionados durante los últimos 10 años, finalmente, el tercer objetivo, presenta las estimaciones de producción de aguas residuales de tipo domiciliar -caudales diario, mensual y anual-, con el objeto de medir el peso y la participación de las aguas servidas procedentes de la vivienda urbana municipal dentro del caudal total de aguas que se vierten al Lago de Amatitlán, en la mayoría de las veces sin ningún tipo de tratamiento –domiciliarias, industriales, comerciales, agrícolas, otras-.

Palabras claves: agua, ambiente, cuenca, urbanismo, urbanización.

## **2. Abstract**

Pollution and destruction of Lake Amatitlán, an important water resource department of Guatemala and the Region I: Metropolitan, is a current environmental problem of great magnitude, which increases rapidly, jeopardizing their rescue and conservation, which tends to disappear if the wastewater continue to place within it for two centuries, not receiving appropriate treatment.

Importantly, this lakeside body receives wastewater produced by urban and rural areas of the 14 municipalities of the Amatitlán Lake Basin.

The aforementioned universe, this study addresses the exclusive production of domiciliary wastewater produced by households for housing projects in the municipalities of Villa Canales and Villa Nueva in the 2005-2014 period.

This research contains three result, the first linked to the national and international legal framework regarding the subject matter, the second identifies and estimates the number of homes and housing projects built in the two municipality mentioned during the last 10 years, finally the third objective, presents estimates of wastewater production of household type -flow daily, monthly and annually-, in order to measure the weight and participation of wastewater from municipal urban housing in the total flow of waters is discharged into Lake Amatitlán, most of the time without any -residential, industrial, commercial, agricultural, others.

### 3. Introducción

#### a) Planteamiento del Problema

i) Descripción: El lago de Amatitlán es un cuerpo lacustre localizado en el municipio del mismo nombre, que pertenece al departamento de Guatemala, está cerca de la ciudad capital del país y es un importante reservorio de agua. Tiene varios usos, entre los que se destacan: un área recreativa y deportiva -esquí acuático, navegación a vela, remo-, turístico, pesca, riego, entre otros.

Este lago es el punto más bajo de la Cuenca del lago de Amatitlán, donde desemboca el río Villalobos, que transporta las aguas servidas producidas por la población que habita en los catorce municipios que se localizan y conforman esta cuenca, aguas que son vertidas sin ningún tipo de tratamiento, contaminándolo y destruyéndolo, situación que data de los Siglos XX y XXI, siendo la tendencia, la inminente desaparición de este recurso hídrico.

ii) Antecedentes: Durante su larga historia de existencia, el lago de Amatitlán ha sido objetivo de muchos estudios, por diversas disciplinas e instituciones tanto nacionales como internacionales, motivadas por la exclusividad de sus características: flora y fauna, recursos forestales, el patrimonio arqueológico que le rodea, pero también, por los problemas que ha manifestado y que continua manifestando en la actualidad, por ser un recurso hídrico excepcional y vital para el municipio de Amatitlán y el área metropolitana de la ciudad de Guatemala, entre otros.

Un problema que se viene arrastrando desde el siglo pasado es el incremento de la contaminación del lago y los perjuicios que de ello se derivan, los que impactan en la población que habita en los territorios circundantes. Esta situación ha sido el detonante para dedicarse al estudio y análisis de su contaminación.

Varias universidades nacionales, instituciones del estado, consultoras internacionales y organismos internacionales, han realizado estudios acerca de la contaminación. En tal

sentido, se han estudiado los niveles de contaminación química -por la diversidad de vertidos industriales- y bacteriológica -por las excretas vertidos a los ríos adyacentes y al citado lago-. Un ejemplo de ello son las tesis de licenciatura de Licenciados en Química e Ingeniería Química o, las tesis de maestría de Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, de la USAC.

En cuanto a las aguas residuales, algunos de los temas estudiados han sido los siguientes: Sistemas y plantas de tratamiento de aguas residuales, estudios de redes de drenajes sanitario, estudios y análisis comparativos de caudales de aguas servidas, análisis de los parámetros físico-químicos de las aguas residuales, materiales de construcción utilizados en la construcción de plantas de tratamiento, caracterización de aguas residuales domésticas e industriales, caracterización y eliminación de colorantes residuales de las aguas producidas por la industria textil, remoción de sólidos suspendidos en aguas residuales, comparación de costos entre una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas prefabricadas y una construida en sitio, determinación de coliformes, salmonella y helmintos en lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales, otros.

En las búsquedas bibliográficas especializadas, se logró determinar que el estudio específico de la producción de las aguas residuales domiciliarias, es decir, aquellas producidas por las personas que habitan las viviendas urbanas, es un tema no estudiado y por lo tanto pendiente de ser investigado, por esta razón, se planteó la investigación propuesta, que contiene y presenta el comportamiento y participación de la población que reside en las viviendas situadas en los proyectos habitacionales privados autorizados y construidos en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en el período 2005-2014.

iii) Justificación. La permanente contaminación del lago y su inminente desaparición, es un tema reconocido, pero se conocen poco de los diversos agentes inmersos en esta polémica problemática, entre los cuales pueden citarse: las municipalidades, los agricultores, la iniciativa privada -los desarrolladores de proyectos de vivienda masiva, las fabricas e industrias-, las instituciones del estado -MSPAS, AMSA, MARN-, la población oriunda

que reside en sus alrededores y aquella que ha migrado hacia los municipios localizados en la cuenca del citado lago para vivir y otros.

Todas las actividades humanas que se desarrollan en la Cuenca del Lago de Amatitlán, son productoras de aguas residuales, entre estas las agrícolas, comerciales, industriales, domiciliarias y otras, de estas, las industriales han sido de las más estudiadas por la peligrosa contaminación química que ocasionan, además, de la bacteriológica derivada del vertido de excretas humanas al lago de manera permanente y son ningún tratamiento.

Esta investigación está dedicada a documentar la producción de aguas residuales de procedencia domiciliar, con el fin de estimar su peso y participación dentro de las aguas que contaminan el mencionado lago, datos que serán vitales para explicar y justificar la importancia que poseen las plantas de tratamiento de aguas residuales en las áreas urbanas de todo el país, para la protección y conservación de nuestros recursos hídricos, en una época que se caracteriza por la escasez de agua para consumo humano.

Los datos e información incluidos en este documento relacionados con la producción de aguas residuales domiciliarias, son de utilidad para funcionarios públicos como AMSA, MANSUR, MARN, Municipalidades, entre otras, además, para los medio de comunicación interesados en el tema. Por aparte es conveniente mencionar, la utilidad para estudiantes y docentes de las universidades públicas y privadas vinculadas con el tema.

#### b) Definición del problema.

En la actualidad, dos fenómenos paralelos están ocurriendo en el área metropolitana de la Ciudad de Guatemala/AMCG, el primero relacionado con la contaminación y deterioro permanente del Lago de Amatitlán derivado del vertido de aguas residuales sin tratamiento procedentes de la población que reside en las viviendas de los proyectos habitacionales localizados en áreas aledañas, el segundo fenómeno es la urbanización acelerada y explosiva que está ocurriendo de los territorios de los catorce municipios que se localizan en la Cuenca del Lago de Amatitlán, entre los cuales sobresalen los situados al sur de la

citada ciudad, proceso que se ejecuta sin ningún tipo de control y/o regulación municipal, lo que ha facilitado y estimulado el surgimiento de nuevos proyectos habitacionales en forma desordenada y descontrolada, la mayoría planificados y construidos por la iniciativa privada, localizados en los territorios de municipios que poseen un débil control urbano de la construcción, escasa personal profesional calificado o inexistencia de oficinas para realizar las actividades antes citadas, aunado a la ausencia o existencia de un marco legal urbano escaso y frágil, además, carecen de un ordenamiento territorial municipal, de lo cual se deriva en gran parte, el caos urbano reinante por doquier.

Han sido construidos cientos de proyectos habitacionales y miles de viviendas -un proceso que continua-, que alojan una creciente cantidad de habitantes que han incrementado la población urbana municipal, la mayor productora de aguas residuales domiciliarias sin tratamiento, debido a que la mayoría de los citados proyectos carecen de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

El estudio propuesto aborda el marco legal existente para el manejo de las aguas residuales, el incremento de la población, viviendas, proyectos habitacionales y de las aguas residuales domiciliarias producidas en los años 2005-2014 en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, las cuales contaminan de forma permanente y contribuyen a la destrucción del Lago de Amatitlán.

c) Preguntas de investigación.

c.1 ¿Cómo ha sido el crecimiento poblacional urbano en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005 - 2014?

c.2 ¿Cómo está impactando el crecimiento poblacional urbano de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en la contaminación del Lago de Amatitlán?

c.3 ¿Qué relación existe entre la urbanización del territorio y la contaminación del Lago de Amatitlán?

c.4 ¿Cómo está afectando la urbanización de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva al Lago de Amatitlán -cambio de uso del suelo de rural a urbano-?

c.5 ¿Cuál es el nivel de participación de la población que reside en la vivienda urbana de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en la contaminación del Lago de Amatitlán?

c.6 ¿Cuántas viviendas se estima que han sido construidas en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en los últimos 10 años (2005 - 2014)?

c.7 ¿Qué cantidad de proyectos habitacionales han sido autorizados y construidos en los últimos 10 años en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva (2005/2014)?

c.8 ¿Cómo está afectando el surgimiento de proyectos habitacionales en los territorios de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva?

c.9 ¿Cómo está normado y regulado el manejo de las aguas residuales en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva?

c.10 ¿Cómo controlan y regulan la producción de aguas residuales domiciliarias las autoridades de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva?

c.11 ¿Cuáles han sido las normas y reglamentos municipales relacionados con la producción y manejo de aguas residuales que están vigentes en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva?

c.12 ¿Qué tipo de leyes existen a nivel nacional para normar y regular la administración, manejo, recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales domiciliarias en Guatemala?

c.13 ¿Cuál es la cantidad estimada de aguas residuales domiciliarias producidas y vertidas por los municipios de Villa Canales y Villa Nueva al Lago de Amatitlán en los años 2005-2014?

d) Objetivos.

d.1) General:

Generar y presentar un conocimiento que permita aproximarse a la forma como el crecimiento urbano está contribuyendo a la contaminación y destrucción del Lago de Amatitlán.

d.2) Específicos:

d.2.1 Elaborar una síntesis de los aspectos legales más relevantes relacionados con el manejo de las aguas residuales domiciliarias.

d.2.2 Determinar la cantidad de proyectos habitacionales construidos en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005 - 2014 (10 años de análisis).

d.2.3 Estimar los volúmenes de aguas residuales producidas por la población municipal de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005 - 2014 (10 años de análisis).

#### **4. Marco teórico y estado del arte**

Un evento académico importante realizado en la década de los años '80s, reunió y presentó una serie de estudios especializados que exponen y describen la difícil situación de la contaminación de lago denominado como **“Simposio: Estudios recientes sobre la contaminación del Lago de Amatitlán”** (Comité de Lago de Amatitlán, 1987); el “Folleto Nivel superior” publicado por la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán / AMSA, aunque no cita ni aborda las aguas residuales domiciliarias, si refiere e incluye las comerciales y sobre todo las industriales; además, hay un **“Plan Maestro del Manejo Integrado de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (PLANDEAMAT)”** que orienta todas las acciones e intervenciones en este lago; entre los trabajos más recientes está el titulado **“Plan de Control de la Contaminación del lago de Amatitlán y del río Villalobos”** (INCLAN - Ingeniería del Agua, 2014) ejecutado por una consultora española que aporta valiosos datos relacionados con la contaminación del lago y las acciones para controlarla, en que incluye un inventario bien documentado de 400 puntos donde están siendo vertidas aguas residuales y el **“Estudio de Batimetría del Lago de Amatitlán y Transporte de Sedimentos del Río Villalobos”** (WESA-ASEBASTE, 2012), desarrollado por una consultora canadiense, que documenta dos cuestiones, la primera aborda la forma como los sedimentos transportados hasta el lago están llenándolo y reduciendo su volumen, y la segunda, como el Río Villalobos es el vehículo que transporta esos sedimentos.

En cuanto a estudios de la realidad del área metropolitana de la Ciudad de Guatemala, Mara Polanco presenta algunos rasgos y trazos de esta situación en **“Dinámica de las**

**condiciones de vida urbana**” (ISMU, 1998); así mismo, Silvia García Vettorazzi también aborda el tema en “**El crecimiento espacial de la ciudad de Guatemala: ¿Un desorden permitido?**” (2000) y “**La ciudad de Guatemala y su área de influencia urbana; perfiles de problemas y líneas de solución**” (AVANCSO, 2000), también en el “**El proceso de crecimiento metropolitano de la ciudad de Guatemala: perfiles del fenómeno y ópticas de gestión**” (AVANCSO, 2003); también el trabajo de Florentín Martínez “**Gestión Territorial en Municipios con Alta Presión Inmigratoria Interna (2010)**”, aborda y analiza el crecimiento de la población, su dinámica y la urbanización de tierras para su residencia en varios lugares poblados de nuestro país.

En cuanto a estudios recientes, **Caracterización de aguas residuales domésticas e industriales en el municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango y su propuestas de tratamiento** (Duarte F. y Mejía M, 2014), determina parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en el citado municipio, proponiendo un tratamiento adecuado; un documento de carácter nacional es el titulado **Producción de Aguas Servidas, tratamiento y uso en el Ecuador** (Cabrera, Garcés y Paredes, s/f ), estudia y analiza la producción, tratamiento y usos de las citadas aguas de manera general; finalmente, el estudio denominado **Sistema de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales Domésticas de Liberia, Guanacaste, Costa Rica** (Abarca Garbanzo, 2002) estudia el tratamiento de las aguas residuales en el Cantón de Liberia provincia de Guanacaste, destacándose la propuesta de utilizar las citadas aguas después de su tratamiento para el riego de 33 ha. de caña de azúcar.

## **5. Materiales y Métodos**

- Descripción de la ubicación geográfica de la investigación: La investigación se circunscribe al estudio de los territorios de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, localizados y pertenecientes al departamento de Guatemala.
- Tipo de investigación: Exploratoria, descriptiva y explicativa.

- Período de la investigación: Se estudia y analiza un período diez años (10) recientes, comprendidos del año 2005 al 2014.
- Técnicas e instrumentos: recopilación, diagnósticos, guías, entrevistas, encuestas, observación, experimentación, entre otros.

Para realizar el estudio y análisis del Marco Legal Nacional e Internacional relacionado con las aguas residuales se utilizó la “técnica de investigación documental”, que permitió hacer una revisión, lectura, estudio, análisis, reflexión acerca de las normas, reglamentos y leyes nacionales e internacionales seleccionadas, después se procedió a redactar un resumen descriptivo y una síntesis en varios cuadros que contienen lo relacionado con el marco legal de las aguas residuales domiciliarias. Lo antes descrito corresponde al objetivo No. 1 del proyecto de investigación.

Para el estudio y análisis de los proyectos habitacionales privados (PHP) autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005-2014, se ingresaron varias solicitudes de información a la Unidad de Información Pública de la Municipalidad de las citadas municipalidades, con la información municipal obtenida, se procedió a estudiar y analizar detenidamente los datos, siendo este el punto de partida para generar la nómina municipal de proyectos habitacionales privados autorizados y construidos en el municipio de “Villa Canales” (37 PHP, de los cuales 21 se localizaron dentro de la jurisdicción de la Cuenca del Lago de Amatitlán, en tanto que en el municipio de “Villa Nueva” se generaron varias nominas así: la primera de 43 PHP, la segunda de 55 PHP, finalmente, la nómina municipal final quedo en 64 PHP, de los cuales solo 53 PHP se localizaron en la citada cuenca.

Para generar cada nómina municipal de proyecto habitacionales, se realizó el estudio y análisis detenido de imágenes de acceso libre vía internet y computadora, que permitieron realizar recorridos virtuales y localizar cada proyecto en los territorios municipales de Villa Canales y Villa Nueva con el auxilio de las imágenes satelitales de Google Earth, Google Earth Pro, Google Maps, Wikimapia, Infraestructura de Datos Espaciales /SEGEPLAN.

Esta actividad de gabinete fue complementada y fortalecida con ejecución de trabajo de campo -vistas y recorridos de campo-, al territorio del municipio de Villa Canales Villa Nueva, que permitieron identificar y reconocer la existencia y localización de los proyectos habitacionales privados, además de diferenciar las áreas urbanizadas de las rurales. En el trabajo de campo se aplicó la técnica de observación estructurada o sistemática para observar esa realidad, con el auxilio de libreta de apuntes, croquis, planos o mapas, grabadora y cámara fotográfica. Los recorridos de campo se ejecutaron con el apoyo del Centro de Estudios Urbanos y Regionales - CEUR /USAC (vehículo y gasolina) y de la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán / AMSA (vehículo, piloto-guía y gasolina).

Para estimar los volúmenes de aguas residuales producidas por la población que habita en las viviendas de los proyectos habitacionales de los municipio objeto de estudio, (se estimó 5 personas por familia/vivienda, según la Encuesta de Condiciones de vida, ENCOVI 2011 / INE) se consideraron las estimaciones de población del INE, se analizaron documentos especializados de la OMS, OPS e INFOM, utilizando la técnica de investigación documental, en los cuales fueron consultadas la dotación de agua por habitante diario (lts/hab./día), el factor de retorno de agua residual (0.8: cantidad de agua residual vertida a la red de drenajes por cada vivienda en calidad de aguas grises y negras), datos que fueron combinados con la cantidad de población estimada por el INE en cada municipio. Los datos antes indicados fueron combinados y mediante operaciones matemáticas básicas, fueron obtenidas las cifras de producción de aguas residuales domiciliarias diarias, mensuales y anuales para los municipio objeto de estudio durante los 10 años de análisis (2005-2014).

A partir de las estimaciones de aguas residuales obtenidas, se elaboraron tablas, cuadros y gráficas con el apoyo de hojas electrónicas, además, se analizó e interpretó la información recabada y procesada, para generar un conjunto de reflexiones que conduzcan a generar conclusiones y recomendaciones generales y específicas.

Para la ejecución de las actividades antes descritas, fue necesario auxiliarse de las “técnicas de investigación bibliográfica o documental”, se realizarán cálculos matemáticos con el apoyo de hojas electrónicas, además, se elaboraron gráficas estadísticas que permitieron

visualizar los resultados obtenidos (circular en dos y tres dimensiones, de barras en dos y tres dimensiones, de doble eje, otros), los que permitieron ordenar, clasificar, organizar, resumir y analizar datos, que finalmente han permitido extraer conclusiones y recomendaciones respecto del estudio realizado.

## 6. RESULTADOS.

### 6.1 Matriz de Resultados.

Objetivo Específico	Resultado Esperado	*Resultado Obtenido
No. 1: Elaborar una síntesis de los aspectos legales más relevantes relacionados con el manejo de las aguas residuales domiciliarias.	Una síntesis de los aspectos legales más relevantes relacionados con la normativa y regulación, control y manejo de las aguas residuales domiciliarias en los municipios objeto de estudio.	Resumen del Marco Legal Nacional e Internacional (documento).  - Síntesis del Marco Legal Nacional e Internacional (documento).
No. 2: Determinar la cantidad de proyectos habitacionales construidos en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005 - 2014 (10 años de análisis)	Una base de datos integrada de la cantidad de viviendas y proyectos habitacionales -PHP- construidos en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005 - 2014.	- Nómina de los proyectos habitacionales privados construidos y localizados municipio de Villa Canales en el período 2005-2014 (colonias, condominios, lotificaciones y residenciales)  - Estudio, análisis e interpretación de los proyectos habitacionales y las viviendas construidas y localizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.  - Nómina de los proyectos habitacionales privados construidos y localizados municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014 (colonias, condominios, lotificaciones y residenciales)  - Estudio, análisis e interpretación de los proyectos habitacionales y las viviendas construidas y localizadas en el municipio de Villa Nueva, 2005-2014.

\* Los resultados obtenidos se presentan con detalle en los documentos que se adjuntan a continuación de este cuadro descriptivo por cada objetivo planteado.

ARD: abreviatura de Aguas Residuales Domiciliarias.

CLA: abreviaturas de Cuenca del Lago de Amatitlán

<p>No. 3: Estimar los volúmenes de aguas residuales producidas por la población municipal de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005 - 2014 (10 años de análisis)</p>	<p>Una estimación de los volúmenes de aguas residuales producidas por la población municipal de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005 – 2014 (10 años de análisis)</p>	<p>- Estimación de ARD diaria, mensual y anual producida por la población urbana de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, en el período 2005-2014, tributada a la CLA, según la estimaciones de población 2003-2008 y 2000-2020 del INE.</p> <p>- Estimación de ARD diaria, mensual y anual producida por la población residente estimada en los proyectos habitacionales privados construidos en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, en el período 2005-2014, tributada a la CLA, según las viviendas declaradas o estimadas por calculo manual y conteo visual.</p> <p>- Estudio, análisis e interpretación de los resultados obtenidos relacionados con la producción de ARD en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, en el período 2005-2014, por parte de las poblaciones urbana y residente estimada en los proyectos habitacionales privados construidos en los municipios citados y tributada a la CLA</p>
--	---	---

\* Los resultados obtenidos se presentan con detalle en los documentos que se adjuntan a continuación de este cuadro descriptivo por cada objetivo planteado.

ARD: abreviatura de Aguas Residuales Domiciliares.

CLA: abreviaturas de Cuenca del Lago de Amatitlán



## **6.2 Resultados obtenidos en cada objetivo planteado.**

**6.2.1 Objetivo específico No. 1:** Elaborar una síntesis de los aspectos legales más Relevantes relacionados con el manejo de las aguas residuales domiciliarias.

**Producto esperado:** Una síntesis de los aspectos legales más relevantes relacionados con la normativa y regulación, control y manejo de las aguas residuales domiciliarias en los municipios objeto de estudio.

**Cuadro A. Constitución Política de la República de Guatemala de 1985 - 1/2**

<b>Artículo seleccionado</b>	<b>Resumen</b>	<b>Comentario y/o deficiencias identificadas</b>
<p><b>Artículo 121.-</b> Bienes del Estado. Son bienes del estado:                      a) Los de dominio público;                      b) Las aguas de la zona marítima que ciñe las costas de su territorio, los lagos, ríos navegables y sus riberas, los ríos, vertientes y arroyos que sirven de límite internacional de la República, las caídas y nacimientos de agua de aprovechamiento hidroeléctrico, las aguas subterráneas y otras que sean susceptibles de regulación por la ley y las aguas no aprovechadas por particulares en la extensión y término que fije la ley.</p>	<p>Las aguas localizadas en territorio guatemalteco son propiedad del Estado, por lo tanto es su responsabilidad velar por su calidad y correcta utilización.</p>	<p>Menciona la regulación de las aguas pero no indica el procedimiento a seguir para que este artículo se cumpla.</p>
<p><b>Artículo 127.-</b> Régimen de aguas. Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia.</p>	<p>Todas las aguas son propiedad del Estado, por lo tanto, su uso, goce y aprovechamiento, se otorgan según lo establecida por la ley, de acuerdo con el interés social, es importante resaltar la importancia del interés social citado.</p>	<p>La Carta Magna señala que las aguas nacionales deben de ser manejadas o administrados con interés social, habrá que indagar si las leyes específicas del país acatan este planteamiento.</p>
<p><b>Artículo 128.-</b> Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos. El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional, está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como a facilitar las vías de acceso.</p>	<p>Es importante resaltar que el aprovechamiento de las aguas de lagos y ríos está al servicio de la comunidad y no al servicio de persona en particular</p>	<p>Esta disposición no es respetada, se aprovechan estos recursos naturales perjudicando a la comunidad, vertiendo toda clase de líquidos que contaminan las fuentes y cursos de agua superficiales.</p>
<p><b>Artículo 253.-</b> Autonomía Municipal. Los municipios de la República de Guatemala, son instituciones autónomas. Entre otras funciones les corresponde:                      Elegir a sus propias autoridades;                      Obtener y disponer de sus recursos; y                      Atender los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción y el                      Cumplimiento de sus fines propios.                      Para los efectos correspondientes emitirán las ordenanzas y reglamentos respectivos.</p>	<p>De manera general y considerando la autonomía municipal, expresa que una de las funciones del municipio es atender los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción, en lo cual se incluye la protección y conservación de los recursos naturales y la recolección de las aguas negras y su tratamiento.</p>	<p>La dotación de los servicios públicos de agua potable y drenajes son prestados con limitaciones de cobertura, en tanto que el ordenamiento territorial de los municipios está pendiente de ser abordado</p>

**Cuadro A. Constitución Política de la República de Guatemala de 1985 – 2/2**

<b>Artículo seleccionado</b>	<b>Resumen</b>	<b>Comentario y/o deficiencias identificadas</b>
<p><b>Artículo 257.-</b> Asignación para las municipalidades. El Organismo Ejecutivo incluirá anualmente en el Presupuesto General de Ingresos Ordinarios del Estado, un 10% del mismo para las Municipalidades del país. Este porcentaje deberá ser distribuido en la forma que la ley determine, y destinando por lo menos en un noventa por ciento para programas y proyectos de educación, salud preventiva, obras de infraestructura y servicios públicos que mejore la calidad de vida de los habitantes. El diez por ciento restante podrán utilizarlo para financiar gastos de funcionamiento.</p>	<p>Una de las funciones municipales es formular y ejecutar programas y proyectos que mejoren la calidad de vida de los habitantes del municipio. Uno de estos es manejo adecuado y tratamiento de las aguas residuales</p>	<p>Cada administración municipal prioriza sus proyectos e inversiones según su criterio, los que no siempre representan bienestar para su población, además, sus inversiones han derivado en actos de corrupción.</p>

**Cuadro B. Código Municipal, Congreso de la República de Guatemala Decreto No. 12-2002 – 1/2**

Artículo seleccionado	Resumen	Comentario y/o deficiencias identificadas
<p><b>Título III, Capítulo I, Artículo 35. Competencias generales del Consejo Municipal.</b> Le compete al Consejo Municipal:</p> <p>e) El establecimiento, planificación, reglamentación, programación, control y evaluación de los servicios públicos municipales, así como las decisiones sobre las modalidades institucionales para su prestación, teniendo siempre en cuenta la preeminencia de los intereses públicos;</p> <p>y) La promoción y protección de los recursos renovables y no renovables del municipio;</p>	<p>Es competencia del Consejo Municipal la prestación de los servicios públicos según su preeminencia, entre estos, la dotación de alcantarillado, manejo, disposición y tratamiento de las aguas residuales.</p>	<p>Los tomadores de decisiones - Consejo Municipal-, aplican la preeminencia según sus criterios e intereses, con el supuesto que sus técnicos han realizado una priorización de los proyectos e inversiones.</p>
<p><b>Título III, Capítulo I, Artículo 36. Organización de comisiones.</b> En su primera sesión ordinaria anual, el Consejo Municipal organizará las comisiones que considere necesarias para el estudio y dictamen de los asuntos que conocerá durante todo el año, teniendo carácter obligatorio las siguientes comisiones:</p> <p>3. Servicios, infraestructura, ordenamiento territorial, urbanismo y vivienda;</p>	<p>Un Consejo Municipal conforma comisiones de trabajo en temas específicos, es de suponer que el grupo a cargo de los servicios públicos, tiene un conocimiento de la diversidad de problemas de los servicios públicos, lo que debe permitir abordarlos.</p>	<p>La forma como se priorizan y jerarquizan los proyectos e inversiones en el seno de un Consejo Municipal, los procedimientos seguidos para la toma de decisiones.</p>
<p><b>Título III, Capítulo III, Artículo 53. Atribuciones y obligaciones del alcalde.</b> En lo que le corresponde, es atribución y obligación del alcalde hacer cumplir las ordenanzas, reglamentos, acuerdos, resoluciones y demás disposiciones del Consejo Municipal y al efecto expedirá las órdenes necesarias, dictará las medidas de política, buen gobierno y ejercerá la potestad de acción directa, en general, resolverá los asuntos del municipio que no estén atribuidos a otra autoridad. El alcalde preside el Consejo Municipal y tiene las atribuciones específicas siguientes:</p> <p>e) Dirigir, inspeccionar e impulsar los servicios públicos y obras municipales.</p>	<p>Queda la duda de en qué medida, un alcalde municipal cumple con las atribuciones y obligaciones indicadas.</p>	<p>Queda la duda de cómo y quienes integran un Consejo Municipal, el tipo de participación y el peso que cada uno de estos ejerce en torno a una decisión, en contraposición al peso y autoridad de un Alcalde Municipal.</p>

**Cuadro B. Código Municipal, Congreso de la República de Guatemala Decreto No. 12-2002 – 2/2**

Artículo seleccionado	Resumen	Comentario y/o deficiencias identificadas
<p><b>Título V, Capítulo I, Artículo 68. Competencias propias del municipio.</b> Las competencias propias que deberá cumplir un municipio, dos o más municipios bajo convenio o por mancomunidad de municipios, son las siguientes:</p> <p>a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados, recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato;</p> <p>k) Modernización tecnológica de la municipalidad y de los servicios públicos municipales o comunitarios;</p> <p>l) Promoción y gestión ambiental de los recursos naturales del municipio;</p>	<p>Las competencias asignadas a un municipio son breves y generales. Se presume que dentro de término alcantarillado se incluye: las redes de drenajes de aguas servidas y pluviales y el tratamiento de las aguas residuales, contribuyendo con ello al sostenimiento ambiental del municipio.</p>	<p>Queda la duda del cumplimiento de las citadas competencias, según la SEGEPLAN (2015), la cobertura nacional de agua (76.30%) es más alta que la de saneamiento mínimo* (53.32%), de donde se sospecha una baja cobertura en el último tema indicado en los municipios estudiados (<i>*disponibilidad de una red de agua para evacuar las aguas residuales</i>).</p>
<p><b>Título VII, Capítulo II, Artículo 147. Licencias o autorización municipal de urbanización.</b> La municipalidad está obligada a formular y efectuar planes de ordenamiento territorial y de desarrollo integral de su municipio, en los términos establecidos por las leyes. Las lotificaciones, parcelamientos, urbanizaciones y cualquiera otra forma de desarrollo urbano y rural que pretendan realizar o realicen el Estado o sus entidades o instituciones, autónomo y descentralizado, así como personas individuales o jurídicas, deberán contar con licencia municipal.</p> <p>Tales formas de desarrollo deben cumplir con los requisitos que señalen otras leyes y, en todo caso, cumplir como mínimo con los servicios públicos siguientes:</p> <p>b) Agua potable y sus correspondientes instalaciones, equipos y red de distribución.</p> <p>d) alcantarillado y drenajes generales y conexiones domiciliarias.</p>	<p>Todo proyecto público o privado residencial debe poseer su Licencia Municipal de Construcción, además, como mínimo poseer los servicios de agua potable y saneamiento, lo que presupone la existencia de una regulación y control de la urbanización en el territorio de cada municipio.</p>	<p>Los procesos y requisitos exigidos para la obtención de una Licencia de construcción municipal no están estandarizados, varían de un municipio a otro, por lo que la existencia de una supuesta regulación y control de la urbanización del territorio en cada municipio deja profundas dudas.</p>

**Cuadro C. Código de Salud, Congreso de la República de Guatemala Decreto No. 90-97 - 1/3**

Artículo seleccionado	Resumen	Comentario y/o deficiencias identificadas
<p><b>Libro II. Título I. Capítulo I. Definición de acciones. Artículo 38. Acciones.</b> Las acciones de promoción y prevención, estarán dirigidas a interrumpir la cadena epidemiológica de las enfermedades tanto a nivel ambiente como de la protección, diagnóstico y tratamientos precoces de la población susceptible:</p> <p>c) En relación con el ambiente, las acciones de promoción y prevención buscarán el acceso de la población con énfasis en la de mayor postergación, a servicios de agua potable, adecuada eliminación y disposición de excretas, adecuada disposición de desechos sólidos, higiene de alimentos, disminución de la contaminación ambiental.</p>	<p>Las acciones del estado deben encaminarse a dotar de servicios públicos al segmento social excluido en el tema de agua potable y saneamiento, acciones que deben permitir la reducción de la contaminación ambiental y la prevención de enfermedades que perjudiquen a la población.</p>	<p>Hay incertidumbre en cuanto a que los proyectos residenciales construidos por el sector privado hayan cumplido con el manejo y disposición de las aguas residuales y excretas.</p>
<p><b>Capítulo IV. Sección III. De la emanación y disposición de excretas y aguas residuales. Artículo 92. Dotación de servicios.</b> Las municipalidades, industrias, comercios, entidades agropecuarias, turísticas y otro tipo de establecimientos públicos y privados, deberán dotar o promover la instalación de sistemas adecuados para la eliminación sanitaria de excretas, el tratamiento de aguas residuales y aguas servidas, así como del mantenimiento de dichos sistemas conforme a la presente ley y los reglamentos respectivos.</p>	<p>Todos los establecimientos públicos o privados deben instalar sistemas adecuados para la eliminación de excretas y el tratamiento de aguas residuales, así como el mantenimiento de los citados sistemas. De manera explícita indica que hacer con las excretas y aguas residuales.</p>	<p>A pesar de estar reglamentado, no hay coherencia entre el este artículo y la realidad en campo, hay información escasa respecto de su cumplimiento en medio de una creciente y acelerada urbanización del territorio.</p>
<p><b>Artículo 93. Acceso y cobertura.</b> El Ministerio de Salud de manera conjunta con las instituciones del Sector, las Municipalidades y la comunidad organizada, promoverá la cobertura universal de la población para la disposición final de excretas, la conducción y tratamiento de aguas residuales y fomentará acciones de educación sanitaria para el correcto uso de las mismas.</p>	<p>Da carácter de universalidad a la cobertura de la eliminación y disposición de excretas, conducción y tratamiento de las aguas residuales producidas por la población, además, es un trabajo conjunto que involucra a la municipalidad, instituciones y comunidad.</p>	<p>El trabajo conjunto y la cobertura universal del saneamiento no se cumplen ni concreta en la realidad.</p>
<p><b>Artículo 94. Normas sanitarias.</b> El Ministerio de Salud con otras instituciones del sector dentro de su ámbito de competencia, establecerán las normas sanitarias que regulan la construcción de obras para la eliminación y disposición de excretas y aguas residuales y establecerá de manera conjunta con las municipalidades, la autorización, supervisión y control de dichas obras.</p>	<p>El MSPAS y otras instituciones competentes, deben establecer las normas sanitarias para la regulación de la construcción de obras para la eliminación y tratamiento de excretas y aguas residuales, de manera conjunta con las municipalidades.</p>	<p>Se sospecha que no hay una coordinación interinstitucional y que de ello derive un descontrol en el saneamiento municipal, además, aunado a la falta de reglamentos municipales específicos en materia sanitaria.</p>

**Cuadro C. Código de Salud, Congreso de la República de Guatemala Decreto No. 90-97 - 2/3**

Artículo seleccionado	Resumen	Comentario y/o deficiencias identificadas
<p><b>Artículo 96. Construcción de obras de tratamiento.</b> Es responsabilidad de las Municipalidades o de los usuarios de las cuencas o subcuencas afectadas, la construcción de obras para el tratamiento de las aguas negras y servidas, para evitar la contaminación de otras fuentes de agua: ríos, lagos, nacimientos de agua. El Ministerio de Salud deberá brindar asistencia técnica en aspectos vinculados a la construcción, funcionamiento y mantenimiento de las mismas.</p>	<p>Sobre las municipalidades y usuarios de las cuencas recae la responsabilidad de construir las obras para el tratamiento de las aguas residuales producidas en su jurisdicción, para evitar la contaminación de cuerpos receptores. El MSPAS es el responsable de brindar la asistencia técnica en esta materia.</p>	<p>El MSPAS, tiene limitaciones financieras y de personal calificado para monitorear y asesorar el diseño, planificación, construcción, funcionamiento y mantenimiento de las obras para tratar aguas residuales.</p>
<p><b>Artículo 97. Descarga de aguas residuales. Descripción.</b> Queda prohibido la descarga de contaminantes de origen industrial, agroindustrial y el uso de aguas residuales que no hayan sido tratadas sin previo dictamen favorable del Ministerio de Salud, la Comisión Nacional del Medio Ambiente – CONAMA- y la autorización del Consejo Municipal de la jurisdicción o jurisdicciones municipales afectadas. Dicho dictamen debe ser emitido en un plazo que no exceda a lo que establezca el reglamento respectivo. Se prohíbe, asimismo, la descarga de aguas residuales no tratadas en ríos, lagos, riachuelos y lagunas o cuerpos de agua, ya sean estos superficiales o subterráneos.</p>	<p>Queda prohibida la descarga de contaminantes y el uso de aguas residuales sin un tratamiento previo dictamen de MSPAS, CONAMA y Consejo Municipal de los municipios involucrados.</p>	<p>Es difícil que una municipalidad tenga el interés, la capacidad y los recursos para realizar un monitoreo y control de los vertidos en los cursos superficiales de agua localizados en su territorio.</p>
<p><b>Artículo 98.</b> Autorización de Licencias. Para extender las licencias de construcción en general, o la construcción o reparación y/o modificación de obras públicas o privadas destinadas a la eliminación o disposición de excretas o aguas residuales, las municipalidades deberán previamente obtener el dictamen favorable del Ministerio de Salud, el que deberá ser emitido dentro de los plazos que queden indicados en la reglamentación específica; de no producirse el mismo, se considerará favorable, y la Municipalidad emitirá la autorización respectiva, sin perjuicio de que la responsabilidad ulterior a que se haga acreedor la unidad del Ministerio de Salud que no elaboró el dictamen en el plazo estipulado</p>	<p>Para extender una Licencias de Construcción de una obra relacionada con la eliminación o disposición de excretas o aguas residuales, las municipalidades deben obtener el dictamen favorable del MSPAS.</p>	<p>Se desconoce si este requisito es cumplido por las municipalidades, hay serias dudas a este respecto.</p>
<p><b>Artículo 100. Sistemas privados.</b> La construcción de sistemas privados de disposición de excretas deberán ser diseñados y contruidos acatando las disposiciones que sobre la materia establezca el Ministerio de Salud, a fin de no comprometer los mantos fríáticos, ni contaminar los cuerpos de agua</p>	<p>El MSPAS debe de autorizar sistemas privados de eliminación de excretas.</p>	<p>Se desconoce si este requisito se cumple, hay dudas respecto a este.</p>

**Cuadro C. Código de Salud, Congreso de la República de Guatemala Decreto No. 90-97 - 3/3**

<b>Artículo seleccionado</b>	<b>Resumen</b>	<b>Comentario y/o deficiencias identificadas</b>
<p><b>Sección V. De la urbanización y vivienda. Artículo 109. Aprobación previa.</b> El Ministerio de Salud en coordinación con la Comisión Nacional del Medio Ambiente y la corporación municipal correspondiente, deberán aprobar de acuerdo a los reglamentos y normas urbanísticas y sanitarias, las solicitudes para la formación de nuevas urbanizaciones, extensión del área de las existentes e instalaciones de lugares de recreación o concurrencia del público, en el plazo establecido en los reglamentos respectivos.</p>	<p>El MSPAS, CONAMA (hoy MARN) y la municipalidad, son los entes responsables de aprobar de acuerdo a los reglamentos, normas urbanísticas y sanitarias, las solicitudes para nuevas urbanizaciones a construir en cada territorio municipal.</p>	<p>Según su envergadura, cada proyecto debe realizar un estudio de impacto ambiental a pedido del MARN, además de cumplir con lo indicado en el Código de Salud y las normativas municipales.</p>
<p><b>Libro III. Título Único. Capítulo I. Disposiciones generales. Artículo 216. Concepto de infracción.</b> Toda acción u omisión que implique violación de normas jurídicas de índole sustancial o formal, relativas a la prevención, promoción, recuperación y rehabilitación en materia de salud, constituye infracción sancionable por el Ministerio de Salud, en la medida y con los alcances establecidos en este Código, sus reglamentos y demás leyes de salud.</p>	<p>Toda acción u omisión que implique violación de normas jurídicas, que atente contra la salud será sancionable por el MSPAS, ciñéndose a todas las leyes establecidas en materia de salud.</p>	<p>El MSPAS es responsable de sancionar las violaciones a las normas establecidas en materia de salud y corresponderá a los tribunales competentes sancionar las violaciones cometidas. Se desconocen antecedentes y los resultados de estas actuaciones.</p>

