



**ESTUDIO DE CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS ORDINARIOS DE TIPO DOMICILIAR Y COMERCIAL DEL DISTRITO
QUESADA, SAN CARLOS**

INFORME

Elaborado por:

Mirna Sabillón, Departamento de Gestión Ambiental

Paola Umaña, Departamento de Gestión Ambiental

Susana Chacón, Universidad Nacional

Con la Asesoría Técnica de:

Programa CYMA-GTZ

CEGESTI

Octubre, 2010



ÍNDICE GENERAL

1. OBJETIVOS.....	5
Específicos.....	5
2. JUSTIFICACIÓN.....	5
3. ALCANCE	6
4. METODOLOGÍA	6
4.1 Recopilación de la información básica.....	6
4.2 Selección de la alternativa aplicada para la realización del muestreo y determinación de la generación y composición de los residuos.....	13
4.3 Determinación de la Zonificación para el muestreo	14
4.4 Determinación del número de muestras	19
4.5 Planificación del muestreo y toma de las muestras.....	21
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
6. CONCLUSIONES	36
7. RECOMENDACIONES.....	37

Índice de tablas

Tabla 1. Información básica del distrito referente a la superficie, división administrativa, población, número de viviendas y comercios.	7
Tabla 2. Abordaje de las responsabilidades de los departamentos municipales de gestión ambiental y servicios públicos.	9
Tabla 3. Alternativas de trabajo para la ejecución del estudio de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios.....	13
Tabla 4. Rango utilizado para la clasificación de las localidades del distrito por estratos.....	15
Tabla 5. Estratificación del área del distrito a partir del uso de zonas homogéneas y base de datos del departamento de catastro.....	17
Tabla 6. Número de viviendas a muestrear por estrato.	20
Tabla 7. Número de viviendas a muestrear por estrato.	20
Tabla 8. Clasificación de residuos según generación primaria o secundaria.....	26

Índice de Figuras

Figura 1. Demostración de ruta sector 1, recorrida los días lunes y jueves.	11
Figura 2. Imagen ilustrativa de la zonificación realizada para el distrito Quesada. 16	
Figura 3. Imagen de mapa, donde es posible visualizar las casas y comercios de un determinado estrato.	18
Figura 4. Imagen de zona de mapa, donde es posible visualizar dos estratos diferentes (uno bordeado por un color rosado, el otro bordeado con color verde). 19	
Figura 6. Croquis de ubicación de viviendas a encuestar en el sector: Barrio San Antonio.	23
Figura 7. Adhesivo utilizado para identificar los hogares encuestados.	24
Figura 8. Ejemplificación del método de cuarteo.	25
Figura 9. Generación per cápita para el distrito de Quesada total y según el estrato socioeconómico.	29
Figura 10. Composición de los residuos sólidos domiciliarios para el distrito de Quesada.	31
Figura 11. Composición de los residuos sólidos comerciales para el distrito de Quesada.	32
Figura 12. Composición de los residuos sólidos domiciliarios del estrato alto para el distrito de Quesada.	33
Figura 13. Composición de los residuos sólidos domiciliarios del estrato medio para el distrito de Quesada.	34
Figura 14. Composición de los residuos sólidos domiciliarios del estrato bajo para el distrito de Quesada.	34
Figura 15. Comparación de la producción de residuos sólidos domiciliarios en los diferentes estratos según el tipo de material.	35
Figura 16. Densidad de los residuos sólidos para el estrato alto, medio, bajo y la zona comercial de Ciudad Quesada.	36

El presente documento corresponde al informe final del Estudio de Caracterización y Cuantificación de los Residuos Sólidos Ordinarios domiciliarios y comerciales del distrito Quesada, ubicado en el cantón de San Carlos, el cual responde las actividades prioritarias incluidas dentro del Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PMGIRS-SC).

Con el objeto de continuar con el desarrollo de una gestión integral de los residuos sólidos en el cantón de San Carlos, el Departamento de Gestión Ambiental municipal realizó el presente estudio como parte importante de la implementación del Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos de San Carlos (PMGIRS-SC). El desarrollo del Estudio de Caracterización y Cuantificación conlleva al cumplimiento de una de las metas estipuladas en el área estratégica de gestión y administración municipal de los residuos sólidos del PMGIRS-SC, así mismo contribuye con el fortalecimiento de las capacidades de gestión técnicas y administrativas de la municipalidad.

Considerando la problemática nacional y local entorno al manejo de los residuos sólidos, y la necesidad de mejorar dicha situación, se realiza este estudio. Es necesario tener datos veraces y actuales respecto a generación y composición de residuos sólidos en el distrito, para realizar una mejor planificación de acciones y estrategias que permita alcanzar una gestión integral de los residuos sólidos generados en el distrito y en el cantón.

1. OBJETIVOS

General

Generar datos veraces y confiables respecto a la producción y manejo de residuos sólidos domiciliarios y comerciales en el área de Ciudad Quesada, que permitan la planificación de estrategias y proyectos de tratamiento que beneficien la salud y el ambiente del cantón de San Carlos.

Específicos

- Determinar la cantidad y la composición de los residuos dependiendo de su procedencia (zonificación: zona rural, urbana y comercial; estratos socioeconómicos).
- Determinar la densidad de los residuos y los diferentes materiales antes de la compactación.
- Proponer recomendaciones para proyectos de valorización y reciclaje con separación en la fuente.

2. JUSTIFICACIÓN

Es fundamental desarrollar este proyecto, debido a que actualmente el departamento ambiental y de servicios públicos no poseen una base de datos que permita realizar una planificación y monitoreo adecuado de la GIRS que se realiza en el cantón de San Carlos. El estudio representa una parte muy significativa del PMGIRS, y de las acciones que se están realizando para llegar a desarrollar una gestión integral de los residuos sólidos municipales, por lo que es preciso realizar un estudio de este tipo, pues se verificó que no existen datos precisos y documentados a nivel municipal para esta región, sobre generación y composición de residuos sólidos.

3. ALCANCE

El estudio de caracterización se realizó en el distrito Quesada, considerando únicamente los sectores del distrito que reciben recolección municipal y que por lo tanto se encuentran dentro de la ruta de recolección de desechos registrada en los mapas del sistema de información geográfica del departamento de catastro y censos de la municipalidad. La caracterización de los residuos sólidos se realizó sobre un número considerable de puntos de muestreo distribuidos en los sectores contemplados, abarcando una superficie de muestreo de 17,76 km².

4. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo del estudio fue propuesta por la plataforma CYMA-CEGESTI, y aplicada por el departamento de Gestión Ambiental de la Municipalidad de San Carlos, con la asesoría CEGESTI y el apoyo en la etapa de planificación, de los actores sociales del distrito que conforman la Comisión Presol San Carlos. Dicha metodología se presenta mediante fases para una mejor comprensión.

4.1 Recopilación de la información básica.

Fue preciso recolectar datos correspondientes al distrito de Quesada, necesarios para la etapa de planificación y estructuración del estudio y útiles para delimitar el área de estudio, los sectores de muestreo y el tamaño de la muestra. Además se recopiló la información del sistema de gestión integral de residuos sólidos (SGIRS) de la municipalidad para conocer el sistema de gestión municipal de recolección de residuos sólidos, como es el caso de las rutas y períodos de recolección de los residuos.

En relación a la información básica sobre el área de estudio, está en su mayoría fue obtenida en el departamento de catastro, la misma se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1. Información básica del distrito referente a la superficie, división administrativa, población, número de viviendas y comercios.

INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE EL ÁREA DE ESTUDIO	
a. Superficie:	Área: 145,31 km ² **
b. División Administrativa de Quesada	
Distrito N° y coordenadas	01 del cantón de San Carlos Ciudad 10° 19`30" LAT.N. / 84°25`48" LONG.O*
Altitud	656 m.s.n.m*
c. Población del distrito	
Número de habitantes	43 070 hab**
Densidad poblacional	296,40 hab/ km ² **
Poblados (18)	
Abundancia / Cariblanco / Cedral Norte/ Cedral Sur / Colón/ Dulce Nombre / Lindavista / Palmas / Porvenir/ Quebrada Palo / Ronrón Abajo / Ronrón Arriba / San José de la Montaña / San Luis / San Rafaelito / San Vicente / Sucre/ Tesalia. *	
Barrios (21)	
Alto Cruz / Ángeles / Bajo Lourdes / Baltazar Quesada / Bellavista/ Carmen/ Cocique/ Corazón de Jesús/ Villareal /Unión/ Corobicí/ Santa Fe/ San Roque/ Don Victorino/ Gamonales/ Lutz/ Mercedes / Peje/ Rincón de Arce/ San Antonio/ San Gerardo. *	
d. Número de viviendas y comercios del distrito	
Número de viviendas	9818 ***
Promedio de habitantes por vivienda:	4 hab/ vivienda
Número de comercios	1945****
Tipos de comercios	
Establecimientos comerciales de todo tipo (tiendas (ropa, zapatos, artículos para el hogar, artículos de oficina), hoteles, restaurantes, salón de belleza, almacenes de electrodomésticos, videos, supermercados, panaderías, talleres, ventas de repuestos, venta de equipos de audio, centros de tatuado, entre otros).	

Fuentes: * IGN (Instituto Geográfico Nacional). 2001. División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica. 1^a ed. San José, Costa Rica. 44,45 p.

** Brenes, G. 2010. Análisis del cantón 10 San Carlos, provincia 02 Alajuela: Distribución en distritos por altura, área, población y densidad para el cantón de San Carlos.