**Cuadro D. Reglamento de Descargas y Reúso de Aguas Residuales y Disposición de Lodos.  
Acuerdo Gubernativo de la Presidencia de la República No. 236-2006. 1/3**

Artículo seleccionado	Resumen	Comentario y/o deficiencias identificadas
<p><b>CAPÍTULO I: Disposiciones generales.</b>  <b>Artículo 1. Objeto.</b> El objeto del presente Reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reúso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:  a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.  c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.  También es objeto del presente Reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.</p>	<p>Indica de manera clara y explícita que su fin es entre otros es, la protección de los cuerpos receptores de agua de los impactos provocados por la actividad humana, además, establecer mecanismos de acción para que el MARN promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.</p>	<p>A pesar de la claridad del contenido, su cumplimiento es uno de los principales problemas, por parte de las instituciones relacionadas con la producción, recolección, conducción y tratamiento y disposición final de las aguas residuales procedentes de la vivienda y otros emisores de estas.</p>
<p><b>Artículo 2. Aplicación.</b> El presente Reglamento debe aplicarse a:  a) Los entes generadores de aguas residuales;  b) Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;  c) Las personas que produzcan aguas residuales para reúso;  d) Las personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales; y  e) Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.</p>	<p>Enlista a los agentes generadores o que descargan aguas residuales, a quienes va dirigido el reglamento, siendo los sujetos a quienes se le aplicará al momento de infringirlo.</p>	<p>Los entes o sujetos a quienes va dirigido el reglamento esta contenidos y descritos, lo que se supone facilitara su aplicación. Queda a discreción de las instituciones públicas su rigurosa aplicación y de la iniciativa privada su cumplimiento.</p>
<p><b>Artículo 3. Competencia.</b> Compete la aplicación del presente Reglamento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Las Municipalidades y demás instituciones de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, deberán hacer del conocimiento de dicho Ministerio los hechos contrarios a estas disposiciones, para los efectos de la aplicación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.</p>	<p>Indica con claridad que las instituciones de gobierno, descentralizadas y autónomas, les compete la responsabilidad de aplicar este reglamento.</p>	<p>La responsabilidad y obligación de aplicar este reglamento está definida con claridad, queda la duda de su cumplimiento por las instituciones del estado y la iniciativa privada.</p>

**Cuadro D. Reglamento de Descargas y Reúso de Aguas Residuales y Disposición de Lodos.  
Acuerdo Gubernativo de la Presidencia de la República No. 236-2006: - 2/3**

Artículo seleccionado	Comentario(s)	Deficiencias identificadas
<p><b>CAPÍTULO V: Parámetros para aguas residuales y valores de descarga a cuerpos receptores</b>  <b>Artículo 24. Límites máximos permisibles de descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanizaciones no conectadas al alcantarillado público.</b> Las municipalidades o empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público y las urbanizaciones existentes no conectadas al alcantarillado público cumplirán con los límites máximos permisibles para descargar a cuerpos receptores.                      Todas las municipalidades deberán cumplir con tener en operación, por lo menos con sistemas de tratamiento primario al cumplirse a más tardar el dos de mayo de dos mil quince.</p>	<p>Este artículo se refiere a los parámetros que deben respetar las substancias contenidas en el agua residual, el límite máximo permisible para cada una de estas, según los análisis de laboratorio, para que sean descargadas a los cuerpos receptores. Además, contiene la programación de las fechas en que todos los entes emisores de aguas residuales, entre estos las municipalidades, deben contar con un sistema de tratamiento primario instalado y en operación.</p>	<p>Hay serias dudas respecto a la aplicación de este reglamento por parte de las instituciones del estado, así también, de su cumplimiento por parte de iniciativa privada. Los datos obtenidos de las instituciones y en campo, revelan serios incumplimientos de ambos sectores.</p>
<p><b>CAPÍTULO VI: Parámetros para aguas residuales y valores de descarga al alcantarillado público</b>  <b>Artículo 32. Exención de pago por servicios de tratamiento de aguas residuales.</b> Las personas que descarguen sus aguas residuales al alcantarillado público, cumpliendo con los límites máximos permisibles de la literal b) del artículo 24 del presente Reglamento, estarán exentas de todo pago por los servicios de tratamiento de aguas residuales brindado por las Municipalidades o las concesionarias.</p>	<p>Los entes generadores que descarguen aguas residuales que cumplan con los límites máximos permisibles, no pagaran el servicio municipal de tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>Este artículo supone que en alguna fecha, cada municipalidad brindara el servicio de tratamiento de aguas residuales en su territorio, lo que considerando las circunstancias financieras del estado y de cada municipalidad, es una cuestión que aun esta y se ve lejana de concretarse.</p>
<p><b>CAPÍTULO X: Prohibiciones y sanciones</b>  <b>Artículo 55. Prohibición de disposición de aguas residuales.</b> Se prohíbe terminantemente la disposición de aguas residuales de tipo ordinario a flor de tierra, en canales abiertos y en alcantarillado pluvial.</p>	<p>Indica y prohíbe disposición de las aguas residuales a flor de tierra o en alcantarillado pluvial, lo que supone la obligación municipal de dotar de una red exclusiva aguas residuales parte de las municipalidades a todos sus lugares poblados.</p>	<p>A este respecto, se desconoce con exactitud el % de cumplimiento de lo indicado en este artículo, tanto por las municipalidades como por las instituciones del estado y la iniciativa privada -constructoras de proyecto de vivienda, por ejemplo-.</p>

**Cuadro D. Reglamento de Descargas y Reúso de Aguas Residuales y Disposición de Lodos.  
Acuerdo Gubernativo de la Presidencia de la República No. 236-2006: - 3/3**

Artículo seleccionado	Comentario(s)	Deficiencias identificadas
<p><b>Artículo 56. Prohibición de descarga directa.</b> Se prohíbe descargar directamente aguas residuales no tratadas al manto freático.</p>	<p>Una prohibición clara y concreta: no descargar aguas residuales directamente y sin tratamiento al manto freático.</p>	<p>Su cumplimiento conlleva la obligación municipal de dotar de una red de aguas residuales y plantas de tratamiento en su territorio, lo que está lejos de cumplirse.</p>
<p><b>Artículo 7. Atribuciones del instituto nacional del agua.</b> Corresponde al INAGUA, aplicar y vigilar el cumplimiento de la presente ley, así como cumplir mandatos señalados por otras leyes en cuanto a la administración del agua y especialmente las siguientes:</p> <p>e) Conceder, denegar, suspender, modificar y revocar los derechos de aprovechamiento especial de las aguas y las autorizaciones de vertido;</p> <p>g) Definir los cánones por el aprovechamiento de las aguas y por la disposición de vertidos, conforme las disposiciones de la presente ley;</p> <p>l) Requerir información acerca del uso y empleo de técnicas y métodos, equipos y obras y de cualquier otra forma que amenace o disminuya las propiedades físicas o químicas del agua y con ello la disponibilidad y estado de este bien público;</p>	<p>Describe las atribuciones del INAGUA relacionada con el cumplimiento de la presente ley, además, de otras que apliquen a la administración del recurso hídrico.</p>	<p>De las atribuciones descritas, se deriva la importancia del INAGUA en el país para la administración del recurso agua. La ausencia de la Ley de Aguas en el país es evidente y ello está permitiendo toda clase de libertades para que se desarrolle el sector privado relacionado con esta la explotación de este vital recurso.</p>
<p><b>Artículo 42. Disposición de residuos.</b> Los residuos líquidos, sólidos, aguas sobrantes, lodos, relaves y otros productos de desechos provenientes de cualesquiera actividades no pueden disponerse en las fuentes de agua y demás bienes hídricos como cauces, lechos, álveos, fondos, márgenes, acuíferos, depósitos, mantos y otras formaciones naturales o artificiales que las contengan, salvo se trate de los vertidos autorizados por el Instituto conforme esta ley las disposiciones ambientales especiales.</p>	<p>Solo los residuos autorizados por el INAGUA podrán ser vertidos a los recursos hídricos, el resto de residuos procedentes de cualquier tipo de actividad no podrán ser vertidos sobre los citados recursos.</p>	<p>En la actualidad los residuos son vertidos con libertad sobre los recursos hídricos, a pesar de la legislación vigente que lo prohíbe, las entidades públicas idóneas no la aplican y la iniciativa privada no los cumple.</p>

**Cuadro E. Iniciativa de Ley General de Aguas No. 3118. Congreso de la República de Guatemala - 1/1**

<b>Artículo seleccionado</b>	<b>Comentario(s)</b>	<b>Deficiencias identificadas</b>
<p><b>Artículo 55. Vertimientos a fuentes de agua.</b> Se considera infracción grave a esta ley, el verter a las fuentes de agua, sus cauces, lechos, álveos, fondos, márgenes, acuíferos, depósitos, mantos u otras formaciones naturales o artificiales que las contengan, cualquier tipo de residuos sólido o líquido, provenientes de cualquier actividad comercial, industrial, energética, minera, de hidrocarburos o cualesquiera otras, salvo que hayan sido previamente autorizados por el Instituto y tratados conforme a las disposiciones ambientales. Esta infracción se sancionará con una multa en el caso de tratarse de un titular de un derecho del agua y si se tratare de vertidos clandestinos, el Instituto procederá según el caso amerite y se estimara como constitutiva de delito esta acción, hará la denuncia respectiva al Ministerio Público.</p>	<p>El vertido de residuos sólidos o líquidos sobre fuentes de agua es una infracción grave que se sancionará con multa.</p>	<p>Los resultados de las infracciones, multas, denuncias y casos de juicios en tribunales, derivados de vertidos ilegales o asuntos relacionados con estos, son asuntos desconocidos y no socializados.</p>

**Cuadro F. Reglamento de Funcionamiento de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán - 1/3**

Artículo seleccionado	Comentario(s)	Deficiencias identificadas
<p><b>CAPITULO I Disposiciones Generales</b></p> <p><b>Artículo 1. Objeto:</b> El presente Reglamento tiene por objeto regular la organización administrativa, funcionamiento y régimen financiero, así como la función de los sectores que intervienen en el control del uso de los recursos de la Cuenca y del Lago de Amatitlán y el Comité de Vigilancia de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, que en el presente reglamento se denominará “AMSA”.</p> <p>c) Frenar y minimizar la degradación ambiental de la cuenca del Lago de Amatitlán con énfasis en el recurso hídrico, con el objetivo de mantener el balance hídrico y mejorar la calidad de vida de los habitantes.</p> <p>d) Aplicar el Plan de Ordenamiento Territorial elaborado, estableciendo en forma conjunta con las municipalidades, así como la aplicación del plan de uso del suelo, en la cuenca del Lago de Amatitlán.</p> <p>e) Establecer programas para el monitoreo de calidad ambiental en las micro cuencas de los Lagos del país y del río María Linda, en coordinación con otras instituciones, que persigan objetivos afines de estudio científico técnico para la obtención de propuestas concretas de mecanismos de verificación y control de agentes contaminantes.</p> <p>l) Implementar planes y proyectos que permitan el control efectivo de la contaminación causada por desechos sólidos y líquidos, municipales, domésticos y los provenientes de las actividades industriales, hospitalarias, agrícolas y agroindustriales, en coordinación según el caso, con las municipalidades de la cuenca, el sector público y privado</p>	<p>En el artículo se establecen las funciones principales de AMSA como por ejemplo frenar la degradación ambiental, aplicación de plan de ordenamiento territorial, control de contaminantes de cuencas e implementar planes y proyectos para contenerla, todos enfocados en especial a la cuenca del Lago de Amatitlán.</p>	<p>A pesar que el artículo no es explícito en cuanto al control de aguas residuales es de aquí de donde proviene la mayor parte de la contaminación que afecta al Lago de Amatitlán, y se le debería poner un mayor énfasis.</p>

**Cuadro F. Reglamento de Funcionamiento de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán - 2/3**

Artículo seleccionado	Comentario(s)	Deficiencias identificadas
<p><b>CAPITULO III. De las divisiones técnico-administrativas de la dirección ejecutiva de la autoridad para el manejo sustentable de la cuenca y del lago de Amatitlán AMSA.</b></p> <p><b>Artículo 13. División de planeamiento urbano y ordenamiento territorial.</b> La División de Planeamiento Urbano y Ordenamiento Territorial, PLANDEAMAT tendrá a su cargo coordinar y desarrollar las siguientes atribuciones.</p> <p>b) Establecer directrices relativas a los aspectos ambientales en la planificación de los asentamientos humanos en el área de influencia de la Cuenca del Lago de Amatitlán, determinando políticas de uso del suelo.</p> <p>e) Organizar y supervisar la elaboración de un registro catastral de las fuentes de contaminación y área de deterioro de la Cuenca del Lago de Amatitlán.</p> <p>f) Dictaminar en todos aquellos expedientes relativos a evaluar cualitativa y cuantitativamente el impacto ambiental de los proyectos de actividad humana sobre la Cuenca del Lago de Amatitlán.</p>	<p>Esta división está encargada de todos los aspectos relacionados con el impacto que los asentamientos humanos ya existentes o nuevos, pueden tener el medio ambiente de la cuenca del Lago de Amatitlán. Además es capaz de dictaminar sobre estos impactos y entre sus funciones más importantes está la creación de un registro catastral de las fuentes de contaminación de la cuenca del Lago de Amatitlán. Con este tipo de información se podría saber que lugares poblados no cuentan con un sistema adecuado de tratamiento de aguas residuales y contaminan la cuenca del Lago de Amatitlán.</p>	<p>Se ignora hasta el momento cual es el progreso de este registro catastral</p>
<p><b>Artículo 14. División de recolección y tratamiento de desechos líquidos y sólidos.</b></p> <p>a) Formular las bases y poner en marcha el Plan Maestro de Alcantarillado de la Cuenca Sur del área Metropolitana de la Ciudad de Guatemala.</p> <p>c) Coordinar con las instituciones encargadas del saneamiento básico la ejecución de las obras de ingeniería sanitaria, necesarias para mejorar las condiciones de la cuenca de Lago de Amatitlán.</p> <p>f) Implementar todas aquellas medidas de minimización necesaria para reducir la contaminación por desechos líquidos y sólidos.</p>	<p>En todos los objetivos mencionados en este artículo es evidente que todavía hace falta mucho trabajo por realizar en materia de alcantarillado en la cuenca del Lago de Amatitlán. Se menciona la creación de un plan maestro de alcantarillado para toda la cuenca sur de la ciudad de Guatemala, la coordinación con demás instituciones para mejorar el saneamiento básico en la cuenca.</p>	<p>Se ignora el avance o si existen proyectos concretos para alcanzar este objetivo</p>
<p><b>Artículo 18. División de control, calidad ambiental y manejo de lagos.</b> La División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos, tendrá a su cargo desarrollar las siguientes atribuciones.</p> <p>d) Determinar el impacto en la calidad del agua de la cuenca del lago de Amatitlán que causan las descargas municipales, domiciliarias industriales, agrícolas, hospitalarios y otros</p>	<p>Esta división es la encargada de llevar la medición de los contaminantes de las descargas de aguas residuales que afectan la cuenca, independientemente de su origen.</p>	<p>Aunque no se menciona si es responsable de proponer las medidas de mitigación correspondientes.</p>

**Cuadro F. Reglamento de Funcionamiento de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán - 3/3**

Artículo seleccionado	Comentario(s)	Deficiencias identificadas
<p><b>Artículo 21. División de evaluación y seguimiento.</b>                      a) establecer técnicas de auditoría y evaluación de daños ambientales, de planes, programas, y proyectos de ecodesarrollo para su ejecución.                      b) Verificar permanentemente el grado de avance de los proyectos y orientar sobre los cambios sufridos en el proceso.                      c) Determinar proyecciones de deterioro o mejoría de las condiciones ambientales en la cuenca y del lago de Amatitlán.</p>	<p>En el presente artículo se dan las funciones de la división de evaluación y seguimiento que es la encargada básicamente de hacer que los cambios propuestos por otras divisiones se estén llevando a cabo o están alcanzando los resultados previstos. Puede evaluar si una planta de tratamiento está cumpliendo su propósito, si un proyecto habitacional necesita una planta de tratamiento o qué tipo de tratamiento se necesita en un lugar determinado.</p>	<p>No aparece en forma clara que acciones va a tomar la división en caso de no obtener los resultados esperados.</p>
<p><b>CAPITULO V. Del comité de vigilancia.</b>  <b>Artículo 42. Funciones del comité de vigilancia.</b> El Comité de Vigilancia de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, tendrá como funciones las siguientes:                      b) Vigilar las actividades que indirecta o directamente puedan incidir sobre la Cuenca y el Lago de Amatitlán.                      d) Proporcionar información y cooperar en el proceso de monitoreo de la calidad de las aguas y verificación de las fuentes de contaminación con las instrucciones lineamientos de la Dirección Ejecutiva de AMSA.</p>	<p>Por medio del voluntariado pueden hacerse denuncias de actividades donde se viertan aguas residuales que estén de una otra manera contaminando la cuenca del Lago de Amatitlán.</p>	<p>La denuncia está limitada a hacerse solo ante AMSA, quien será el encargado de darle seguimiento.</p>
<p><b>CAPITULO VII. De las infracciones administrativas, procedimientos y sanciones.</b>  <b>Artículo 69. Dictámenes para licencia municipales.</b> Las Municipalidades de la cuenca al tener conocimiento de nuevas instalaciones, perforación de pozos, públicos o privados sean de procedencia industrial, habitacional o de cualquier índole, previo a extender la licencia respectiva conforme a las leyes vigentes, solicitarán en forma simultánea los correspondientes dictámenes a la Comisión Nacional del Medio Ambiente y al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; al tener dichos dictámenes ambas instituciones los enviarán a AMSA, quien en base, a los mismos, resolverá en forma definitiva si es procedente o no la instalación de que se trate, enviándolos a las municipalidades para que se extienda la licencia respectiva si esta fuere oportuna y conveniente.</p>	<p>Se da a conocer la jurisdicción de AMSA ya que la institución es quien en forma definitiva resolverá si es procedente seguir con la nueva instalación, para que la municipalidad local extienda la licencia respectiva</p>	<p>No se dan a conocer los diferentes medios de coordinación entre las diferentes instituciones.</p>

**Cuadro G. Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento. Acuerdo Gubernativo No. 418-2013 - 1/3**

Artículo seleccionado	Comentario(s)	Deficiencias identificadas
<p><b>1. PRESENTACIÓN</b></p> <p>El presente documento contiene la Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento, propuesta por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, como encargado de la rectoría del Sector Salud y aprobada por medio de Acuerdo Gubernativo, por el Presidente de la República, en Consejo de Ministros.</p> <p>Esta Política Nacional debe entenderse como el marco de referencia que establece las prioridades, estrategias y objetivos para lograr que toda la población guatemalteca cuente con acceso a servicios adecuados de agua y saneamiento, enfocando esfuerzos prioritariamente en aquellos sectores hasta ahora relegados y con problemas sociales como pobreza, analfabetismo, desnutrición infantil y, por ende, un bajo nivel de desarrollo humano. A la vez, la Política Nacional es parte de la Agenda Guatemalteca del Agua y, por supuesto, lo suficientemente flexible como para adaptarse a la ejecución de los programas sociales.</p> <p>El acceso al agua potable y saneamiento es un derecho humano social, esencial para el disfrute pleno de la vida, por lo que esta Política establece las acciones y estrategias que permitan contribuir al cumplimiento de este derecho en el país. La vigencia de la Política se plantea para una temporalidad de 12 años.</p>	<p>Se hace la presentación de a que parte de la población va prioritariamente enfocada la política, que son sectores que hasta ahora han sido relegados y con problemas sociales y bajo desarrollo humano. Reconoce que el acceso agua potable y saneamiento como un derecho humano. Tendrá una validez de 12 años desde su fecha de aprobación.</p>	<p>Solo hace mención de que se seguirán ciertos lineamientos mas no que procedimientos específicos se seguirán.</p>

**Cuadro G. Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento. Acuerdo Gubernativo No. 418-2013 - 2/3**

Artículo seleccionado	Comentario(s)	Deficiencias identificadas
<p><b>El objetivo general</b> de la Política Nacional se orienta a contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, bienestar individual y social de los habitantes de la República de Guatemala, mediante el mejoramiento de la gestión pública sostenible de los servicios de agua potable y saneamiento y de las buenas prácticas de higiene y de manejo del agua para el consumo humano. El cual está en correspondencia con tres retos importantes:</p> <p>a) Contribuir al mejoramiento de las condiciones de salud y calidad de vida, bienestar individual y social de los habitantes, a través del mejoramiento de las coberturas y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento. Para ello se pretende asegurar que la dotación de agua cumpla con las especificaciones en cantidad, continuidad, calidad sanitaria, accesibilidad y costos, así como la provisión de servicios de saneamiento adecuados (disposición de excretas y manejo de aguas residuales y desechos sólidos, control de la contaminación y vivienda saludable), a los sectores de la población que han sido excluidos históricamente por factores técnicos, socioeconómicos, culturales, género, origen étnico, territorialidad urbana o rural y legales;</p> <p>c) Promover el uso adecuado y racional del recurso hídrico para consumo humano, la conservación del mismo dentro de su entorno natural, así como la prevención de la contaminación, con pertinencia cultural.</p>	<p>Da a conocer cuál es el objetivo general de la política nacional del sector agua y saneamiento y como la disposición de excretas y manejo de aguas residuales forman parte de estos objetivos así como la conservación del recurso hídrico previniendo su contaminación.</p>	<p>De nuevo solo da objetivos de forma general mas no da que tipo de acciones específicas impulsara para lograrlos.</p>
<p><b>2.2 La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la salud, la nutrición, la educación, la pobreza y género.</b> En Guatemala los problemas de enfermedades por contaminación hídrica, saneamiento inadecuado y malas prácticas higiénicas en el país aún persisten. El impacto de la falta servicios de agua potable y saneamiento recae, principalmente, sobre los sectores con mayor pobreza y hace un vínculo entre la falta de dichos servicios y las dimensiones de la pobreza, salud, educación, género e inclusión social, el ingreso y el consumo.</p>	<p>Es evidente que el problema de tratamiento de las aguas residuales no es simplemente un problema de contaminación del cuerpo receptor, sino que también repercute en la salud de la población de ahí que tenga suma importancia.</p>	<p>Menciona las causas de los problemas mas no así las posibles soluciones.</p>
<p><b>3. Situación de los servicios de agua para consumo humano y saneamiento</b> En relación al saneamiento, el uso doméstico del agua genera aprox. 668 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales y se estima que únicamente el 10% de las aguas residuales recolectadas a través de las redes de alcantarillado es tratado. En relación a los servicios de saneamiento, según la ENCOVI 2011, la cobertura nacional de los sistemas por red de alcantarillado es del 38%. El resto de la población cubre sus necesidades de saneamiento domiciliario a través de uso de letrina, pozo ciego (41% de los hogares), excusado lavable (7% de los hogares) e inodoro conectado a fosa séptica (6% de los hogares).</p>	<p>Es evidente que los servicios de alcantarillado a nivel nacional son todavía de baja cobertura, y mientras la ley da como prioridad aumentarlos es poco clara sobre qué acciones seguir para lograr este objetivo, ya que más del 50% de la población todavía no tiene acceso a la red de alcantarillado mucho menos a un sistema de tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>No da soluciones concretas a como se puede llegar a tener más acceso por parte de la población a sistemas de alcantarillado, mucho menos sistemas de tratamiento</p>

**Cuadro G. Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento. Acuerdo Gubernativo No. 418-2013 - 3/3**

Artículo seleccionado	Comentario(s)	Deficiencias identificadas
<p><b>7. Lineamientos de la política nacional de agua potable y saneamiento</b>  <b>I. Ampliación de cobertura y mejora del funcionamiento de los servicios públicos de agua potable y saneamiento.</b>                      Tiene como fin mejorar la prestación de los servicios públicos de abastecimiento de agua potable y saneamiento; por un lado, a través del incremento de la cobertura y, por el otro, apoyando la rehabilitación, reconstrucción y ampliación de sistemas existentes, con énfasis en los municipios priorizados (municipios con altas tasas de desnutrición, morbilidad y mortalidad infantil y extrema pobreza), con pertinencia cultural, técnica, de género y dinámica poblacional.</p>	<p>Con este lineamiento se pretende mejorar y ampliar la cobertura, así como de mejorar los sistemas ya existentes.</p>	<p>Aunque no se dan especificaciones de cómo lograrlo o como serán las relaciones institucionales para hacerlo.</p>
<p><b>III. Vigilancia, monitoreo y mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano y del saneamiento.</b>                      Tiene el propósito fundamental de asegurar, por parte del MSPAS, como ente vigilante del Estado, que los prestadores de servicios públicos y privados desarrollen el suministro de agua de buena calidad, sanitariamente segura a nivel de los sistemas públicos y del hogar; además de garantizar la disminución de la contaminación ambiental, a través del manejo integral de las excretas, aguas residuales y desechos sólidos, para propiciar y garantizar ambientes más saludables y dignos.</p>	<p>Solo se propone al MSPAS como ente vigilante de la calidad de agua potable y saneamiento.</p>	<p>Sin objetivos específicos, sin mencionar como este coordinara y a quienes coordinara para llevar a cabo este lineamiento.</p>
<p><b>IV. Priorización de intervenciones basadas en un Sistema de Información Nacional de Agua Potable y Saneamiento, que oriente la generación y manejo de la información del sector, para apoyar la toma de decisiones, el reordenamiento y la modernización.</b>                      El objetivo de este lineamiento es el de proveer información oportuna de la situación de agua potable y saneamiento a nivel nacional, para el análisis y la toma de decisiones, logrado, a través de la coordinación institucional pública y privada, en los diferentes niveles nacional, regional, departamental, municipal y local.</p>	<p>Para poder tener información oportuna es necesario contar con una base de datos confiable que pueda ser usada para la toma de decisiones en el sector agua potable y saneamiento, mas sin embargo esto requeriría de una gran coordinación institucional, para poder llevarla a cabo.</p>	<p>Hasta el momento se ignora si este lineamiento se ha empezado a llevar a cabo y que instituciones están involucradas</p>

**Cuadro H. “Procedimiento para emitir dictamen sanitario sobre Proyectos de Construcción, Reparación y/o Modificación de Sistemas de Eliminación y/o Disposición de excretas”. Norma Técnica Número DRPSA-003-2015 - 1/1**

Artículo seleccionado	Comentario(s)	Deficiencias identificadas
<p><b>Artículo 1. Objeto.</b> El objeto de la presente norma técnica es establecer el procedimiento y los requisitos para la obtención del dictamen del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, dentro del trámite administrativo para la emisión de la licencia municipal de construcción para proyectos de construcción, reparación y/o modificación de sistemas de eliminación y/o disposición de excretas.</p>	<p>La norma técnica está enfocada en que todas las ampliaciones y construcciones nuevas que estén relacionadas con sistemas de eliminación de excretas cumplan ciertos criterios técnicos para así poder garantizar su correcto funcionamiento e impedir la contaminación de otras fuentes de agua. Esto se hace por medio de la emisión de un dictamen técnico que la municipalidad de ubicación del sistema tomara como base para la emisión de la correspondiente licencia.</p>	<p>No quedan claro los mecanismos de coordinación entre ambas instituciones, municipalidad y MSPAS.</p>
<p><b>Artículo 3. Requisitos de trámite.</b> El expediente debe de presentarse foliado e indizado. Debe incluir la documentación que contenga, como mínimo, la siguiente información:</p> <p>m) Memorias detalladas de cálculo de las unidades propuestas, en las que se fundamente claramente el diseño del proyecto, incluyendo como mínimo los siguientes detalles técnicos: selección de la tecnología, vida útil, factores de diseño, referencias de diseño.</p> <p>n) Manual de operación del sistema que incluya, como mínimo, las especificaciones técnicas y el procedimiento de funcionamiento de cada unidad, identificando claramente a los responsables de las acciones operativas.</p> <p>o) Manual de mantenimiento del sistema que incluya la programación cronológica de acciones preventivas y correctivas, especificando necesidades de insumos y recursos e identificando claramente a los responsables de la implementación.</p>	<p>Con este tipo de requisitos presentados en los incisos anteriores el MSPAS está asegurando una construcción eficiente, que podrá operar sin ningún tipo de contratiempos y será capaz de producir poca o ninguna contaminación al medio ambiente o a la salud.</p>	<p>No queda claro quién será el que llevara a cabo una supervisión del proceso de construcción del sistema de eliminación de excretas para inspeccionar que lo acordado en este artículo se lleve a cabo.</p>
<p><b>Artículo 8. Opinión Técnica.</b> Una vez recibido el expediente por la Jefatura del Departamento, esta debe trasladarla a la Unidad de Autorizaciones Sanitarias para su evaluación y emisión de la opinión técnica correspondiente. Esta unidad efectuara las inspecciones sanitarias que sean necesarias para poder resolver, incorporando los informes correspondientes al expediente. La opinión será favorable si el expediente contiene suficiente evidencia para asegurar que el proyecto no representa un riesgo a la salud o de contaminación al ambiente, mientras que esta será no favorable en caso contrario.</p>	<p>La Unidad de Autorizaciones Sanitarias es la encargada de efectuar las inspecciones que considere necesarias en base al expediente presentado y a partir de aquí se podrá dar un dictamen</p>	<p>No se da a conocer algún otro procedimiento en caso de que el dictamen sea no favorable.</p>



**6.2.2 Objetivo específico No. 2:** Determinar la cantidad de proyectos habitacionales construidos en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005 - 2014 (10 años de análisis)

**Resultado esperado:** Una base de datos integrada de la cantidad de viviendas y proyectos habitacionales –PHP- construidos en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005-2014.

Análisis de proyectos habitacionales privados y viviendas  
localizadas en el municipio de Villa Nueva, 2005-2014

Arq. Luis F. Olayo Ortiz y Elder Rodolfo Román

### **6.2.2.1. Proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados, en el municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014**

El siguiente análisis presenta los diferentes tipos de proyectos habitacionales privados (PHP), que han sido autorizados en el municipio de Villa Nueva durante el período 2005-2014, esto con el objetivo de conocer el crecimiento urbano que se ha desarrollado en el municipio, tendencias de tipo de vivienda construidas, zonas urbanas municipales en las que han sido construidos los proyectos y finalmente, a partir del número de viviendas y habitantes, determinar su impacto en la contaminación del lago de Amatitlán.

Se empieza por elaborar un cuadro donde se presenta el nombre del proyecto, zona urbana municipal de localización, tipo de proyecto, fecha del acta de autorización municipal, año de aprobación y el número de viviendas del proyecto según su tipo, que pudieran ser vivienda, apartamento, mixtos<sup>1</sup> o lote<sup>2</sup>.

Para la elaboración de dicho cuadro, ha sido necesaria la localización de los proyectos en imágenes satelitales del software Google Earth, y el dibujo de un polígono aproximado del perímetro de cada uno de ellos. Dicho proceso tiene como objetivo lo siguiente:

- Determinar la localización exacta de cada proyecto identificado por zona urbana municipal.
- Conocer las tendencias de crecimiento urbano dentro del municipio de Villa Nueva.
- Comparar los datos municipales de Villa Nueva (facilitados por la UIPM) con la información real obtenida por medio de inmobiliarias, constructoras e imágenes satelitales.

---

<sup>1</sup> Proyecto mixto se es aquel que cuenta con viviendas de 1 o 2 niveles y torres de apartamentos.

<sup>2</sup> Los lotes cuentan como parte del crecimiento urbano municipal, pero son descartado y/o excluidos en las estimaciones de aguas residuales domiciliarias porque no hay una vivienda construida y esta deshabitado.

## Metodología

La metodología utilizada para localizar todos los proyectos habitacionales posee generalmente el mismo orden, en algunos casos no ha sido necesario seguir el mismo proceso ya que hay proyectos que han sido ubicados durante el proceso de localización de otros proyectos. El orden principal de la metodología es el siguiente:

1. Tomar los datos de nombre del proyecto, año de autorización y unidades habitacionales.
2. Buscar el nombre del proyecto y ubicar distintos sitios web que pudieran tener información sobre la ubicación del proyecto. Los sitios consultados pertenecen a inmobiliarias, constructoras, financieras o sitios de ventas (OLX, Clasificados, etc.). También puede optarse por la búsqueda de imágenes que pudieran dar una referencia de la ubicación del proyecto (croquis), esta opción no es la más simple pero es funcional para algunos casos.
3. Cuando no ha sido posible localizar los proyectos por medio de las páginas de internet antes indicadas e investigadas, se realiza una búsqueda en el sitio [www.wikimapia.org](http://www.wikimapia.org); también puede utilizarse este sitio si ya se tiene una referencia sobre algún condominio cercano o punto de referencia (gasolineras, escuelas, hospitales, industrias, etc.), y que dicho punto de referencia se encuentre localizado en las imágenes de Wikimapia.
4. Localizar el proyecto en el software Google Earth.
5. Trazar el polígono aproximado del proyecto.

Observaciones.

Algunos proyectos no se localizan utilizando la misma metodología, debido a que han sido ubicados en el proceso de búsqueda de otro proyecto. Esto sucede principalmente al momento de utilizar Wikimapia, ya que en algunos casos existe gran cercanía entre los proyectos, incluso existen algunos que tienen colindancia entre ellos.

La utilización de puntos estratégicos de referencia es muy importante, algunos proyectos publican un croquis en medios de comunicación impresos o en la web, que permite localizar el proyecto desde distintas rutas utilizando dichos puntos de referencia. Los croquis no dan información exacta, pero dan una idea, lo cual es un avance. El número de unidades habitacionales de cada proyecto es un dato útil para su localización. Tener el número de viviendas también da la idea de las posibles dimensiones (tamaño) del polígono del proyecto.

Para algunos proyectos las constructoras e inmobiliarias presentan un “Plan Maestro”, que incluye los sectores, vías de circulación y la distribución de las unidades habitacionales, según los tipos de vivienda. Son la representación más fiel de la realidad, por ello la localización puede ser más sencilla.

Algunos proyectos se dividen en varios sectores, para cada sector se debe hacer un análisis similar a los demás proyectos. Dicho análisis incluye el año en que se han construido, esto para saber si se pueden incluir dentro del estudio ya que algunos de estos sectores existen desde años anteriores al inicio del estudio y otros están en proceso de construcción o no se han construido.

Se puede hacer una comparación con el número de unidades habitacionales proyectadas y el número real (aproximado en algunos casos). Esta comparación se realiza con un proceso poco técnico pero efectivo: el conteo de unidades habitacionales en imágenes satelitales. Ésta técnica se puede utilizar en el proceso de localización de sectores de un proyecto, solamente si no se tiene acceso al “plan maestro”.

El trazo de los polígonos es aproximado. Dicha inexactitud se da al momento de delimitar áreas verdes que pueden pertenecer o no al proyecto; también si los límites del proyecto pasan por el área de la garita de seguridad o si es en algún otro punto cercano a la calle de acceso.

Utilizando la herramienta de “Imágenes Históricas” en el software Google Earth se pueden observar imágenes satelitales en distintos años y con ello verificar si dicho proyecto inició su construcción en el año indicado, si se encuentra en fase de construcción, si está completamente construido y el número real de unidades habitacionales.

Existen algunos proyectos que fueron construidos durante el período de estudio, pero no se encuentran dentro del listado proporcionado por la UIPM de Villa Nueva. Estos proyectos fueron encontrados al realizar la búsqueda de los proyectos en Google Earth y utilizando “Imágenes Históricas”, lo cual fue comprobado en las visitas de campo realizadas. Dichos proyectos son:

- |   |        |
|---|--------|
| - Condominio Hacienda de las Flores Clúster A-III (Parques 3) | Zona 2 |
| - Condominio Hacienda de las Flores Clúster A-II (Parques 2)  | Zona 2 |
| - Condominio Celajes de San José                              | Zona 2 |
| - Condominio Fuentes del Valle III                            | Zona 4 |
| - Condominio Fuentes del Valle IV                             | Zona 4 |
| - Condominio Fuentes del Valle V                              | Zona 4 |

La información en páginas web de inmobiliarias, empresas constructoras, financieras e incluso las de los proyectos mismos proporcionan la información real del número de viviendas e incluso años de construcción, con lo cual la información puede diferir en algunos proyectos respecto a la información original.