*** Información Departamento de Catastro, Cobro de servicio de recolección de basura domiciliar.

**** Información obtenida según Cobro de servicio de recolección de basura comercial.

El número de viviendas y comercios del distrito se obtuvieron a partir del cobro de basuras comerciales y residenciales. Esto porque, aunque se consiguieron otras fuentes, los datos obtenidos tanto en patentes como en el análisis de cantón en relación al número de casas y comercios, eran menores a los referidos al cobro del servicio recolección que posee el departamento de catastro en su base de datos. Se justifica el uso de los datos provenientes del departamento de catastro, pues son más precisos y los funcionarios del departamento brindaron el apoyo para ubicar geográficamente las viviendas y los comercios, ubicación trascendental para efectos de la aplicación de la metodología.

a. Actores/responsabilidades:

En el gobierno local los actores que juegan un rol relevante en cuanto a la parte operativa del sistema de gestión municipal de residuos sólidos son los funcionarios de los departamentos de: ambiente y servicios públicos principalmente. El departamento ambiental porque tiene la responsabilidad de velar porque se realice una gestión adecuada de los residuos sólidos por parte del municipio, y la cual tenga un enfoque hacia la gestión integral de los mismos; y el departamento de servicios públicos porque tiene la tarea de ejecutar las acciones del sistema de gestión municipal de residuos de (recolección, transporte y disposición final de los residuos). En la tabla 2 se presenta la manera como se abordan las responsabilidades de los departamentos mencionados anteriormente.

Tabla 2. Abordaje de las responsabilidades de los departamentos municipales de gestión ambiental y servicios públicos.

Departamento Ambiental	
Dos funcionarias se encargan de dar asesoría, continuidad y apoyo a actividades relacionados con residuos sólidos. Así como también realiza sus propios proyectos en beneficio del ambiente, con un enfoque en el mejoramiento de las gestiones municipales en relación a temas como este.	
Departamento de Servicios Públicos	
Área Administrativa	Número de funcionarios
Oficinas centrales	Dos funcionarios
Oficina relleno sanitario	1 funcionario se encarga de registrar los datos de peso (al ingreso y salida) de los camiones tanto de recolección privada como de recolección municipal.
Recolección de residuos en hogares	Número de funcionarios
Choferes	Diariamente durante el día laboran 4 choferes para 4 camiones.
Recolectores	Diariamente durante el día laboran 8 personas en la recolección, 2 personas por camión.
Recolección de residuos en comercios	Número de funcionarios
Choferes	Diariamente durante la noche labora 1 persona, para un único camión que realiza la recolección.
Recolectores	Diariamente durante la noche laboran 2 personas en la recolección.
Actividades en relleno sanitario	Número de funcionarios
Mantenimiento	1 persona se encarga de las acciones de mantenimiento de las instalaciones del relleno, como por ejemplo la fumigación.
Excavadora	1 persona realiza trabajos con excavadora, en el sitio de la disposición de los residuos dentro del relleno.
Otras actividades:	
Barrido y aseo de vías	7 personas, contado en el jefe del área son responsables del barrido y aseo de vías en el

	distrito Quesada.
Mantenimiento de vehículos de recolección	El Jefe del área y 3 mecánico son responsables del mantenimiento de los vehículos de la municipalidad.
Monitoreo del relleno sanitario	El jefe de dicho sitio es el responsable de las acciones de monitoreo.

Fuente: Departamento de Servicios Públicos. 2010. Municipalidad de San Carlos.

En la tabla 2 se presentan el número de funcionarios con los que cuenta el departamento de servicios públicos para realizar las acciones referentes a la recolección y transporte de los residuos hacia el relleno sanitario, así como también para que se realicen las acciones de mantenimiento y monitoreo del relleno, y otras actividades que son importantes para el adecuado funcionamiento del sistema de gestión municipal de residuos sólidos.

b. Método, rutas y períodos de recolección

Las rutas de basura, como son llamadas para efectos del servicio de recolección de desechos sólidos, fueron establecidas por sectores o barrios en el distrito. Cada semana la recolección de los residuos sólidos domiciliarios se realiza lunes y jueves para un sector del distrito y martes y viernes para el otro sector, el día miércoles no hay recolección en hogares. Con respecto a la recolección en comercios del casco urbano se utiliza la misma ruta en horario nocturno, todos los días de lunes a sábado. Diariamente la recolección en los sectores y rutas establecidas para los domicilios es realizada por 4 camiones de manera simultánea, cada uno por diferente sector, mientras que la ruta comercial es realizada por un sólo camión. Los períodos o tiempos de recolección son variables durante la semana, pues dependen de la disponibilidad de la totalidad de camiones que trabajen los recorridos de los diferentes sectores cada día. No obstante cabe resaltar que dentro de los tiempos de recolección los recolectores disponen de 30 minutos de descanso en la mañana, 30 minutos en la tarde y de 1

hora para el almuerzo. También se debe contemplar 1 hora y 30 minutos que se requiere para la descarga y el lavado del camión.

Para efectos del estudio se contó con información de los sectores que cubría cada ruta por día y con mapas que representaban la información, similares al que se muestra a continuación.

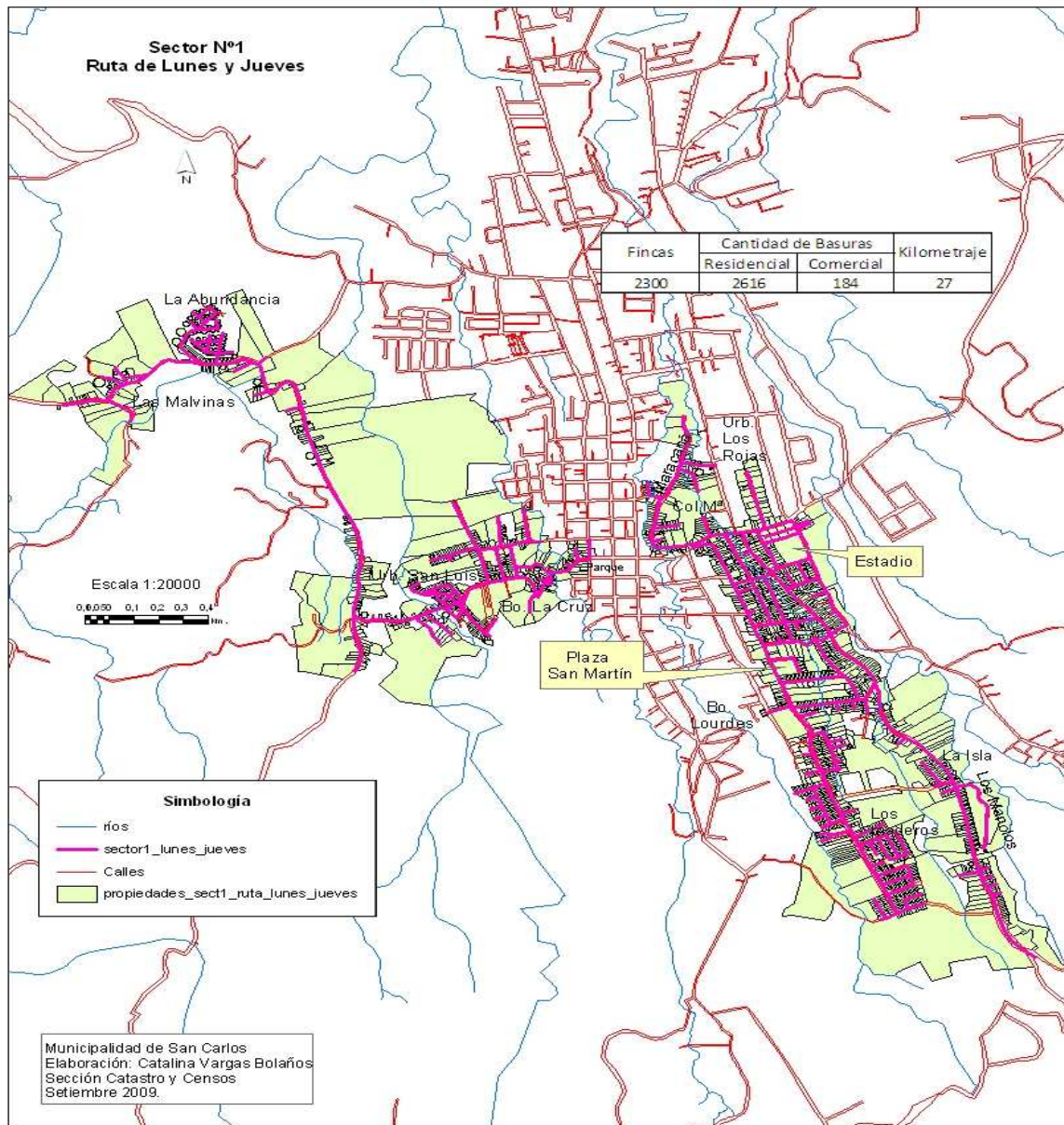


Figura 1. Demostración de ruta sector 1, recorrida los días lunes y jueves.
Carlos. Fuente: Departamento de Servicios Públicos, 2010.

c. Recolección de residuos domiciliarios y comercios

La disposición domiciliar de los residuos para su recolección es variable, en algunos sitios usualmente se ponen las bolsas de basura en la acera o en contenedores pequeños frente a los hogares o establecimientos y en otros casos son llevadas a un punto específico para su recolección cerca de una vía principal. El momento de disposición igualmente es variable, pues hay viviendas en las que sacan los desechos varios días antes de la recolección y otras en que lo hacen en el momento en el que el camión pasa por las viviendas. En relación a los comercios, en el caso del distrito Quesada los locales comerciales dentro del casco urbano, al haber servicio de recolección todos los días los residuos se sacan a la acera diariamente al terminar la jornada laboral para que estos sean recolectados, dispuestos en bolsas plásticas o en cajas de cartón. Aquellos comercios que no se ubican dentro del casco urbano disponen de igual manera de sus residuos, pero estos sacan los residuos para su recolección los días en los que se recolecta la basura en dicho sector.

d. Datos de pesaje

El departamento de servicios públicos no cuenta una base de datos sobre pesaje, que indique cuanta es la cantidad total mensual o anual de residuos que ingresan al vertedero para su disposición, provenientes del distrito Quesada. Existen datos de pesaje de camiones, tanto municipales como privados, que ingresan al vertedero municipal, sin embargo estas mediciones no han sido tomadas de manera constante, ni en un período significativo de tiempo como para considerarlos para fines estadísticos.

e. Actividades de reciclaje informal (“buzos”) o formales (p.e.j. centros de acopio)

En el distrito, ni en el cantón, se cuenta con un centro de acopio ni con una ruta municipal de recolección separada de residuos reciclables. Es por esto que gran

cantidad de residuos valorizables son transportados al vertedero municipal lo que atrae a buzos o pepenadores que se dedican como fuente de ingresos económicos a la separación y el acopio informal de materiales reciclables. Existen iniciativas de valorización de los materiales reciclables en el distrito Quesada, mensualmente se realizan campañas de recolección de residuos sólidos y algunas organizaciones privadas están comercializando estos materiales reciclables y los reciben en sus instalaciones.

f. Recolección separada

En el distrito no se realiza este tipo de recolección. A pesar de que hay personas que se encuentran separando sus residuos, para llevarlos voluntariamente a las campañas de reciclaje que se realizan ocasionalmente en el distrito.

4.2 Selección de la alternativa aplicada para la realización del muestreo y determinación de la generación y composición de los residuos

Para efectos de este estudio se contaba con tres alternativas, con el fin de que se analizara cada uno y se determinara cual era la opción más viable de realizar, considerando la disponibilidad de recursos humanos y económicos con que contaba el departamento ambiental para ejecutarla.

Tabla 3. Alternativas de trabajo para la ejecución del estudio de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios.

ALTERNATIVAS:
<u>Alternativa 1.</u> Toma de muestras casa a casa, por medio de recolección de los residuos desde las bolsas puestas en la calle, antes del camión regular de recolección.
<u>Alternativa 2</u> .Toma de muestras desde camiones de recolección, en el sitio de disposición
<u>Alternativa 3.</u> Toma de muestras casa a casa por medio de recolección en bolsas plásticas previamente repartidas en las casas

Fuente: Plan Piloto: Metodología para Estudio de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios, 2010.

Se eligió la alternativa 1, con análisis según procedencia o estratificación (zona rural, urbana y comercial; estratos socioeconómicos), considerando que Quesada es un distrito extenso en superficie y muy poblado, dicha alternativa fue la más factible de realizar en vista de que el departamento contaba con los recursos necesarios para ejecutarla.

4.3 Determinación de la Zonificación para el muestreo

Se resolvió realizar una zonificación del área de estudio para efectos de obtener más información y poder realizar una buena planificación y organización del trabajo de campo.

Durante la etapa de planificación se definió la Municipalidad de San Carlos como una municipalidad de mediana a grande y para la zonificación del área de estudio se utilizó la metodología establecida para las municipalidades de esta dimensión, la cual clasifica las zonas de la siguiente manera:

- ***Zona urbana-residencial (estrato 1): viviendas de ingreso alto***
- ***Zona urbana-residencial (estrato 2): viviendas de ingreso medio***
- ***Zona urbana-residencial (estrato 3): viviendas de ingreso bajo***
- ***Zona rural***
- ***Zona mixta (comercial-residencial)***

En vista de que no se pudieron obtener datos socioeconómicos veraces que permitieran dicha zonificación por estratos, se utilizó el valor de las tierras registradas en el catastro municipal para la estratificación del distrito. Se consideraron los datos que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Rango utilizado para la clasificación de las localidades del distrito por estratos.

Aplicable únicamente para las zonas urbanas	
Estrato	Valor de las tierras por m²
Estrato 1	Mayor a 45000 colones el m ²
Estrato 2	30000 - 45000 colones el m ²
Estrato 3	25000 colones el m ²
Zona rural	
Las localidades incluidas en esta zona fueron consideradas como tales por la lejanía de esta con respecto al casco urbano o centro de Ciudad Quesada, y que su vez presentan poco crecimiento urbano.	
Zona Mixta	
Dentro de esta zona se comprende el área que es considerada por el departamento de catastro como casco urbano en el cual hay tanto comercios como viviendas.	

Elaborado por: Salas. C y Chacón. S, 2010. Departamento Municipal de Catastro.

Fuente: Base de datos, departamento Municipal de Catastro.

No obstante se presenta de forma detallada los pasos a seguir para realizar la estratificación con base en los rangos de estratificación que se presentan en la tabla 6:

- 1) Se delimitó la zona de estudio, contemplando únicamente la superficie y los sectores del distrito en donde se brinda el servicio de recolección municipal, obteniendo como resultado que de 145, 31 km² de superficie total del distrito, solamente se contemplaron para el estudio 17, 76 km².
- 2) Para la definición del valor de las tierras se consultó el documento del proyecto de zonas homogéneas del cantón de San Carlos (2008) elaborado por la empresa ROCHE CONSULTING GROUP LTD con la colaboración de los funcionarios de la Municipalidad, y fiscalizados por el Órgano de

Normalización Técnica (O.N.T.) de la Dirección General de Tributación. En dicho documento se presenta el valor de terrenos por Zonas Homogéneas. Sin embargo para poder puntualizar más los datos se hizo también uso de la plataforma SIG del departamento de catastro.

- 3) Una vez que se contó con datos sobre el valor de las tierras se definieron los rangos para la estratificación presentados en la tabla 6, y posteriormente se puntualizaron los lugares de los sectores que correspondían a cada estrato, como se muestra en la siguiente figura.

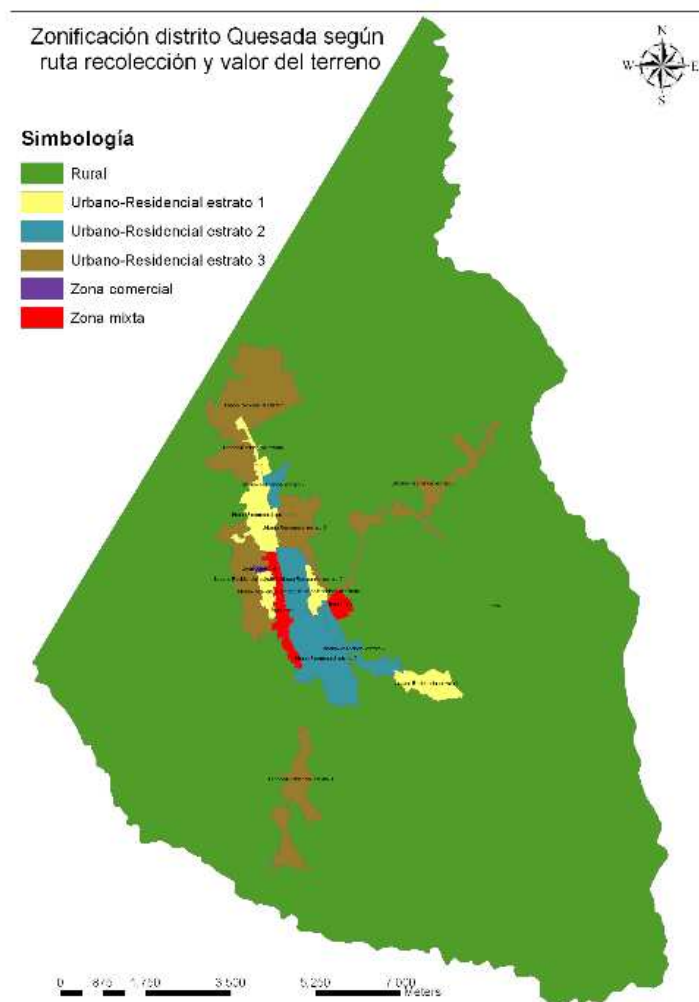


Figura 2. Imagen ilustrativa de la zonificación realizada para el distrito Quesada.
Fuente: Salas. C. 2010. Departamento Municipal de Catastro.

- 4) En este paso se tomó el mapa catastral del distrito Quesada, se desplegó la ruta de recolección de basura y se fragmentó en las áreas de trabajo (zonas o estratos), contemplando también la unificación de zonas homogéneas. En la siguiente tabla se muestra el área en m² que abarca cada estrato o zona contemplado para el estudio.

Tabla 5. Estratificación del área del distrito a partir del uso de zonas homogéneas y base de datos del departamento de catastro.

ZONA HOMOGÉNEA	ZONIFICACIÓN	AREA (m ²)
210-01-U02	Zona mixta	578 588.02
210-01-U03	Urbano-Residencial estrato 2	699 371.33
210-01-R05/U05	Urbano-Residencial estrato 2	1,664 655.03
210-01-U14	Zona mixta	219 480.60
210-01-U04	Urbano-Residencial estrato 1	240 568.16
210-01-R08/U08	Urbano-Residencial estrato 3	1, 253 659.73
210-01-U20	Urbano-Residencial estrato 1	831 308.37
210-01-U24	Urbano-Residencial estrato 1	188 208.45
210-01-U13	Urbano-Residencial estrato 3	956 009.42
210-01-U22	Urbano-Residencial estrato 3	2,837 230.54
210-01-U25	Urbano-Residencial estrato 2	240 679.80
210-01-U16	Urbano-Residencial estrato 1	589 731.40
210-01-U19	Urbano-Residencial estrato 3	1,128 518.52
210-01-U10	Zona comercial	33 339.27
210-01-U09	Urbano-Residencial estrato 1	253 639.32

210-01-R27/U27	Urbano-Residencial estrato 3	1,106 097.43
210-01-U15	Urbano-Residencial estrato 2	537 282.06
210-01-R17/U17	Rural	283 658.69
210-01-R17/U17	Rural	2,189 484.37
210-01-R17/U17	Rural	255 105.86
210-01-R17/U17	Rural	885 122.93
210-01-R17/U17	Rural	703 902.11
210-01-R17/U17	Rural	85 808.59
Total metros		17,761 450.00

Fuente: Salas. C. 2010. Departamento Municipal de Catastro.

- 5) Una vez fragmentado el mapa catastral por áreas de trabajo, se ligo al mismo la información relacionada al cobro de residuos (comerciales y residenciales), como resultado se obtuvieron 5 mapas o zonas (ver anexo 1), mediante las cuales se pudo visualizar en la realidad la ubicación de cada vivienda y comercio a muestrear.



Figura 3. Imagen de mapa, donde es posible visualizar las casas y comercios de un determinado estrato.

- 6) Trabajo en los mapas impresos la delimitación de los estratos (marcar los límites con colores para su diferenciación, en vista de que los mapas se debieron imprimir a blanco y negro).