**Tabla No. 1. Proyectos habitacionales privados –PHP-, autorizados en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 – 2014.**

No.	NOMBRE DEL PROYECTO	ZONA	TIPO DE PROYECTO	ACTA DE AUTORIZACIÓN	AÑO DE APROBACIÓN	NÚMERO DE VIVIENDAS
1	Villa Blanca	2	Condominio	Acta 2713-2007 del 30/10/2007 punto 4°	2007	28 viviendas
2	Fuentes de San José III	2	Condominio	Acta 2569-2006 del 07/08/2006 punto 9°	2006	38 viviendas
3	La Cumbre	2	Condominio	Acta 2531-2006 del 29/04/2006	2006	41 viviendas
4	Los Tanques 2	2	Condominio	Acta 2501-2006 del 30/01/2006	2006	178 viviendas
5	Bosques de San José	2	Condominio	Acta 2791-2008 punto 11°	2008	181 viviendas
6	Lomas de San José	2	Condominio	Acta 2500-2006 del 25/01/2006 punto 5°	2006	110 viviendas
7	Hacienda de Las Flores, Clúster A-V	2	Condominio	Acta 2775-2008 del 28/05/2008 punto 10°	2008	146 viviendas
8	Hacienda de Las Flores, Clúster A-IV	2	Condominio	Acta 3206-2011 del 17/10/2011 punto 8°	2011	158 viviendas
9	Hacienda de Las Flores, Clúster A-III	2	Condominio	Sin Información	2013	110 viviendas
10	Hacienda de Las Flores, Clúster A-II	2	Condominio	Sin Información	2014	30 viviendas
11	Las Terrazas de San José	2	Condominio	Acta 3169-2011 del 18/07/2011 punto 6°	2011	56 aptos.
12	Celajes de San José	2	Condominio	Sin Información	2014	64 aptos.
13	Residenciales Planes de Bárcenas (RPB)	3	Condominio	Acta 1523-99 del 16/071999 punto 10° y Acta 3461-2013 del 01/10/2013 punto 18°	----	-----
13.1	RPB: Flamboyanes	3	Condominio	Acta 1523-99 del 16/071999 punto 10° y Acta 3461-2013 del 01/10/2013 punto 18°	2006	141 viviendas
13.2	RPB: Palmeras	3	Condominio	Acta 1523-99 del 16/071999 punto 10° y Acta 3461-2013 del 01/10/2013 punto 18°	2006	351 viviendas
13.3	RPB: Encinos	3	Condominio	Acta 1523-99 del 16/071999 punto 10° y Acta 3461-2013 del 01/10/2013 punto 18°	2012	328 viviendas
13.4	RPB: Almendros	3	Condominio	Acta 1523-99 del 16/071999 punto 10° y Acta 3461-2013 del 01/10/2013 punto 18°	2007	379 viviendas
13.5	RPB: Fresnos	3	Condominio	Acta 1523-99 del 16/071999 punto 10° y Acta 3461-2013 del 01/10/2013 punto 18°	2012	76 viviendas
13.6	RPB: Eucaliptos	3	Condominio	Acta 1523-99 del 16/071999 punto 10° y Acta 3461-2013 del 01/10/2013 punto 18°	2006	422 viviendas
13.7	RPB: Buganvillas	3	Condominio	Acta 1523-99 del 16/071999 punto 10° y Acta 3461-2013 del 01/10/2013 punto 18°	2013	149 viviendas
13.8	RPB: Liquidámbar	3	Condominio	Acta 1523-99 del 16/071999 punto 10° y Acta 3461-2013 del 01/10/2013 punto 18°	2013	107 viviendas

No.	NOMBRE DEL PROYECTO	ZONA	TIPO DE PROYECTO	ACTA DE AUTORIZACIÓN	AÑO DE APROBACIÓN	NÚMERO DE VIVIENDAS
14	Monte Hebrón	3	Condominio	Acta 3062-2010 del 16/09/2010 punto 10°	2010	31 viviendas
15	Residenciales Alamedas de Santa Clara (RASC)	3	Condominio	Acta 2129-2003 del 07/04/2003 punto 5°	----	-----
15.1	RASC: Margaritas	3	Condominio	Acta 2129-2003 del 07/04/2003 punto 5°	2005	255 viviendas
15.2	RASC: Girasoles	3	Condominio	Acta 2129-2003 del 07/04/2003 punto 5°	2006	133 viviendas
15.3	RASC: Geranios	3	Condominio	Acta 2129-2003 del 07/04/2003 punto 5°	2005	222 viviendas
15.4	RASC: Gardenias	3	Condominio	Acta 2129-2003 del 07/04/2003 punto 5°	2007	151 viviendas
15.5	RASC: Magnolias	3	Condominio	Acta 2129-2003 del 07/04/2003 punto 5°	2007	181 viviendas
15.6	RASC: Buganvillas	3	Condominio	Acta 2129-2003 del 07/04/2003 punto 5°	2009	114 viviendas
15.7	RASC: Tulipanes	3	Condominio	Acta 2129-2003 del 07/04/2003 punto 5°	2009	212 viviendas
15.8	RASC: Orquídeas	3	Condominio	Acta 2129-2003 del 07/04/2003 punto 5°	2010	253 viviendas
16	Jardines de Verona	3	Condominio	Acta 2877-2009 del 31/03/2009 punto 9°	2009	242 viviendas
17	Altos de Verona	3	Condominio	Acta 3382-2013 del 31/01/2013 punto 5°	2013	32 aptos.
18	Prados de Castilla	4	Condominio	Acta 2750-2008 del 03/03/2008 punto 5°	2008	390 viviendas
19	Los Amates de Condado el Carmen	4	Condominio	Acta 2858-2009 del 04/02/2009 punto 5°	2009	87 viviendas
20	Jardines del Carmen I	4	Condominio	Acta 3062-2010 del 16/09/2010 punto 9°	2010	233 viviendas
21	Residenciales Villas de San Mateo sector IV	4	Condominio	Acta 2649-2007 del 21/03/2007 punto 12°	2007	39 viviendas
22	Viñas del Sur I	4	Condominio	Acta 2410-2005 del 16/05/2005 punto 4°	2005	148 viviendas
23	Viñas del Sur II	4	Condominio	Acta 2623-2006 del 20/12/2006 punto 10°	2006	151 viviendas
24	Viñas del Sur III	4	Condominio	Acta 3023-2010 del 24/05/2010 punto 8°	2010	232 viviendas
25	Altos de Sonora	4	Condominio	Acta 2424-2005 del 29/06/2005 punto 8°	2005	136 viviendas
26	El Prado de Linda Vista	4	Condominio	Acta 3221-2011 del 23/11/2011 punto 6°	2011	68 viviendas
27	Villas del Condado	4	Condominio	Acta 3348-2012 del 20/11/2012 punto 5°	2012	47 viviendas
28	Jardines del Carmen 2	4	Condominio	Acta 3169-2011 del 18/07/2011 punto 7°	2011	343 viviendas y 96 aptos.
29	San Julián	4	Lotificación	Acta 3564-2014 del 10/07/2014 punto 5°	2014	209 lotes
30	Fuentes del Valle III	4	Condominio	Sin Información	2006	440 viviendas
31	Fuentes del Valle IV	4	Condominio	Sin Información	2006	440 viviendas
32	Fuentes del Valle V	4	Condominio	Sin Información	2007	297 viviendas

No.	NOMBRE DEL PROYECTO	ZONA	TIPO DE PROYECTO	ACTA DE AUTORIZACIÓN	AÑO DE APROBACIÓN	NÚMERO DE VIVIENDAS
33	La Toscana	5	Condominio	Acta 2665-2007 del 17/05/2007 punto 11°	2007	300 viviendas
34	El Frutal V	5	Condominio	Acta 2391-2005 del 16/03/2005 punto 7°	2005	156 viviendas y 32 aptos.
35	Colinas del Paraíso II	5	Condominio	Acta 2661-2007 del 08/05/2007 punto 4°	2007	95 viviendas
36	Residenciales Llano Alto VI	6	Condominio	Acta 3070-2010 del 06/10/2010 punto 6°	2010	163 viviendas
37	El Prado	6	Condominio	Acta 2394-2005 del 29/03/2005 punto 4°	2005	104 viviendas
38	Santa Catalina	6	Condominio	Acta 2652-2007 del 09/04/2007 punto 12°	2007	146 viviendas
39	Las Piletas	6	Condominio	Acta 2657-2007 del 23/04/2007 punto 7°	2007	80 viviendas
40	Villas las Lomas de Santa Catalina (Condado Catalina)	6	Condominio	Acta 3234-2011 del 20/12/2011 punto 10°	----	-----
40.1	Condado Catalina: Quiroga	6	Condominio	Acta 3234-2011 del 20/12/2011 punto 10°	2013	48 viviendas
40.2	Condado Catalina: Piñar	6	Condominio	Acta 3234-2011 del 20/12/2011 punto 10°	2013	56 viviendas
40.3	Condado Catalina: Olmedo	6	Condominio	Acta 3234-2011 del 20/12/2011 punto 10°	2013	64 viviendas
40.4	Condado Catalina: Navia	6	Condominio	Acta 3234-2011 del 20/12/2011 punto 10°	2013	56 viviendas
40.5	Condado Catalina: Miralles	6	Condominio	Acta 3234-2011 del 20/12/2011 punto 10°	2014	82 viviendas
40.6	Condado Catalina: Labroz	6	Condominio	Acta 3234-2011 del 20/12/2011 punto 10°	2014	68 viviendas
40.7	Condado Catalina: Keralio	6	Condominio	Acta 3234-2011 del 20/12/2011 punto 10°	2014	16 viviendas
41	Villa Verde	8	Condominio	Acta 3220-2012 del 28/08/2012	2012	90 viviendas
42	Villa Romana, Clúster V	10	Condominio	Acta 2373-2005 punto 9°	2005	213 viviendas
43	Alamedas de Santa Rita	10	Condominio	Acta 3062-2010 del 16/09/2010 punto 9°	2010	389 viviendas
44	Brisas de Monte María	12	Condominio	Acta 3126-2011 del 21/03/2011	2011	16 viviendas y 12 aptos.

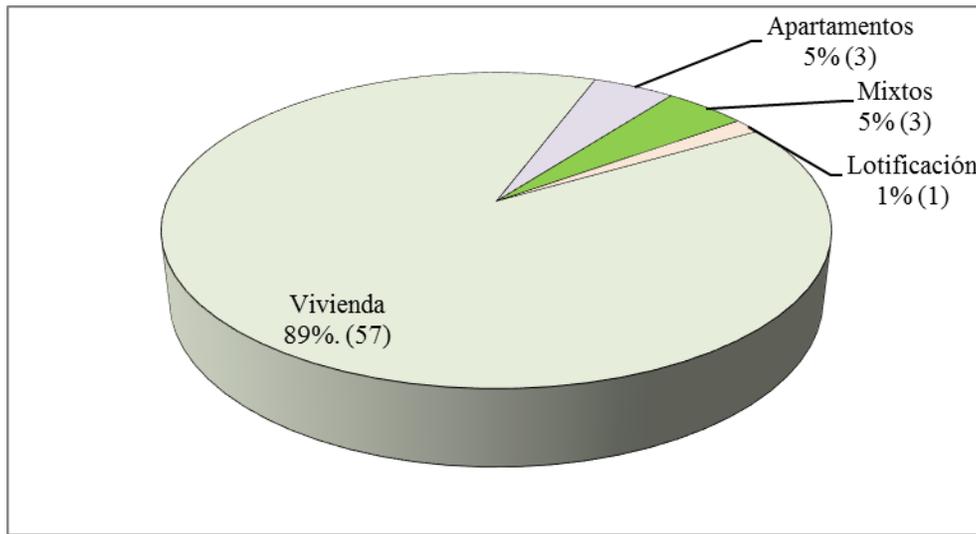
Elaboró: Elder Rodolfo Román,  
Fuente: Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva

**Tabla No. 2.** Cantidad, porcentaje y tipo de los proyectos habitacionales privados –PHP-, autorizados en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 – 2014.

Tipo de unidad habitacional	Cantidad	Porcentaje (%)
Vivienda	57	89
Apartamentos	3	5
Mixtos	3	5
Lotificación	1	1
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>100</b>

Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC  
Fuente: Tabla No. 1 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 1.** Distribución de los PHP según tipo de proyecto autorizado, en el municipio de Villa Nueva, en porcentaje en el período 2005 - 2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC  
Fuente: Tabla No. 2.

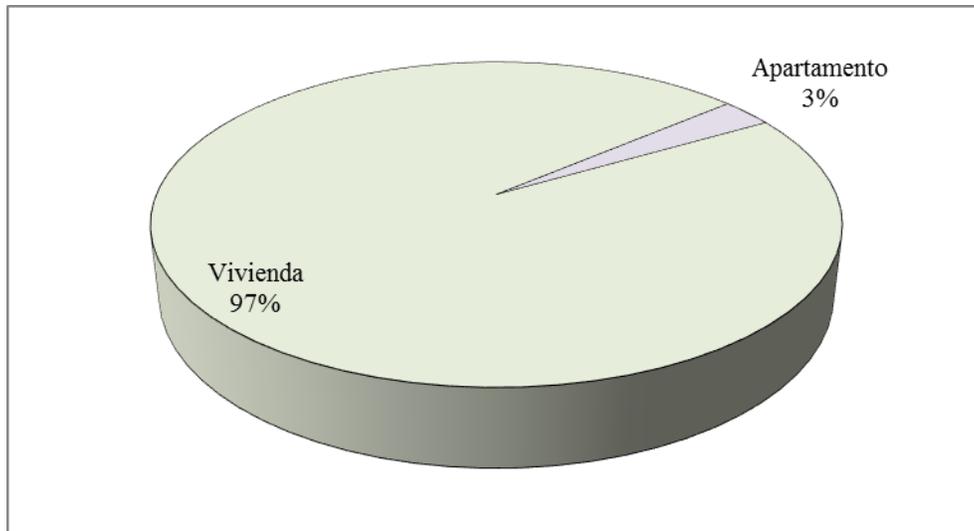
En la gráfica 1 podemos observar que la tendencia en la construcción en el municipio de Villa Nueva, para el período 200-2014, ha sido el de construcción de viviendas ya que ellas abarcan un 89%, 57 proyectos de un total de 63, del sector, mientras que los apartamentos y proyectos mixtos abarcan el 5% cada uno, 3 por tipo de proyecto y las lotificaciones solo abarcan el 1%, con un proyecto. Esto puede deberse a múltiples factores como pueden ser culturales, ya que las personas están acostumbradas a vivir en una vivienda en vez de un apartamento; económicos, sea más barato conseguir una vivienda que un apartamento o geográficos, el lugar de localización de una vivienda sea más accesible que un apartamento. En cuanto a las lotificaciones estas deben su bajo número a que las personas prefieran no tener que hacer todas aquellas actividades que involucran la construcción de una casa, como por ejemplo el trámite de licencias respectivas, la búsqueda y contratación de mano de obra calificada, el tiempo requerido para verificar los avances de la construcción, etc.

**Tabla No. 3.** Distribución de unidades habitacionales privadas -UHP- por tipo, autorizadas en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 -2014.

Tipo de unidad habitacional	Cantidad	Porcentaje (%)
Vivienda	9,960	97
Apartamento	292	3
<b>Total</b>	<b>10,252</b>	<b>100</b>

Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 2.** Distribución de unidades habitacionales privadas –UHP-, por tipo y porcentaje, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 – 2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

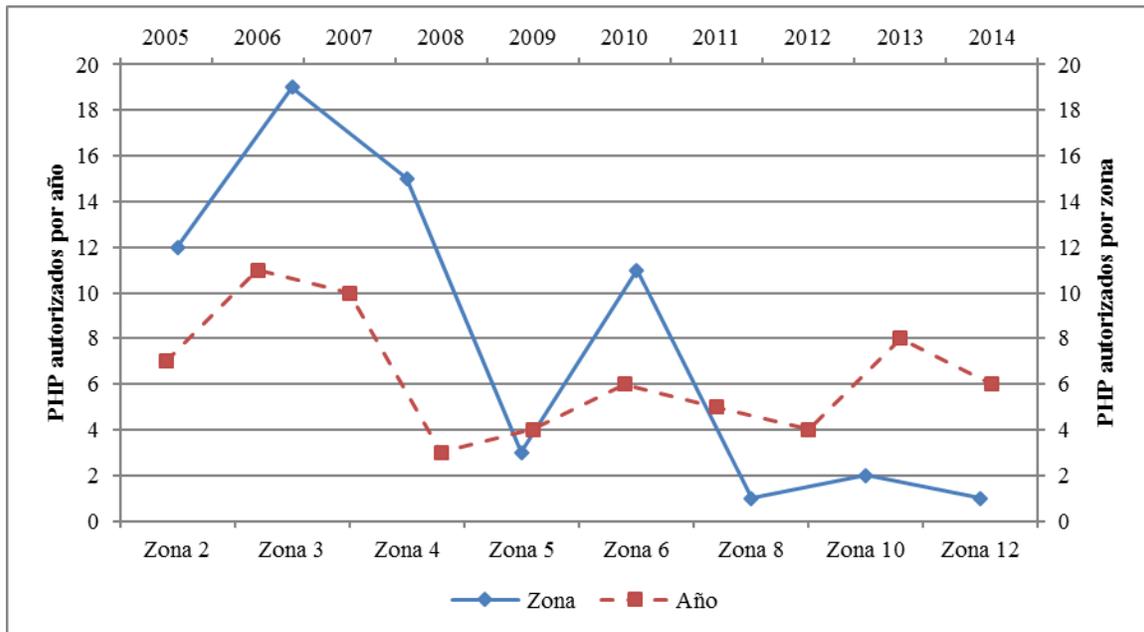
En lo que respecta a unidades habitacionales privadas, UHP, podemos observar que el número total autorizada fue de 10,252, las viviendas tienen un 97 % de autorización, 9960 unidades, mientras que los apartamentos tienen un 3% de autorización, 292 unidades. Esto debido a que las empresas constructoras pueden ver ciertas tendencias en el mercado que inclinan a la construcción de viviendas en vez de apartamentos.

**Tabla No. 4.** Distribución de proyectos habitacionales privados -PHP-, por año y zona, autorizados en el Municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.

Zona	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Total Zona
Zona 2	0	4	1	2	0	0	2	0	1	2	12
Zona 3	2	4	3	0	3	2	0	2	3	0	19
Zona 4	2	3	2	1	1	2	2	1	0	1	15
Zona 5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Zona 6	1	0	2	0	0	1	0	0	4	3	11
Zona 8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Zona 10	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Zona 12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>Total Año</b>	7	11	10	3	4	6	5	4	8	6	64

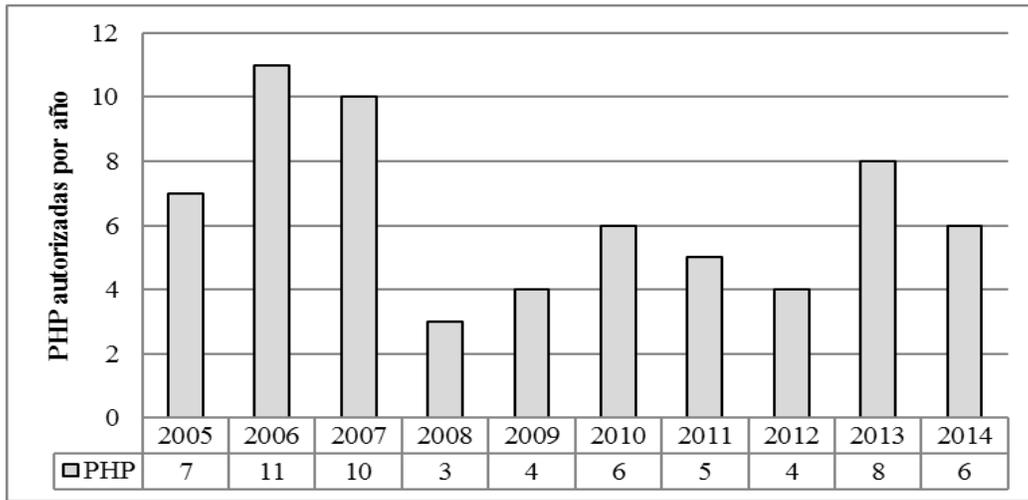
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 1 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 3.** Distribución de PHP autorizados por año y zona, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 4 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

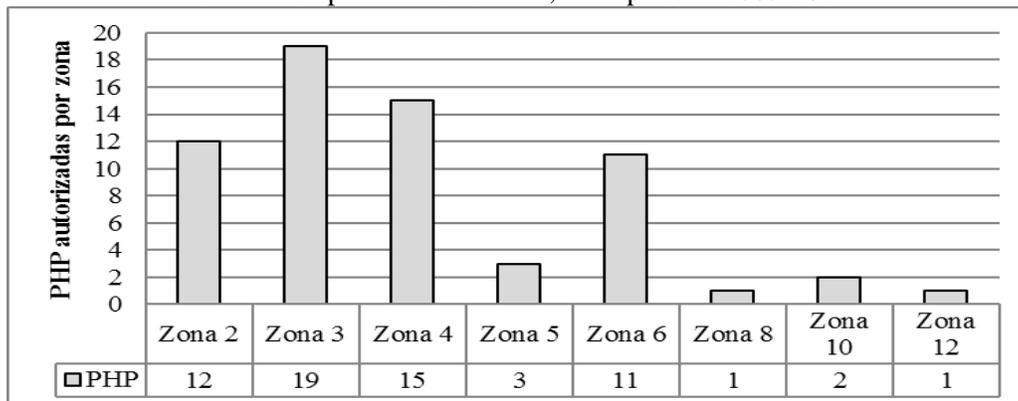
**Gráfica No. 4.** Distribución de PHP autorizados por año y cantidad, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 4 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

Se observa que el año con mayor autorización de proyectos fue el 2006, con 11. Mientras el año con menor autorización de proyectos fue el 2008, con 3. Hay que recordar que la crisis financiera de Estados Unidos de Norteamérica fue en el año 2008, y ese año fue en el que menos proyectos se autorizaron y durante el período de estudio después del año 2008 no se ha logrado llegar a niveles de autorización como los del año 2006 que fue donde más proyectos se autorizaron.

**Gráfica No. 5.** Distribución de PHP autorizados por zona y cantidad, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 4 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

En la gráfica No. 5 se aprecia que la zona con más autorizaciones de proyectos habitacionales privados, fue la zona 3, mientras que las zonas con menos autorizaciones para proyectos habitacionales privados fueron la zona 8 y 12 con 1 proyecto cada una para el período 2005 -2014.

Mientras que la zona 3, es un área con amplios terrenos que pueden ser usados con fines habitacionales, cerca de carreteras principales, CA-9 sur (Ruta al pacifico), con acceso directo a la ciudad de Guatemala, próximamente también se tendrá acceso a la Vía Alternativa del Sur (VAS), actualmente en proceso de construcción, que conectara este municipio con la zona 13 de la ciudad de Guatemala.

Las zona 12, la más cercana a la ciudad de Guatemala, pero es considerada un área roja o de alta peligrosidad, de ahí que sea la falta de planificación de nuevos proyectos.

Mientras tanto la zona 8, está ubicada en una zona bastante alejada de los centros de actividad económica del área metropolitana, ya que dicha zona comprende lo que es Ciudad Peronia y sus alrededores.

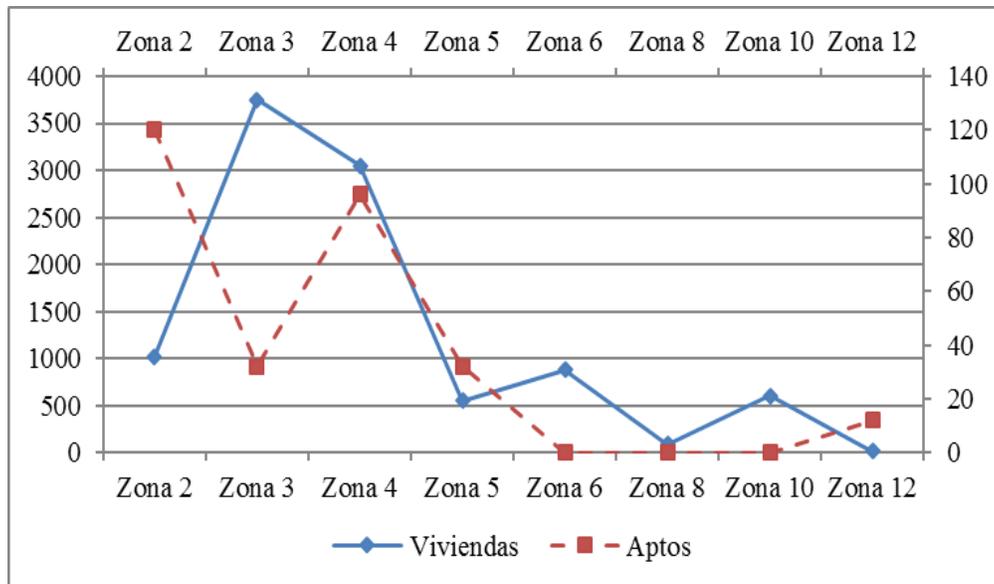
Las zonas con más PHP, en el período 2005-2014 fueron las zonas 2, 3, 4 y 6, todas estas zonas cuentan con accesos a carreteras principales, o están ubicadas sobre ellas, que las conectan directamente con la ciudad de Guatemala, también están ubicadas cerca de centros comerciales grandes, como Centro Comercial Santa Clara y están relativamente cerca del centro urbano del municipio.

**Tabla No. 5.** Distribución de unidades habitacionales privadas -UHP- por zona y tipo, autorizadas en el municipio de Villa Nueva, período 2005 - 2014.

Zona Municipal	Vivienda - %	Apartamento - %
Zona 2	1,020 - 10.24	120 - 41.10
Zona 3	3,747 - 37.62	32 - 10.96
Zona 4	3,051 - 30.63	96 - 32.88
Zona 5	551 - 5.53	32 - 10.96
Zona 6	883 - 8.87	0 - 0.00
Zona 8	90 - 0.90	0 - 0.00
Zona 10	602 - 6.04	0 - 0.00
Zona 12	16 - 0.16	12 - 4.11
<b>Total</b>	<b>9,960 - 100.00</b>	<b>292 - 100.00</b>

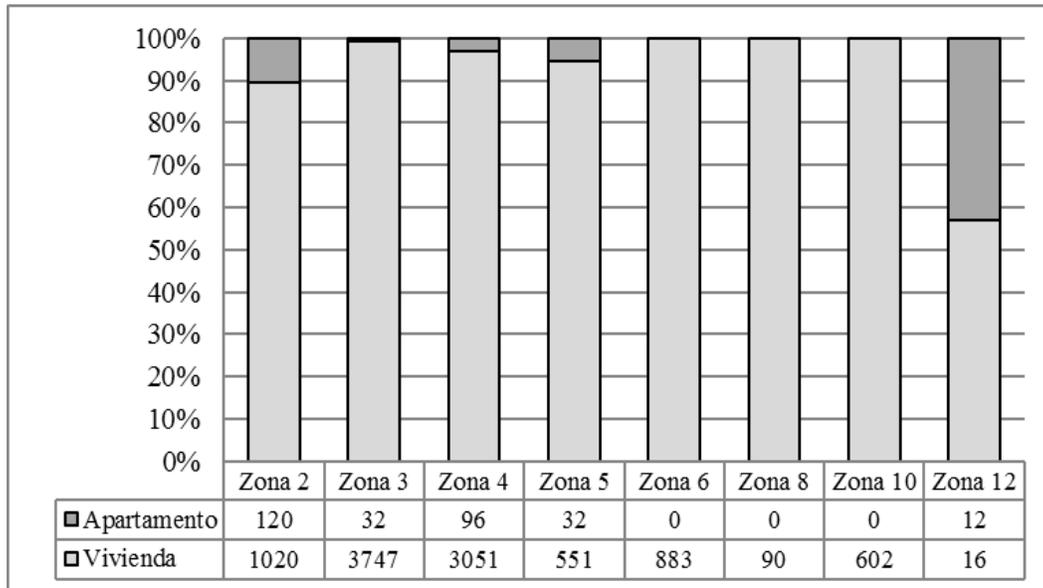
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 1 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 6.** Distribución de unidades habitacionales privadas –UHP-, por zona y tipo, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 -2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 5 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 7.** Unidades habitacionales privadas –UHP-, por tipo, zona y cantidad en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 -2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 5 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

La Gráfica No. 7, presenta el comportamiento de la cantidad de viviendas y apartamentos por zona municipal construidos en Villa Nueva. En el período 2005 – 2014, la zona 3 fueron construidas un total de 3,747 (99.15%) viviendas, en tanto que se construyeron 32 (0.85%) apartamentos.

La zona con menor número de unidades habitacionales construidas en el período de estudio fue la zona 12, con tan solo 28 unidades, de las cuales se distribuyeron en 12 apartamentos y 16 viviendas.

Podemos observar que en el período de 2005 – 2014 no se construyó ningún apartamento en las zonas 6, 8 y 10. De estas solo la zona 6 se encuentra cercana al centro urbano del municipio de Villa Nueva, mientras que la zona 8 y 10, se encuentran alejadas de él.

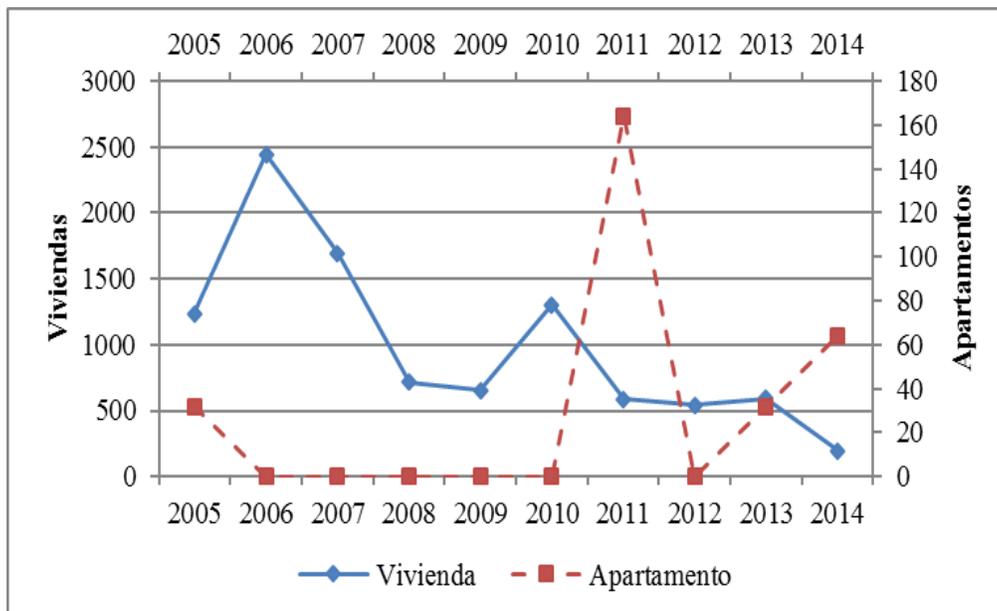
En la zona 2 fueron construidos la mayor cantidad de apartamentos (120), la que tiene un fácil acceso a la ciudad de Guatemala por medio de la carretera CA-9 y relativamente está cercana al centro urbano del municipio de Villa Nueva.

**Tabla No. 6.** Distribución de unidades habitacionales privadas -UHP-, por año y tipo, autorizadas en el municipio de Villa Nueva, período 2005 – 2014.

<b>Año</b>	<b>Vivienda - %</b>	<b>Apartamento - %</b>
2005	1,234 - 12.39	32 - 10.96
2006	2,445 - 24.55	0 - 0.00
2007	1,696 - 17.03	0 - 0.00
2008	717 - 7.20	0 - 0.00
2009	655 - 6.58	0 - 0.00
2010	1,301 - 13.06	0 - 0.00
2011	585 - 5.87	164 - 56.16
2012	541 - 5.43	0 - 0.00
2013	590 - 5.92	32 - 10.96
2014	196 - 1.97	64 - 21.92
<b>Total</b>	<b>9,960 - 100.00</b>	<b>292- 100.00</b>

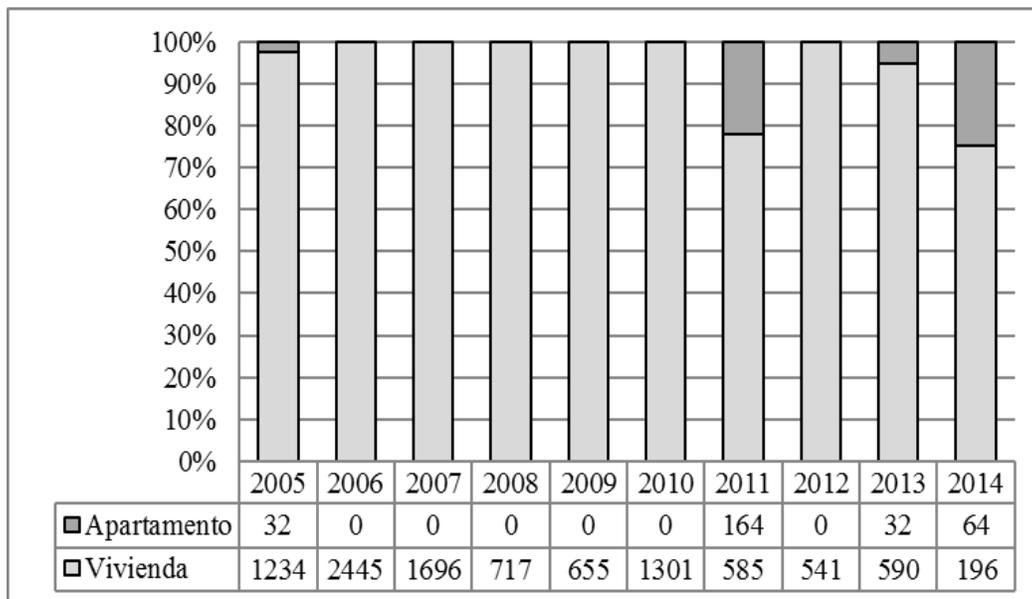
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 1 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 8.** Distribución de unidades habitacionales privadas –UHP-, por año y tipo en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 6 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 9.** Distribución de unidades habitacionales privadas -UHP-, por año y tipo, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 6 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

En la Gráfica No. 9, podemos observar que la tendencia es la autorización de viviendas, ya que a lo largo del período de estudio, 2005 - 2014, siempre hubo autorización de estas, y su autorización siempre fue mayor que la de apartamentos.

En el municipio de Villa Nueva, durante el período 2005 – 2014, el año que más viviendas se autorizaron fue el 2006, con 2445, y a partir de ese año siempre se han autorizado menos viviendas, hasta un mínimo de 196 en el año 2014. Esto puede obedecer a diversos factores, como la crisis hipotecaria del 2008; para los compradores ya no resulta tan atractivo el municipio de Villa Nueva; que las leyes para la autorización de nuevos proyectos hayan cambiado como manera de controlar la explosión demográfica y se necesiten mayores requerimientos para su autorización.

El año en el que más apartamentos se autorizaron fue el 2011, con 164, y hubo varios años en los que no se autorizó ningún apartamento, siendo estos el período de 2006 – 2010, y el año 2012.

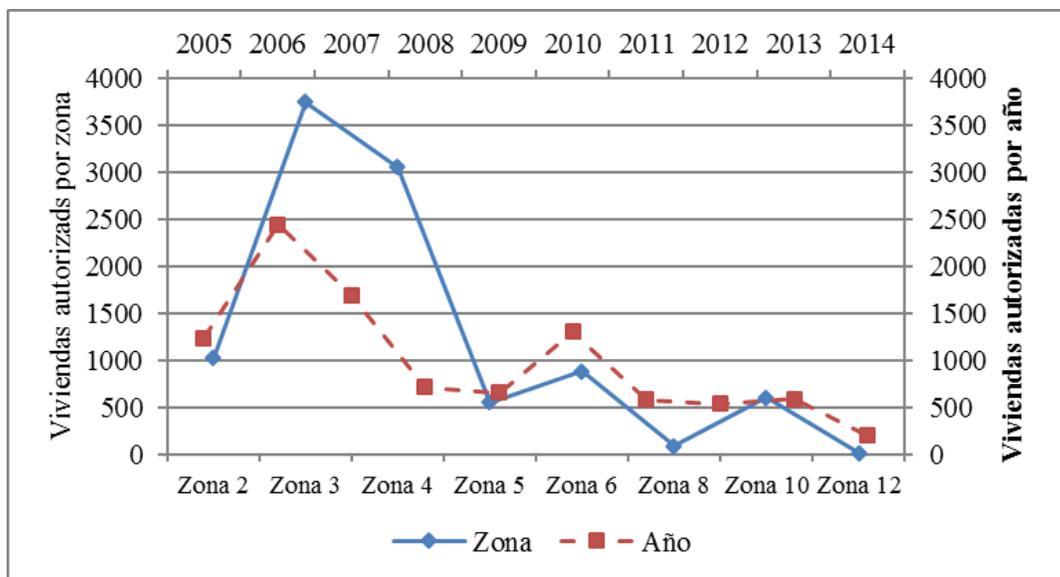
Se observa que aunque el año 2012 fue el último en el que no se construyeron apartamentos, en los últimos 4 años del período de estudio, 2005 – 2014, fueron en los que estuvo concentrada la mayor cantidad de autorizaciones para la construcción de apartamentos. Lo que puede marcar una nueva tendencia de cara al futuro.

**Tabla No. 7.** Distribución de viviendas por año y zona, autorizadas en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.

Zona / Año	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Total Zona
Zona 2	0	367	28	327	0	0	158	0	110	30	1,020
Zona 3	477	1,047	711	0	568	284	0	404	256	0	3,747
Zona 4	284	1,031	336	390	87	465	411	47	0	0	3,051
Zona 5	156	0	395	0	0	0	0	0	0	0	551
Zona 6	104	0	226	0	0	163	0	0	224	166	883
Zona 8	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	90
Zona 10	213	0	0	0	0	389	0	0	0	0	602
Zona 12	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	16
<b>Total Año</b>	1,234	2,445	1,696	717	655	1,301	585	541	590	196	9,960

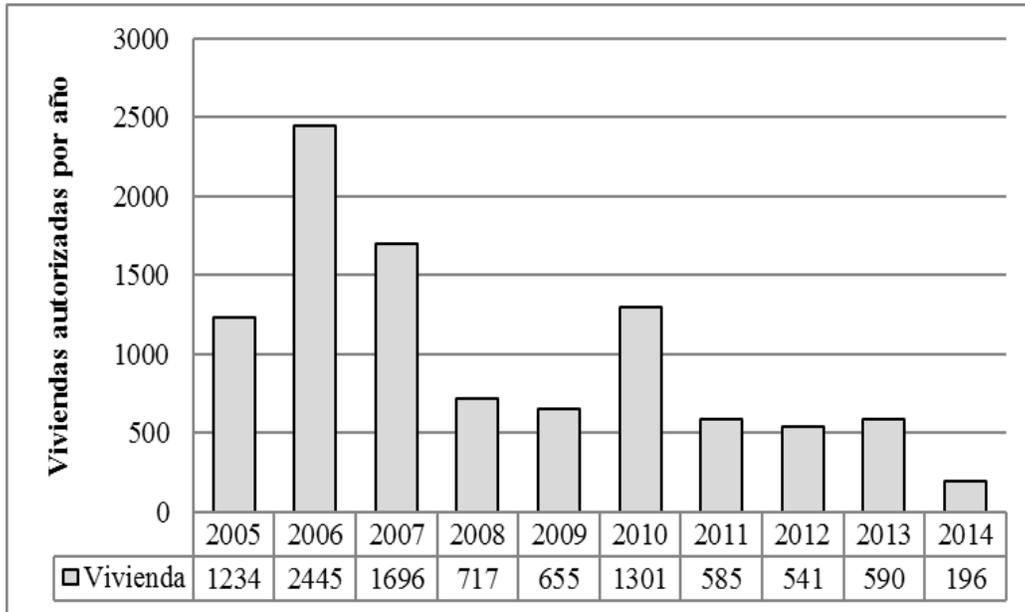
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 1 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 10.** Viviendas autorizadas por año y zona, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.



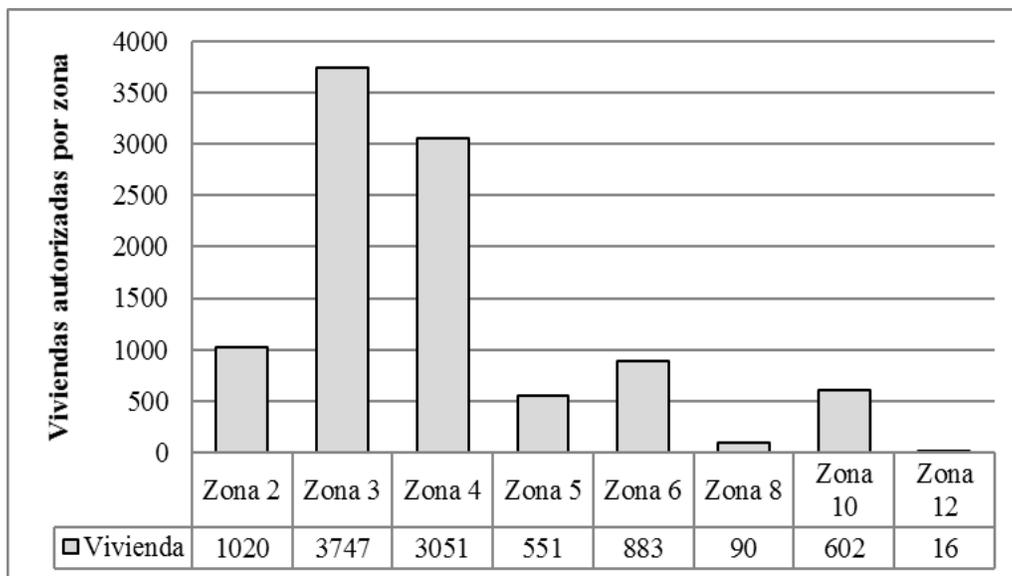
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 7 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 11.** Viviendas autorizadas por año y cantidad, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.



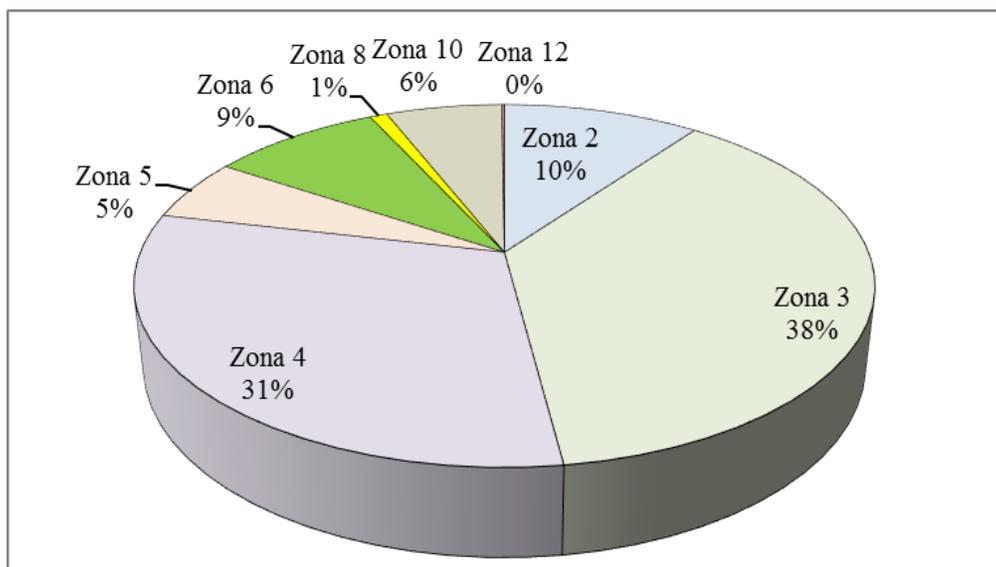
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 7 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 12.** Viviendas autorizadas por zona y cantidad, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 7 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 13.** Distribución de viviendas por zona y porcentaje, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 7 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

La mayor concentración de autorizaciones para unidades habitacionales privadas, UHP, tipo vivienda se han dado en el oeste del municipio, zona 3, 38% (3747 unidades), y al sur del mismo, zona 4, 31% (3051 unidades).

La zona 3 cuenta con acceso directo a la ciudad de Guatemala y región sur del país, por medio de la carretera CA-9 (Ruta al pacífico), además de contar con centros comerciales y acceso al centro urbano del municipio de Villa Nueva, lo que la convierte en un lugar atractivo para la adquisición de vivienda.

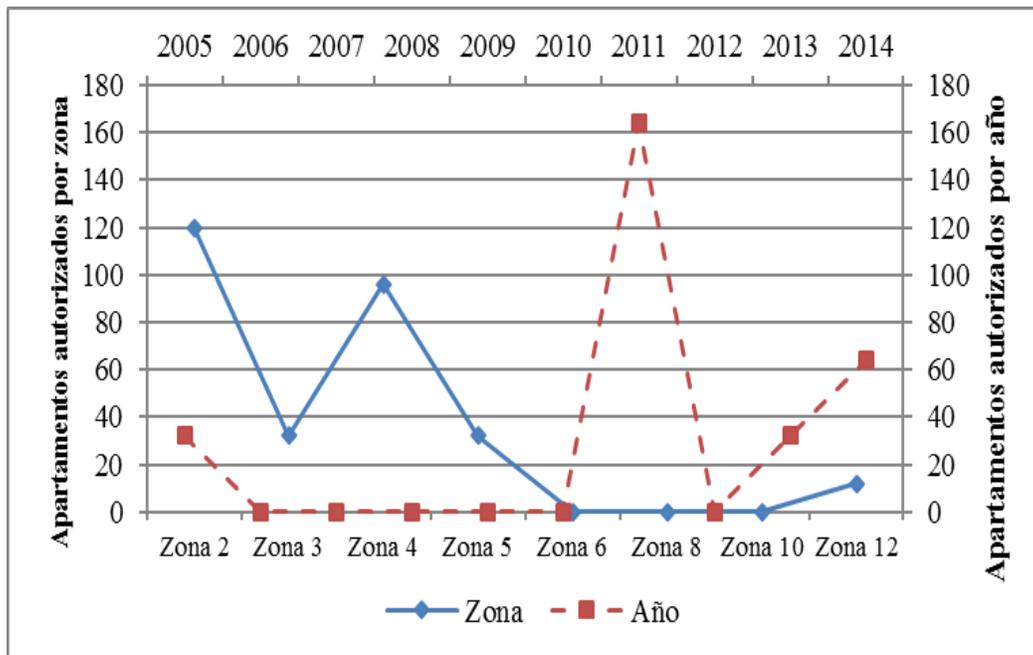
La zona 4 cuenta con accesos fáciles a las principales autopistas de la región. También es una zona que esta aledaña al centro urbano del municipio de Villa Nueva, y resulta atractiva para desarrollo de nuevos proyectos ya que en los últimos años la zona se ha beneficiado con nuevos proyectos de índole social.

**Tabla No. 8.** Distribución de apartamentos por zona y año, autorizados en el Municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.

Zona / Año	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Total Zona
Zona 2	0	0	0	0	0	0	56	0	0	64	120
Zona 3	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	32
Zona 4	0	0	0	0	0	0	96	0	0	0	96
Zona 5	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Zona 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 12	0	0	0	0	0	0	12	0			12
<b>Total Año</b>	32	0	0	0	0	0	164	0	32	64	292

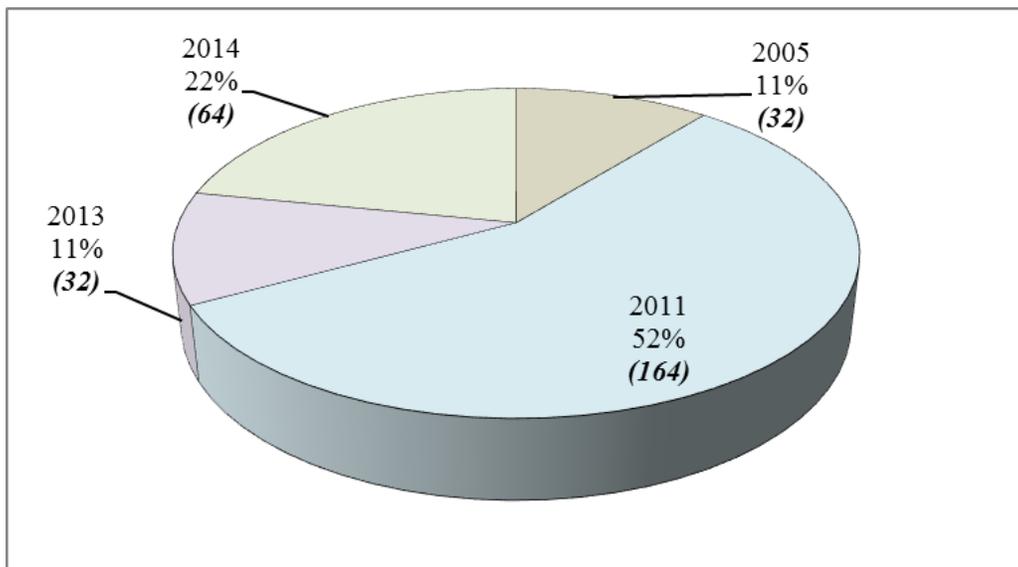
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 1 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 14.** Distribución de apartamentos por año y zona, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.



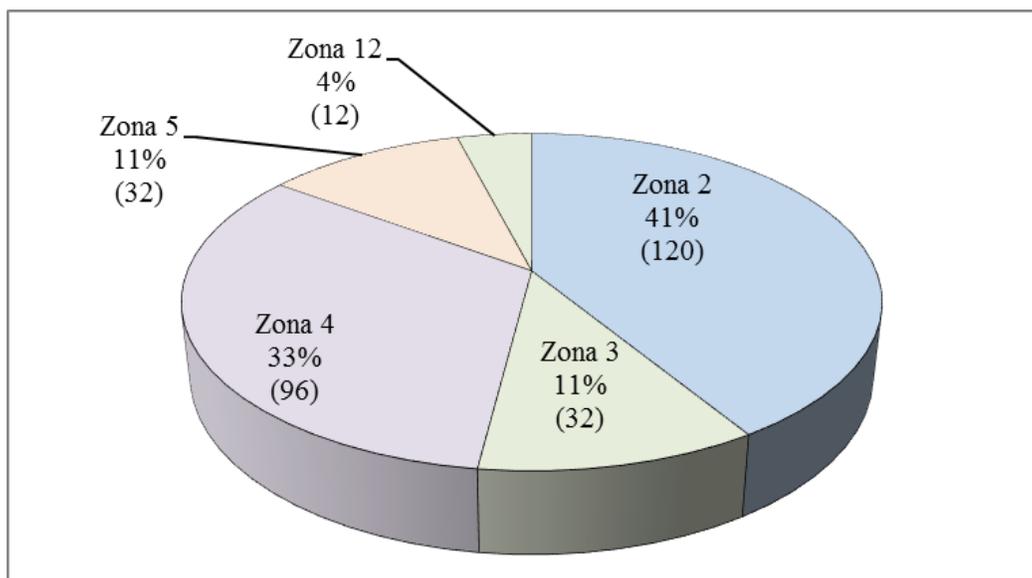
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 8 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 15.** Distribución de apartamentos por cantidad, porcentaje y año, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.



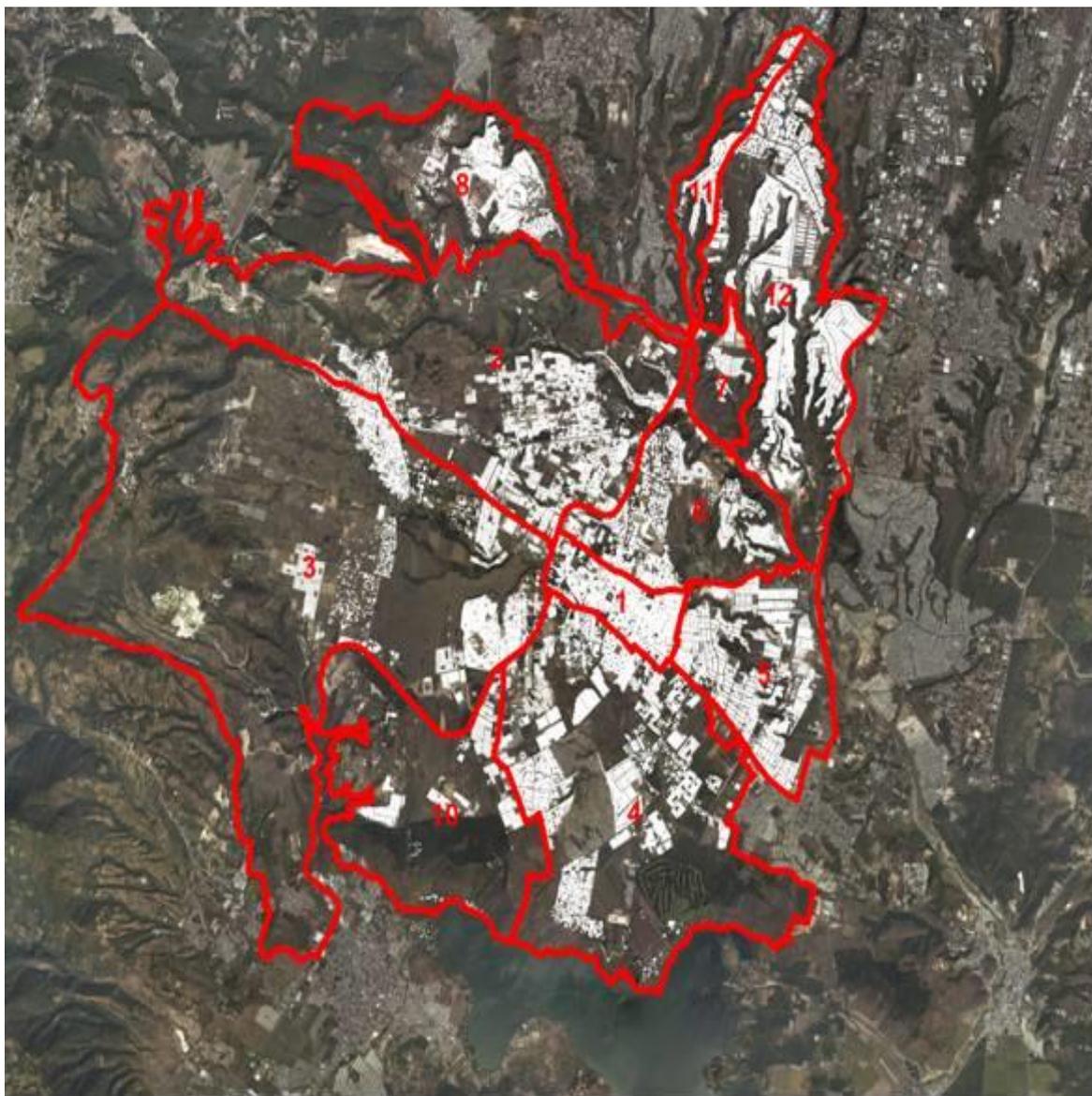
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 8 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

**Gráfica No. 16.** Distribución de apartamentos por cantidad, porcentaje y zona, en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005 - 2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 8 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Nueva.

Imagen 1. Zonas urbanas del municipio de Villa Nueva



Fuente: Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Villa Nueva, 2013



Análisis de proyectos habitacionales privados –PHP- y  
viviendas localizadas en el municipio de Villa Canales, 2005-2014

Arq. Luis F. Olayo Ortiz y Elder Rodolfo Román

### **6.2.2.2. Proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados en el municipio de Villa Canales a en el período 2005-2014.**

El análisis que se presenta a continuación, da a conocer los diferentes tipos de proyectos habitacionales privados (PHP), tanto viviendas como lotificaciones, que fueron autorizados en el municipio de Villa Canales durante el período 2005-2014. Esto con el objetivo de dar a conocer el crecimiento urbano que tuvo el municipio durante el período mencionado anteriormente, las zonas municipales urbanas donde se registró dicho crecimiento, si fuera el caso, y a partir de estos datos comprender como dicho crecimiento ha influido en la contaminación del Lago de Amatitlán.

Se elaboró un cuadro donde se presentan los proyectos habitacionales privados que fueron autorizados durante el período 2005-2014. En dicho cuadro se presenta la siguiente información: nombre del proyecto; zona municipal urbana de localización; tipo de proyecto, es decir, residencial, condominio o lotificación y número de unidades que lo componen.

En la elaboración de dicho cuadro se contó con información proporcionada por la Unidad de Acceso a la Información Pública de la municipalidad de Villa Canales, imágenes satelitales históricas y actuales obtenidas por medio del software Google Earth, esta información sirvió principalmente para:

- Determinar la localización exacta de cada proyecto habitacional privado (PHP).
- Determinar el número de unidades que componen cada PHP.
- Año de autorización de cada PHP.
- Área que ocupa cada PHP.

## Metodología

La metodología a seguir es como a continuación se describe:

1. Se procedió a depurar una lista que fue proporcionada por Unidad de Acceso a la Información Pública de la municipalidad de Villa Canales, es decir, a descartar los PHP que no fueron autorizados durante el período 2005-2014.
2. Luego con los PHP ya depurados se procedió a su localización por medio de búsqueda en internet a través de páginas de redes sociales, [www.google.com](http://www.google.com), anuncios clasificados, páginas de inmobiliarias, software de mapeo como [www.wikimapia.org](http://www.wikimapia.org), <https://www.google.com.gt>
3. Con los proyectos ya localizados se procedió a determinar su localización exacta por medio del software Google Earth y así poder determinar a qué zona urbana municipal pertenecen, número de unidades que componen cada proyecto así como el área que ocupa cada PHP.
4. Mientras se localizaban los PHP de la lista previamente depurada, en las imágenes satelitales se pudieron observar que habían otros PHP que no aparecían en la lista, más sin embargo habían empezado a construirse durante el período 2005-2014 en el municipio de Villa Canales, estos también fueron agregados a la lista para ser tomados en cuenta en el período de estudio.
5. Toda la información obtenida en los pasos anteriores fue verificada por medio de una visita de campo, donde se corroboraron nombres y ubicaciones de los PHP autorizados en el período 2005-2014 en el municipio de Villa Canales.

**Tabla No. 9.** Nómina Municipal de Proyectos Habitacionales Privados –PHP-, autorizados en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.

No.	Nombre del Proyecto	Zona	Tipo de Proyecto	Año de aprobación	Número de viviendas
1	Villa Las Mercedes	1	Lotificación	2005	5890 lotes
2	* Sin Identificar 1	1	Lotificación	2005*	97 lotes
3	* Sin identificar 2	1	Lotificación	2005*	295 lotes
4	* Sin identificar 3	1	Lotificación	2008*	92 lotes
5	* Sin identificar 4	1	Lotificación	2005*	30 lotes
6	Residenciales Bosques Del Tuluja	1	Residencial	2012	70 lotes
7	Villa Venetto	2	Residencial	2007	136
8	Villas Capri	2	Residencial	2010	270
9	Villas Europeas	2	Residencial	2009	47
10	San Juan de la Luz	2	Lotificación	2009	15
11	Joya de Oro	2	Residencial	2009*	22 apartamentos
12	Joya de Oro III	2	Residencial	2008*	19
13	Villas Santorini	2	Residencial	2011	108
14	San Agustín Las Manzanillas	3	Residencial	2008	14
15	Compostela 2	3	Residencial	2005*	4
16	Isabela	3	Residencial	2008*	20
17	Serranillos del Valle	3	Condominio	2005*	12
18	Los Manzanillos	3	Condominio	2009 *	35
19	Cumbres de la Arboleda	3	Residencial	2012*	165
20	Toscana Campestre	3	Condominio	2009*	36
21	Cañadas del Rio 3	3	Condominio	2008	95
22	* Sin Identificar 5	3	Lotificación	2005*	275 lotes
23	* Sin identificar 6	3	Lotificación	2013*	38 lotes
24	Cañadas del Rio Colonial	3	Residencial	2008*	209
25	Vistas De Boca Del Monte	4	Residencial	2005*	103
26	Bosque Verde	4	Condominio	2005*	35
27	Agua Santa	4	Condominio	2005*	88
28	Villas de Boca del Monte	4	Condominio	2005*	36
29	Lotificación La Pasión	4	Lotificación	2008*	62 lotes
30	Las Ilusiones de las Américas	4	Residencial	2006	54
31	Lotificación Santa Elena Barillas 1	5	Lotificación	2010*	90 lotes
32	San Lorenzo de Almagro	6	Residencial	2005*	90
33	San Patricio	6	Residencial	2010*	41
34	Real del Campo 2	6	Condominio	2008	-
35	Pontavedra	6	Residencial	2007	41
36	Diamantes de Gadiel	6	Residencial	2006	lotes 85
37	La Reserva	6	Residencial	2014	64

\*Proyectos habitacionales privados sin año de aprobación de la municipalidad de Villa Canales, se utilizó el año en que se inicia su construcción en las imágenes satelitales históricas de Google Earth.

Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

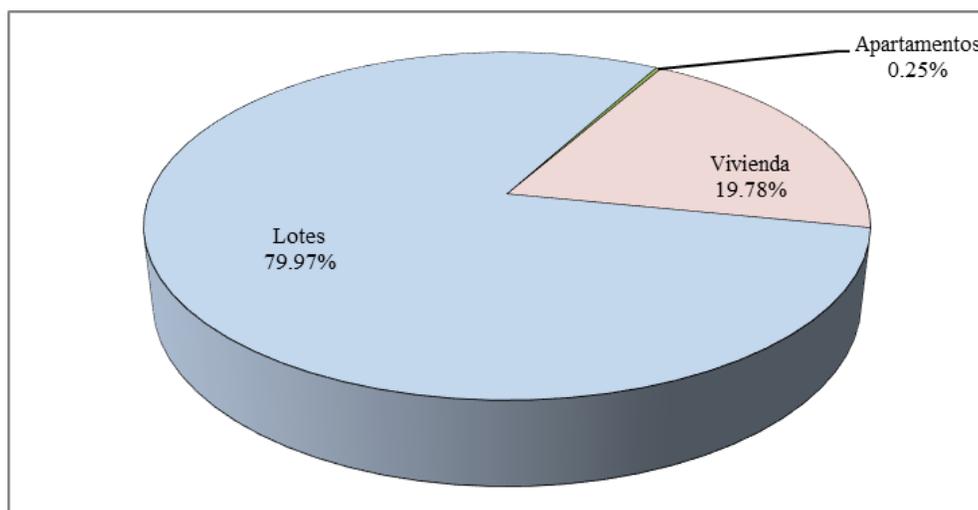
Fuente: Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales

**Tabla No. 10.** Unidades habitacionales privadas por tipo y porcentaje, autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 – 2014.

No.	Tipo de unidades habitacionales	Cantidad	Porcentaje (%)
1	Vivienda	1,737	19.78
2	Lotes	7,024	79.97
3	Apartamentos	22	0.25
<b>Total</b>		<b>8,783</b>	<b>100.00</b>

Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 9 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 17.** Distribución de unidades habitacionales por tipo y porcentaje, autorizadas y construidas, en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 - 2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 9 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

La tipología de los PHP autorizados en el municipio de Villa Canales, durante el período 2005-2014, muestra una clara tendencia hacia las lotificaciones, tanto es así que por cada 5 unidades aprobadas durante el período, 4 eran lotes, mientras que la restante unidad pertenecía al grupo de vivienda formal.

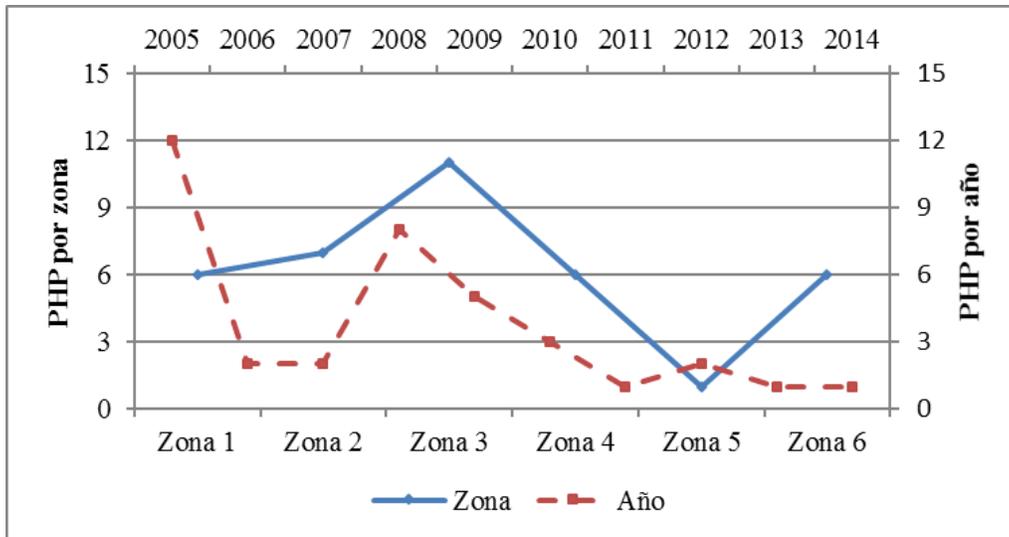
Esta tendencia puede deberse a diversos factores como por ejemplo: adquirir un lote es más barato que una vivienda formal. La gente que demanda los lotes prefiere hacer la construcción de la vivienda a gusto personal.

**Tabla No. 11.** Distribución de proyectos habitacionales privados -PHP- por año y zona, autorizados en el Municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.

Zona Municipal	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Total zona
Zona 1	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6
Zona 2	0	0	1	1	3	1	1	0	0	0	7
Zona 3	3	0	0	4	2	0	0	1	1	0	11
Zona 4	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
Zona 5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Zona 6	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	6
<b>Total Año</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>37</b>

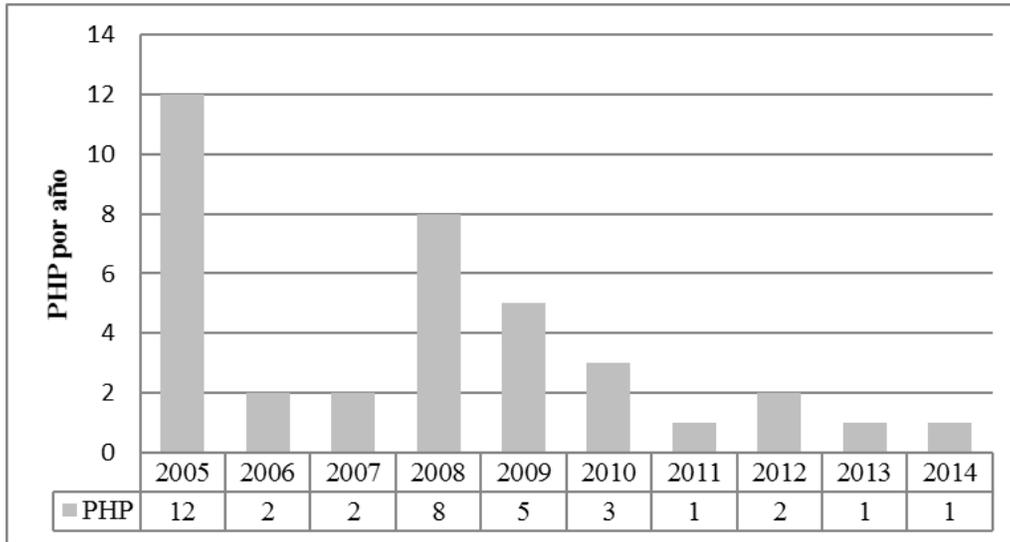
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 9 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 18.** Distribución de PHP autorizados por año y zona en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.



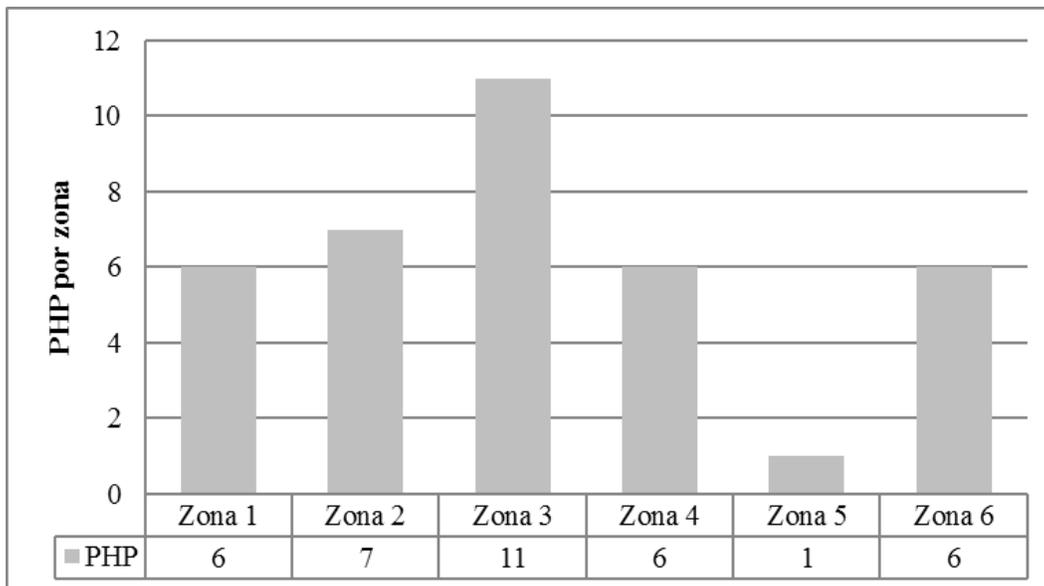
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No.11 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 19.** Distribución de proyectos habitacionales privados –PHP-, por año y cantidad, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 11 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 20.** Distribución de proyectos habitacionales privados –PHP-, autorizados por zona y cantidad en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 11 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

El año en que más PHP se autorizaron fue el año 2005 con 12, le siguió el año 2008 con 8. Los años en que menos PHP se autorizaron fueron el 2011, 2013 y 2014 con 1 PHP cada uno.

En los últimos cuatro años del período de estudio, 2011 al 2014, solo se autorizaron 5 PHP (13%), lo que indica que el municipio de Villa Canales la demanda por unidades habitacionales ha mermado. Hay diversos factores se puede atribuir esto, como por ejemplo: lejanía del municipio con respecto a centros económicos, pobre red de comunicación terrestre, congestión vehicular, falta de transporte público, falta de servicios básicos, etc.

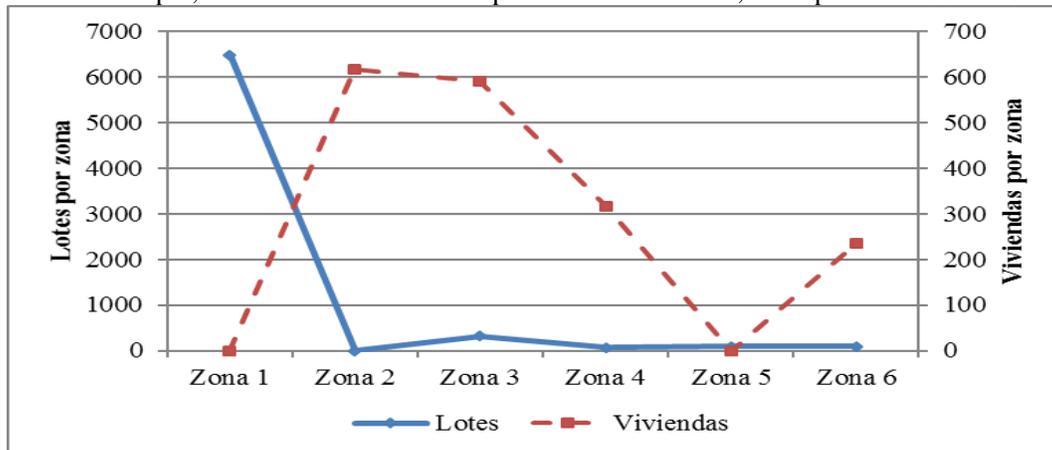
**Tabla No. 12.** Lotes y viviendas de los PHP, por cantidad y zona municipal, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 - 2014.

No.	Zona Municipal	Lotes - %	Viviendas* - %
1	Zona 1	6,474 - 92.17	0 - 0.00
2	Zona 2	0 - 0.00	617 - 35.08
3	Zona 3	313 - 4.46	590 - 33.54
4	Zona 4	62 - 0.88	316 - 17.96
5	Zona 5	90 - 1.28	0 - 0.00
6	Zona 6	85 - 1.21	236 - 13.42
<b>T o t a l</b>		<b>7,024 - 100.00</b>	<b>1,759 - 100.00</b>

\* Se incluyen 22 apartamentos.

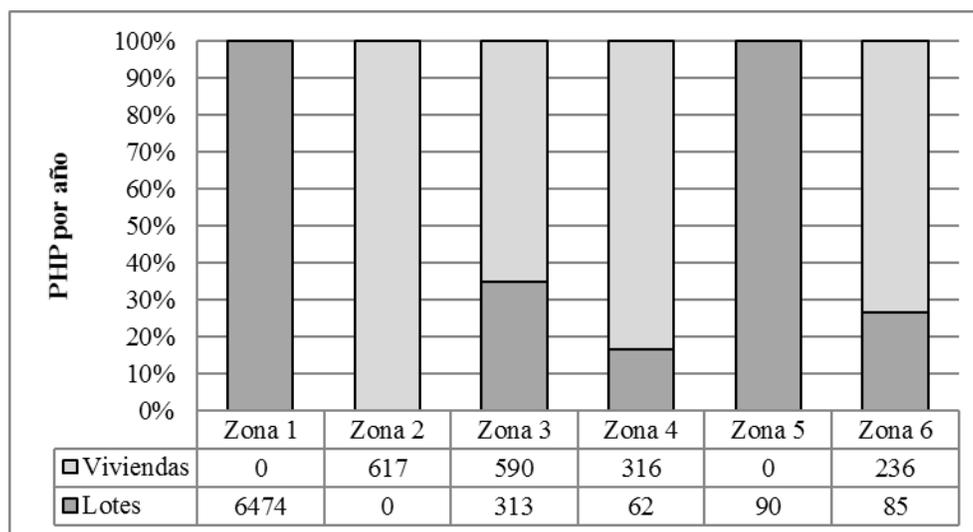
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 21.** Lotes y viviendas de los proyectos habitacionales privados –PHP-, por cantidad y zona municipal, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 - 2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 12 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 22.** Lotes y viviendas de los PHP, por cantidad y zona municipal, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 -2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 12 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

En lo que respecta a la distribución de PHP por zona, se observa que la distribución no ha sido de ninguna manera homogénea ya que en algunas zonas se autorizaron únicamente unidades tipo lote, en otras zonas solo unidades tipo vivienda, mientras que en otras no se autorizó ningún tipo de unidad.

Las zonas donde se autorizaron los PHP fueron las zonas que se encuentran al norte del municipio, zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, solo la zona 13, aldea El Porvenir, no se autorizó ningún PHP. Mientras que las zonas del sur del municipio no se autorizaron ningún tipo de proyecto en el período 2005-2014.

En la zona 1 se autorizaron exclusivamente lotes, 6474, y estos en su gran mayoría pertenecen a la lotificación Villa Las Mercedes, 5890. La mayoría de estos lotes fueron autorizados en una planicie que se encuentra entre la cabecera municipal y el lago de Amatitlán, estas tierras previamente a ser lotificadas fueron usadas como tierra de cultivo.

En la zona 2 se autorizaron viviendas exclusivamente, 617, en este número se incluyen 22 apartamentos. Casi todos los proyectos están cercanos a la carretera CA-2

Oriente (carretera a El Salvador). Es un área poco poblada lo cual puede constituir un atractivo para adquirir una vivienda en el sector. Todas las viviendas construidas son para un perfil económico de clase media alta o clase alta y están ubicadas en condominios o residenciales que tienen garita de seguridad para poder acceder a ellos.

En la zona 3, fue un poco homogénea la distribución ya que encontramos tanto viviendas como lotes, mas los lugares de ubicación de cada uno no están homogenizados ya que las viviendas están ubicadas en los alrededores de la CA-2 oriente, mientras que las lotificaciones están ubicadas en la aldea Chichimecas, un área considerada como roja y de difícil acceso.

En la zona 4, Boca del Monte, la tendencia fue la construcción de viviendas, esto es comprensible ya que se trata de una zona totalmente urbanizada, la más cercana de las aldeas de Villa Canales a la ciudad capital.

En la zona 5, Santa Elena Barillas, en el período en estudio solo se autorizó una lotificación con 90 lotes, esto es caso contrario a Boca del Monte, es decir es una zona poco urbanizada a excepción de la aldea y lejos de la ciudad capital.

En la zona 6, también todos los proyectos de esta zona son en su mayoría residenciales con garita de seguridad cercanos a la carretera CA-2. Solo se cuenta con un PHP tipo lotificación que cuenta con 85 lotes pero al igual que los residenciales tiene garita de seguridad.

Las zonas ubicadas al sur del municipio donde no se autorizó ningún tipo de proyecto en el período 2005-2014 son las zonas 7, 8, 9, 10, 11 y 12, estas son zonas donde el uso del suelo es predominantemente agrícola, y no hay poblados que se puedan considerar como grandes zonas urbanas. Hay que agregar también que estas zonas se pueden ver afectadas por la actividad del volcán de Pacaya.

**Tabla No. 13.** Lotes y viviendas de los PHP, por cantidad y año, autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 - 2014.

No.	Año	Lotes - %	Viviendas* - %
1	2005	6587 - 93.78	368 - 20.92
2	2006	85 - 1.21	54 - 3.07
3	2007	0 - 0.00	177 - 10.06
4	2008	154 - 2.19	357 - 20.30
5	2009	0 - 0.00	155 - 8.81
6	2010	90 - 1.28	311 - 17.68
7	2011	0 - 0.00	108 - 6.14
8	2012	70 - 1.00	165 - 9.38
9	2013	38 - 0.54	0 - 0.00
10	2014	0 - 0.00	64 - 3.64
<b>T o t a l</b>		<b>7,024 – 100.00</b>	<b>1,759 - 100.00</b>

\*Incluye 22 apartamentos

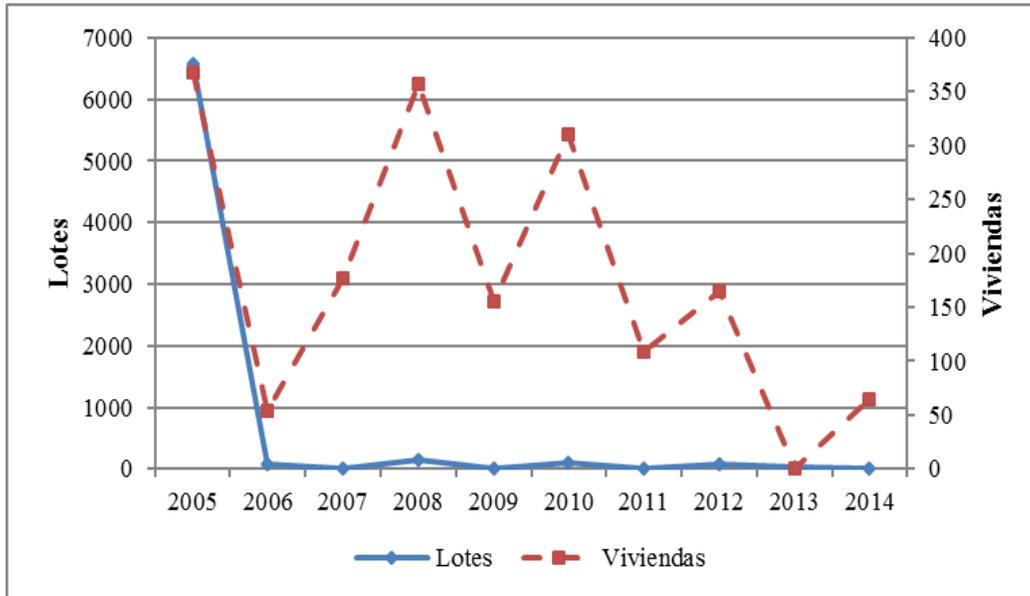
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

En lo que respecta al año, el más importante en cuanto a autorizaciones fue el año 2005, ya que es donde se autorizaron el mayor número de lotes (6587) y de viviendas (368). Hay que hacer notar que del gran número de lotes autorizados, 5890 pertenecen a la lotificación Villa Las Mercedes, ubicada en la zona 1.

En este caso de análisis de autorizaciones de UHP por año, existieron varios años donde no se autorizó ninguna unidad tipo lote, 2007, 2009, 2011 y 2014, mientras que solo existió un año donde no se autorizó ninguna unidad tipo vivienda, 2013.

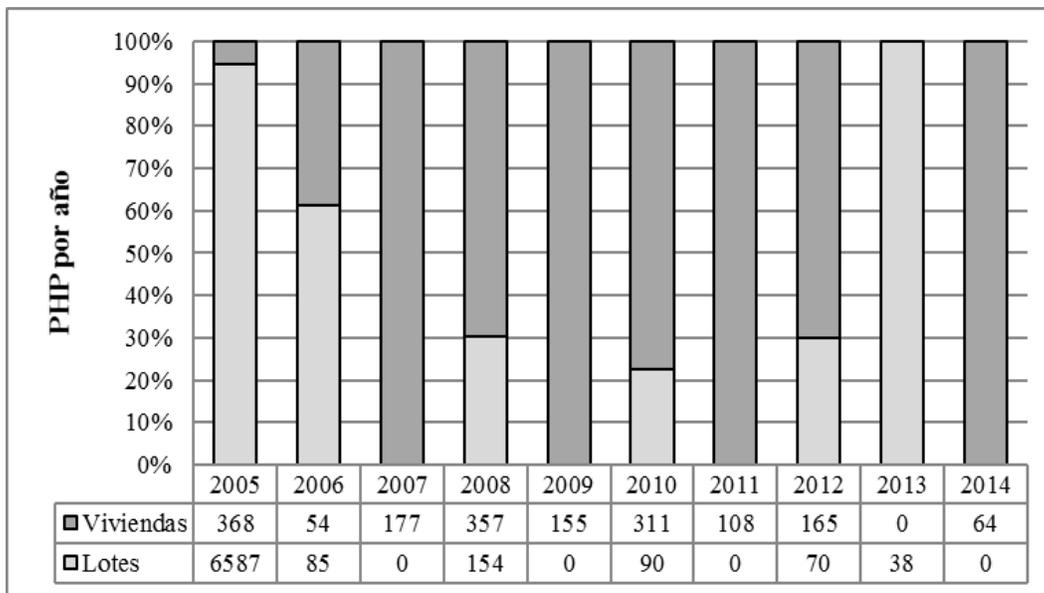
Mientras que el número de lotes autorizados ha ido disminuyendo año con año, el número de autorización de viviendas ha sido más o menos estable hasta los últimos dos años del período de estudio.

**Gráfica No. 23.** Lotes y viviendas de los PHP, por año y cantidad, autorizados en el municipio de Villa Canales, por año, en el período 2005 – 2014.



Elaboro: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 13 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 24.** Lotes y viviendas de los PHP, por cantidad y año, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 – 2014.



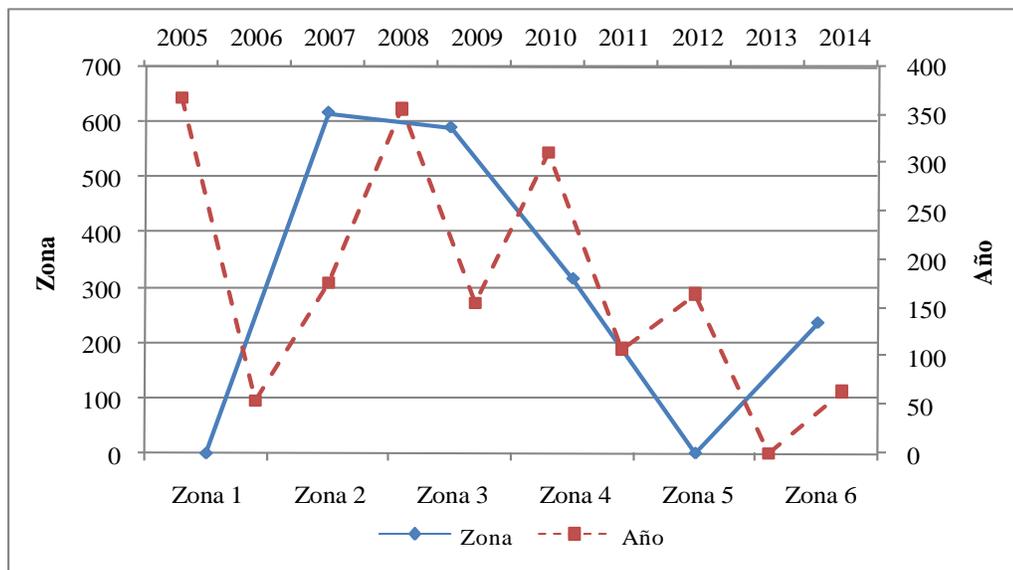
Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 13 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Tabla No. 14.** Viviendas por año, cantidad y zona municipal, autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 - 2014.