Figura 4. Imagen de zona de mapa, donde es posible visualizar dos estratos diferentes (uno bordeado por un color rosado, el otro bordeado con color verde).

4.4 Determinación del número de muestras

Se definió una única muestra (n), a partir de la cual se determinó el porcentaje de esta (n) correspondiente a cada sector (domiciliar y comercial) (ver anexo 2). Dicha muestra se determinó considerando una desviación estándar de 1.96 con una confianza del 95% y distribución normal, una varianza de 0.2 kg/hab/día que según CEPIS puede ser considerada cuando no se conoce la de la población de estudio y un error permisible de (50 gr/hab/día) que equivale a 0.05 kg/hab/día que es lo recomendable.

Una vez definido el número de muestra, se realizó un ajuste por no respuesta del 10%, ya que según la Encuesta de Hogares del INEC en nuestro país existe un no respuesta de aproximadamente 10%, obteniendo como resultado el valor final de la muestra (n):

Es necesario muestrear 276 casas y 57 comercios.

Contemplando un número de casas igual a **9818** y un número de comercios igual a **1945**.

Las 276 viviendas a muestrear, fueron distribuidas mediante cálculos estadísticos (ver anexo 3) en los diferentes estratos, de la siguiente manera:

Tabla 6. Número de viviendas a muestrear por estrato.

Estrato	Número de casas a muestrear
Estrato 1	28
Estrato 2	102
Estrato 3	119
Zona Mixta	16
Zona Rural:	11

Fuente: elaboración propia con base en cálculos estadísticos.2010.

Con respecto a los 57 comercios, estos se distribuyeron también por estratos mediante cálculos estadísticos (ver anexo 3), de la siguiente manera:

Tabla 7. Número de viviendas a muestrear por estrato.

Estrato	Número de casas a muestrear
Estrato 1	7
Estrato 2	10
Estrato 3	7

Zona Mixta	31
Zona Rural:	2

Para desarrollar una mejor planificación y ejecución de la metodología, se decidió muestrear los 57 comercios en el casco urbano (zona mixta), donde la recolección de los comercios se realiza todos los días, repitiendo la misma ruta. Esto permitió la recolección de la muestra de la zona comercial en un único momento, la noche del martes de la semana de estudio y su análisis el día miércoles, día en que no se realiza recolección municipal domiciliar y por lo tanto no se recolectaron muestras ese día. De esta manera se agilizó el proceso de muestreo y se mantuvo mayor orden en la recolección de las muestras.

4.5 Planificación del muestreo y toma de las muestras

Como ya se mencionado en otras fases, para la planificación del muestreo y la toma de muestras, únicamente se contemplarán las viviendas y establecimientos comerciales del distrito Quesada que reciben recolección municipal.

Conforme lo sugería la metodología, para la elección de las viviendas a muestrear, se utilizó el siguiente modo sistemático:

Se tomó el número total de viviendas del estrato (para cada estrato) y se dividió entre el número total de viviendas a *muestrear* en ese estrato (ver anexo 3). El número obtenido correspondía al número de espacios que debía haber entre vivienda y vivienda seleccionada. Por ejemplo: En el estrato alto hay 960 viviendas y la muestra dio que se muestrean 28 viviendas, entonces $960/28 = 34$, por lo tanto se elige al azar la primera casa y a partir de esta se cuentan 34 casas para tomar el segundo sitio de muestro, y así sucesivamente como se muestra en la siguiente figura. El mismo método fue utilizado para ubicar los comercios en los mapas.

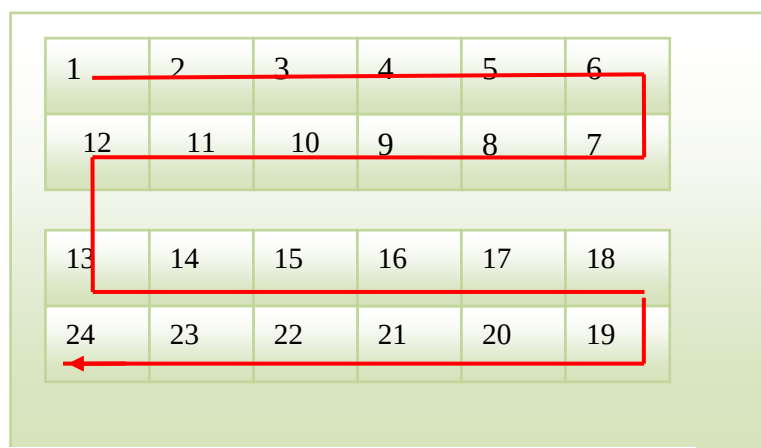


Figura 5. Ejemplo de selección aleatoria de sitios de muestreo.

Fuente: Programa CYMA – Cegesti. 2010. Plan Piloto: Metodología para Estudio de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios.

Con los mapas elaborados para la zonificación y con los sitios de muestreo ubicados en los mismos se procedió a realizar recorridos de reconocimiento con el fin ubicar en el campo las casas y comercios seleccionados en los mapas, no obstante se requería de mucho tiempo, por lo que se realizaron recorridos únicamente durante una semana y posteriormente se recurrió a otra estrategia de ubicación de viviendas, que consistió en efectuar cortes de los diferentes mapas que tenían plasmadas las zonas de estudio, para obtener una especie de croquis de ubicación (ver fig.6) con el cual cada encuestador pudiera localizar las casas contempladas para el estudio en el momento de aplicación de dicho instrumento.

Dentro de esta fase se efectuó la aplicación del instrumento de encuesta (ver anexos 4) e identificación de los hogares y comercios seleccionados. Las encuestas y el reconocimiento se efectuaron con apoyo de la Universidad Técnica Nacional (UTN) sede San Carlos, la cual facilitó 4 estudiantes de la carrera de Gestión Ambiental, además se obtuvo apoyo interno de un funcionario municipal de la unidad de inspectores y una funcionaria del departamento de servicios públicos. La aplicación de las encuestas tardó aproximadamente 3 semanas,

durante los días de aplicación de encuestas cada encuestador realizaba las siguientes acciones:

1. Ubicar la casa conforme el croquis de dicho sector. Un ejemplo del croquis es presentado en la siguiente ilustración.



Figura 6. Croquis de ubicación de viviendas a encuestar en el sector: Barrio San Antonio

2. Una vez ubicada la vivienda, cada encuestador debía presentar el “Estudio de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios”, a las personas e indagar sobre el disposición de la familia para participar activamente en el mismo. Para efectos de dejar una mayor claridad o confiabilidad sobre el estudio se entregó en cada vivienda un volante que contenía información general sobre el estudio.
3. Aplicación del instrumento de encuesta en cada una de las viviendas seleccionadas.
4. Luego de aplicado el instrumento, el encuestador debía solicitar el permiso al encuestado para colocar un adhesivo (que contenía un código según estrato) en un sitio visible de la casa, que permitiera reconocer la vivienda como parte del estudio. En la siguiente ilustración se presenta la adhesivo utilizado.



Figura 7. Adhesivo utilizado para identificar los hogares encuestados.

Toma de muestras

Sector viviendas

La recolección de muestras siguió las rutas de recolección municipal establecidas, durante la semana de muestreo se tomó cada día un recorrido distinto y siguiendo un camión diferente, guiados por un funcionario de recolección municipal. Se tomaron las muestras puerta por puerta en las casas seleccionadas en un camión contratado (no compactador) en cada uno de los sectores del distrito considerados en el estudio. Por cada vivienda seleccionada se tomó como muestra la totalidad de bolsas sacadas en un día, se pesaron estas y se les colocó una etiqueta con el código de la casa (en el cual se contemplaba el estrato), el peso de la muestra y la fecha y hora de recolección, luego se depositaban en el camión recolector. Los datos de la etiqueta se anotaron en hojas de registro diarias. Posterior a la recolección se continuó el proceso trasladando los residuos al relleno sanitario, sitio en cual se realizó la caracterización de los residuos recolectados (Ver anexo 5).

Los residuos de cada día de muestreo se manipularon por separado para cada estrato, esto para la determinación de la composición de los residuos y de la densidad. Para dicha determinación se realizó el siguiente proceso para cada estrato (estrato alto, medio y bajo):

1. Se rompieron todas las bolsas vertiendo los residuos sobre una superficie plana cubierta con plástico y protegida con toldos para impedir que los residuos se contaminaran con otro material o que se mojaran
2. Los residuos más voluminosos se partieron para dejarlos en un tamaño manipulable de más o menos 15 cm.
3. Posteriormente se revolvió con palas los residuos para homogenizar la muestra.
4. Una vez homogenizada la muestra se utilizó el método de cuarteo (Programa CYMA – Cegesti, 2010) que consiste en dividir la muestra en cuatro partes iguales y luego escoger las partes opuestas para la determinación de composición de residuos y las porciones restantes para la determinación de la densidad. No obstante, si una vez que se elegían las porciones para determinar la composición estos formaban una muestra aún muy grande (mayor a 50 kg de residuos aproximadamente), se procedía a mezclarlas y a realizar un segundo cuarteo con el fin de formar una muestra más pequeña (ver fig. 8). Esto último solamente si se consideraba necesario, sino se realizaba un único cuarteo.

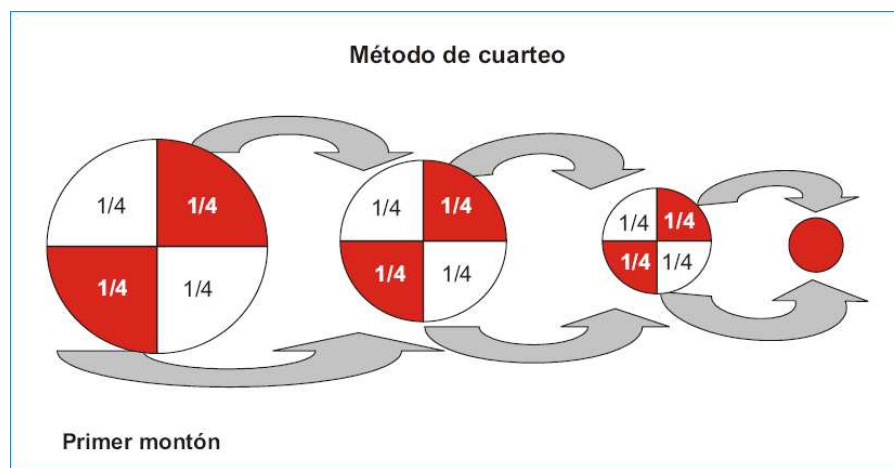


Figura 8. Ejemplificación del método de cuarteo

Fuente: Programa CYMA – Cegesti. 2010. Plan Piloto: Metodología para Estudio de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios.