Zona Municipal	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Total
Zona 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 2	0	0	136	19	84	270	108	0	0	0	617
Zona 3	16	0	0	338	71	0	0	165	0	0	590
Zona 4	262	54	0	0	0	0	0	0	0	0	316
Zona 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 6	90	0	41	0	0	41	0	0	0	64	236
<b>Total año</b>	<b>368</b>	<b>54</b>	<b>177</b>	<b>357</b>	<b>155</b>	<b>311</b>	<b>108</b>	<b>165</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>1,759</b>

Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 25.** Viviendas por año, cantidad y zona municipal, autorizadas por el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.

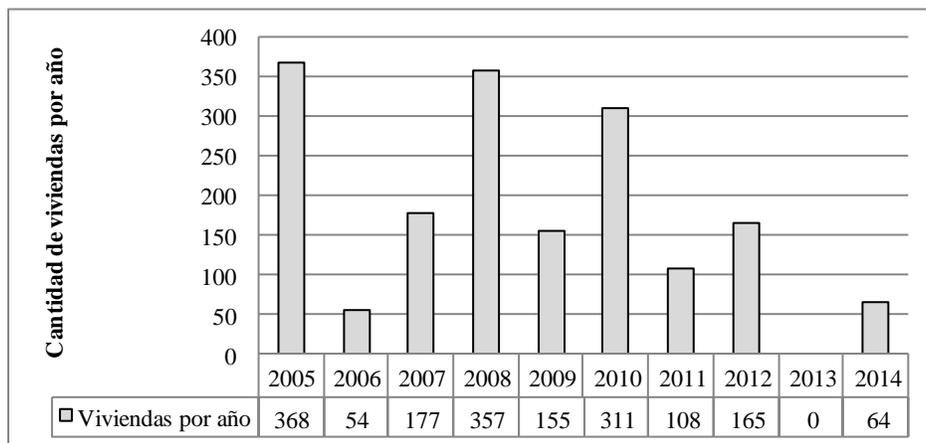


Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 14 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

En cuanto a las viviendas el año en que más autorizaciones se tuvieron fue el año 2005, con 368 viviendas autorizadas, le siguió el año 2008 con 357 viviendas autorizadas. Una observación que sobresale es que en año 2013 no se autorizó ninguna vivienda, así mismo en el año 2014 solamente se autorizaron 64 viviendas, esto nos muestra una

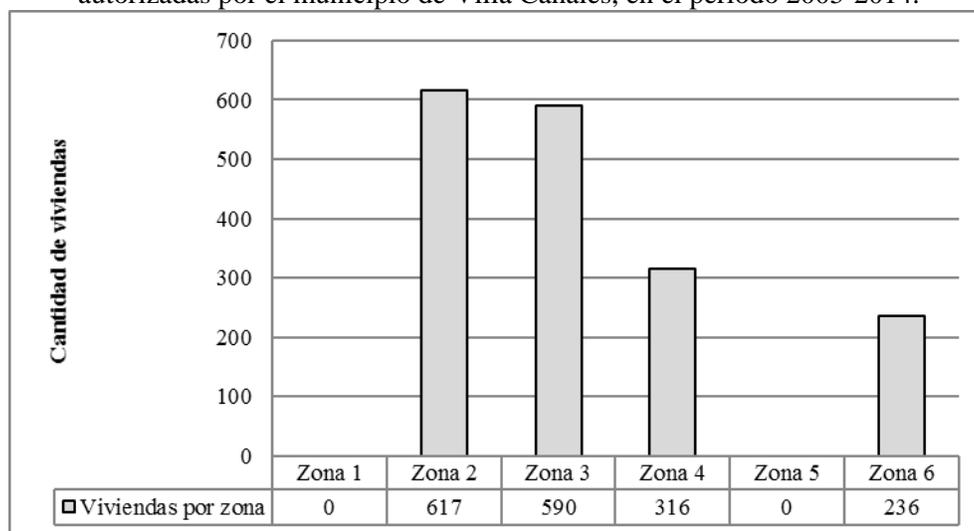
tendencia que al final del período en estudio fueron pocas las viviendas autorizadas, esto pudiese ser debido a que las tendencias de construcción en el municipio han cambiado.

**Gráfica No. 26.** Viviendas por cantidad y año, autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 9, 14 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 27.** Viviendas por cantidad y zona municipal, autorizadas por el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.

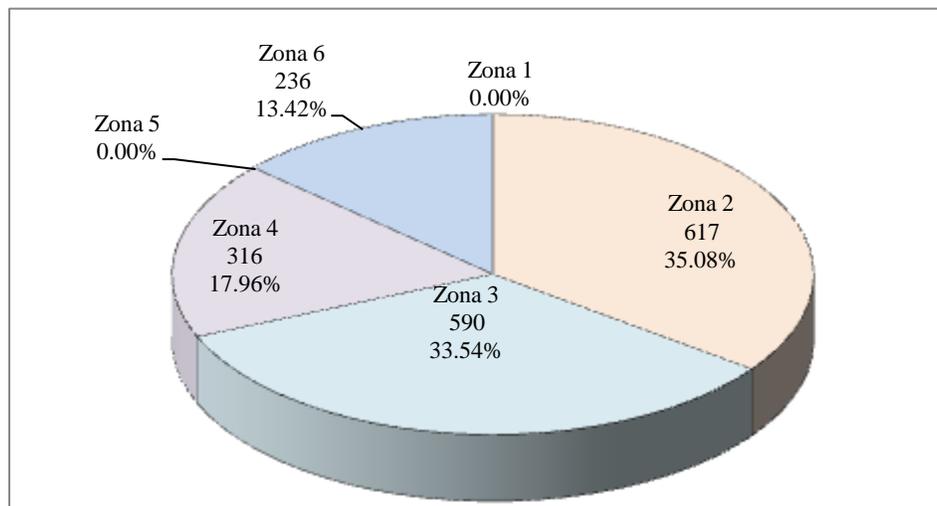


Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 9, 14 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

En cuanto a la autorización de viviendas por zona se puede observar que la construcción se centró exclusivamente en cuatro zonas (2, 3, 4 y 6). Siendo la zona 2 donde más autorizaciones existieron, 617, luego le siguió la zona 3 con 598, la zona 4 con 316 y por último la zona 6 con 236 autorizaciones. Cabe destacar que las zonas donde se dieron estas

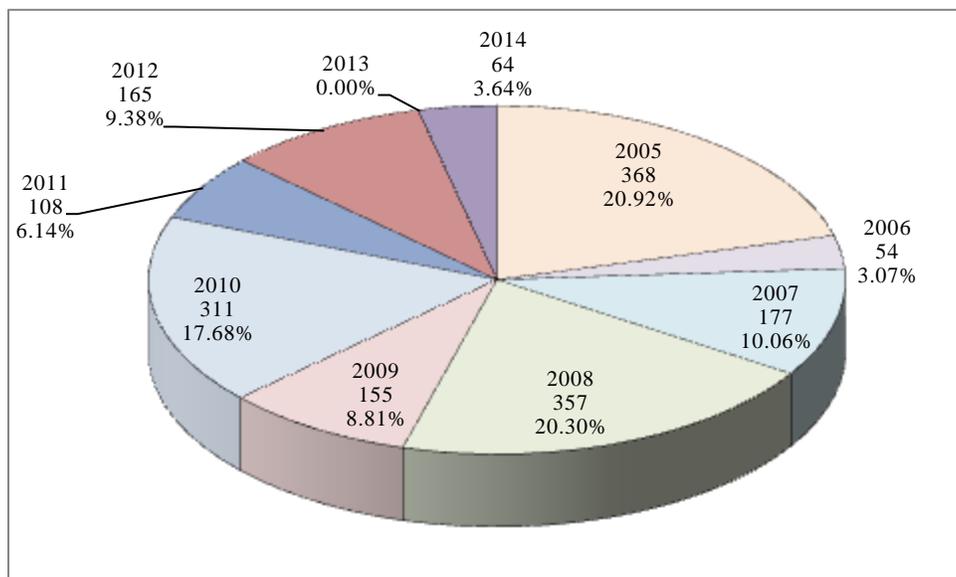
autorizaciones son zonas que cuentan con acceso directo a la ciudad capital. La zona 4, Boca del Monte, se comunica a través de la RD GUA-1 hacia la Avenida Hincapié zona 13. Mientras que las zonas 2, 3 y 6 se conectan con la ciudad capital por medio de la CA-1 Oriente (Carretera al El Salvador).

**Gráfica No. 28.** Viviendas por cantidad, porcentaje y zona municipal, autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 -2014



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 9, 14 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 29.** Viviendas por año, cantidad y porcentaje, autorizados en el municipio de Villa Canales, en el período 2005 -2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 9, 14 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

### Villa Las Mercedes, un caso especial en la zona 1 del municipio de Villa Canales.

Villa Las Mercedes es un lotificación ubicada en la zona 1 del municipio de Villa Canales, localizada aproximadamente 2 km al sur de la cabecera municipal, sobre la carretera RD Gua-30, con un total de 5,890 lotes, la que fue autorizada en el año 2005.

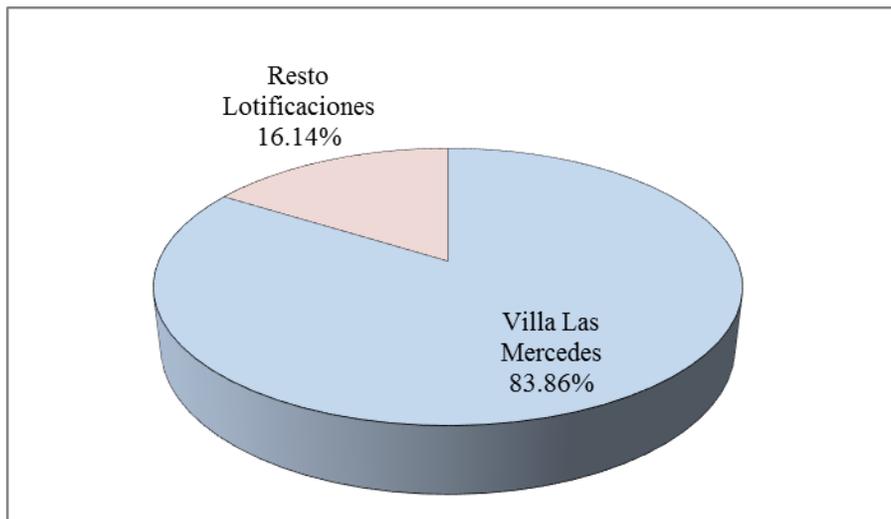
La importancia de esta lotificación radica en que tiene un área aproximada al 75% del área de la cabecera municipal, cálculos conservadores indican que podría llegar a ser el área de residencia de un estimado de 29,450 personas, (5890 lotes x 5 Habitantes/lote = 29450 habitantes).

**Tabla No. 15.** Comparación de la Lotificación Villa Las Mercedes con el resto de lotificaciones autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.

No.	Lotificación (es)	Cantidad	%
1	Villa Las Mercedes	5,890	83.86
2	Resto Lotificaciones	1,134	16.14
<b>T o t a l</b>		<b>7,024</b>	<b>100.00</b>

Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 9 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales

**Gráfica No. 30.** Comparación de la Lotificación Villa Las Mercedes con el resto de lotificaciones autorizadas en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Tabla No. 9 y Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

Como se puede observar Villa Las Mercedes constituyó el 83.86% (5890 lotes) del total de lotes autorizados en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014. Esto

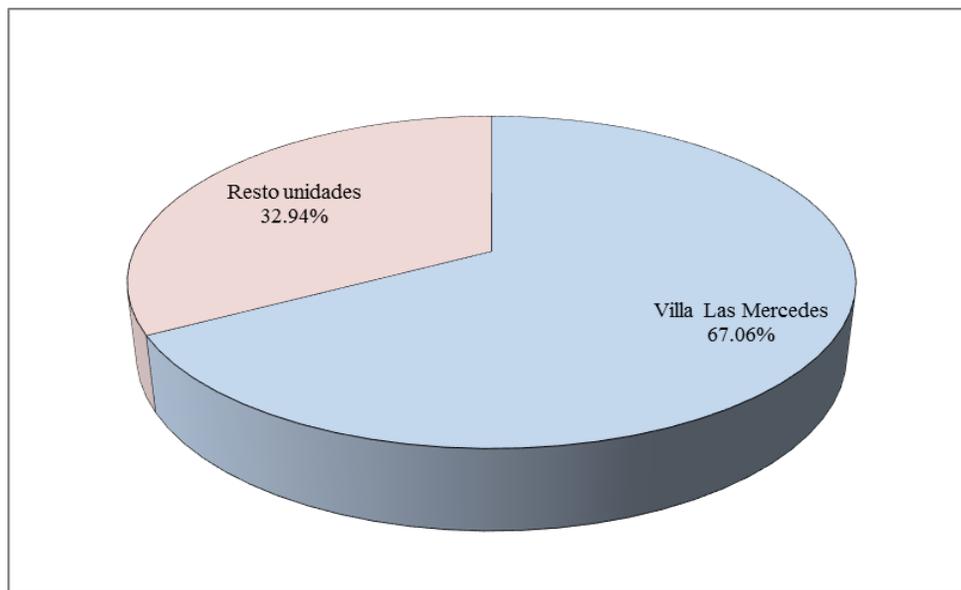
nos da una idea de su tamaño así como de su importancia en cuanto a crecimiento urbano en el municipio de Villa Canales. Aunque en la actualidad solamente solo se trata de una lotificación con muy pocas viviendas construidas, (alrededor de 700), es una zona que tiene el potencial de albergar 5,890 viviendas y alrededor de 29,000 personas.

**Tabla No. 16.** Comparación de la Lotificación Villa Las Mercedes con el resto de unidades habitacionales privadas autorizadas en el municipio de Villa Canales, durante el período 2005-2014.

No.	Lotificación (es)	Cantidad	Porcentaje
1	Villa Las Mercedes	5,890	67.06
2	Resto unidades	2,893	32.94
<b>T o t a l</b>		<b>8,783</b>	<b>100.00</b>

Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

**Gráfica No. 31.** Comparación de la Lotificación Villa Las Mercedes con el resto de unidades habitacionales privadas autorizadas en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Rodolfo Román, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Unidad de Información Pública de la Municipalidad de Villa Canales.

Ahora bien si se compara Villa Las Mercedes con el resto de unidades habitacionales privadas, incluye lotes, vivienda y apartamentos, autorizadas en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014, se observa que Villa Las Mercedes obtuvo el 67.06% de autorizaciones que se dieron en el municipio durante dicho período. Esto da una idea que 2 de cada 3 autorizaciones que se dieron en el municipio de Villa Canales, pertenecían a Villa Las Mercedes.

**6.2.3 Objetivo Especifico 3:** Estimar los volúmenes de aguas residuales producidas por la población municipal de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005 - 2014 (10 años de análisis)

**Resultado esperado:** Una estimación de los volúmenes de aguas residuales producidas por la población municipal de Villa Canales y Villa Nueva en los años 2005-2014 (10 años de análisis)

**Estimación de aguas residuales domésticas -ARD- producidas por la población urbana que habita en los proyectos habitacionales -PHP- autorizados y construidos en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en el período 2005-2014.**

Ing. Civil Ronald Mynor Peláez Sánchez y Arq. Luis Olayo

### 6.2.3.1 ARD producidas por la población urbana que habita en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, en el período 2005-2014.

A continuación se presentan los resultados de las estimación de volúmenes de aguas residuales domésticas -ARD-, producidas por la población que habita las áreas urbanizadas de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, tomando en consideración las proyecciones de población urbana de los citados municipios, estimadas por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, debido a la ausencia de un censo que presente cifras actualizadas. El último censo nacional de población fue realizado por el INE en año 2002 y han transcurrido 14 años sin realizar el siguiente censo, de manera que hay una desactualización.

La Tabla No. 17 presenta las estimaciones de población urbana para los municipios objeto de estudio y los caudales diario, mensual y anual en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de ARD producidas en los Villa Canales y Villa Nueva en el período de 2005 a 2014.

**Tabla No. 17.** Estimación de ARD producidas por la población urbana que habita en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en el período 2005-2015, según proyecciones de población urbana estimada por el INE

Año	Población urbana		Caudal (metros cúbicos = M <sup>3</sup> )						
			Diario		Mensual		Anual		
	Villa Nueva	Villa Canales	Villa Nueva	Villa Canales	Villa Nueva	Villa Canales	Villa Nueva	Villa Canales	Total ambos municipios
<b>2005</b>	373,815	91,948	29,905	7,356	897,756	220,674	10,765,873	2,648,089	13,413,961
<b>2006</b>	389,811	95,876	31,185	7,670	935,548	230,103	11,226,571	2,761,235	13,987,806
<b>2007</b>	404,222	99,137	32,338	7,931	970,132	237,928	11,641,588	2,855,137	14,496,726
<b>2008</b>	417,490	102,098	33,399	8,168	1,001,976	245,036	12,023,707	2,940,427	14,964,135
<b>2009</b>	430,067	105,119	34,405	8,410	1,032,160	252,286	12,385,923	3,027,435	15,413,358
<b>2010</b>	442,327	108,552	35,386	8,684	1,061,584	260,525	12,739,011	3,126,303	15,865,314
<b>2011</b>	454,844	112,177	36,388	8,974	1,091,625	269,225	13,099,505	3,230,706	16,330,211
<b>2012</b>	467,237	115,797	37,379	9,264	1,121,370	277,914	13,456,438	3,334,963	16,791,400
<b>2013</b>	479,511	119,415	38,361	9,553	1,150,827	286,597	13,809,919	3,439,163	17,249,083
<b>2014</b>	491,668	123,034	39,333	9,843	1,180,004	295,282	14,160,045	3,543,385	17,703,430
<b>2015</b>	503,360	126,632	40,269	10,131	1,208,063	303,916	14,496,757	3,646,989	18,143,746
<b>Total</b>	4,854,352	1,199,785	388,348	95,984	11,651,045	2,879,486	139,805,337	34,553,832	174,359,170

Elaboró Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Elaboración propia en base a Estimaciones de Población 2000-2020, INE.

En el cuadro resumen siguiente se incluyen los factores y la fórmula utilizada para estimar las aguas residuales domésticas producidas por la población urbana que habita en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva.

<b>Resumen de factores de conversión, dotación urbana de agua y fórmula de cálculo de ADR.</b>
- Dotación urbana de agua = 100 litros/habitante/día (INFOM, 1997).
- Factor de retorno urbano = 0.8 (INFOM, 1997).
- Estimación de habitantes en la vivienda urbana = 5 hab. x cada viv. (ENCOVI, 2011).
- Factor de conversión de litros a metros cúbicos ( $m^3$ ) = 0.001
- Formula para el cálculo del Caudal diario ( $m^3/día$ ) = (población urbana) * (dotación urbana de agua) * (factor de retorno) * (factor de conversión lt a $m^3$ ) = (población urbana) * (100*0.8*0.001) = (población urbana) * (0.08)
- Caudal mensual ( $m^3/mes$ ) = (Q diario) * (30 días)
- Caudal anual ( $m^3/año$ ) = (Q mensual) * (12 meses)

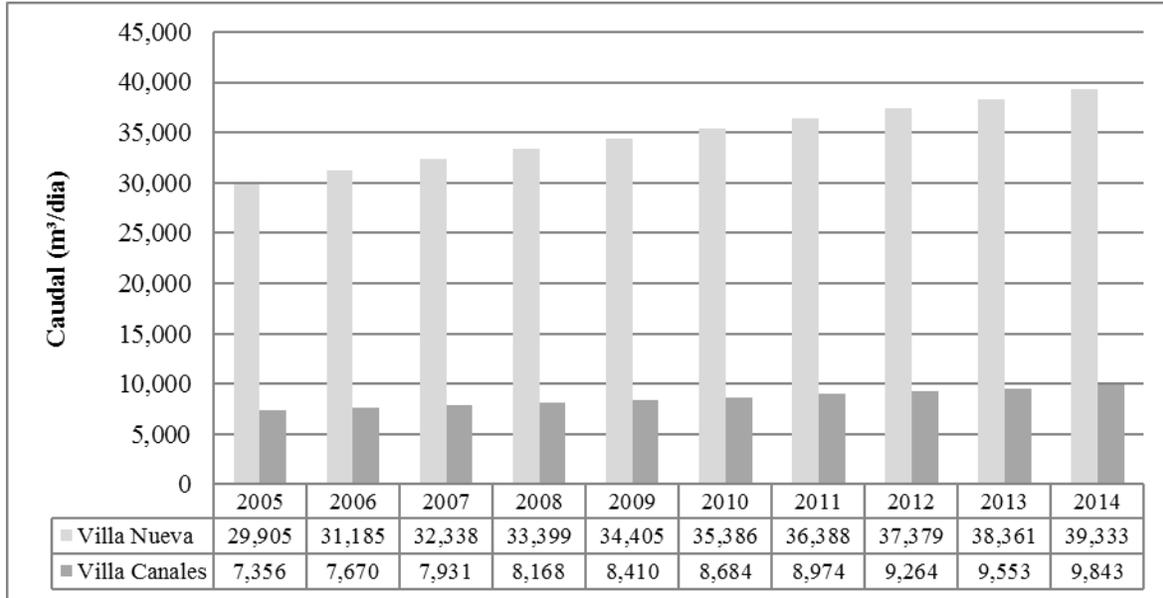
El análisis de los resultados estimados presentados en la tabla anterior, se deduce que en el período estudiado hubo una alta producción de ARD generadas por los habitantes del área urbana del municipio Villa Nueva, la que comparada con la de Villa Canales, da por resultado que la primera es cuatro veces superior a la segunda, comportamiento que se repite en los tres caudales analizados (diario mensual y anual). La proporción entre una y otra cifra es de 4:1, por cada 4  $m^3$  de aguas residuales domésticas producidas en Villa Nueva, se produce 1  $m^3$  en Villa Canales.

Las cifras de la producción de ARD antes indicadas son el resultado del crecimiento urbano y poblacional experimentado en ambos municipios en años recientes, en Villa Canales este fenómeno ha sido lento en tanto que en Villa Nueva ha sido acelerado

Las cifras de los caudales de ARD presentados en la tabla anterior al ser trasladadas a gráficas manifiestan un comportamiento uniforme, debido a que en su proceso de cálculo se utilizaron los datos de las proyecciones de población estimadas por el Instituto Nacional de Estadística / INE, las que por ser estimaciones mantienen una tendencia que se traslada y repite en las estimaciones de aguas residuales domésticas de los municipios en estudio.

A continuación se presentan gráficas generadas a partir de la tabla anterior, que muestran los comportamientos antes descritos.

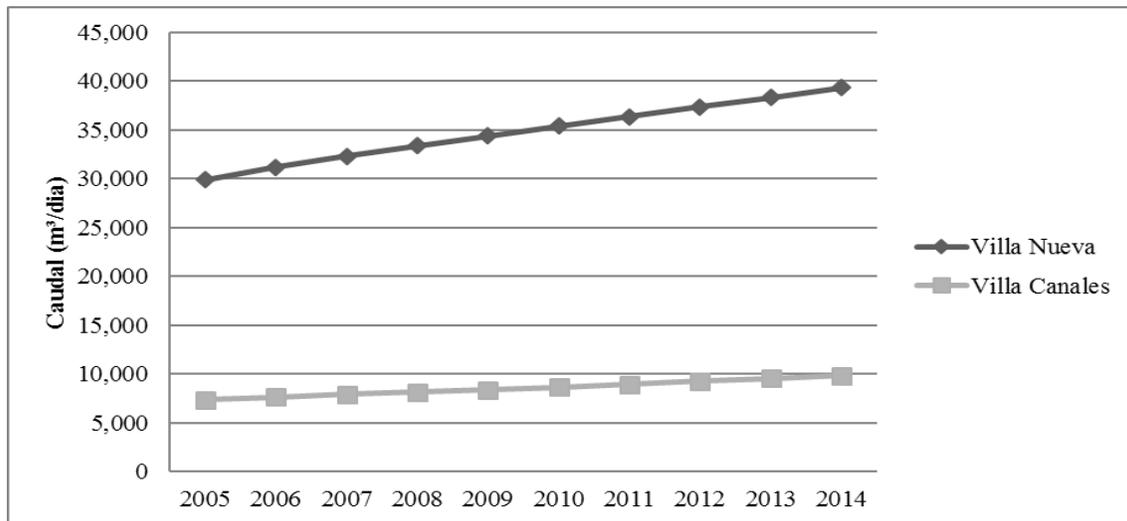
**Gráfica No. 32.** Estimación de ARD diarias producidas por la población urbana que reside en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales, en el período 2005-2014.



Elaboró Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Elaboración en base a estimaciones de Población 2000-2020. INE.

La gráfica de barras anterior, muestra una alta supremacía ascendente y uniforme de las ARD producidas por la población urbana de Villa Nueva con respecto a las de Villa Canales, estas últimas son menores y ascienden pero de una manera más lenta.

**Gráfica No. 33.** Estimación de ARD diarias urbanas producidas por la población urbana que habita en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales, en el período 2005-2014

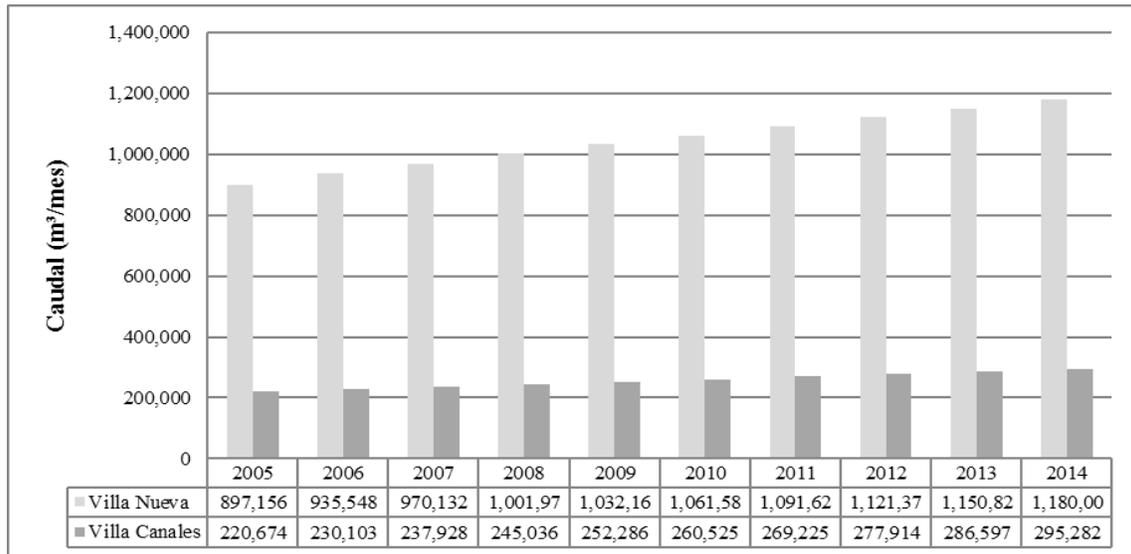


Elaboró Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Elaboración en base a estimaciones de Población 2000-2020. INE.

La gráfica de frecuencias anterior presenta las estimaciones de producción de ARD diarias urbanas de Villa Nueva y Villa Canales, las cifras del primer municipio superan a las del segundo antes indicado.

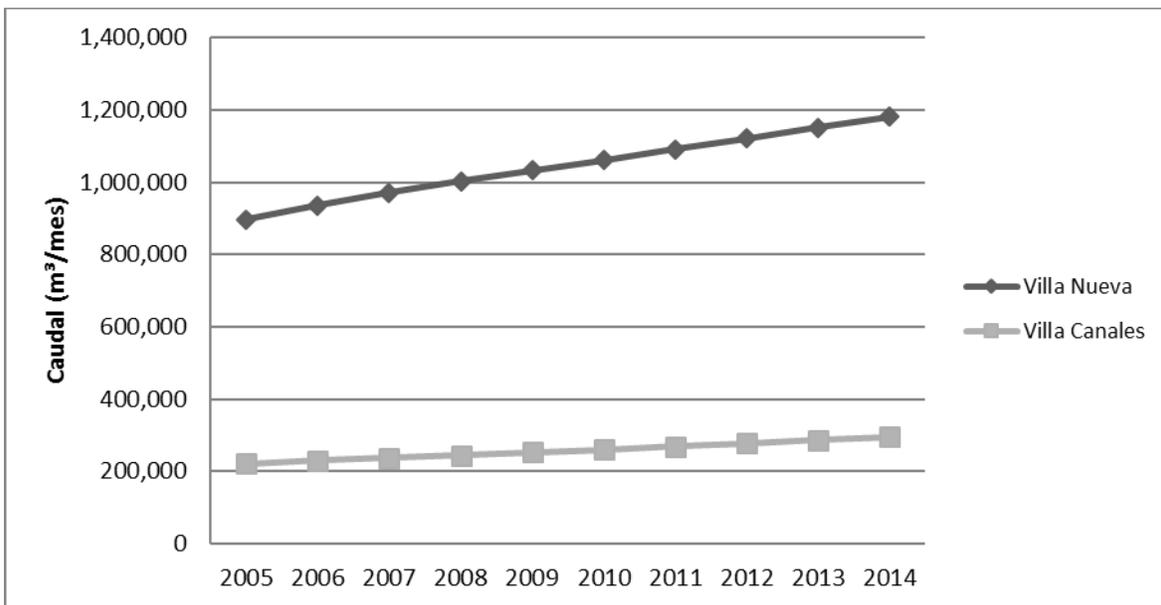
La supremacía de Villa Nueva sobre Villa Canales en la producción de ARD urbanas diarias, mensuales y anuales es una constante, lo que se observa en las gráficas elaboradas para tal fin.

**Gráfica No. 34.** Estimación de ARD mensual producidas por la población urbana de los municipios de Villa Nueva y Villa Canales, en el período 2005-2014.



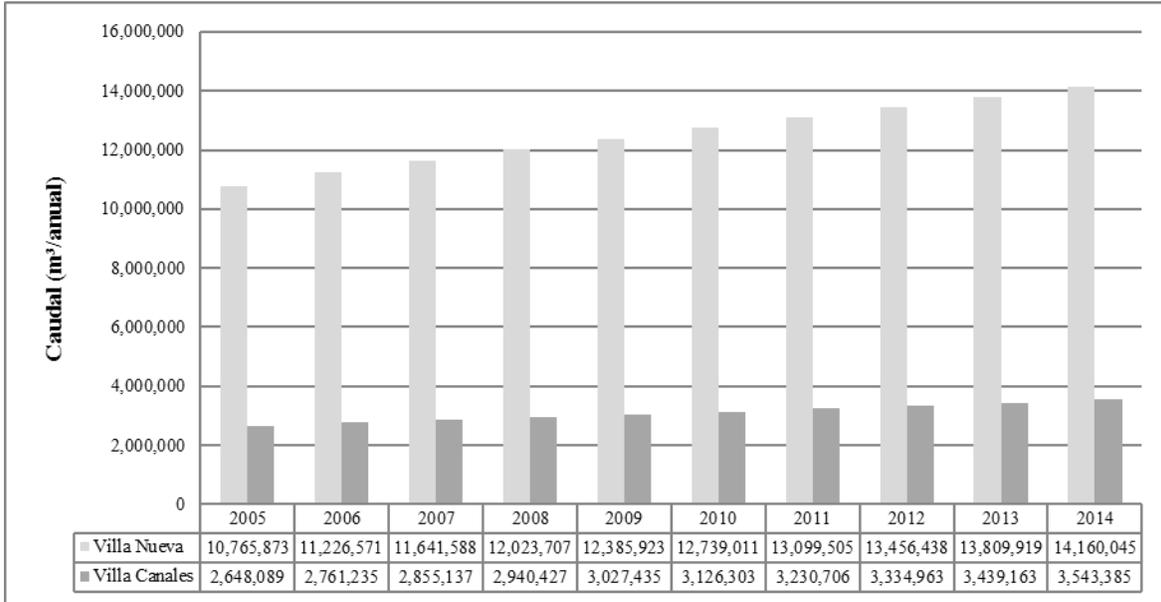
Elaboró Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Elaboración en base a estimaciones de Población 2000-2020. INE.

**Gráfica No. 35.** Estimación de ARD mensual producida por la población urbana que reside en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales, en el período 2005-2014.



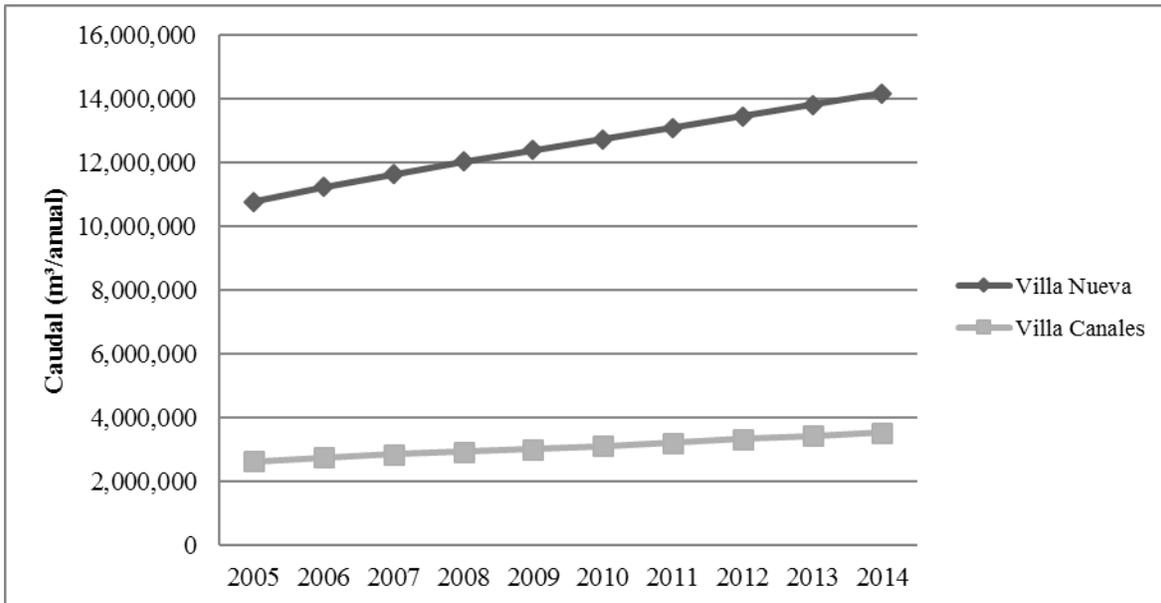
Elaboró Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Elaboración en base a estimaciones de Población 2000-2020. INE.

**Gráfica No. 36.** Estimación de ARD anual producidas por la población urbana que reside en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales, en el período 2005-2014.



Elaboró Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Elaboración en base a estimaciones de Población 2000-2020. INE.

**Gráfica No. 37.** Estimación de ARD anual producida por la población urbana que reside en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales, en el período 2005-2014.



Elaboró Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Elaboración en base a estimaciones de Población 2000-2020. INE.

Es muy importante mencionar que el volumen de agua que contiene el lago de Amatitlán según la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán / AMSA, es de 283 millones de metros cúbicos (AMSA, sin fecha: 8), en tanto que la producción total de ARD producidas por la población urbana que habita de los municipios de Villa Nueva y Villa Canales durante el período 2005-2014 (10 años de análisis) se estimó en 156, 215,424 millones de metros cúbicos (m<sup>3</sup>). De la comparación de los dos volúmenes antes indicados se deduce que las ARD producidas y vertidas por los mencionados municipios representa el 54.62% del volumen total del lago de Amatitlán.

La comparación anterior visibiliza y evidencia la gravedad del problema de las aguas residuales domésticas o domiciliarias (ARD) producidas por la población urbana que habita en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva -territorios tributarios-, las que son vertidas en su mayoría sin ningún tipo de tratamiento especializado y que contaminan los cuerpos de aguas superficiales, tal el caso del río Villalobos y el lago de Amatitlán, además, deben adicionarse los vertidos de ARD producidos por los habitantes de los restantes doce municipios que también forman parte de la Cuenca del Lago de Amatitlán -catorce son el total de municipios que tributan sus ARD a la citada cuenca-, lo que complica y agrava el panorama de las ARD que contaminan el mencionado lago.

Los dos párrafos anteriores ponen de relieve tres problemas capitales, la contaminación de los recursos hídricos, la importancia del diseño, construcción, funcionamiento permanente y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales en los municipios que conforman la Cuenca del lago de Amatitlán, el respeto y aplicación del marco legal nacional vigente en materia de manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales, una obligación y responsabilidad de los gobiernos municipales que se localizan dentro de citada cuenca, para conservar, proteger y preservar los citados recursos hídricos.

**6.2.3.2. ARD anuales producidas por la población que habita en los proyectos habitacionales privados (PHP) autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 20002-2014.**

A continuación se estimarán los volúmenes de ARD, producidos por los PHP durante el período 2005-2014 para Villa Nueva, según el año de autorización de cada uno de los proyectos habitacionales privados, presentados en la siguiente tabla.

**Tabla No. 18.** Proyectos habitacionales privados -PHP- localizados dentro del área de la Cuenca del Lago de Amatitlán, autorizados en Villa Nueva, 2005-2014.

No.	Nombre del Proyecto	Zona	Tipo de Proyecto	Año de aprobación	Número de viviendas
1	Villa Blanca	2	Condominio	2007	28
2	Fuentes de San José II	2	Condominio	2006	38
3	La Cumbre	2	Condominio	2006	41
4	Los Tanques 2	2	Condominio	2006	178
5	Bosques de San José	2	Condominio	2008	181
6	Lomas de San José	2	Condominio	2006	110
7	Hacienda de Las Flores Clúster A-V	2	Condominio	2008	146
8	Hacienda de Las Flores Clúster A-IV	2	Condominio	2011	158
9	Hacienda de Las Flores Clúster A-III	2	Condominio	2013	110
10	Hacienda de Las Flores Clúster A-II	2	Condominio	2014	30
11	Las Terrazas de San José	2	Condominio	2011	56
12	Celajes de San José	2	Condominio	2014	64
13	Monte Hebrón	3	Condominio	2010	31
14	+ RASC: Margaritas	3	Condominio	2005	255
15	RASC: Girasoles	3	Condominio	2006	133
16	RASC: Geranios	3	Condominio	2005	222
17	RASC: Gardenias	3	Condominio	2007	151
18	RASC: Magnolias	3	Condominio	2007	181
19	RASC: Buganvillas	3	Condominio	2009	114
20	RASC: Tulipanes	3	Condominio	2009	212
21	RASC: Orquídeas	3	Condominio	2010	253
22	Jardines de Verona	3	Condominio	2009	242
23	Altos de Verona	3	Condominio	2013	32
24	Prados de Castilla	4	Condominio	2008	390
25	Los Amates de Condado el Carmen	4	Condominio	2009	87
26	Jardines del Carmen I	4	Condominio	2010	233
27	Res. Villas de San Mateo sector IV	4	Condominio	2007	39
28	Viñas del Sur I	4	Condominio	2005	148
29	Viñas del Sur II	4	Condominio	2006	151
30	Viñas del Sur III	4	Condominio	2010	232
31	Altos de Sonora	4	Condominio	2005	136
32	El Prado de Linda Vista	4	Condominio	2011	68
33	Villas del Condado	4	Condominio	2012	47

No.	Nombre del Proyecto	Zona	Tipo de Proyecto	Año de aprobación	Número de viviendas
34	Jardines del Carmen 2	4	Condominio	2011	439
35	Fuentes del Valle III	4	Condominio	2006	440
36	Fuentes del Valle IV	4	Condominio	2006	440
37	Fuentes del Valle V	4	Condominio	2007	297
38	La Toscana	5	Condominio	2007	300
39	El Frutal V	5	Condominio	2005	188
40	Colinas del Paraíso II	5	Condominio	2007	95
41	Residenciales Llano Alto VI	6	Condominio	2010	163
42	El Prado	6	Condominio	2005	104
43	Santa Catalina	6	Condominio	2007	146
44	Las Piletas	6	Condominio	2007	80
45	Condado Catalina: Quiroga	6	Condominio	2013	48
46	Condado Catalina: Piñar	6	Condominio	2013	56
47	Condado Catalina: Olmedo	6	Condominio	2013	64
48	Condado Catalina: Navia	6	Condominio	2013	56
49	Condado Catalina: Miralles	6	Condominio	2014	82
50	Condado Catalina: Labroz	6	Condominio	2014	68
51	Condado Catalina: Keralio	6	Condominio	2014	16
52	Villa Verde	8	Condominio	2012	90
53	Brisas de Monte María	12	Condominio	2011	28

+ RASC: Residenciales Alamedas de Santa Clara.

Elaboró Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Listado de PHP Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

Para las estimaciones antes mencionadas, se presenta en la siguiente tabla que resume los volúmenes de ARD diarias, mensuales y anuales para Villa Nueva. Dichos volúmenes se obtuvieron a partir de la nómina de PHP autorizados en el período 2005-2014, desarrollada en el objetivo de investigación dos de la presente investigación.

**Tabla No. 19.** Resumen de volúmenes ARD diarias, mensuales y anuales producidas por la población que habita en los PHP, autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva.

No.	Resumen de datos	Unidad	Cantidad
1	Número total de proyectos habitacionales –PHP-	U	53
2	Número total de viviendas	U	7,697
3	Volumen total diario de ARD	m <sup>3</sup>	4,618
4	Volumen total mensual de ARD	m <sup>3</sup>	138,546
5	Volumen total anual de ARD	m <sup>3</sup>	1,662,552

Elaboró Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de caudales en base a nómina de PHP de Municipalidad de Villa Nueva, 2005-2014.

Los volúmenes de ARD diarias, mensuales y anuales producidas por la población que habita en los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014, presentados en la anterior tabla, son las cantidades totales producidas durante un período de diez años continuos. Por ejemplo, el volumen anual total estimado fue de 1, 662,552 m<sup>3</sup> producidos durante los 10 años de estudio. La cantidad anterior representa el 0.6% del volumen total del lago de Amatitlán, producido únicamente por los PHP autorizados dentro de la Cuenca del Lago de Amatitlán (CLA) durante el período de tiempo antes indicado.

La tabla siguiente contiene los volúmenes diarios, mensuales y anuales de ARD, producidos por la población que habita en los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014, para cada uno de los años incluidos en este rango, además, se incluyen los porcentajes que cada uno de los volúmenes de ARD representa en cada año de estudio.

**Tabla No. 20.** Estimaciones de ARD por año, volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%), producidas por los habitantes de los PHP localizados en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.

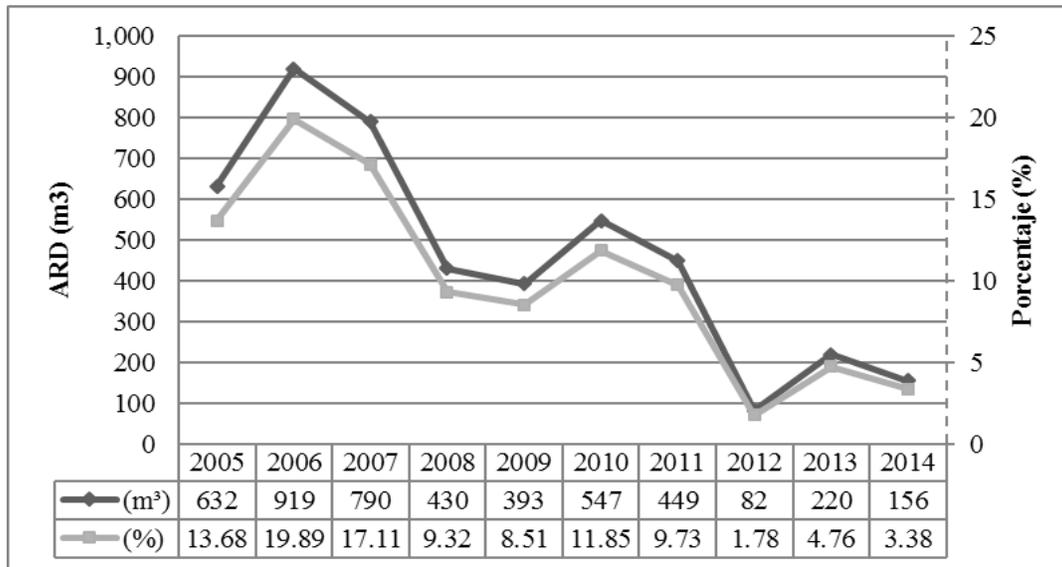
Año	Volumen Diario		Volumen Mensual		Volumen Anual	
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
2005	632	13.68	18,954	13.68	227,448	13.68
2006	919	19.89	27,558	19.89	330,696	19.89
2007	790	17.11	23,706	17.11	284,472	17.11
2008	430	9.32	12,906	9.32	154,872	9.32
2009	393	8.51	11,790	8.51	141,480	8.51
2010	547	11.85	16,416	11.85	196,992	11.85
2011	449	9.73	13,482	9.73	161,784	9.73
2012	82	1.78	2,466	1.78	29,592	1.78
2013	220	4.76	6,588	4.76	79,056	4.76
2014	156	3.38	4,680	3.38	56,160	3.38
<b>Total</b>	<b>4,618</b>	<b>100</b>	<b>138,546</b>	<b>100</b>	<b>1,662,552</b>	<b>100</b>

Elaboró: Elder Román/Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de ARD en base a la nómina de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

A partir de los datos presentados en la Tabla No. 20, se identificó que en los tres primeros años del período de estudio (2005, 2006 y 2007), Villa Nueva manifiesta una alta producción de ARD diarias en los PHP localizados en su territorio (2,341 m<sup>3</sup>), en los años citados se produjeron el 48.68% de las ARD generadas en los diez años de estudio.

Las gráficas de frecuencias que se presentan a continuación, muestran el comportamiento de las estimaciones de volúmenes y porcentajes de ARD para Villa Nueva, de cada uno de los diez años de estudio, comprendidos del año 2005 al 2014.

**Gráfica No. 38.** Estimaciones de ARD diarias en volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.



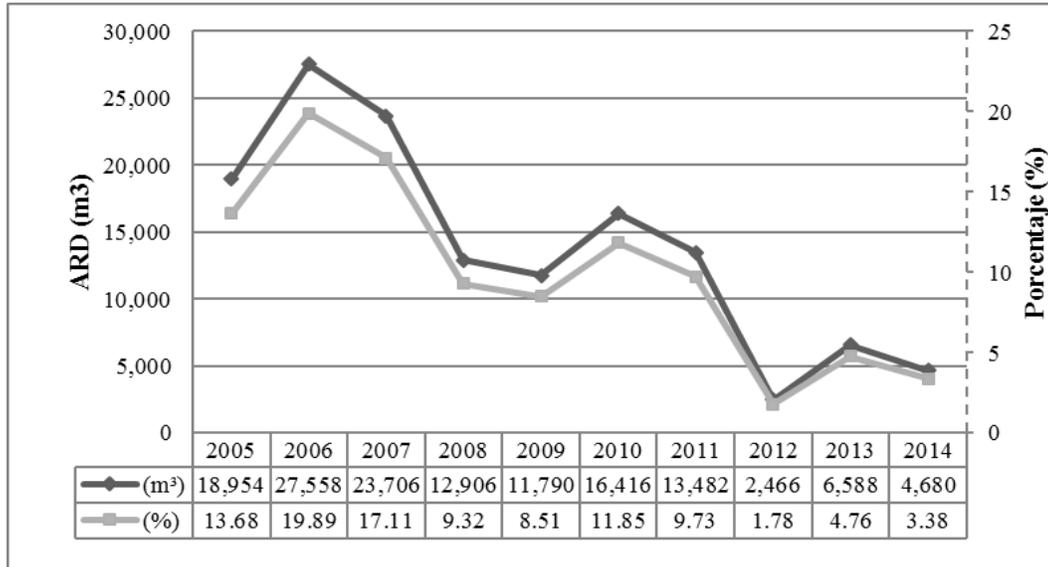
Elaboró: Elder Román/Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

La anterior gráfica muestra en general que la producción de ARD es decreciente para el municipio de Villa Nueva, manifiesta algunos incrementos en los años 2005 al 2006, del año 2009 al 2010 y del 2012 al 2013, en el resto de años estudiados se caracteriza por que las cifras van descendiendo, es decir, la producción de aguas residuales no se mantiene constante, su tendencia es a ir disminuyendo. Lo cual se explica partir de la reducción de la construcción del número de viviendas y proyectos habitacionales, es decir, los altos ritmos de construcción fueron bajando.

Las dos gráficas siguientes manifiestan el mismo comportamiento que la anterior, es decir, hay similitudes por los datos que se utilizaron para generar las tablas y gráficas. Es importante indicar que debido a la falta de datos de un censo de población actualizado, para estimar la cantidad de habitantes de cada proyecto habitacional privado identificado, se utilizó el promedio de habitantes por hogar estimado a nivel nacional en 4.91, aproximadamente 5 hab. x c/hogar (en el área urbana fue de 4.49 hab. x c/hogar), según la

Encuesta Nacional de Condiciones de Vida / ENCOVI 2011 del Instituto Nacional de Estadística.

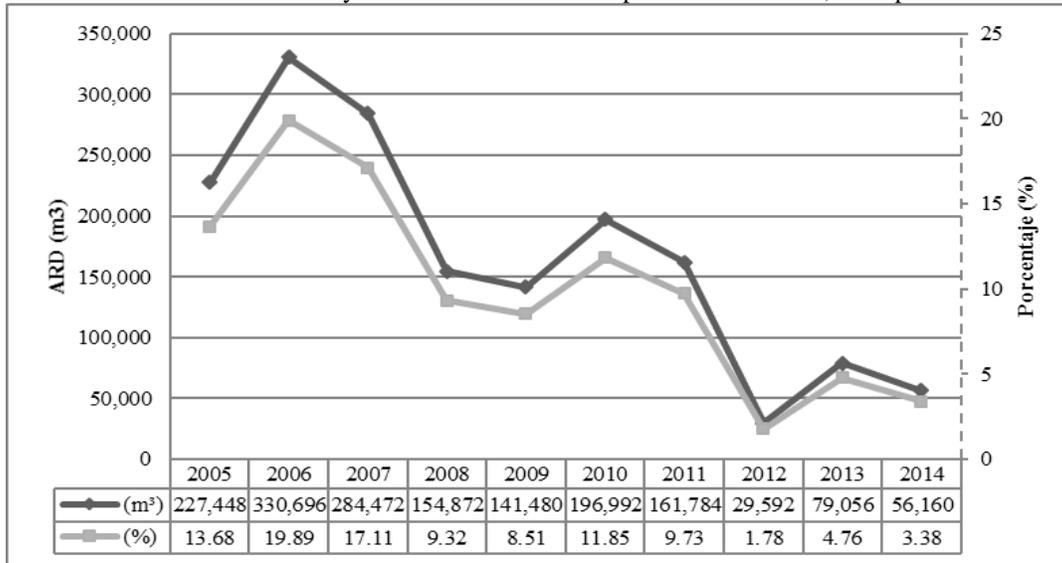
**Gráfica No. 39.** Estimaciones de ARD mensuales en volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Román/Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

**Gráfica No. 40.** Estimaciones de ARD anual en volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Román/Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

### 6.2.3.3. ARD producidas por la población que habita en los proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva por zona, en el período 2005-2014.

En el presente análisis se estiman los volúmenes de ARD producidas por el municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014 en cada una de sus zonas municipales, según los PHP autorizados y construidos en los años antes citados, de acuerdo a la nómina de PHP proporcionada por la municipalidad de Villa Nueva.

A continuación, se presenta un cuadro que resume los factores de conversión y la fórmula utilizada para estimar las ARD (Memoria de Cálculo) utilizada para la estimación de volúmenes de ARD, a través de los cuales se obtuvieron las estimaciones de los caudales diario, mensual y anual por zona municipal.

<b>Resumen de factores de conversión, dotación urbana de agua y fórmula de cálculo de ADR.</b>
- Dotación de agua en áreas urbanas = 150 litro/habitante/día. (INFOM, 1997).
- Factor de retorno urbano = 0.8 (INFOM, 1997).
- Estimación de habitantes en la vivienda urbana = 5 hab. x cada viv. (ENCOVI/INE, 2011)
- Factor conversión de litros a metros cúbicos ( $m^3$ ) = 0.001
- Formula para el cálculo del Caudal diario ( $m^3/día$ ) = (No. de viviendas)*(No. de habitantes)*(dotación urbana de agua)*(factor de retorno)*(factor de conversión lt a $m^3$ ) = (No. de viviendas)*(5*150*0.8*.001) = (No. de viviendas)* (0.6)
- Caudal mensual ( $m^3/mes$ ) = (Q diario) * (30 días)
- Caudal anual ( $m^3/año$ ) = (Q mensual) * (12 meses)

A continuación se presentan los cuadros de proyectos habitacionales privados autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva por zona municipal, según el número de viviendas y habitantes, y los caudales diarios, mensuales y anuales de ARD producidos por cada proyecto PHP.

**Tabla No. 21.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en la Zona 2 del municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014.

Zona 2	Proyecto	Cantidad		Caudal (m <sup>3</sup> )		
		Viviendas	Habitantes	Diario	Mensual	Anual
1	Villa Blanca	28	140	17	504	6,048
2	Fuentes de San José II	38	190	23	684	8,208
3	La Cumbre	41	205	25	738	8,856
4	Los Tanques 2	178	890	107	3,204	38,448
5	Bosques de San José	181	905	109	3,258	39,096
6	Lomas de San José	110	550	66	1,980	23,760
7	Hacienda de Las Flores Clúster A-V	146	730	88	2,628	31,536
8	Hacienda de Las Flores Clúster A-IV	158	790	95	2,844	34,128
9	Hacienda de Las Flores Clúster A-III	110	550	66	1,980	23,760
10	Hacienda de Las Flores Clúster A-II	30	150	18	540	6,480
11	Las Terrazas de San José	56	280	34	1,008	12,096
12	Celajes de San José	64	320	38	1,152	13,824
<b>Total</b>		<b>1,140</b>	<b>5,700</b>	<b>684</b>	<b>20,520</b>	<b>246,240</b>

Elaboró Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Nueva, 2005-2014.

Los proyectos autorizados y construidos en la zona 2 del municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014 fueron un total de 12, siendo construidas un total de 1,140 viviendas y habitadas por un estimado de 5,700 personas.

Los proyectos identificados varían de tamaño -cantidad de unidades habitacionales y habitantes-, datos que inciden directamente en la producción urbana municipal de ARD.

Los proyectos identificados se pueden agrupar en tres rangos según el número de viviendas construidas: 4 son pequeños (0-50 viviendas), 5 son medianos (51-150 viviendas) y 3 son grandes (151-más viviendas). Según los rangos expuestos, los proyectos que más ARD producen son los que están catalogados en el rango mediano (5) y grande (3).

En cuanto a la producción de ARD anuales, el grupo de proyectos grandes genero el 45.35% (111,672 m<sup>3</sup>), los medianos el 42.63% (104,976 m<sup>3</sup>) y los pequeños 12.02% (29,592 m<sup>3</sup>).

**Tabla No. 22.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en la Zona 3 del municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014.

Zona 3	Proyecto Hab. Priv.	No. viviendas	No. habitantes	Q. Diario	Q. Mensual	Q. Anual
				(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
1	Monte Hebrón	31	155	19	558	6,696
2	+ RASC: Margaritas	255	1275	153	4,590	55,080
3	RASC: Girasoles	133	665	80	2,394	28,728
4	RASC: Geranios	222	1110	133	3,996	47,952
5	RASC: Gardenias	151	755	91	2,718	32,616
6	RASC: Magnolias	181	905	109	3,258	39,096
7	RASC: Buganvilias	114	570	68	2,052	24,624
8	RASC: Tulipanes	212	1060	127	3,816	45,792
9	RASC: Orquídeas	253	1265	152	4,554	54,648
10	Jardines de Verona	242	1210	145	4,356	52,272
11	Altos de Verona	32	160	19	576	6,912
<b>Total</b>		<b>1,826</b>	<b>9,130</b>	<b>1,096</b>	<b>32,868</b>	<b>394,416</b>

+ RASC: Residenciales Alamedas de Santa Clara.

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Nueva, 2005-2014.

**Tabla No. 23.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en la Zona 4 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.

Zona 4	Proyecto	No. viviendas	No. Habitantes	Q. Diario	Q. Mensual	Q. Anual
				(m3)	(m3)	(m3)
1	Prados de Castilla	390	1,950	234	7,020	84,240
2	Los Amates de Condado el Carmen	87	435	52	1,566	18,792
3	Jardines del Carmen I	233	1,165	140	4,194	50,328
4	Res. Villas de San Mateo sector IV	39	195	23	702	8,424
5	Viñas del Sur I	148	740	89	2,664	31,968
6	Viñas del Sur II	151	755	91	2,718	32,616
7	Viñas del Sur III	232	1,160	139	4,176	50,112
8	Altos de Sonora	136	680	82	2,448	29,376
9	El Prado de Linda Vista	68	340	41	1,224	14,688
10	Villas del Condado	47	235	28	846	10,152
11	Jardines del Carmen 2	439	2,195	263	7,902	94,824
12	Fuentes del Valle III	440	2,200	264	7,920	95,040
13	Fuentes del Valle IV	440	2,200	264	7,920	95,040
14	Fuentes del Valle V	297	1,485	178	5,346	64,152
<b>Total</b>		<b>3,147</b>	<b>15,735</b>	<b>1,888</b>	<b>56,646</b>	<b>679,752</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Nueva, 2005-2014.

**Tabla No. 24.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en la Zona 5 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.

Zona 5	Proyecto	No. viviendas	No. Habitantes	Q. Diario	Q. Mensual	Q. Anual
				(m3)	(m3)	(m3)
1	La Toscana	300	1,500	180	5,400	64,800
2	El Frutal V	188	940	113	3,384	40,608
3	Colinas del Paraíso II	95	475	57	1,710	20,520
<b>Total</b>		<b>583</b>	<b>2,915</b>	<b>350</b>	<b>10,494</b>	<b>125,928</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Nueva, 2005-2014.

**Tabla No. 25.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en la Zona 6 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.

Zona 6	Proyecto	No. viviendas	No. Habitantes	Q. Diario	Q. Mensual	Q. Anual
				(m3)	(m3)	(m3)
1	Residenciales Llano Alto VI	163	815	98	2,934	35,208
2	El Prado	104	520	62	1,872	22,464
3	Santa Catalina	146	730	88	2,628	31,536
4	Las Piletas	80	400	48	1,440	17,280
5	Condado Catalina: Quiroga	48	240	29	864	10,368
6	Condado Catalina: Piñar	56	280	34	1,008	12,096
7	Condado Catalina: Olmedo	64	320	38	1,152	13,824
8	Condado Catalina: Navia	56	280	34	1,008	12,096
9	Condado Catalina: Miralles	82	410	49	1,476	17,712
10	Condado Catalina: Labroz	68	340	41	1,224	14,688
11	Condado Catalina: Keralio	16	80	10	288	3,456
<b>Total</b>		<b>883</b>	<b>4,415</b>	<b>530</b>	<b>15,894</b>	<b>190,728</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Nueva, 2005-2014.

**Tabla No. 26.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP, autorizados y construidos en la Zona 8 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.

Zona 8	Proyecto	No. viviendas	No. Habitantes	Q. Diario (m3)	Q. Mensual (m3)	Q. Anual (m3)
1	Villa Verde	90	450	54	1,620	19,440
<b>Total</b>		<b>90</b>	<b>450</b>	<b>54</b>	<b>1,620</b>	<b>19,440</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Nueva, 2005-2014.

**Tabla No. 27.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP, autorizados y construidos en la Zona 12 del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.

Zona 12	Proyecto	No. viviendas	No. Habitantes	Q. Diario (m3)	Q. Mensual (m3)	Q. Anual (m3)
1	Brisas de Monte María	28	140	17	504	6,048
<b>Total</b>		<b>28</b>	<b>140</b>	<b>17</b>	<b>504</b>	<b>6,048</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Nueva, 2005-2014.

**Tabla No. 28.** Resumen total de las estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.

Total de proyectos	Total viviendas	Total habitantes	Total Q. Diario - m3-	Total Q. Mensual - m3-	Total Q. Anual - m3-
53	7,697	38,485	4,618	138,546	1,662,552

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Nueva, 2005-2014.

La Tabla No. 28 presenta un resumen de las estimaciones de los volúmenes y porcentajes de ARD producidos por los PHP autorizados, construidos y localizados en cada zona municipal del municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014, a partir de cual se elaboraron las gráficas de producción de ARD diarias, mensuales y anuales totales por zona municipal.

**Tabla No. 29.** Estimaciones de ARD producidas en volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%), por los habitantes de los PHP por zona municipal del municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.

Zona Municipal	Caudal (Q) de aguas residuales domésticas (ARD en m <sup>3</sup> )					
	Diario		Mensual		Anual	
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
2	684	14.81	20,520	14.81	246,240	14.81
3	1,096	23.72	32,868	23.72	394,416	23.72
4	1,888	40.89	56,646	40.89	679,752	40.89
5	350	7.57	10,494	7.57	125,928	7.57
6	530	11.47	15,894	11.47	190,728	11.47
8	54	1.17	1,620	1.17	19,440	1.17
12	17	0.36	504	0.36	6,048	0.36
<b>Total</b>	<b>4,618</b>	<b>100.00</b>	<b>138,546</b>	<b>100.00</b>	<b>1,662,552</b>	<b>100.00</b>

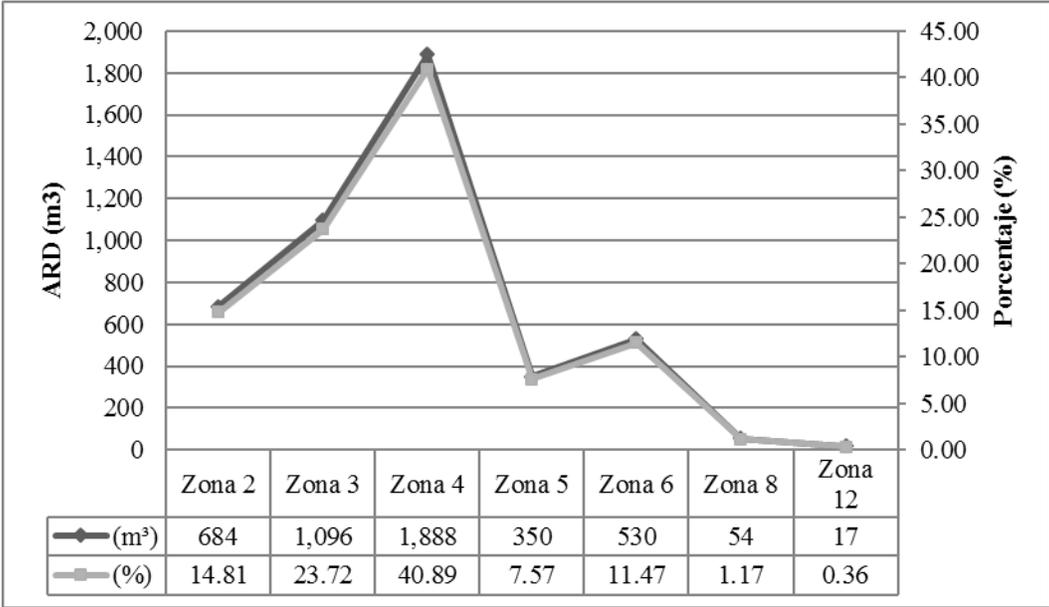
Elaboró: Elder Román/Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

La tabla anterior muestra que la zona 4 de Villa Nueva es el área urbana que mayor cantidad de metros cúbicos produce de ARD anuales (679,752 m<sup>3</sup> - 40.89%), luego le sigue la zona 3 (394,416 m<sup>3</sup> - 23.72%), siendo estas las zonas que más aportan. En contraparte, las zonas 8 (19,440 m<sup>3</sup> - 1.17%) y 12 (6,048 m<sup>3</sup> - 0.36%) son las áreas que producen y aportan la menor cantidad de ARD en el período de estudio.

Las zonas municipales 2, 3 y 4 son productoras del 80% del total de ARD producidas en forma diaria, mensual y anual durante el período de tiempo estudiado. Los resultados presentados son un reflejo del crecimiento poblacional y urbano que ha experimentado este municipio en el segundo y tercer lustro del Siglo XIX.

A continuación se presentan las gráficas de frecuencias de las estimaciones de ARD diario, mensual y anual por zonas municipales de Villa Nueva. Dichas gráficas evidencian lo comentado y señalado en los párrafos anteriores respecto del comportamiento de las ARD durante el período de estudio.

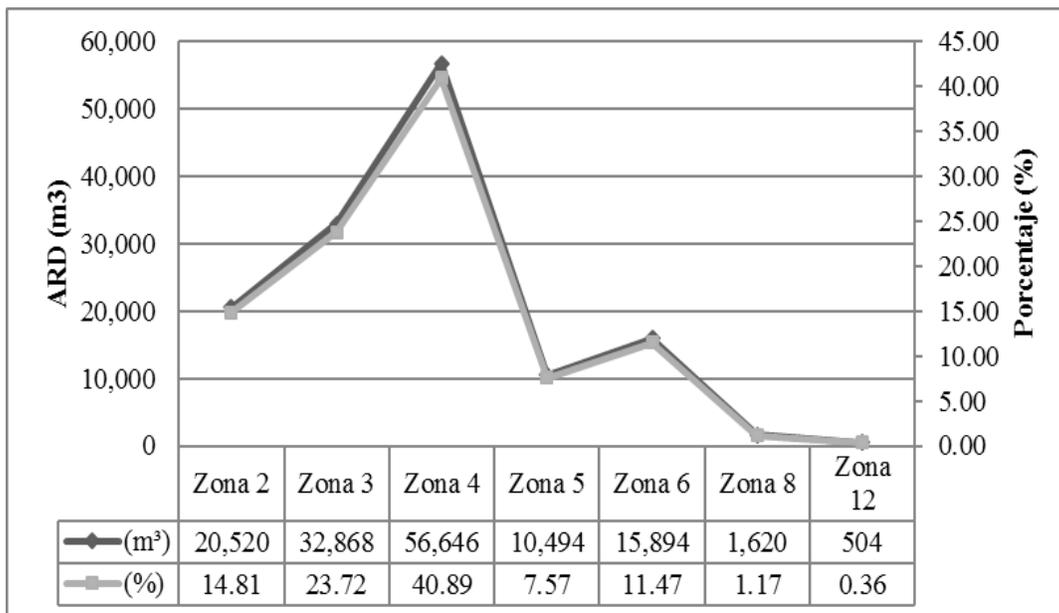
**Gráfica No. 41.** Estimaciones de ARD diarias por zona, volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%), producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva, en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Román/Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
 Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

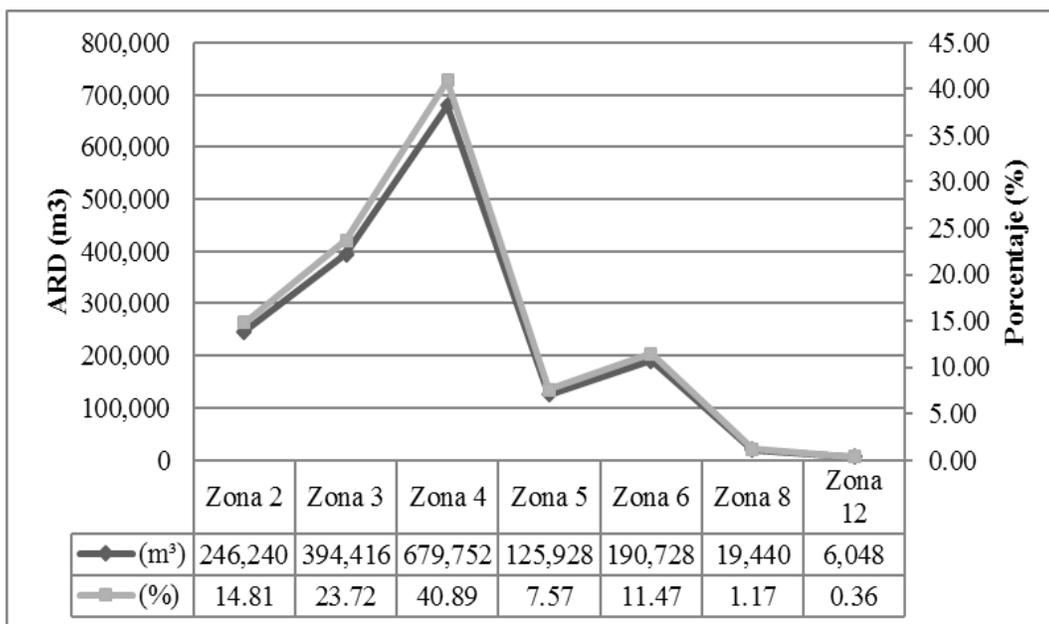
La anterior gráfica manifiesta un crecimiento ascendente en la producción de las ARD de las zonas 2, 3 y 4 de Villa Nueva, la última zona antes indicada posee la cifra más alta, posteriormente, la producción de ARD va descendiendo hasta cantidades muy bajas en las zonas municipales 5, 8 y 12. La zona 6 manifiesta y se aprecia una leve recuperación, para luego decaer nuevamente sin lograr recuperarse, aportando cantidades muy bajas de ARD, que evidencian su poca contribución dentro del total estimado.

**Gráfica No. 42.** Estimaciones de ARD mensual por zona, volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%), producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Román/Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC  
 Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

**Gráfica No. 43.** Estimaciones de ARD anual por zona, volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%), producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el municipio de Villa Nueva en el período 2005-2014.



Elaboró: Elder Román/Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
 Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

#### **6.2.3.4. ARD producidas por la población que habita en los proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.**

Esta parte del estudio contiene y presenta las estimaciones de los volúmenes de aguas residuales domésticas producidas por la población urbana que habita en los proyectos habitacionales privados -PHP-, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales, durante el período 2005- 2014.

Para generar los volúmenes de ARD antes citados, fue necesario solicitar y obtener la nómina municipal oficial de PHP de la Unidad de Información Pública Municipal de la municipalidad de Villa Canales, la que fue depurada por el equipo de investigación hasta obtener dos nóminas, la primera de 37 PHP autorizados y construidos en el período de estudio en el territorio municipal, como una manifestación de su crecimiento urbano, y una segunda nómina de 21 PHP que pertenecen y se localizan dentro de la Cuenca del Lago de Amatitlán, esta última se constituyó en la base de proyectos habitacionales utilizada para estimar la producción de aguas residuales domésticas o domiciliarias.

Para definir las dos nóminas de proyectos antes indicadas, se realizaron consultas en las páginas de la WEB de constructoras e inmobiliarias, se indagó en programas especializados que permitieron navegar de manera virtuales en imágenes satelitales, se localizaron en mapas de trabajo, además, se realizaron visita y recorridos de campo que permitieron verificar y corroborar la existencia de los proyecto identificados en el territorio municipal.

La tabla siguiente contiene 21 PHP clasificados por zona municipal, tipo de solución habitacional, la cantidad de viviendas construidas y año de aprobación por parte de la municipalidad de Villa Canales.

**Tabla No. 30.** Proyectos habitacionales privados -PHP- localizados dentro de la Cuenca del Lago de Amatitlán, autorizados en Villa Canales, 2005-2014.

No.	Nombre del Proyecto	Zona	Tipo de Proyecto	Año de aprobación	Número de viviendas
1	Villa de las Mercedes	1	Lotificación	2008	624
2	Las tres juntas 1 <sup>3</sup>	1	Lotificación	2005	97
3	Las tres juntas 2	1	Lotificación	2005	295
4	Las tres juntas 3	1	Lotificación	2008	92
5	Revisar 2005	1	Lotificación	2005	30
6	Residenciales Bosques del Tuluja	1	Residencial	2012	12
7	Villa Venetto	2	Residencial	2007	136
8	Villas Capri	2	Residencial	2010	270
9	Joya de Oro	2	Residencial	2009	22
10	Villas Santorini	2	Residencial	2011	108
11	Compostela 2	3	Residencial	2005	4
12	Cumbres de la Arboleda	3	Residencial	2012	165
13	Toscana Campestre	3	Condominio	2009	36
14	Cañadas del Rio 3	3	Condominio	2008	95
15	Lotificación Chichimecas 1	3	Lotificación	2005	275
16	Lotificación Chichimecas 2	3	Lotificación	2013	38
17	Cañadas del Rio Colonial	3	Residencial	2008	209
18	Vistas De Boca Del Monte	4	Residencial	2005	103
19	Bosque Verde	4	Condominio	2005	35
20	Agua Santa	4	Condominio	2005	88
21	Villas de Boca del Monte	4	Condominio	2005	36

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Listado de PHP Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

El 28.57% (6) de los proyectos están localizados en la zona 1, el 19.05% (4) en la zona 2, el 33.33% (7) en la zona 3 y el 19.14% (4) están en la zona 4.

En cuanto a la cantidad de viviendas por zona municipal, el 41.52% (1,150 unidades) se situaron en la zona 1, 19.35% (536 unidades) en la zona 2, 29.68% (822 unidades) en la zona 3 y 9.46% (262 unidades) en la zona 4.

Es importante indicar que en la zona 1 está conformada por proyectos de lotificaciones, la zona 2 por residenciales, la zona 3 es mixta: condominios, lotificaciones y residenciales y la zona 4 con condominios y residenciales.

<sup>3</sup> Para los Proyectos Habitacionales Privados No. 2, 3, 4 y 5, no hay indicación del año de aprobación municipal, se utilizó el año en que se inició su construcción según las imágenes satelitales históricas de Google Earth consultadas. No se obtuvo acceso al nombre de los proyectos y no fueron localizados en las visitas de campo realizadas.

En zona 1 están concentradas la mayor cantidad de viviendas (1,150 unidades - 41.52%) y en la zona 3 (822 unidades - 29.68%).

La Tabla No. 31 contiene el resumen de proyectos habitacionales, viviendas construidas, volúmenes de ARD diarias, mensuales y anuales en el municipio de Villa Canales. Los citados volúmenes se obtuvieron a partir de la nómina de PHP autorizados y construidos en el citado municipio en el período 2005-2014.

**Tabla No. 31.** Resumen de volúmenes de ARD diario, mensual y anual producidos por las viviendas y proyectos habitacionales, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales.

No.	Tabla resumen	Unidad	Cantidad
1	Número total de proyectos habitacionales	U	21
2	Número total de viviendas construidas	U	2,770
3	Volumen total de ARD diario	m3	1,662
4	Volumen total de ARD mensual	m3	49,860
5	Volumen total de ARD anual	m3	598,320

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

Los volúmenes de ARD diarios, mensuales y anuales descritos en la anterior tabla, representan las cantidades totales producidas a lo largo del período 2005-2014 estudiado. Por ejemplo, el volumen estimado de ARD anual fue de 598,320 m<sup>3</sup>; cifra que representó el 0.21% del volumen total del lago de Amatitlán (estimado por AMSA en 283 m<sup>3</sup>), producido únicamente por los PHP autorizados dentro de la CLA durante ese período de tiempo.

A continuación se detallan los volúmenes y porcentajes diarios, mensuales y anuales de ARD, producidos por los PHP autorizados en Villa Nueva en el período 2005-2014, por cada uno de los años comprendidos. Asimismo se describen los porcentajes que cada uno de los volúmenes de ARD representan por cada año de estudio.

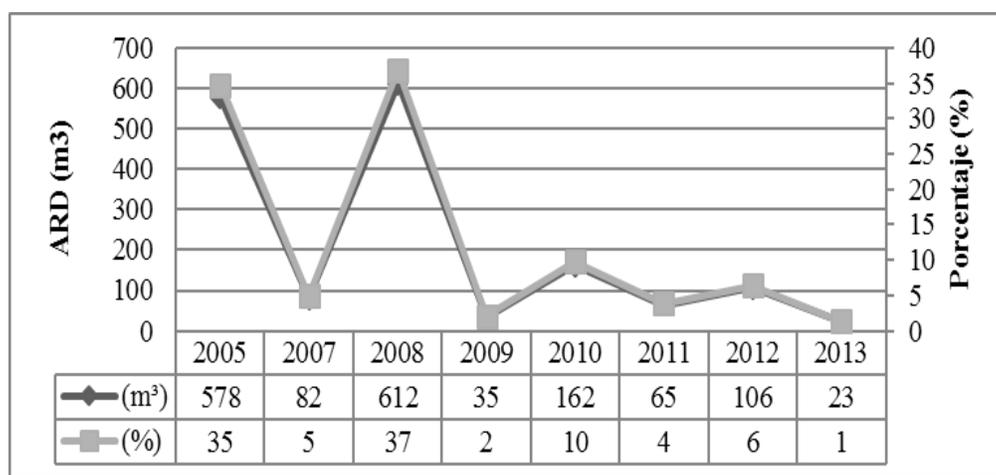
**Tabla No. 32.** Estimación de caudales de ARD diario, mensual y anual por año, volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP, construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.

Año	Caudal (metros cúbicos / m <sup>3</sup> )					
	Diario		Mensual		Anual	
	(m <sup>3</sup> )	(%)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(m <sup>3</sup> )	(%)
2005	578	35	17,334	35	208,008	35
2007	82	5	2,448	5	29,376	5
2008	612	37	18,360	37	220,320	37
2009	35	2	1,044	2	12,528	2
2010	162	10	4,860	10	58,320	10
2011	65	4	1,944	4	23,328	4
2012	106	6	3,186	6	38,232	6
2013	23	1	684	1	8,208	1
<b>Total</b>	<b>1,662</b>	<b>100</b>	<b>49,860</b>	<b>100</b>	<b>598,320</b>	<b>100</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005 – 2014.

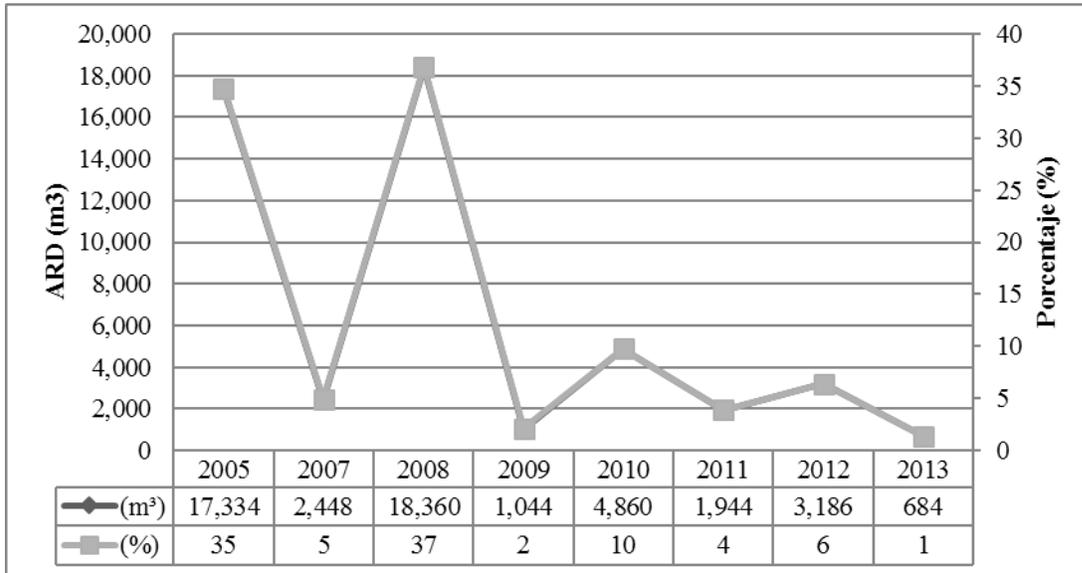
De acuerdo con las estimaciones de aguas residuales domésticas producidas por los habitantes de los proyectos habitacionales privados localizados en el municipio de Villa Canales para los diez años estudiados, la mayor producción de ARD se estimó en los años 2005 (35%) y 2008 (37%), en ambos años se produjeron el 72% del ARD del total estimado y se construyeron 13 proyectos habitacionales (9 en el año 2005 y 4 en el 2008). Los lugares poblados donde se construyeron los mencionados proyectos fue en la aldea de Boca del Monte, la cabecera municipal Villa Canales y en la áreas paralelas a la carretera a El Salvador, áreas donde se está dando el mayor crecimiento urbano en años recientes.