La composición de residuos se determinó separando los mismos según las categorías que se muestran en la Tabla 9. Se colocó cada tipo de residuos en bolsas etiquetadas, una vez concluida la clasificación se pesaron las bolsas con los diferentes componentes en una báscula de piso y se tomó nota de los valores obtenidos en hojas de registro.

Se calculó el porcentaje para cada componente, dividiendo el peso de la bolsa de cada material entre el peso total de todos los materiales clasificados en cada estrato durante un día y multiplicándolo por 100.

Tabla 8. Clasificación de residuos según generación primaria o secundaria.

Tipo de material	Descripción
Biodegradable	Material orgánico de residuos de comida, frutas, jardín, podas, etc.
Papel/cartón	Cartón (recomendado), papel oficina, papel periódico, otros.
Plásticos	PET (recomendado), PP (recomendado), otros.
Vidrio	Vidrio envases, vidrio plano
Metales	Fierro, no-fierro, otros
Madera	Contaminada, no - contaminada
Textiles, cuero y hule	No definida
Aluminio	Latas de bebidas
Tetrabrik	Cajas de lácteos o jugos
Residuos peligrosos	Baterías, medicamentos, productos químicos y de limpieza.
Residuos eléctricos y electrónicos	No definida
Otros y no definibles	Otros orgánicos, otros no-orgánicos, polilaminados (tetras), material fino, residuos sanitarios (papel higiénico, panales y similares), inertes y escombros, residuos voluminosos.

Fuente: Programa CYMA – Cegesti. 2010. Plan Piloto: Metodología para Estudio de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios.

Para determinar la densidad de los residuos sólidos, se utilizó un estañon de volumen y peso conocido donde se vertieron las porciones de residuos restantes del cuarteo hasta llenarlo, sin hacer presión y moviendo el estañon de tal manera que se llenen los espacios vacíos en dicho recipiente. Una vez que se tenía el recipiente

lleno, se pesaba nuevamente el mismo con una balanza de pie. A partir de los pesos del estañon (vacío y lleno) y el volumen del recipiente se determinó la densidad de los residuos utilizando las formulas correspondientes.

Sector comercio

Una vez identificado, encuestado y obtenido el compromiso de cada comercio seleccionado para apoyar el estudio, se procedió a realizar la recolección de muestras el día miércoles, día en cual no hay recolección en viviendas, la misma se inició antes de que el camión regular de la municipalidad iniciará la recolección del día (7: 00 p.m y hasta las 9:00 p.m) siguiendo la misma ruta nocturna de recolección municipal. Cabe destacar que por comercio seleccionado solamente se tomó la muestra de un día. Al igual que en la recolección de viviendas las muestras de los comercios se pesaron durante la ruta. Tomando nota también de los datos que se registraban en la etiqueta que se le colocaba a las bolsas con residuos, mediante hojas de registro diarias. Posterior a la recolección se continuó el proceso trasladando los residuos a la zona adaptada para la caracterización. No obstante, para la determinación de la composición física y densidad de los residuos sólidos comerciales se siguió al día siguiente el mismo proceso que en el sector vivienda con la diferencia de que se manipuló una única muestra.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el estudio se muestrearon un total de 186 viviendas y 41 comercios donde respectivamente se recolectaron 1210, 30 kg y 208,29 kg para un total de 1.418,59 kg de residuos analizados para efectos del presente estudio. No se alcanzó la muestra teórica calculada de 276 casas y 57 comercios, se logró el 68% de la muestra por las siguientes razones:

- Las personas no dejaron sus bolsas con basura fuera el día del muestreo, tanto en los comercios como en viviendas.
- En algunas ocasiones y sectores de los estratos a muestrear los residuos del día del muestreo fueron recolectados por el camión regular antes de que se pudiera tomar la muestra.
- La zona rural que se consideró muestrear durante la planificación del estudio no fue tomada en cuenta por motivo de tiempo a la hora de la recolección de los residuos en dicha zona (los residuos del día del muestreo fueron recolectados por el camión regular antes de que el camión contratado para el estudio entrara en dicha lugar).

Sin embargo durante el cálculo de la muestra hubo un error en la fórmula expresada en la metodología (ver anexo 2) donde aparece que $\delta^2 = 0,2$, sin embargo se debió leer $\delta = 0,2$ y elevar el valor al cuadrado el valor al incluirlo dentro de la fórmula, sin embargo esto hubiera hecho que la muestra fuera más pequeña, por lo que únicamente afectó en que se tuviera que hacer un mayor esfuerzo de muestreo y por lo tanto los resultados obtenidos tengan una mayor confianza.

A continuación se presentan los resultados más relevantes que se obtuvieron a partir del análisis de la información recolectada durante el muestreo.

6.1. Producción per cápita

Se estimó la generación per cápita diaria de residuos sólidos (tomando en cuenta lo que se genera en los domicilios y agregando a esto la cantidad correspondiente generada en los comercios) de manera general y para cada uno de los estratos socioeconómicos muestreados. En la figura 8 se puede observar que cada estrato posee características diferentes en lo que respecta a la generación per cápita de residuos sólidos. El estrato alto el que genera mayor cantidad, con una producción de 0,84 kg/pers/día y el estrato bajo el que genera la menor cantidad con 0,63 kg/pers/día, esta diferencia se puede explicar debido al poder adquisitivo de las personas, entre mayor capacidad económica se tiene, es mayor la cantidad de residuos que se generan al desechar los embalajes de las cosas nuevas, objetos que son sustituidos por nuevos, envases de alimentos preparados, etc. mientras que en la zona baja se adquieren menos bienes por lo que se genera menos cantidad de residuos sólido per cápita diarios.

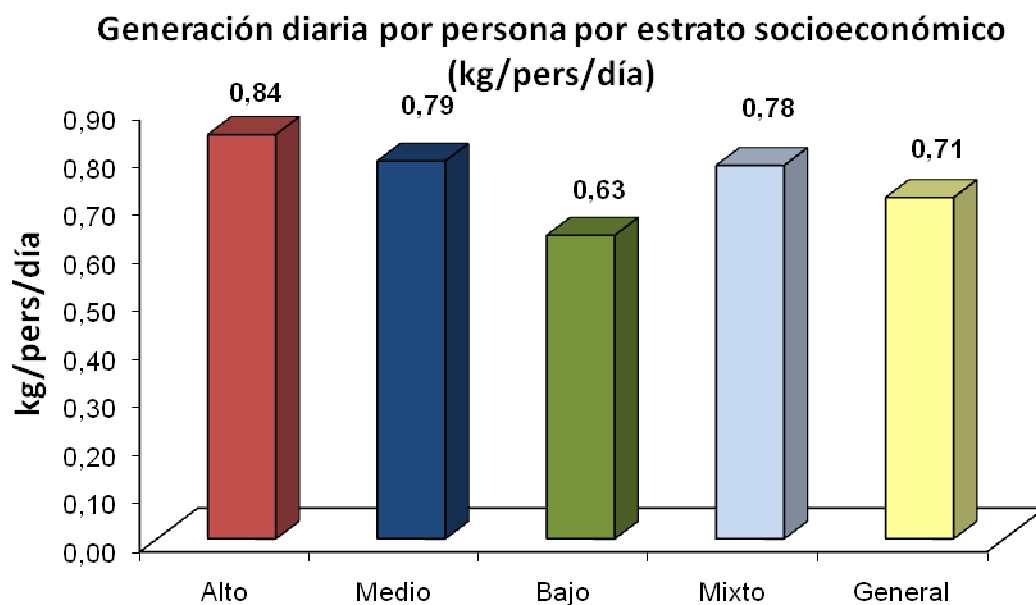


Figura 9. Generación per cápita para el distrito de Quesada total y según el estrato socioeconómico.

Con respecto a la producción per cápita general, la correspondiente para una municipalidad mediana, como fue catalogada la municipalidad de San Carlos, corresponde a 0,76 para el año 2002 y 0,81 para el 2006 (CYMA, 2007). El promedio encontrado para Quesada fue de 0,71 Kg/pers/día, menor al esperado para una municipalidad como esta. La diferencia puede radicar principalmente a que los indicadores establecidos para las municipalidades medianas fueron realizados para municipalidades que se encuentran principalmente en el Gran Área Metropolitana (GAM) contemplada como zona urbana y que es el núcleo de generación de residuos domiciliarios más importante del país, mientras que Quesada forma parte de la zona rural, donde la tendencia es tener una producción menor de residuos sólidos que en los cascos urbanos. Otros factores que afectan de manera importante este indicador son el grado de urbanización, el tamaño y la densidad de población, el nivel socioeconómico y los patrones de consumo (CYMA 2007).

En cuanto a la generación de residuos sólidos de Quesada se puede estimar de acuerdo a la cantidad de personas por vivienda, el número de viviendas y la generación per cápita que se producen un total de 29 toneladas diarias de residuos sólidos.

6.2. Caracterización de los residuos

Se determinó el promedio de la composición de los residuos sólidos durante el periodo de muestreo, por estrato socioeconómico y por fuente generadora, a partir de la clasificación de los residuos sólidos en las categorías establecidas.

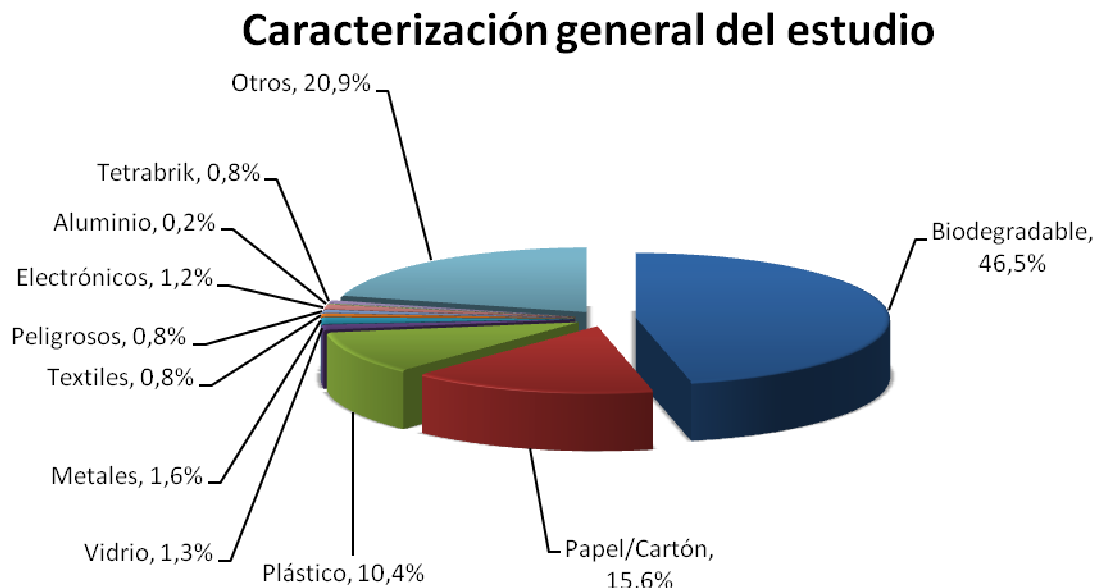


Figura 10. Composición de los residuos sólidos domiciliarios para el distrito de Quesada.

La Figura 10 muestra como el mayor porcentaje de residuos sólidos que se generan son de tipo orgánico (46,5%), seguido por el papel y el cartón (15,6%) y por el plástico (10,4%) y menores cantidades de los demás tipos de materiales. Hay que resaltar que hay un alto porcentaje que corresponde a la categoría de "otros" donde se consideran residuos sanitarios como pañales y papel higiénico, los que representan un gran volumen de los residuos domiciliarios, además se incluyeron aquí escombros, residuos voluminosos y cualquier otro material que no estuviera considerado dentro de las categorías establecidas.

Lo que corresponde a los residuos sólidos de los establecimientos comerciales (Fig. 11) presentan una distribución que difiere bastante de los domiciliarios. En el caso de los comercios los materiales que más se generan son papel y cartón (31,5%), seguido del biodegradable (17,9%) y plástico (16,4%). En las viviendas lo que se genera en mayor cantidad son los restos de alimentos y de jardín, mientras que en los comercios, los restos de cartón, plástico y papel utilizados como embalajes son los que se producen en mayor cantidad, también cabe resaltar dentro de el estrato

comercial la categoría "otros" (31,2%) corresponde en gran parte a restos de estereofon.

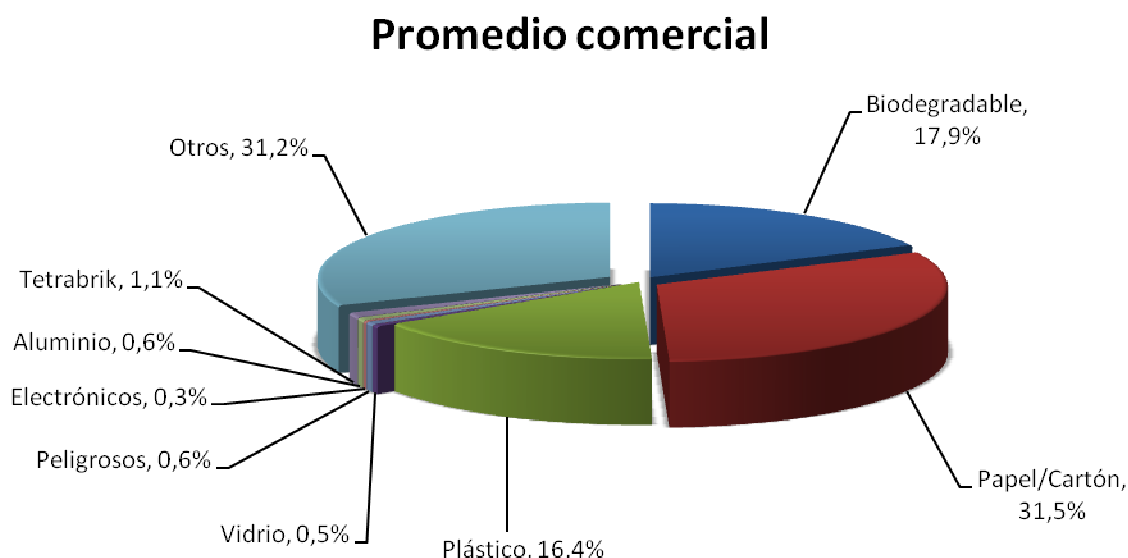


Figura 11. Composición de los residuos sólidos comerciales para el distrito de Quesada.

Con respecto a la estratificación del sector domiciliario se mantuvo la tendencia entre los tres estratos, sin embargo hubo variaciones relevantes en los porcentajes. El estrato que presenta mayor porcentaje de residuos biodegradables es el estrato alto, donde el 57, 47% de los residuos que se generan son orgánicos (Fig. 12).

Promedio estrato alto

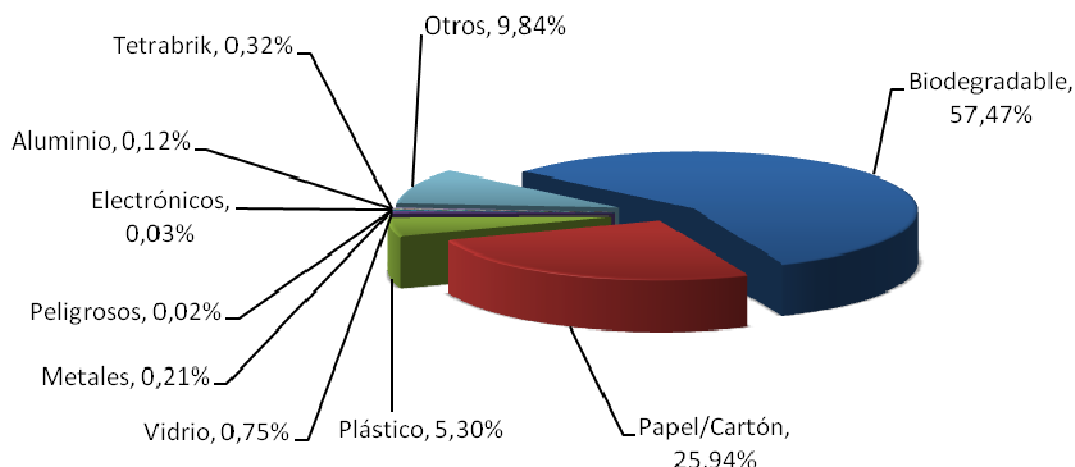


Figura 12. Composición de los residuos sólidos domiciliarios del estrato alto para el distrito de Quesada.

Esto puede ser causado porque en el estrato alto las personas tienen mayores oportunidades (transporte, espacio físico en las viviendas) de participar en las campañas de recolección de residuos sólidos y entregar en ellas los materiales reciclables que producen como plástico, papel, cartón, vidrio y aluminio, disminuyendo la cantidad de estos que desechan y haciendo que la mayoría del volumen que descartan sea biodegradable. De igual manera se puede observar que el estrato medio (Fig. 13) produce mayor proporción de material biodegradable que de materiales reciclables, siendo el estrato bajo (Fig. 14) el que genera menor proporción de residuos biodegradables y genera mayor cantidad de reciclables (Fig. 15).

Promedio estrato medio

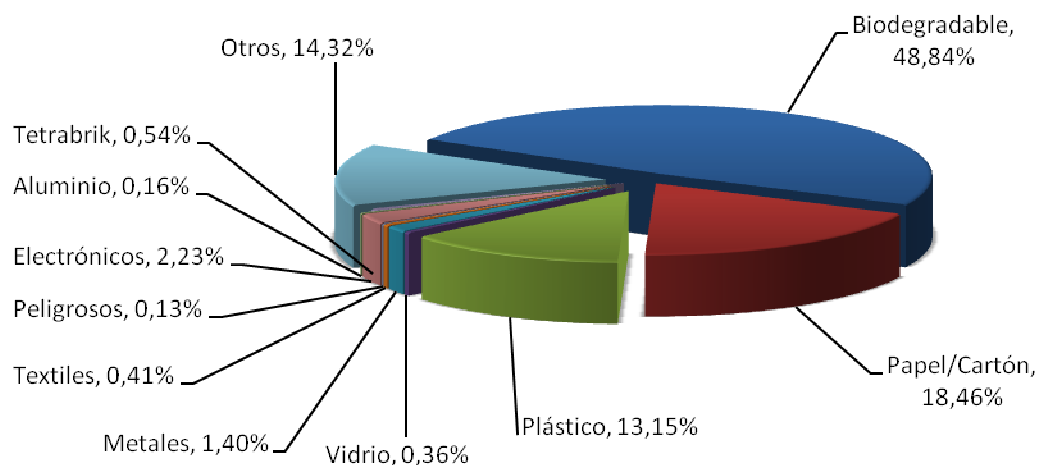


Figura 13. Composición de los residuos sólidos domiciliarios del estrato medio para el distrito de Quesada.