**Gráfica No. 44.** Estimaciones de ARD diarias en volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.



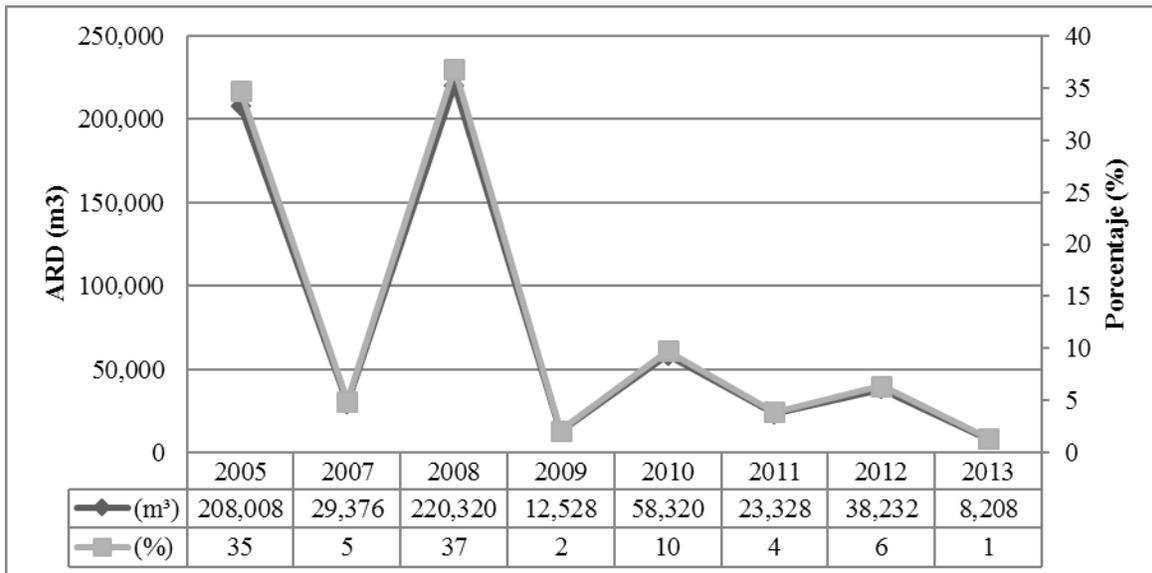
Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

**Gráfica No. 45.** Estimaciones de ARD mensual en volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.



Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005 – 2014.

**Gráfica No. 46.** Estimaciones de ARD anual en volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.



Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005 – 2014.

Las tres gráficas anteriores muestran una tendencia similar en la producción de aguas residuales domésticas en el período de estudio, como se presentó en la tabla de caudales producidos por año, éstas presentan dos picos altos -incrementos- que corresponden a la producción de aguas residuales domésticas en los años 2005 y 2008, que se construyeron 9 y 4 proyectos habitacionales de un total de 21. Los lugares poblados donde se está dando el mayor crecimiento urbano son la aldea de Boca del Monte, la cabecera municipal de Villa Canales y carretera a El Salvador. Los picos bajos -decrecimientos- se manifestaron en los años 2007, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013.

Los decrecimientos experimentados por el sector de la construcción de nuestro país, evidenciados e identificados en este estudio, pueden explicarse como una consecuencia de la problemática internacional derivada de la crisis de inmobiliaria y financiera que ocurrió en los Estados Unidos de América en los años 2007 y 2008, la cual derivó en que las actividades construcción vinculadas con nuevos proyectos de habitacionales decayeran y escasearan.

El cuadro siguiente contiene los factores que fueron utilizados para estimar las ARD producidas por los habitantes de los PHP autorizado y construidos en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014, datos que forman parte de la memoria de cálculo respectiva. Además, se incluye la fórmula utilizada para estimar los volúmenes de ARD que permitieron generar los caudales municipales diario, mensual y anual.

<b>Resumen de factores de conversión, dotación urbana de agua y fórmula de cálculo de ADR.</b>
- Dotación de agua en áreas urbana = 150 litro/habitante/día (INFOM, 1997).
- Factor de retorno urbano = 0.8 (INFOM, 1997).
- Estimación de habitantes en la vivienda urbana = 5 hab. x cada viv. (ENCOVI, 2011).
- Factor conversión litros a metros cúbicos (m <sup>3</sup> ) = 0.001
- Formula para el cálculo del Caudal diario (m <sup>3</sup> /día) = (No. de viviendas)*(No. de habitantes)*(dotación urbana de agua)*(factor de retorno)*(factor de conversión lt a m <sup>3</sup> )= (No. de viviendas)*(5*150*0.8*0.001)= (No. de viviendas)*(0.6)
- Caudal mensual (m <sup>3</sup> /mes) = (Q diario)* (30 días)
- Q anual (m <sup>3</sup> /año) = (Q mensual)*(12 meses)

A continuación, se presentan los cuadros generados de las estimaciones de ARD diario, mensual y anual por año para el municipio de Villa Canales, durante el período estudiado, donde se autorizaron y desarrollaron PHP, además, la cantidad de viviendas por cada PHP y total de los mismos por año.

**Tabla No. 33.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en el año 2005 en el municipio de Villa Canales.

Año 2005	Nombre del proyecto habitacional	Zona	No. viviendas	Caudal (metros cúbicos = M <sup>3</sup> )		
				Diario	Mensual	Anual
1	* Las tres juntas 1	1	97	58	1,746	20,952
2	* Las tres juntas 2	1	295	177	5,310	63,720
3	* Revisar 2005	1	30	18	540	6,480
4	Compostela 2	3	4	2	72	864
5	Lotificación Chichimecas 1	3	275	165	4,950	59,400
6	Vistas de Boca del Monte	4	103	62	1,854	22,248
7	Bosque Verde	4	35	21	630	7,560
8	Agua Santa	4	88	53	1,584	19,008
9	Villas de Boca del Monte	4	36	22	648	7,776
<b>T o t a l e s</b>			<b>963</b>	<b>578</b>	<b>17,334</b>	<b>208,008</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En el año 2005 en el municipio de Villa Canales se autorizaron y construyeron 9 proyectos habitacionales y 963 viviendas, las cuales produjeron un volumen diario de 578 m<sup>3</sup> diarios, 17,334 m<sup>3</sup> mensuales y 208,008 m<sup>3</sup> anuales de aguas residuales domésticas o domiciliarias. Este año es el que mayor crecimiento urbano y de producción de ARD.

**Tabla No. 34.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los PHP autorizados y construidos en el año 2008 en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.

Año 2008	Nombre del proyecto habitacional	Zona	No. viviendas	Caudal (metros cúbicos / m <sup>3</sup> )		
				Diario	Mensual	Anual
1	* Las tres juntas	1	92	55	1,656	19,872
2	Villa de Las Mercedes	1	624	374	11,232	134,784
3	Cañadas del Río 3	3	95	57	1,710	20,520
4	Cañadas del Río Colonial	3	209	125	3,762	45,144
<b>T o t a l e s</b>			<b>1,020</b>	<b>612</b>	<b>18,360</b>	<b>220,320</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En el año 2008 en el municipio de Villa Canales se presentan 4 proyectos habitacionales, los cuales producen un volumen diariamente de 612 m<sup>3</sup> de aguas residuales, las cuales si se contabilizan a lo largo de un año producirían 220,320 m<sup>3</sup> de aguas residuales. Este año presenta el segundo mayor crecimiento urbano, ya que tuvo 4 proyectos construidos en las distintas zonas del municipio de Villa Canales, y con ello se contabilizaron un total de 1,020 viviendas.

---

\* Los proyectos habitacionales privados marcados (\*), no se reportaron con año de aprobación de la municipalidad de Villa Canales, se utilizó el año en que se inició su construcción en las imágenes satelitales históricas de Google Earth. No se obtuvo el nombre de los proyectos, ni fue posible localizarlos en las visitas de campo realizadas.

**Tabla No. 35.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el año 2009 en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.

Año 2009	Nombre del proyecto habitacional	Zona	No. viviendas	Caudal (metros cúbicos / m <sup>3</sup> )		
				Diario	Mensual	Anual
1	Joya de Oro	2	22	13	396	4,752
2	Toscana Campestre	3	36	22	648	7,776
<b>T o t a l e s</b>			<b>58</b>	<b>35</b>	<b>1,044</b>	<b>12,528</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En el año 2009 en el municipio de Villa Canales se presentan 2 proyectos habitacionales, los cuales producen un volumen diariamente de 35 m<sup>3</sup> de aguas residuales, las cuales si se contabilizan a lo largo de un año producirían 12,528 m<sup>3</sup> de aguas residuales. A partir de este año el municipio presenta un decrecimiento en la construcción de proyectos habitacionales.

**Tabla No. 36.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el año 2010, en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.

Año 2010	Nombre del proyecto habitacional	Zona	No. viviendas	Caudal (metros cúbicos / m <sup>3</sup> )		
				Diario	Mensual	Anual
1	Villas Capri	2	270	162	4,860	58,320
<b>Totales de No. de vivienda y Volumen ARD</b>			<b>270</b>	<b>162</b>	<b>4,860</b>	<b>58,320</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En el año 2010 en el municipio de Villa Canales se presenta solo 1 proyecto habitacional, el cual produce un volumen diariamente de 162 m<sup>3</sup> de aguas residuales, las cuales si se contabilizan a lo largo de un año producirían 58,320 m<sup>3</sup> de aguas residuales. Como se mencionó en el cuadro anterior el decrecimiento se sigue presentando, pero el número de casas en esos proyectos es mayor, por ello el aumento en la producción de aguas residuales.

**Tabla No. 37.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en el año 2011 en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.

Año 2010	Nombre del proyecto habitacional	Zona	No. viviendas	Caudal (metros cúbicos / m <sup>3</sup> )		
				Diario	Mensual	Anual
1	Villas Santorini	2	108	65	1,944	23,328
<b>T o t a l e s</b>			<b>108</b>	<b>65</b>	<b>1,944</b>	<b>23,328</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En el año 2011 en el municipio de Villa Canales se presenta 1 proyecto habitacional, el cual produce un volumen diariamente de 65 m<sup>3</sup> de aguas residuales, las cuales si se contabilizan a lo largo de un año producirían 23,328 m<sup>3</sup> de aguas residuales.

**Tabla No. 38.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el año 2012 en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.

Año 2012	Nombre del proyecto habitacional	Zona	No. viviendas	Caudal (metros cúbicos / m <sup>3</sup> )		
				Diario	Mensual	Anual
1	Residenciales Bosques Del Tuluja	1	12	7	216	2,592
2	Cumbres de la Arboleda	3	165	99	2,970	35,640
<b>T o t a l e s</b>			<b>177</b>	<b>106</b>	<b>3,186</b>	<b>38,232</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En el año 2012 en el municipio de Villa Canales se presentan 2 proyectos habitacionales, los cuales producen un volumen diariamente de 106 m<sup>3</sup> de aguas residuales, las cuales si se contabilizan a lo largo de un año producirían 38,232 m<sup>3</sup> de aguas residuales.

**Tabla No. 39.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en el año 2013 en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.

Año 2013	Nombre del proyecto habitacional	Zona	No. viviendas	Caudal (metros cúbicos / m <sup>3</sup> )		
				Diario	Mensual	Anual
1	Lotificación Chichimecas 2	3	38	23	684	8,208
<b>T o t a l e s</b>			<b>38</b>	<b>23</b>	<b>684</b>	<b>8,208</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En el año 2013 en el municipio de Villa Canales se presenta 1 proyecto habitacional, el cual produce un volumen diariamente de 23 m<sup>3</sup> de aguas residuales, las cuales si se contabilizan a lo largo de un año producirían 8,208 m<sup>3</sup> de aguas residuales.

### 6.2.3.5. ARD producidas por la población que habita en los proyectos habitacionales privados –PHP- autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014, por zona municipal.

Esta parte del estudio contiene la estimación de volúmenes de ARD producidas por la población que habita en los proyectos habitacionales privados (PHP) autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014, por zona municipal,

**Tabla No. 40.** Resumen de volumen de ARD diario, mensual y anual producidos por los habitantes de las viviendas y proyectos habitacionales privados –PHP-, construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.

No.	Tabla resumen	Unidad	Cantidad
1	Número total de proyectos	U	21
2	Número total de viviendas	U	2,770
3	Número total de habitantes estimados (*)	hab.	13,850
4	Volumen total (ARD) diario	m <sup>3</sup>	1,662
5	Volumen total (ARD) mensual	m <sup>3</sup>	49,860
6	Volumen total (ARD) anual	m <sup>3</sup>	598,320

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente:\* Instituto Nacional de Estadística. **Encuesta nacional de condiciones de vida / ENCOVI 2011, INE** y Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En las páginas siguientes, se presentan los cuadros que contienen las estimaciones de ARD diaria, mensual y anual producidas por los habitantes de las viviendas de los proyectos habitacionales privados autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales, por zona municipal.

**Tabla No. 41.** Estimaciones del caudal ARD diario, mensual y anual en volumen (m<sup>3</sup>), porcentaje (%) y zona municipal, producidos por los habitantes en los PHP, construidos en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.

Zona Municipal <sup>4</sup>	Caudal Diario		Caudal Mensual		Caudal Anual	
	(m <sup>3</sup> )	(%)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(m <sup>3</sup> )	(%)
1	690	42	20,700	42	248,400	42
2	322	19	9,648	19	115,776	19
3	493	30	14,796	30	177,552	30
4	157	9	4,716	9	56,592	9
<b>Total</b>	<b>1,662</b>	<b>100</b>	<b>49,860</b>	<b>100</b>	<b>598,320</b>	<b>100</b>

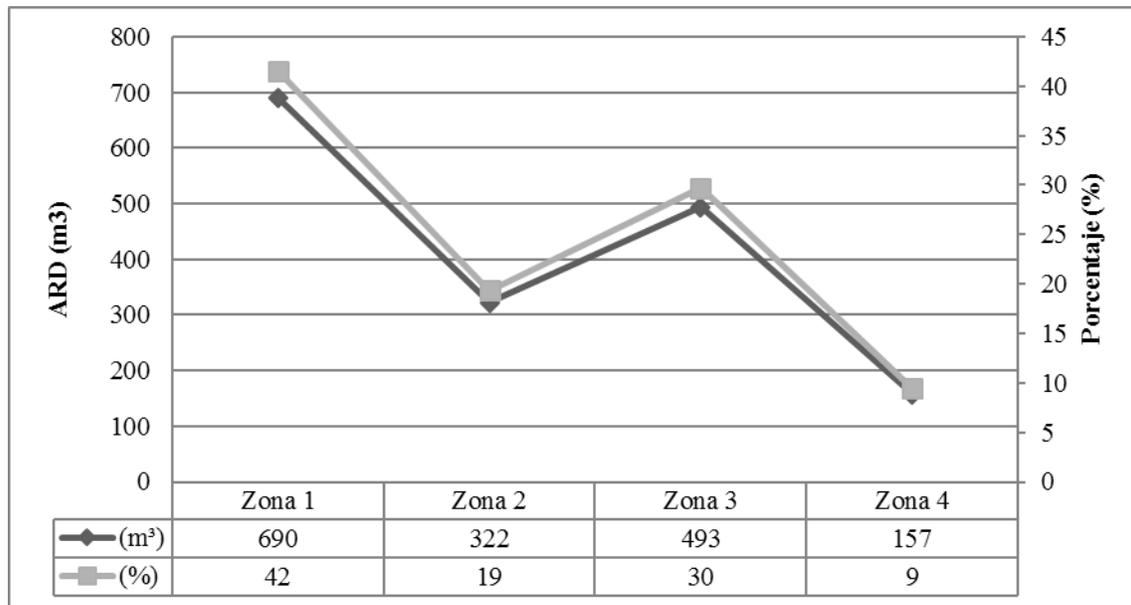
Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014

<sup>4</sup> Se localizaron PHP únicamente en las zonas municipales indicadas, para más detalles al respecto véanse las Tablas 41, 42, 43 y 44 del presente documento.

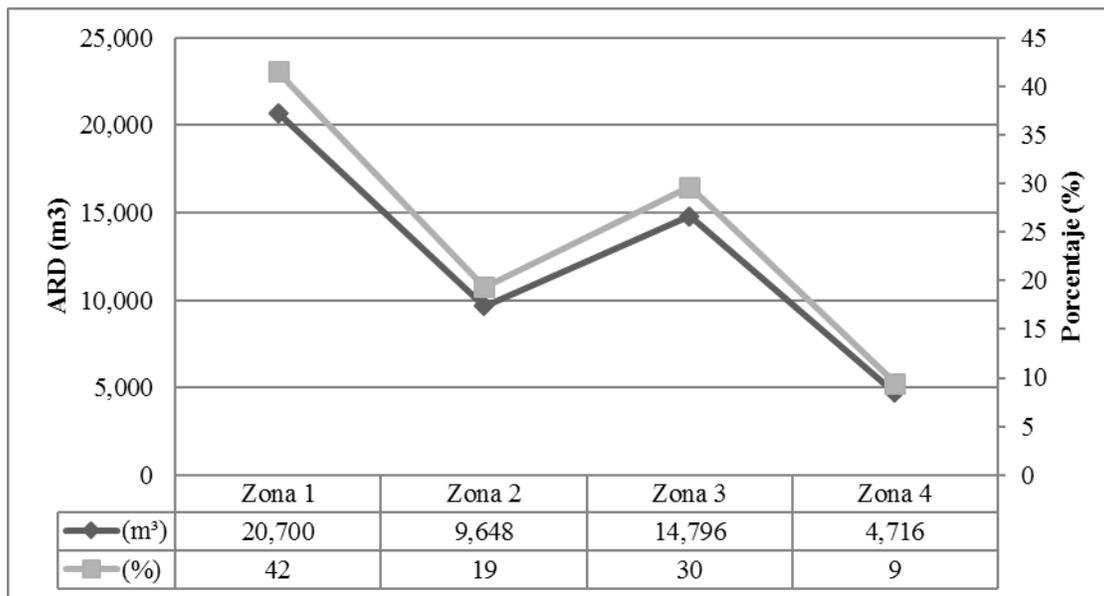
De acuerdo con los caudales de aguas residuales domésticas o domiciliarias estimadas para la población que habita en las viviendas de los proyecto habitacionales autorizados y construidos en el municipio de Villa Canales por zonas municipales en el período 2005-2014, la mayor producción de ARD fue estimada en las zona 1 con un 42% (cubre aproximadamente el 50% de la cabecera municipal) y la 3 con el 30% de las ARD (al norte de la cabecera municipal y colindante con la zona 1 y el municipio de San Miguel Petapa), ambas zonas produjeron el 72% en el período de estudio. Las zonas 2 (colindante con la zona 1 y al oriente de esta) y 4 (Aldea de Boca del Monte al norte del municipio), ambas zona produjeron el 28% de las ARD estimadas.

**Gráfica No. 47.** Estimaciones de ARD diarias en volumen (m<sup>3</sup>), porcentaje (%) y zona municipal, producidas por los habitantes de los PHP, construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.



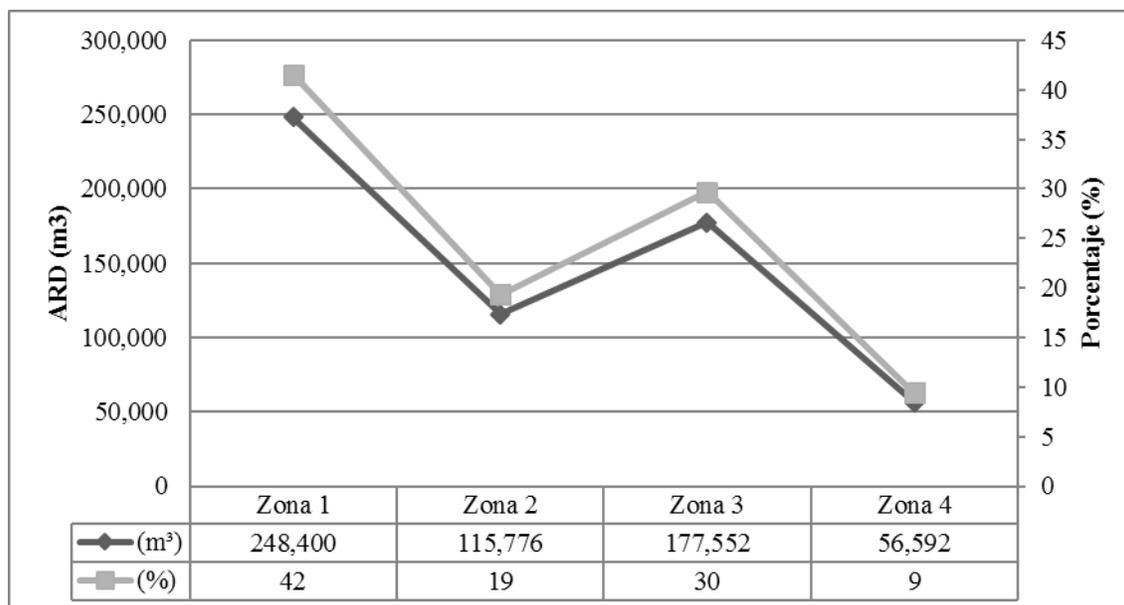
Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
 Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

**Gráfica No. 48.** Estimaciones de ARD mensuales por volumen (m<sup>3</sup>), porcentaje (%) y zona municipal producidas por los habitantes de los PHP, construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.



Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

**Gráfica No. 49.** Estimaciones de ARD anuales por zona municipal, en volumen (m<sup>3</sup>) y porcentaje (%) producidas por los habitantes de los PHP construidos en el municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.



Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de ARD en base a listado de PHP en Villa Nueva, 2005-2014.

La tres gráficas anteriores muestran un descenso en la producción de ADR en el período de estudio. La zona 1 produjo el mayor volumen de ARD, debido a que en esta se localiza uno el proyecto habitacional privado más grande en el municipio de Villa Canales, denominado como Villa de las Mercedes, con un total de 624 viviendas. Con respecto a las otras zonas municipales, la zona 3 ocupa la segunda posición con 30% de las ARD producidas, en esta zona fueron construidos 7 proyectos habitacionales en la década analizada. Lo que se localizaron a un costado de la carretera al El Salvador, un sector elitario y exclusivo.

A continuación, se presenta un resumen de la memoria de cálculo utilizada para la estimación de volúmenes de ARD, en base a parámetros y dotaciones aplicadas al territorio nacional. Obteniendo a partir de dichas estimaciones, caudal diario (Q diario), caudal mensual (Q mensual) y caudal anual (Q anual).

<b>Resumen de factores de conversión, dotación urbana de agua y fórmula de cálculo de ADR.</b>
- Dotación de agua en áreas urbanas = 150 litro/habitante/día (INFOM, 1997).
- Factor de retorno urbano = 0.8 (INFOM, 1997).
- Estimación de habitantes en c/vivienda urbana = 5 hab, x cada viv. (ENCOVI / INE, 2011).
- Factor conversión litros (lt.) a metros cúbicos (m <sup>3</sup> ) = 0.001
- Fórmula para calcular el Caudal diario (m <sup>3</sup> /día) = (No. de viviendas)*(No. de habitantes)*(dotación urbana)*(factor de retorno)*(factor de conversión lt a m <sup>3</sup> ) = (No. de viviendas)*(5*150*0.8*0.006= (No. de viviendas)*(0.06)
- Caudal mensual (Q = m <sup>3</sup> /mes) = (Q diario) * (30 días)
- Caudal anual (Q = m <sup>3</sup> /año) = (Q mensual) * (12 meses)

**Tabla No. 42.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual, producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en la zona 1 del municipio de Villa Canales.

Zona 1	Nombre del proyecto habitacional	Zona	No. viviendas	Caudal (metros cúbicos / m <sup>3</sup> )		
				Diario	Mensual	Anual
1	Villa de las Mercedes	624	3,120	374	11,232	134,784
2	Las tres juntas 1"	97	485	58	1,746	20,952
3	Las tres juntas 2	295	1,475	177	5,310	63,720
4	Las tres juntas 3	92	460	55	1,656	19,872
5	Revisar 2005	30	150	18	540	6,480
6	Residenciales Bosques del Tuluja	12	60	7	216	2,592
<b>T o t a l e s</b>		<b>1,150</b>	<b>5,750</b>	<b>690</b>	<b>20,700</b>	<b>248,400</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En los 10 años de estudio, en la zona 1 de Villa Canales se autorizaron y construyeron 6 proyectos habitacionales, los que produjeron un volumen diario de 690 m<sup>3</sup>, mensual de 20,700 m<sup>3</sup> y anual de 248,400 m<sup>3</sup> de aguas residuales domiciliarias. El proyecto de “Villa de las Mercedes” es el más grande localizado en el citado municipio, se estimó que tiene un total de 5890 lotes de los cuales 624 son lotes con viviendas construidas. Esta zona tuvo su mayor crecimiento en el año 2005, siendo una de las zonas de mayor producción de aguas residuales.

**Tabla No. 43.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual producidas por los habitantes de los PHP, autorizados y construidos en la zona 2 del municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.

Zona 2	Proyecto	No. viviendas	No. Habitantes	Q	Q	Q
				Diario	Mensual	Anual
1	Villa Venetto	136	680	82	2,448	29,376
2	Villas Capri	270	1,350	162	4,860	58,320
3	Joya de Oro	22	110	13	396	4,752
4	Villas Santorini	108	540	65	1,944	23,328
<b>Total</b>		<b>536</b>	<b>2,680</b>	<b>322</b>	<b>9,648</b>	<b>115,776</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales, 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En la zona 2 de Villa Canales se autorizaron y construyeron 4 proyectos habitacionales privados, los cuales producen un volumen diario de 322 m<sup>3</sup>, mensual de 9,648 m<sup>3</sup> y anual de 115,776 m<sup>3</sup> de aguas residuales domésticas o domiciliarias. La mayoría de estos proyectos se localizan a un costado de la carretera CA-1, conocida como carretera a El Salvador. Son proyectos de tipo elitario para la clase alta, los que han tenido auge en la década estudiada.

“ Para los proyectos habitacionales privados comprendidos del numeral 2 al 5, no se determinó el año de aprobación por parte de la municipalidad de Villa Canales, se utilizó el año en que se inició su construcción en las imágenes satelitales históricas de Google Earth. No se obtuvo el nombre de estos proyectos, ni su localización en las visitas de campo realizadas.

**Tabla No. 44.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual, producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en la zona 3 del municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014

<b>Zona 3</b>	<b>Proyecto</b>	<b>No. viviendas</b>	<b>No. Habitantes</b>	<b>Q Diario</b>	<b>Q Mensual</b>	<b>Q Anual</b>
1	Compostela 2	4	20	2	72	864
2	Cumbres de la Arboleda	165	825	99	2,970	35,640
3	Toscana Campestre	36	180	22	648	7,776
4	Cañadas del Rio 3	95	475	57	1,710	20,520
5	Lotificación Chichimecas 1	275	1375	165	4,950	59,400
6	Lotificación Chichimecas 2	38	190	23	684	8,208
7	Cañadas del Rio Colonial	209	1045	125	3,762	45,144
<b>Total</b>		<b>822</b>	<b>4,110</b>	<b>493</b>	<b>14,796</b>	<b>177,552</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.  
Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En la zona 3 de Villa Canales se autorizaron y construyeron 7 proyectos habitacionales, siendo la zona con mayor crecimiento en el período de estudio. Dichos proyectos produjeron un volumen diario de 493 m<sup>3</sup>, mensual de 14,796 m<sup>3</sup> y anual de 177,552 m<sup>3</sup> de aguas residuales domésticas domiciliarias.

Algunos de estos proyectos limitan con el municipio de San Miguel Petapa, el resto se localizan y fueron construidos en los costados de la Carretera CA-1, conocida como carretera a El Salvador. Esta zona se perfila a un futuro cercano como el área donde se construirán más proyectos habitacionales, ha manifestado un auge menor en las primeras dos décadas del Siglo XXI.

**Tabla No. 45.** Estimaciones de ARD diario, mensual y anual, producidas por los habitantes de los PHP autorizados y construidos en la zona 4 del municipio de Villa Canales, en el período 2005-2014.

Zona 4	Proyecto	No. viviendas	No. Habitantes	Q Diario	Q Mensual	Q Anual
1	Vistas de Boca del Monte	103	515	62	1,854	22,248
2	Bosque Verde	35	175	21	630	7,560
3	Agua Santa	88	440	53	1,584	19,008
4	Villas de Boca del Monte	36	180	22	648	7,776
<b>Total</b>		<b>262</b>	<b>1,310</b>	<b>157</b>	<b>4,716</b>	<b>56,592</b>

Elaboró: Byron Barreda, Prácticas Finales 2015, Escuela de Ingeniería Civil, FIUSAC.

Fuente: Estimaciones de caudales en base a listado de PHP de Municipalidad de Villa Canales, 2005-2014.

En la zona 4 de Villa Canales se autorizaron y construyeron 4 proyectos habitacionales, que produjeron un volumen diario de 157 m<sup>3</sup>, mensual de 4,716 m<sup>3</sup> y anual de 56,592 m<sup>3</sup> de aguas residuales domésticas. En la zona 4 se localiza la aldea conocida como Boca del Monte, una de las zonas más pobladas del municipio y que al juzgar por su ocupación y desarrollo, ha dejado de ser una aldea, debe de cambiar su actual clasificación de lugar poblado.

### **6.3 Impacto esperado.**

Promover la realización de otros estudios que aborden el comportamiento de la producción de ARD en el resto de municipios que pertenecen y conforman la Cuenca del lago de Amatitlán -14 son los municipios conforman y se localizan en esta cuenca-. Ello con el objetivo de generar estimaciones de los volúmenes de ARD producidos por la población que habita en otros territorios que se relacionan con la cuenca citada, en busca de visibilizar las dimensiones del problema de la contaminación de los lagos, lagunas y ríos de nuestro país.

Poner a disponibilidad de los interesados en el tema, los conocimientos técnicos que revelen mediante estimaciones, la situación actual de la producción de aguas residuales domiciliarias en áreas urbanas, que conduzcan a introducir dentro del marco legal nacional y municipal, aquella normativa relacionada con el tratamiento de las aguas residuales domésticas, que en la actualidad, son vertidas sobre los recursos hídricos superficiales, contaminándolos y destruyéndolos.

Presentar a todos aquellos entes y personas relacionadas con el tema, las cifras de la producción de aguas residuales, para que estudien y analicen el daño ambiental que están causando y lo incierto del futuro si la situación se mantiene intacta, no cambia y de las consecuencias para los residentes del área metropolitana de la ciudad de Guatemala.

Que las autoridades nacionales y municipales conozcan y evalúen la magnitud de fenómeno de la contaminación ambiental y se concienticen de la urgente necesidad de aplicar de manera rigurosa, la normativa existente y vigente en torno al tratamiento de las aguas residuales.

Estimular el interés sobre la gestión municipal en cuanto a la cobertura de servicios básicos a la población, en este caso, abordando las aguas residuales de origen doméstico como parte del deterioro del ambiente en las políticas de desarrollo tanto municipal como nacional.

Incorporar en las gestiones municipales, el seguimiento de la cobertura de servicios a la población, en particular dotación de agua potable y saneamiento mínimo, tal como lo

contemplan los Objetivos de Desarrollo del Milenio, específicamente en torno al ODM 7.C: reducir a la mitad la población sin agua y saneamiento mínimo.

Implementar dentro del marco legal nacional y municipal, la exigencia del diseño, planificación y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales en todos los proyectos generadores de todo tipo de aguas residuales.



## 7 Análisis y discusión de resultados.

En cuanto al marco legal nacional vigente relacionado con las aguas residuales, existen únicamente dos reglamentos, uno específico y de carácter nacional, el “*Reglamento de descargas y reúso de aguas residuales y disposición de Lodos*” contenido en el Acuerdo Gubernativo de la Presidencia de la República No. 236-2006 y el caso excepcional del “*Reglamento de Construcción, Urbanización y Ornato del Municipio de Santa Catarina Pinula*”, que contiene especificidades como en la incluida en el **Artículo 54. Sistema de drenajes de aguas negras y tratamiento**, que de manera obligatoria indica que cada lugar poblado urbano debe contar con un sistema de tratamiento de aguas negras, el que será definido por la DMP; el **Artículo 122. Requisitos para obtener una licencia de construcción, literal w, numerales 7 y 8**, deben presentarse el plano de ubicación de la planta de tratamiento e indicar el sistema de tratamiento de las aguas negras. En cuanto al “*Código Municipal*”, contenido en el Decreto No. 90-97 del Congreso de la República de Guatemala, es una normativa municipal nacional general que no aborda el tema de las aguas residuales y su tratamiento. El “*Código de Salud*”, contenido en el Decreto No. 90-97 del Congreso de la República de Guatemala, aborda con mayor detalle el tema de las aguas residuales y su tratamiento, el cual esta reforzado con el “*Procedimiento para emitir dictamen sanitario sobre Proyectos de Construcción, Reparación y/o Modificación de Sistemas de Eliminación y/o Disposición de excretas*”. Norma Técnica Número DRPSA-003-2015.

Los hallazgos más importantes relacionados con el crecimiento urbano del municipio de Villa Nueva son los siguientes:

- En los 10 años analizados (2005-2014), se determinó que el Municipio de Villa Nueva es un municipio eminentemente urbano, siendo aprobados, autorizados y construidos un total de 64 (100%) proyectos habitacionales, los cuales se dividieron en 57 (89%) para vivienda, 3 (5%) destinados a apartamentos, 3 (5%) mixtos y 1 lotificación (1%). Siendo construidos un total de 10,252 (100%) unidades habitacionales: 9,960 viviendas (97%) y 292 (3%) apartamentos.

- Las zonas municipales donde se construyeron la mayor cantidad de viviendas fueron la 3 (3,747 – 37.62%) y la 4 (3,051- 30.63%) y de apartamentos fueron la 2 (120 aptos. – 41.10%) y la 4 (96 – 32.88%).

- Los años de mayor auge constructivo de viviendas fueron el 2006 (2,445 – 24.55%), 2007 (1,696 – 17.03%), 2005 (1,234 – 12.39%), 2010 (1,301 – 13.06%). En cuanto a los apartamentos, el año 2011 (164 - 56.16%) y el año 2014 (64 – 21.92%).

- En el período analizado, las zonas municipales donde se construyeron la mayor cantidad de proyectos habitacionales fueron la 3 (19 -29.69%), 4 (15 - 6.25%), 2 (12 – 18.75%) y la 6 (11 - 17.19%), en tanto que los años en que observo la mayor cantidad de los citados proyectos fueron los años 2006 (11 – 17.19%), 2007 (10 – 15.63%) y 2005 (7 – 10.94%).

Los hallazgos más importantes relacionados con el “crecimiento urbano” del municipio de Villa Canales son los siguientes:

- En los 10 años analizados (2005-2014), se determinó que el Municipio de Villa Canales es un municipio con una fuerte presencia rural, siendo identificados un total de 37 (100%) proyectos habitacionales, 7 de estos proyectos no fueron identificados ni localizados en campo (solo en imagen satelital), de manera que hay registro municipal de aprobación, autorización y construcción de un total de 30 proyectos habitacionales<sup>5</sup>. De los proyectos identificados, 8 (21.62%) fueron para condominios, 10 (27.03%) para lotificaciones, 19 (51.35%) residencial.

- En el período de estudio fueron autorizadas un total de 8,783 (100.00%) unidades habitacionales, 22 (0.25%) apartamentos, 7,024 (79.97%) lotes y 1,737 (19.78%) viviendas.

---

<sup>5</sup> Consultar la Tabla No. 9. Nómina Municipal de Proyectos Habitacionales Privados -PHP-, autorizados en el municipio de Villa Canales en el período 2005-2014.

- Las zonas municipales donde se autorizaron y construyeron la mayor cantidad de proyectos habitacionales privados fueron la zona 3 (11 – 29.73%), la zona 2 (7 – 18.92%) y las zonas 1, 4 y 6 (6 – 16.22% cada una).
- Del período estudiado, los años 2005 (12 – 32.43%), 2008 (8 – 21.6%) y 2009 (5 – 13.51%) son los años en que más proyectos habitacionales privados fueron autorizados y construidos en este municipio.
- Las zonas municipales donde se autorizaron la mayor cantidad de lotes fueron la zona 1 (6,474 – 92.17%) y la zona 3 (313 – 4.46%) y de viviendas en la zona 2 (617 – 35.08%) y 3 (590 – 33.54%).
- En el año 2005 se autorizaron un total de 6,587 (93.78%) lotes, en tanto que se construyeron 368 (20.92%) viviendas en el año 2005, 357 (20.30%) en el año 2006, 311 (17.68%) en el 2010, en el resto de años las cifras son inferiores a la citadas.
- En el período analizado (10 años), las zonas municipales donde se construyeron la mayor cantidad de viviendas fueron la 2 (617 – 35.08%), 3 (590 – 33.54%), 4 (316 – 17.96%) y la 6 (236 – 13.42%), en tanto que los años en que observo la mayor cantidad de viviendas construidas fueron los años 2005 (368 – 20.92%), 2008 (357 – 20.29%) y 2010 (311 – 17.68%).

Entre los hallazgos encontrados en la producción de aguas residuales domiciliarias en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, pueden citarse los siguientes:

- Considerando la población urbana residente en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva estimada en ésta investigación, se determinó que en la producción de aguas residuales domésticas, hay una proporción de 4:1, por cada 4 metros cúbicos (M<sup>3</sup>) de ARD producidos por la población residente en el área urbana del municipio de Villa Nueva, Villa Canales produce un (1) metro cubico (M<sup>3</sup>) (consúltese el Tabla No. 17).

- Según AMSA, el lago de Amatitlán contiene un volumen de agua de 283 millones de metros cúbicos (M<sup>3</sup>), cifra que comparada con el volumen de ARD producida por la población urbana que habita en los municipios de Villa Nueva y Villa Canales durante el período 2005-2014 (10 años de análisis), estimado en 156,215,424 millones de metros cúbicos (M<sup>3</sup>), se deduce que las ARD producidas y vertidas por los mencionados municipios representan el 54.62% del volumen total del lago de Amatitlán.
- De acuerdo a la cantidad de habitantes de los PHP localizados en el municipio de Villa Nueva, se determinó que se observan cifras altas en la producción de ARD en los años 2005 al 2011, del año 2012 al 2014 las cifras son mucho menores, lo que revela una menor cantidad de viviendas construidas y de residentes este municipio.
- Considerando la cantidad de habitantes que residen en los proyectos habitacionales privados por zona municipal, se determinó que las zonas que producen la mayor cantidad de ARD en el municipio de Villa Nueva son las zonas 4 (40.89%), 3 (23.72%) y la 2 (14.81%), los volúmenes producidos por el resto de zonas municipales son mucho menores, lo que implica una menor cantidad de viviendas y población residente en estas.
- Se determinó que dentro del área de la Cuenca de lago de Amatitlán hay un total de 21 proyectos habitacionales privados del municipio de Villa Canales.
- Considerando la cantidad de habitantes que residen en los proyectos habitacionales privados construidos por año en el municipio de Villa Canales, se determinó que la mayor cantidad de ARD ocurrió en los años 2008 (37%) y 2005 (35%), los volúmenes producidos en el resto de años analizados, son mucho menores, lo que implica una menor cantidad de viviendas y población residente en esos años.

## 8. Conclusiones

- En el marco legal nacional relacionado con el tratamiento de las aguas residuales, están contenidas y planteadas las medidas a tomar a este respecto, sin embargo, son las instituciones estatales y las municipalidades involucradas, los entes públicos encargados y responsables de la aplicación de estas normativas. Se sabe del cumplimiento del pago de licencias municipales de construcción, de IUSI, servicios de agua y alcantarillado en las municipalidades, pero en cuanto a la aplicación de otras normativas específicas relacionadas con las aguas residuales, existen serias dudas, considerando la ausencia o inexistencia de inventarios municipales o nacionales respecto de la localización y tipo de las plantas de tratamiento de aguas residuales construidas, en operación, en proceso de reparación o inhabilitadas.

- Se desconoce la existencia de reglamentos o normativas municipales exclusivas y especializadas para la construcción de drenajes de aguas servidas y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

- El Código Municipal vigente, que norma el que hacer de las municipalidades en nuestro país, no contiene el tema del tratamiento de las aguas residuales.