Promedio estrato bajo

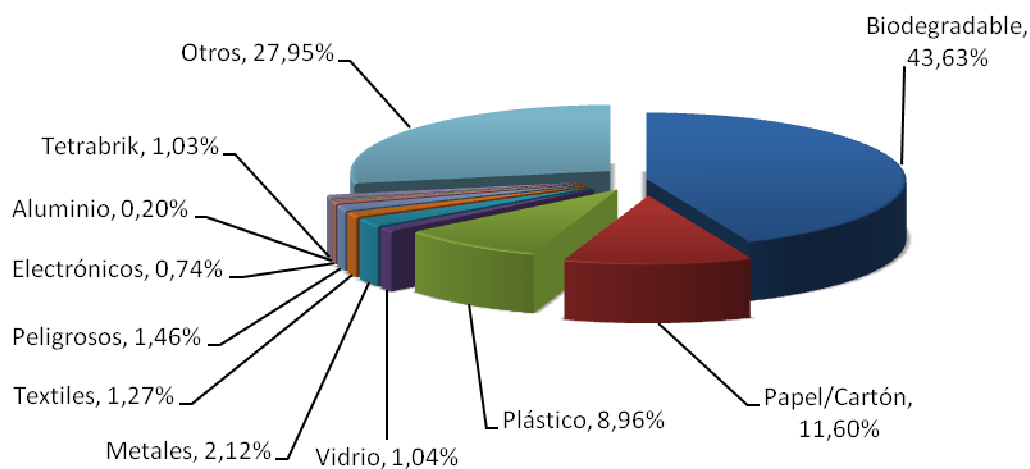


Figura 14. Composición de los residuos sólidos domiciliarios del estrato bajo para el distrito de Quesada.

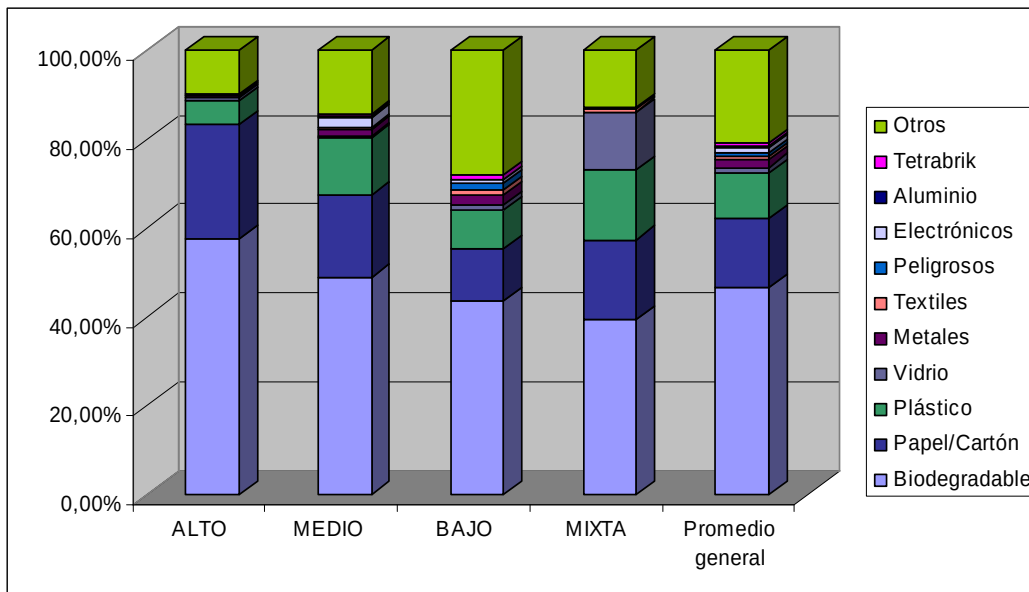


Figura 15. Comparación de la producción de residuos sólidos domiciliarios en los diferentes estratos según el tipo de material.

6.3. Densidad de los residuos sólidos

Con respecto a la densidad de los residuos sólidos que se analizaron se obtuvieron los resultados que se muestran en la Figura 16. Se puede observar que en el periodo del estudio los residuos del estrato medio fueron los que presentaron una mayor densidad. La densidad es un dato importante que se puede usar durante la planificación y la toma de decisiones respecto a la recolección y la disposición final de los residuos sólidos en lo que respecta a los volúmenes y los pesos de los materiales que se requiere transportar y disponer adecuadamente.

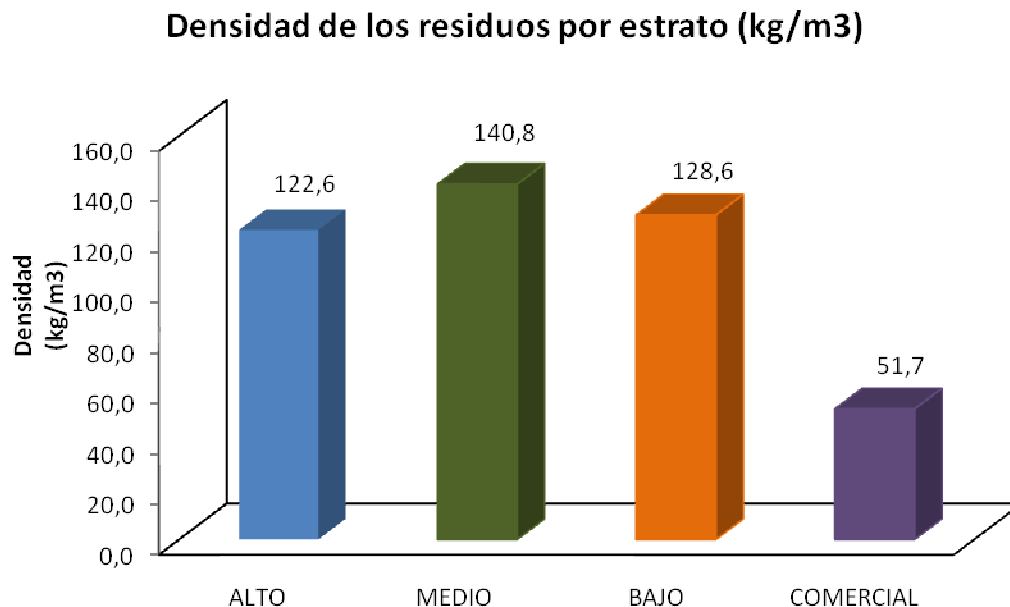


Figura 16. Densidad de los residuos sólidos para el estrato alto, medio, bajo y la zona comercial de Ciudad Quesada.

7. CONCLUSIONES

Este estudio va a ser una herramienta para la planificación estratégica de la gestión integral de los residuos sólidos a nivel municipal que va a servir en la toma de decisiones en lo que se refiere a equipos, rutas, personal y frecuencia de recolección, área para disposición final, costos y establecimiento de tarifas con el fin de optimizar el servicio y dar un mejor aprovechamiento a los recursos.

También los resultados expuestos en este informe van a servir para el desarrollo de proyectos de recuperación y valorización de residuos sólidos reciclables, en la planificación de las estrategias correspondientes y en la implementación de todas las acciones contempladas dentro del PMGIRS-SC.

8. RECOMENDACIONES

Para la realización de este tipo de estudios en los demás distritos de San Carlos y en otros cantones del país es importante para un mayor aprovechamiento del tiempo y de los recursos disponibles, además para facilitar la planificación y ejecución del mismo tener lo siguiente:

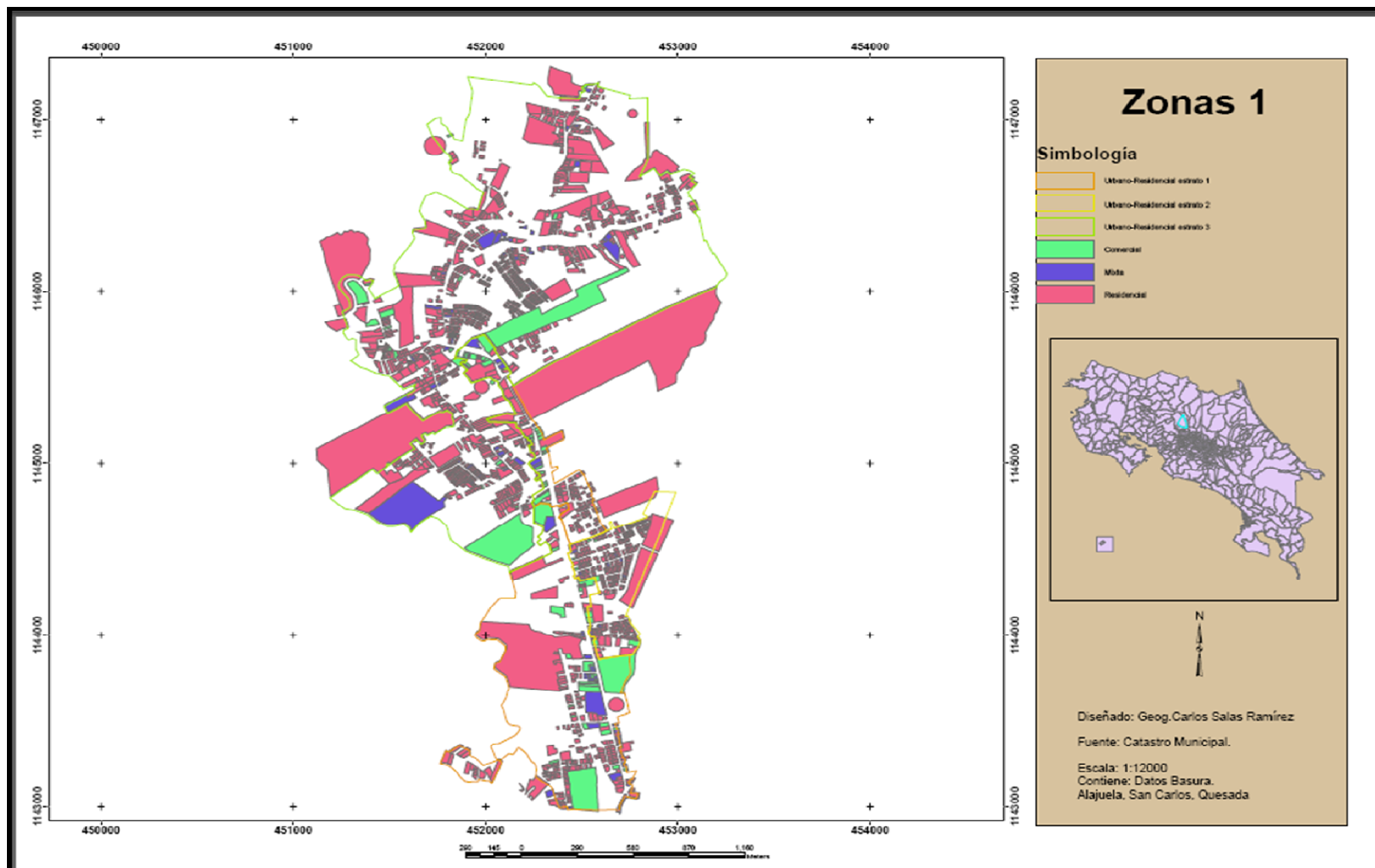
- La participación de un funcionario del Departamento de Catastro desde el inicio de la etapa de planificación. Para un estudio de este tipo la elaboración de mapas y la utilización de Sistemas de Información Geográficos (SIG) es indispensable por lo que contar con un geógrafo o cartógrafo con dominio de la base de datos catastral es trascendental.
- Incluir dentro de la información básica del estudio únicamente los datos y antecedentes que van a ser necesarios para la planificación y ejecución del mismo (División administrativa, número de viviendas, número de habitantes por vivienda para poder determinar la muestra, números de comercios en la zona de estudio, actores y responsables para que la planificación sea efectiva, rutas de recolección identificadas, etc.), esto con el fin de no desperdiciar esfuerzos en conseguir documentos, material o información que no se van a utilizar.
- Para obtener el número de viviendas y de comercios del sitio donde se va a efectuar el estudio se debe buscar en las bases de datos de los Departamentos de Catastro, Valoraciones y Patentes la información y luego coordinar una reunión con los encargados de cada estos