- Una de las normativas más avanzadas y detalladas en materia de tratamiento de las aguas residuales, es el Código de Salud vigente, el cual incluso establece sanciones para quienes viertan fluidos contaminantes a los cauces de los recursos hídricos sin autorización del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social / MSPAS.

- La República de Guatemala no tiene en su marco legal, una Ley General de Aguas, que norme el uso de este recurso. La iniciativa de ley conocida como Ley General de Aguas, contiene una serie de artículos relacionados con los vertidos de aguas residuales, el canon a pagar por el mismo, sanciones y la novedad de que presenta incentivos a quienes innoven métodos eficaces de aprovechamiento y reducción del uso de agua.

- No se tuvo acceso a los reglamentos de construcción de drenajes y tratamiento de aguas residuales de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, los únicos documentos consultados fueron el reglamento para el cobro de canon por dotación de agua potable,

además, se identificó que el municipio de Santa Catarina Pinula posee el “Reglamento de Construcción, Urbanización y Ornato del Municipio de Santa Catarina Pinula”, que aborda el tema de los drenajes de aguas negras, sistemas de tratamiento de las aguas residuales y plantas de tratamiento de aguas residuales, el cual está disponible para ser descargado en internet.

- Una de las normativas más completas y detalladas en cuanto al tratamiento de aguas residuales es el denominado Reglamento de Descargas y Rehúso de Aguas Residuales y Disposición de Lodos (2006) formulado y emitido por el MARN, que entre otros, establece parámetros y plazos<sup>6</sup> de cumplimiento para el tratamiento de las aguas residuales producidas por las diversas tipologías edificadas localizadas en los territorios municipales, las instituciones del estado y empresas privadas productoras de estas aguas, antes de ser vertidas a los cauces de ríos o cuerpos lacustres de aguas.

- El marco legal vigente en la República de Guatemala establece que el municipio es la unidad básica de la organización del territorio del Estado, por lo tanto, tiene la obligación y responsabilidad de garantizar la prestación de los servicios públicos a la población de cada municipio -abastecimiento de agua potable, dotación de un sistema de drenajes de aguas servidas, ordenamiento de su territorio y protección de los recursos naturales mediante un adecuado tratamiento de las aguas residuales-.

- Es necesario verificar y determinar en gabinete y campo -auditar-, el cumplimiento de las leyes nacionales relacionadas con el tratamiento de las aguas residuales en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva.

- El cumplimiento e implementación del marco legal nacional vigente relacionado con el tratamiento de las aguas residuales, ha quedado a criterio y/o conveniencia -discreción- de los funcionarios municipales de turno, a pesar de que estas son explícitas en cuanto a su cumplimiento y aplicabilidad obligatoria para todos los entes públicos y privados.

---

<sup>6</sup> El reglamento estipula el 02 de mayo del año 2015 como fecha límite para la implementación de tratamiento primario de aguas residuales por parte de las municipalidades y empresas relacionadas al tratamiento de las mismas.

- La falta de continuidad en la ejecución de los censos nacionales de población complican y dificultan los cálculos de la población municipal con un grado de certeza confiable, situación que se extiende cuando se trata de hacer estimaciones de población municipal urbana y rural, datos útiles para estimar la producción de aguas residuales de un lugar poblado.

- Los hallazgos realizados en la presente investigación plantean la necesidad de concientización de las corporaciones municipales y de la población en general en cuanto al problema de la producción, falta de tratamiento de las aguas residuales domiciliarias y contaminación de los recursos hídricos, además, de la falta de un marco legal específico y sanciones trascendentales que castiguen a los violadores de las leyes.

- El crecimiento urbano identificado y determinado en los municipios objeto de estudio son extremos y opuestos, las características urbanas de Villa Nueva son perceptibles con facilidad a partir de la simple observación, en tanto que Villa Canales, lo urbano es percibido solo en ciertos sectores (las áreas que colindan con la carretera hacia el Salvador, en las aldeas de Boca del Monte, Santa Elena Barillas y El Porvenir, en las áreas contiguas a la cabecera municipal, el resto del municipio posee características rurales - localizadas al sur y oriente del territorio municipal-).

- De la cantidad de lugares poblados identificados en los recorridos de campo se determinó que Villa Nueva es un municipio con una vocación eminentemente urbana, en tanto que Villa Canales es un municipio con una fuerte presencia agrícola y forestal, por lo tanto rural.

- Considerando la cantidad de proyectos habitacionales y viviendas autorizadas por la municipalidad y construidas por la iniciativa privada en Villa Canales, se infiere que el proceso urbanizador, la preferencia por ocupar y habitar este municipio es lenta y baja.

- Durante el período 2005-2014, el tipo de unidad habitacional que más se construyó en el municipio de Villa Nueva fue la vivienda, localizándose en las zonas municipales 2, 3, 4, y 6, áreas cercanas y contiguas a la carretera CA-9 (Ruta al Pacífico).

- Entre las razones por las cuales el municipio de Villa Nueva ha experimentado un fuerte crecimiento urbano pueden citarse las siguientes: su cercanía y conexión con la ciudad capital, su accesibilidad (carreteras), la existencia de un relieve que favorece la urbanización, la aptitud y vocación urbana de su territorio, el valor de la tierra, las facilidades que ofrece el transporte urbano y extraurbano existente, los servicios públicos y equipamiento urbano -aunque limitado-, el comercio, entre otros, ventajas que hacen atractivo este territorio para adquirir una vivienda y vivir permanentemente en este municipio.

- Las áreas rurales en el municipio de Villa Nueva son escasas y tienden a desaparecer.

- La mayoría de los proyectos habitacionales construidos en el municipio de Villa Nueva están destinados a satisfacer las necesidades de las clases sociales medias o medias-altas, los que poseen capacidad de pago y por ello son sujeto de crédito financiero en los bancos del sistema.

- Las fincas localizadas en el municipio de Villa Nueva cambiaron de uso del suelo, siendo fraccionadas y urbanizadas para destinarlas a proyectos habitacionales masivos, un proceso que lleva varias décadas y para el cual este municipio nunca fue preparado, experimentado en la actualidad serios problemas urbanos que son una consecuencia de la improvisación y falta de planificación urbana.

- En el municipio de Villa Nueva, las unidades habitacionales tipo lote fueron escasas, este tipo de opción tiene poco mercado, siendo un municipio eminentemente urbano, los habitantes potenciales tienen un interés y preferencia por adquirir una vivienda.

- El año en que se autorizaron más apartamento en Villa Nueva fue el año 2011, con 164 autorizaciones. La tendencia en los últimos 4 años del período estudiado, fue autorizar más unidades de este tipo, opción que probablemente se perfile como una tendencia a mediano o largo plazo.

- Las zonas del municipio de Villa Nueva donde menos proyectos habitacionales fueron autorizados son las zonas 8 y 12, consideradas como zonas de riesgo social, lo cual las convierte en zonas poco atractivas para desarrolladores, constructores y compradores.

- En el municipio de Villa Canales durante el período 2005-2014, la autorización de lotes tuvo un marcado predominio, siendo autorizados en un período de diez años, un total de 8,112 unidades que representaron el 82.18%.

- El municipio de Villa Canales está experimentando un crecimiento urbano con características exclusivas en el norte del municipio, siguiendo la modalidad que se impuso de irse a vivir en las áreas adyacentes a la Carretera al Salvador -Puerta Parada, San José Pinula y Fraijanes-, autorizándose lotes, viviendas y apartamentos. En el norte de este municipio se localizan las zonas municipales 1, 2, 3, 4, y 6, habitadas por segmentos sociales del rango medio-alto y alto, donde las medidas y áreas de los terrenos son más grandes, entre un valioso y exclusivo paisaje verde.

- En el sur del municipio de Villa Canales no se autorizaron proyectos habitacionales, debido a que esta parte del municipio es de vocación eminentemente agrícola y forestal -rural-, además, su cercanía cada vez mayor a las faldas y cono de un volcán activo -Complejo Volcánico del Pacaya-, que tiene erupciones inesperadas, poniendo en riesgo a los habitantes que viven en sus inmediaciones cercanas y lejanas, siendo un obstáculo natural para la ocupación de estos de estos territorios.

- En la Aldea de Boca del Monte, reconocida como la zona 4 de Villa Canales, se observa una tendencia a la construcción de viviendas para el segmento poblacional de rango medio, construidas en terrenos de medidas y áreas limitadas, en proyectos habitacionales masivos y de alta densidad, desarrollados en forma paralela a la única y principal carretera que conduce hacia la cabecera municipal o a la ciudad capital de Guatemala, donde los problemas de congestionamiento urbano son severos y por ello la movilidad es lenta y muy problemática.

- Hay que hacer notar que al sur de la cabecera municipal de Villa Canales, aproximadamente a 2 km sobre la RD-30, se localiza la lotificación denominada como Villa

Las Mercedes, con aproximadamente 6,000 lotes, de donde se estima que en esta lotificación podrían residir aproximadamente que 30,000 personas (5 personas por familia) . Es una lotificación que se encuentra muy próxima a las márgenes del Lago de Amatitlán, lo que representa un serio problema de contaminación para el citado lago, de no darse las condiciones adecuadas de saneamiento y tratamiento de aguas residuales.

- En términos generales puede considerarse el municipio de Villa Canales como rural, dedicado a la agricultura y actividades forestales, experimenta un lento y desacelerado crecimiento urbano, con una limitada presencia de proyectos habitacionales, destacándose la presencia de lotes.

- Entre las razones que han desestimulado la urbanización de las tierras del municipio de Villa Canales pueden mencionarse: sus problemas de accesibilidad generados por una la única carretera que comunica con la ciudad capital de Guatemala -de dos vías-, que atraviesa las cabeceras municipales de San Miguel Petapa y Villa Nueva, ambas con una alta densidad de vivienda y habitantes-, lo que provoca serios y severos congestionamientos urbanos, el transporte urbano, extraurbano, el pesado y particular que se moviliza dentro de una red urbana estrecha y limitada, no apta para soportar el intenso movimiento vehicular, solo las zonas del norte y oeste cuentan con vías de acceso tipo autopista para acceder a la ciudad capital, mientras que las zonas del sur pueden utilizar vías congestionadas, además, existe un ruta adicional igual o peor de congestionada, la ruta que de la cabecera municipal de se dirige a la aldea de Boca del Monte y de esta a la zona 13 del municipio de Guatemala, caracterizada por su complicada fluidez y circulación.

- Para la gestión pública de las aguas residuales, su marco legal municipal y nacional se caracteriza por ser escaso, débil, disperso y posee vacíos legales, panorama que se complica con la falta de preparación y experiencia del personal municipal, un escenario que no augura cambios y mejores resultados a corto y mediano plazo.

- El marco legal nacional y municipal existente y vigente, no incluye ni indica que hacer en los casos en que los cuerpos de agua -como ríos, riachuelos y otros- contaminados se localizan y/o atraviesan lugares poblados consolidados.

- Es de urgencia nacional la realización del siguiente Censo Nacional de Población por parte del Estado, ya que los datos oficiales de población tiene una antigüedad de 14 años. En la actualidad hay una incertidumbre en cuanto al crecimiento poblacional que se ha operado en los últimos tres lustros en nuestro país.

- Ningún territorio municipal del área metropolitana de la ciudad de Guatemala, fue preparado para recibir y alojar el auge urbanizador iniciado en la década de los años 50 del Siglo XX hasta nuestros días, manifestado en la mayoría de municipios localizados al sur del departamento de Guatemala.

- Las estimaciones de los volúmenes de aguas residuales domésticas –ARD-, producidas por la población urbana residente en los proyectos habitacionales privados, presentadas en este documento, denotan el crecimiento urbano que han experimentado los municipios de Villa Canales y Villa Nueva en los 10 años de estudio.

- En base a las estimaciones de ARD, se puede observar que el municipio de Villa Nueva, manifiesta un mayor crecimiento urbano que Villa Canales, considerando y comparando las cantidades de ARD producidas por los PHP de ambos municipios, como de la población estimada para el cálculo de las mismas.

- Se deben promover estudios similares al presente, con el objeto de dimensionar la producción de aguas residuales domésticas en áreas urbanas para evaluar su impacto en los recursos hídricos municipales y nacionales.



## 9. Referencias.

- Abarca Garbanzo, Jorge Arturo (2002). *Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales Domésticas de Liberia, Guanacaste, Costa Rica*. Costa Rica, Convenio IDRC - OPS/HEP/CEPIS.
- Asamblea Nacional Constituyente/Congreso de la República (1993). *Constitución Política de la República de Guatemala, reformada por Consulta Popular (Acuerdo Legislativo 18-93)*. Guatemala.
- Cabrera, Garcés y Paredes (s/f). *Producción de Aguas Servidas, tratamiento y uso en el Ecuador*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Quito, Ecuador.
- Castillo Gonzáles, Jorge Mario (2011). *Constitución Política de la República de Guatemala. Comentarios, explicaciones, interpretaciones, documentos de apoyo, opiniones y sentencias de la Corte de Constitucionalidad*. Guatemala, Séptima Edición.
- Davis, M. Masten, S. (2004). *Ingeniería y ciencias ambientales*. México, D.F. McGraw-Hill Interamericana. 750p.
- Decreto Ley del Gobierno de la República de Panamá Número 2. *Ley que Dicta el Marco Regulatorio e Institucional para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*. 7 de enero de 1997. Gaceta Oficial, No. 23,201, 11 de enero de 1997.
- Decreto Ley del Gobierno de la República de Panamá Número 77. *Ley que Reorganiza y Moderniza el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales y dicta Otras Disposiciones*. 28 de diciembre de 2001. Gaceta Oficial, No. 24,461-A, 31 de diciembre de 2001.
- Decreto del Congreso Nacional de Honduras número 181-2009. *Ley General de Aguas*. 24 de agosto de 2009. La Gaceta, No. 32088, 14 de diciembre de 2009.

Decreto de la Gobernación Constitucional del Estado de México número 52. *Ley del Agua para el Estado de México y Municipios*. 15 de febrero de 2013. Gaceta del Gobierno, No. 37 t.195, 22 de febrero de 2013.

Duarte Díaz, Felipe Andrés, Mejía Doradea, Mónica Pamela (2014). *Caracterización de aguas residuales domésticas e industriales en el municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango y su propuestas de tratamiento*. Guatemala, Tesis de Maestría de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria de la USAC.

Instituto Nacional de Estadística (2011). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida / ENCOVI 2011*. Guatemala: INE.

[http://www.mspas.gob.gt/files/Descargas/AguaYsaneamiento/guia\\_de\\_disposicion\\_excretas\\_aguas\\_residuales\\_FIN.pdf](http://www.mspas.gob.gt/files/Descargas/AguaYsaneamiento/guia_de_disposicion_excretas_aguas_residuales_FIN.pdf)

[http://www.mspas.gob.gt/files/Descargas/AguaYsaneamiento/guia\\_normas\\_diseno\\_agua\\_potable\\_volumen\\_I\\_ag\\_2011\\_FINAL\\_AS.pdf](http://www.mspas.gob.gt/files/Descargas/AguaYsaneamiento/guia_normas_diseno_agua_potable_volumen_I_ag_2011_FINAL_AS.pdf)

Iniciativa de Ley del Presidente de la República de El Salvador a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales ante el Asamblea Legislativa. *Ley General de Aguas*. 22 de marzo de 2012.

Instituto de Fomento Municipal, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. (1997). *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: UNEPAR, INFOM.

Instituto de Fomento Municipal, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. (1997). *Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala*. Guatemala: UNEPAR, INFOM.

Gall, Francis (1981). *Diccionario Geográfico de Guatemala*, Tomos II & III, Guatemala: Tipografía Nacional.

Instituto Nacional de Estadística –INE- (2002). *XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación*. Guatemala.

Instituto Nacional de Estadística. *Proyecciones de Población con base en el XI Censo de Población, INE 2002*. República de Guatemala.

Instituto Nacional de Estadística (2011). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2011 / ENCOVI, 2011*, República de Guatemala.

Ley del Congreso Constitucional de la República de Costa Rica número 276. *Ley de Aguas*. 26 de agosto de 1942. Autorizado 28 de agosto de 1942.

Ley del Congreso de la República de Bolivia número 2029. *Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*. 22 de octubre de 1999. Gaceta Oficial de Bolivia, No. 2175, 29 de octubre de 1999.

Ley de la Presidencia de la República de Nicaragua número 620. *Ley General de Aguas Nacionales*. 15 de mayo de 2007. La Gaceta, 169, 4 de septiembre de 2007.

Ley de la Asamblea Nacional de la República del Ecuador. *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. 5 de agosto de 2014. Registro Oficial, No. 305, 6 de agosto de 2014.

Municipalidad de Guatemala (1964). *Reglamento de construcción de drenajes de la Municipalidad de Guatemala*. Ciudad de Guatemala.

Municipalidad de Santa Catarina Pinula (2012). *Reglamento de construcción, urbanización y ornato del Municipio de Santa Catarina Pinula, (Sesión ordinaria con fecha 06/12/2012)*. Guatemala.

Ochoa, T. (2011). *Hidráulica de ríos y procesos morfológicos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Organización Panamericana de la Salud. *Especificaciones técnicas para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario*. Lima, Perú: OPS.

Organización Panamericana de la Salud (1994). *Guía para el diseño de acueductos en zonas rurales*. Guatemala: OPS.

Organismo Ejecutivo/Secretaría de Recursos Hidráulicos (1996). *Proyecto de Ley General de Aguas*. Guatemala.

Organismo Legislativo/Congreso de la República (1985). *Código Civil, (Decreto Ley No. 106 y sus reformas)*. Guatemala.

Organismo Legislativo/Congreso de la República (1986). *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, (Decreto No. 68-86 y sus reformas)*. Guatemala.

Organismo Legislativo/Congreso de la República (1997). *Código de Salud, (Decreto No. 90-97)*. Guatemala.

Organismo Legislativo/Congreso de la República (2002). *Código Municipal, (Decreto No. 12-2002 y sus reformas)*. Guatemala.

Organismo Legislativo/Congreso de la República (1997). *Ley Reguladora de las Áreas de Reserva Territoriales del Estado de Guatemala, (Decreto No. 126-97)*. Guatemala.

Presidencia de la República (2006). *Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo Gubernativo No. 236-2006)*. Guatemala.

Salazar, C. Problemas ambientales: ¿cómo se abordan? *Ciudades: análisis de la coyuntura, teoría e historia urbana*, p. 38, 64.

Villers, R. (2005). Servicios públicos y nuevas formas de gestión. *Ciudades: análisis de la coyuntura, teoría e historia urbana*, p. 61, 64.

## 10. Apéndice

**Tabla 46.** Población total, urbana y rural de los municipios que integran la Cuenca del Lago de Amatitlán, según los censos nacionales de población 1950-2002 (INE).

No.	Municipio	Tipo	Censos Nacionales de Población, INE					
			1950	1964	1973	1981	1994	2002
1	Santa Catarina Pinula	Total	5,187	9,500	12,934	17,387	38,628	63,767
		Urbana	0	2,212	3,129	4,272	8,193	44,974
		Rural	5,187	7,288	9,805	13,115	30,435	18,793
2	Mixco	Total	11,784	36,940	129,878	197,741	305,297	403,689
		Urbana	4,131	7,756	115,015	11,544	209,791	384,428
		Rural	7,653	29,184	14,863	186,197	95,506	19,261
3	Amatitlán	Total	11,616	19,727	26,142	32,885	54,930	82,870
		Urbana	7,116	12,248	15,251	20,407	36,999	60,924
		Rural	4,500	7,479	10,891	12,478	17,931	21,946
4	Villa Nueva	Total	7,428	17,477	42,082	71,069	192,069	355,901
		Urbana	3,159	7,236	32,494	20,236	101,295	301,947
		Rural	4,269	10,241	9,588	50,833	90,774	53,954
5	Villa Canales	Total	20,057	26,896	31,774	39,309	62,334	103,814
		Urbana	0	2,373	3,356	3,605	5,525	74,638
		Rural	20,057	24,523	28,418	35,704	56,809	29,176
6	San Miguel Petapa	Total	2,146	3,373	8,078	13,271	41,506	101,242
		Urbana	0	2,035	2,661	3,766	12,949	94,228
		Rural	2,146	1,338	5,417	9,505	28,557	7,014
7	Guatemala	Total	294,344	572,671	700,504	754,243	823,301	942,348
		Urbana	284,276	572,671	700,504	754,243	823,301	942,348
		Rural	10,068	0	0	0	0	0
8	San Pedro Sacatepéquez	Total	5,906	8,717	10,714	12,741	21,009	31,503
		Urbana	2,708	3,950	4,770	5,358	8,764	12,673
		Rural	3,198	4,767	5,944	7,383	12,245	18,830
9	Fraijanes	Total	4,801	5,882	7,682	10,324	17,166	30,701
		Urbana	1,507	1,769	2,646	3,121	5,048	19,454
		Rural	3,294	4,113	5,036	7,203	12,118	11,247
10	San Bartolomé Milpas Altas	Total	900	1,287	1,513	1,970	3,146	5,291
		Urbana	0	1,287	1,513	1,970	3,146	5,291
		Rural	900	0	0	0	0	0
11	San Lucas Sacatepéquez	Total	2,229	3,478	4,344	6,003	12,656	18,394
		Urbana	0	1,602	2,190	3,825	8,298	14,783
		Rural	2,229	1,876	2,154	2,178	4,358	3,611

No.	Municipio	Tipo	Censos Nacionales de Población, INE					
			1950	1964	1973	1981	1994	2002
12	Santa Lucía Milpas Altas	Total	1,321	1,826	2,649	3,557	6,509	10,126
		Urbana	0	782	878	1,186	1,871	8,542
		Rural	1,321	1,044	1,771	2,371	4,638	1,584
13	Santiago Sacatepéquez	Total	4,671	6,348	7,943	9,658	15,482	22,038
		Urbana	3,540	4,596	5,343	6,522	9,840	19,520
		Rural	1,131	1,752	2,600	3,136	5,642	2,518
14	Magdalena Milpas Altas	Total	1,627	2,363	2,921	3,860	5,974	8,331
		Urbana	0	1,631	2,015	2,685	3,888	5,105
		Rural	1,627	732	906	1,175	2,086	3,226
Totales de población ocupan la Cuenca del Lago de Amatitlán		Total	374,017	716,485	989,158	1,174,018	1,600,007	2,180,015
		Urbana	306,437	622,148	891,765	842,740	1,238,908	1,988,855
		Rural	67,580	94,337	97,393	331,278	361,099	191,160

Elaboración: Ronald Peláez y Byron Barreda (2015).  
Fuente: Censos Nacionales de Población 1950-2002, INE.

**Tabla 47.** Población total de los municipios que conforman la Cuenca del Lago de Amatitlán, según seis censos nacionales de población realizados por el INE, 1950-2002.

No.	Municipio	Censos Nacionales de Población, INE					
		1950	1964	1973	1981	1994	2002
1	Santa Catarina Pinula	5,187	9,500	12,934	17,387	38,628	63,767
2	Mixco	11,784	36,940	129,878	197,741	305,297	403,689
3	Amatitlán	11,616	19,727	26,142	32,885	54,930	82,870
4	Villa Nueva	7,428	17,477	42,082	71,069	192,069	355,901
5	Villa Canales	20,057	26,896	31,774	39,309	62,334	103,814
6	San Miguel Petapa	2,146	3,373	8,078	13,271	41,506	101,242
7	Guatemala	294,344	572,671	700,504	754,243	823,301	942,348
8	San Pedro Sacatepéquez	5,906	8,717	10,714	12,741	21,009	31,503
9	Fraijanes	4,801	5,882	7,682	10,324	17,166	30,701
10	San Bartolomé Milpas Altas	900	1,287	1,513	1,970	3,146	5,291
11	San Lucas Sacatepéquez	2,229	3,478	4,344	6,003	12,656	18,394
12	Santa Lucía Milpas Altas	1,321	1,826	2,649	3,557	6,509	10,126
13	Santiago Sacatepéquez	4,671	6,348	7,943	9,658	15,482	22,038
14	Magdalena Milpas Altas	1,627	2,363	2,921	3,860	5,974	8,331
Población localizada en la Cuenca del Lago		<b>374,017</b>	<b>716,485</b>	<b>989,158</b>	<b>1,174,018</b>	<b>1,600,007</b>	<b>2,180,015</b>

Elaboración: Ronald Peláez (2015).  
Fuente: Censos Nacionales de Población 1950 – 2002, INE.

**Tabla 48.** Población urbana de los municipios que conforman la Cuenca del Lago de Amatitlán, según Censos Nacionales de Población, 1950-2002 (INE).

No.	Municipio	Población Urbana por censos 1950 - 2002 (INE)					
		1950	1964	1973	1981	1994	2002
1	Santa Catarina Pinula	0	2,212	3,129	4,272	8,193	44,974
2	Mixco	4,131	7,756	115,015	11,544	209,791	384,428
3	Amatitlán	7,116	12,248	15,251	20,407	36,999	60,924
4	Villa Nueva	3,159	7,236	32,494	20,236	101,295	301,947
5	Villa Canales	0	2,373	3,356	3,605	5,525	74,638
6	San Miguel Petapa	0	2,035	2,661	3,766	12,949	94,228
7	Guatemala	284,276	572,671	700,504	754,243	823,301	942,348
8	San Pedro Sacatepéquez	2,708	3,950	4,770	5,358	8,764	12,673
9	Fraijanes	1,507	1,769	2,646	3,121	5,048	19,454
10	San Bartolomé Milpas Altas	0	1,287	1,513	1,970	3,146	5,291
11	San Lucas Sacatepéquez	0	1,602	2,190	3,825	8,298	14,783
12	Santa Lucía Milpas Altas	0	782	878	1,186	1,871	8,542
13	Santiago Sacatepéquez	3,540	4,596	5,343	6,522	9,840	19,520
14	Magdalena Milpas Altas	0	1,631	2,015	2,685	3,888	5,105
<b>Totales</b>		<b>306,437</b>	<b>622,148</b>	<b>891,765</b>	<b>842,740</b>	<b>1,238,908</b>	<b>1,988,855</b>

Elaboro: Byron Barreda, Practicas Finales, FI-USAC.  
Fuente: Censos Nacionales de Población 1950 – 2002, INE.

**Tabla 49.** Datos, indicadores, factores de conversión, equivalencias y ejemplo relacionado con la producción y cálculo de aguas residuales domiciliarias en el municipio de Villa Nueva.

Descripción y unidades	Cantidades	Referencias y cálculos matemáticos
Unidades de vivienda	7,697	Fuente: Listado de PHP, Villa Nueva. 2005-2014
No. Habitantes / vivienda (promedio nacional)	5	INE, 2002
Total de habitantes para el año 2014	38,485	$(7,697 * 5)$ Equivalente a 1/5 de la población total de SMP para el año 2014
Dotación agua potable (litros/habitante/día)	150	UNEPAR/INFOM, dotación para zonas urbanas con clima cálido/templado.
Consumo total diario agua potable (Lt)	5,772,750	$(38,485 \text{ hab.} * 150)$
Factor de conversión de Lt a M3	0.001	
Consumo total diario agua potable (M3)	5,773	$(5,772,750 \text{ lt} * 0.001)$
Factor de retorno	0.80	Según normas
Volumen diario aguas residuales(M3)	4,618	$(5,773 \text{ m}^3 * 0.80)$
Volumen oficial de piscina olímpica (M3)	2,500	Federación Internacional de Natación
No. piscinas olímpicas diarias llenas	1.85	$(4,618/2,500)$
Camión cisterna típico, capacidad en galones	3,000	
Factor de conversión de galones a M3	0.003785	
Camión cisterna común capacidad en M3	11	$(3000 * 0.003785)$
Camiones necesarios para drenar las piscinas	407	$(4,618 / 11)$
No. de camiones diarios por hora (24 horas)	17	
Equivale a un camión cisterna cada (minutos)	4	Vaciando en desembocadura del río Villalobos hacia al lago de Amatitlán
Volumen diario por vivienda de ARD (Lt)	600	Equivalente a 1 tanque de agua potable (1100 Lt) por vivienda cada 2 días

Elaboró: Ronald Peláez.

Fuente: Listado de PHP, autorizados en el período 2005-2014 por la Municipalidad de Villa Nueva.

**Tabla 50.** Datos, indicadores, factores de conversión, equivalencias y ejemplo relacionado con la producción y cálculo de aguas residuales domiciliarias en el municipio de Villa Canales.

Descripción y unidades	Cantidades	Referencias y cálculos matemáticos
Unidades de vivienda	8,783	Fuente: Listado PHP, Villa Canales. 2005-2014
No. Habitantes / vivienda (promedio nacional)	5	INE, 2002
Total de habitantes para el año 2014	43,915	(8,783* 5) Equivalente al 30% de la población total de Villa Canales para el año 2014 (INE)
Dotación agua potable (litros/habitante/día)	150	UNEPAR/INFOM, dotación para zonas urbanas con clima cálido/templado.
Consumo total diario agua potable (Lt)	6,587,250	(43,915 hab. * 150)
Factor de conversión de Lt a M3	0.001	
Consumo total diario agua potable (M3)	6,587	(6,587,250 lt * 0.001)
Factor de retorno	0.80	Según normas
Volumen diario aguas residuales(M3)	5,270	(6,587 m3 * 0.80)
Volumen oficial de piscina olímpica (M3)	2,500	Federación Internacional de Natación
No. piscinas olímpicas diarias llenas	2.11	(5,270/2,500)
Camión cisterna típico, capacidad en galones	3,000	
Factor de conversión de galones a M3	0.003785	
Camión cisterna común capacidad en M3	11	(3000 * 0.003785)
Camiones necesarios para drenar las piscinas	464	(5,270 / 11)
No. de camiones diarios por hora (24 horas)	19	
Equivale a un camión cisterna cada (minutos)	3	Vaciando en desembocadura del río Villalobos hacia al lago de Amatitlán
Volumen diario por vivienda de ARD (Lt)	600	Equivalente a 1 tanque de agua potable (1100 Lt) por vivienda cada 2 días

Elaboró: Ronald Peláez.

Fuente: Listado de PHP, autorizados en el período 2005-2014 por la Municipalidad de Villa Canales.

## **11. Actividades de gestión, vinculación y divulgación**

La ejecución del proyecto de investigación implicó la realización de una serie de actividades fuera de la Ciudad Universitaria durante el año 2015, las cuales posibilitaron su ejecución de acuerdo a lo programado.

Se establecieron vínculos fundamentales de carácter institucional, ante los cuales se solicitaron y gestionaron datos e información de carácter vital, sin los cuales no hubiese sido posible cumplir con los objetivos planteados y ante todo, alcanzar los resultados esperados. Las instituciones son las que se mencionan a continuación:

a) Las direcciones Municipales de Planificación, de Catastro Municipal y las Unidades de Información Pública Municipal de las municipalidades de Villa Canales y Villa Nueva.

b) Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán. El nexo directo en esta institución fue con la División de Planeamiento y Ordenamiento Territorial, a través de la cual se canalizaron y gestionaron todas las solicitudes, apoyo, reuniones, datos e información. El proyecto se les compartió desde su inicio, manifestando su interés en los resultados.

c) La Mancomunidad Gran Ciudad del Sur: Debido a que los dos municipios objeto de estudio pertenecen a esta mancomunidad, se les presentó el proyecto desde su inicio, manifestando su interés en los resultados, en las ocasiones que les fue posible, facilitaron información.

d) Fomento de Hipotecas Aseguradas / FHA: A esta institución se solicitó y obtuvieron las Memorias de Labores del FHA del período 2005-2014, de donde fueron extraídos los proyectos habitacionales privados construidos en los municipios en estudio en el período 2005-2014.

Se estableció comunicación y solicito al Instituto Nacional de Estadística e Instituto Geográfico Nacional, la nómina de lugares poblados de los municipios objeto de estudio, actualizada al año 2014 o 2015, solicitud que al 25/11/2015, no había sido respondidas.

f) Se divulgó el proyecto de investigación y sus necesidades ante la Escuela de Ciencias Comerciales América/ECCA de Villa Canales, con el objeto de obtener su apoyo en el levantamiento de información a través del curso de Seminario de los graduandos de 2015, gestión que no tuvo los resultados esperados (no se obtuvo apoyo).

g) Se divulgó el proyecto de investigación, sus oportunidades y necesidades ante la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado del Área Metropolitana de la Facultad de Arquitectura de la USAC, con el objeto de obtener su apoyo en tareas de investigación específicas en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, como parte de las actividades de investigación de los epesistas asignados a estas comunidades, gestión que no tuvo los resultados esperados (no se obtuvo apoyo).

h) Se divulgó el proyecto de investigación, oportunidades y sus necesidades ante la Escuela de Ciencia Política de la USAC, con el objeto de obtener su apoyo en tareas de investigación específicas en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, a través de alguno de los integrantes del Ejercicio Profesional Supervisado 2015, gestión que no tuvo los resultados esperados (no se obtuvo apoyo).

h) Se estableció comunicación, se divulgó el proyecto de investigación, sus oportunidades y necesidades ante la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado de la Escuela de Ingeniería Civil de la USAC, con el objeto de obtener su apoyo en tareas de investigación específicas en los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, a través de epesistas o practicantes, los resultados de esta gestión fueron positivos, asignándose a tres estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, los que realizaron una práctica de 400 hrs. como Auxiliares de Investigación, apoyo que resulto muy importante para alcanzar los resultados esperados, siendo ellos Julio Ochoa, Byron Leonel Barreda Herrera y Elder Rodolfo Román.

A continuación se describen con mayor detalle algunas de las actividades realizadas durante la ejecución de esta investigación:

- Solicitud de Nomina de Proyectos Habitacionales Privados a la municipalidad de Villa Nueva, como resultado de esta gestión se obtuvo la Nómina Municipal de proyectos construidos en el período 2005-2014, integrada por un total de 43 proyectos privados.

- Reunión de trabajo con el Cuerpo Técnico Profesional de la Mancomunidad Gran Ciudad de Sur integrado por los ingenieros Thomas Henry -Gerente-, Juan Carlos Garrido y Obdulio Cotuc -Asistentes de Gerencia-, realizada el 16/02/2015 en la sede de MANSUR, para presentar el proyecto y manifestar la necesidad de apoyo -datos e información-, quienes manifestaron su interés en los resultados a obtener en el proyecto.

- Se estableció comunicación y se solicitó apoyo al Lic. Sergio Irungaray, Gerente del FHA, a efecto de facilitar la lista de proyectos habitacionales privados construidos en los municipios en estudio, como resultado de esta gestión, fueron entregadas las Memorias de Labores del FHA del período 2005-2014 (10 Memorias de Labores del FHA).

- Entrega de una solicitud de información a la Unidad de Información Pública Municipal de la municipalidad de Villa Nueva. El resultado de esta gestión fue una base de datos de proyectos habitacionales depurada a ser entregada el 25/03/2015 por la municipalidad de Villa Nueva (se identificaron deficiencias e incoherencias en la 1ª Base de Datos entregada).

- Participación en la reunión de trabajo con el personal de la División de Planeamiento Urbano y Ordenamiento Territorial de AMSA, el 04/02/2015. Para informar del inicio del proyecto, además, para coordinar los apoyos ofrecidos, entre estos los relacionados con las visitas y recorridos de campo.

- Se visitó y sostuvo reunión el 8/04/2015 con la Licda. Ninnette Monzón, Directora del Depto. de Catastro de la municipalidad de Villa Nueva, con el objeto de solicitar apoyo

municipal para que la Unidad de Mantenimiento Cartográfico de Villa Nueva, localice por medio de Sistemas de Información Geográfico / SIG, los 55 polígonos de los proyectos habitacionales privados identificados, quien indico que dicho trabajo debe solicitarse con una nota dirigida al Sr. Alcalde Ing. Edwin Escobar, solicitando lo antes citado, en los tipos de archivo siguientes: JPG, PDF o SHAPE FILE.

- Se visitó la Escuela de Ciencias Comerciales América/ECCA y contacto a la Profa. Suly Mariela Monterroso, catedrática del curso de Seminario de la Escuela de Ciencias Comerciales América, a quien se le presento la propuesta de que el tema de seminario de los graduandos 2015 se vincule con el proyecto de DIGI-CEUR. A pesar de las reuniones sostenidas, del proyecto formulado y presentado, no se obtuvo el apoyo y participación de este establecimiento educativo nacional.

- Reunión de trabajo realizada el 16/03/2015, con 14 de los 18 estudiantes de la Facultad de Arquitectura de la USAC del programa Ejercicio Profesional Supervisado del Área Metropolitana de la ciudad de Guatemala, el Arq. Jorge Gonzales Peñate, Coordinador de dicho programa, el Ing. Agrónomo Julio Simón Cana / Proyecto DIGI - CEUR, Ing. Civil Ronald Mynor Peláez Sánchez / DIGI - CEUR, Arq. Luis Fernando Olayo Ortiz / DIGI - CEUR y Julio José Ochoa Reyes (Prácticas Finales, de la Escuela de Ing. Civil de FI-USAC). Reunión orientada a informar de las investigaciones que CEUR y DIGI están ejecutando en el año 2015, con la finalidad de obtener el apoyo de algun(os) epesista(s) en los proyectos en ejecución en CEUR y DIGI, ejecutando tareas de investigación especializadas a considerar e incluir en sus respectivos informes de EPS-AMG 2015, aunque hubieron manifestaron de interés, no se concretó ningún tipo de apoyo.

- Visita y reunión el 20/4/2015 en la Dirección Departamental de Educación Guatemala Sur, con la Licda. Mirian Lizeth Gil Reynosa, Subdirectora Técnica Pedagógica, para consultar acerca de la iniciativa de asesorar el trabajo de seminario de un establecimiento educativo público de Villa Canales. La iniciativa fue referida a la Dirección Deptal. Guatemala Oriente.

- Visita y reunión el 21/4/2015 en la Dirección Departamental de Educación Guatemala Oriente, con la Licda. María Elena Salazar, Coordinadora de Seminarios Municipales Para consultarle acerca de la iniciativa de asesorar el trabajo de Seminario de un establecimiento educativo privado de Villa Canales, proporciono el nombre y el contacto de 4 establecimientos educativos. Liceo del Monte, Colegio de Informática Avanzada COMPUCEIC, Colegio Integral Canaleño, Juan José Arévalo, Colegio Benedictino. Después de las consultas realizadas, ningún establecimiento manifestó interés.

- Se solicitó la Nómina Actualizada de Lugares Poblados del municipio de Villa Canales el 11/5/2015, al Lic. Rubén Darío Narciso, Gerente del INE, el resultado de esta gestión fue el envío de una nómina de población por municipio del año 2014 y de una nómina que indica el número de aldeas y caseríos de los municipios de Villa Canales y Villa Nueva, según nota fechada 4/6/2015, información que no correspondía a lo requerido, resultando no aprovechable.

- Se atendió la reunión realizada 24/06/2015 y convocada por las Arqtas. Magnolia Figueroa y Julieta Mariangeles de la Concepción Lanzas Zapata de Bolaños, Directora de la Dirección Municipal de Planificación y Juan Alberto Estrada, Director de la Dirección de Seguridad Integral (DSI) de Villa Nueva, donde se presentó el proyecto DIGI-CEUR, el resultado de esta fue un Mapa a color de los Centros Urbanos Poblados construidos en el municipio de Villa Nueva por la Iniciativa Privada en el período 2005-2014, a Escala 1:15,000, de fecha Junio 2015, preparado con Sistemas de Información Geográfico / SIG por el Departamento de Cartografía de la Dirección de Catastro y Administración del IUSI de la municipalidad de Villa Nueva, en un Formato ICAITI A-1 (59.4 cm.x 84.1 cm.), elaborado a partir de la información proporcionada por el equipo de investigación DIGI-CEUR 2015.

- Se gestionó ante la Unidad de EPS de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la USAC, la necesidad de contar con estudiantes de Practicas Finales, para apoyar y colaborar en el proyecto DIGI-CEUR. Como resultado de la gestiones realizadas, tres estudiantes manifestaron su interés en realizar sus prácticas finales en CEUR, siendo

ellos: Julio José Ochoa Reyes (febrero a junio 2015), Byron Leonel Barreda Herrera y Elder Rodolfo Román (agosto a noviembre 2015).

- En octubre 2015, nuevamente fueron enviadas las mismas solicitudes de información al Instituto Nacional de Estadística y al Instituto Geográfico Nacional -la nómina de lugares poblados de los municipios objeto de estudio, actualizada al año 2014 o 2015-, las cuales hasta el 25/11/2015, no habían sido enviadas.