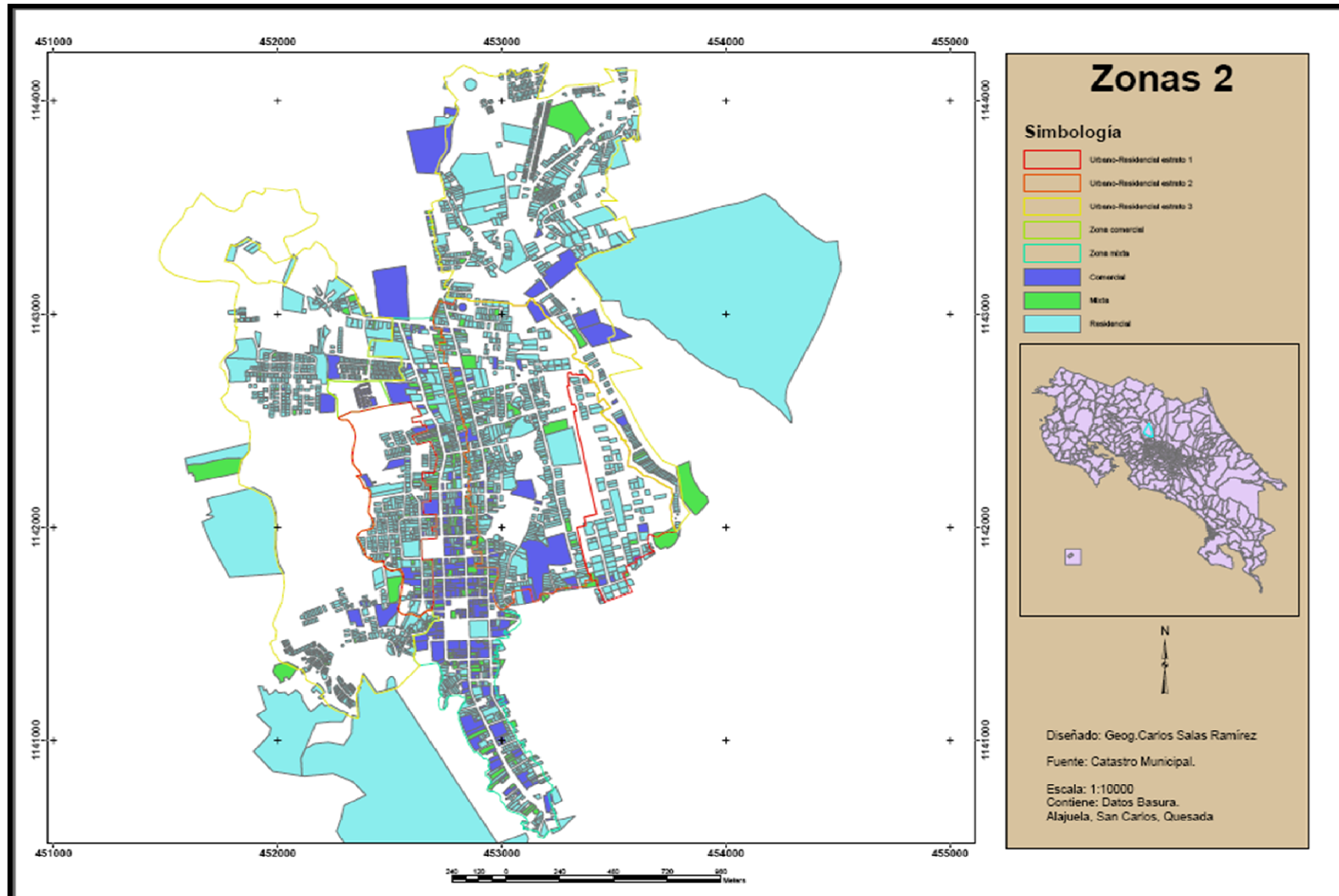
departamento para comparar, corroborar y analizar la información y elegir los datos más actualizados y veraces.

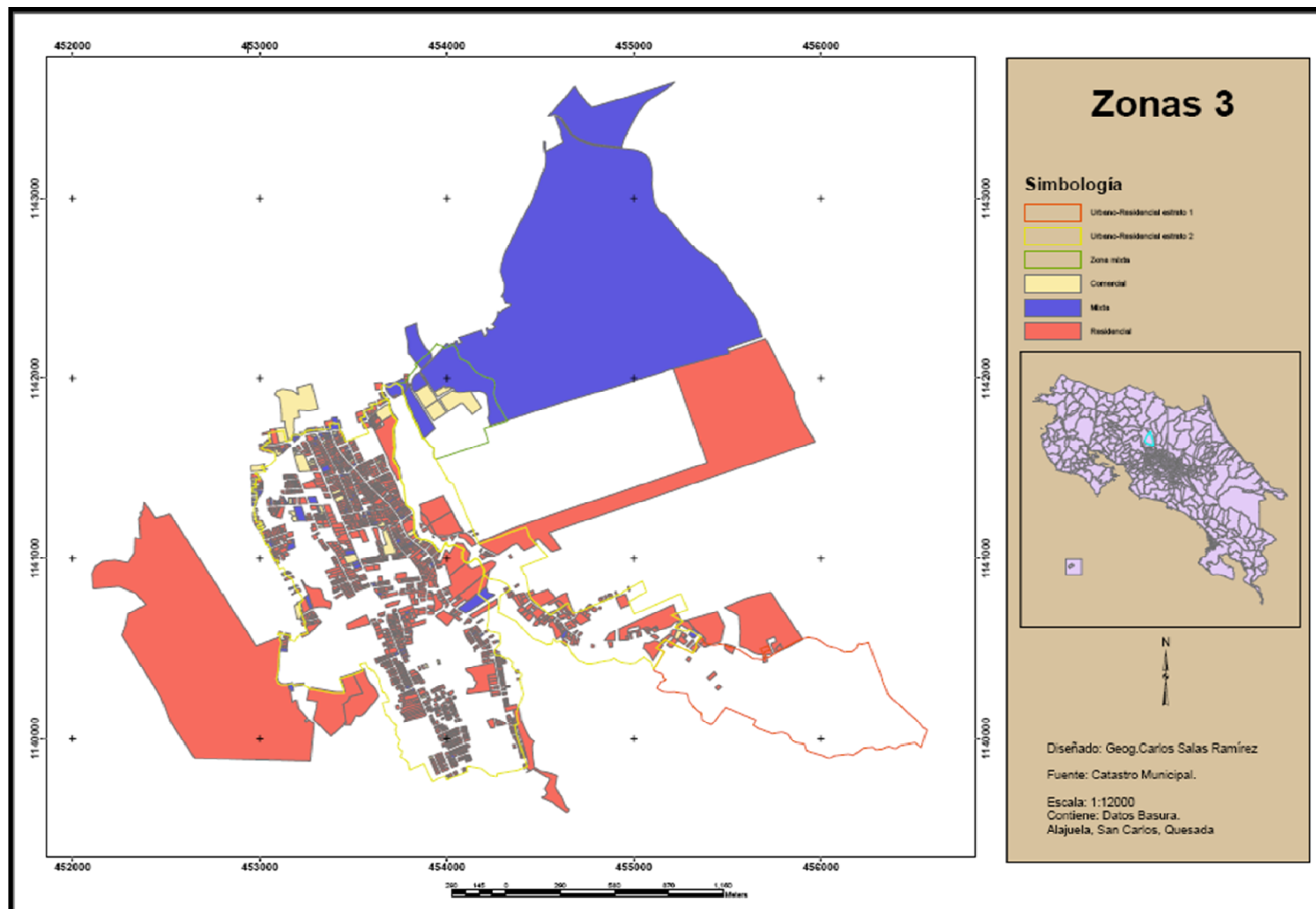
- Para efectos de la zonificación se debe tener claro en la metodología las diversas alternativas. En caso de escoger la opción que incluye la estratificación, asegurar que existen fuentes para obtener la información y poder llevar a cabo la estratificación de la mejor manera posible. Por el momento la información que posee el INEC (Instituto de Estadística y Censos) está desactualizada por lo que es recomendable realizar la estratificación utilizando información que posea la municipalidad.
- Rutas de recolección claramente definidas, lo mismo que los días y horarios de recolección. Para la selección de los comercios y viviendas, la aplicación de las encuestas y la recolección de la muestra es estrictamente necesario contar con mapas, planos, fotografías o cualquier material que describa detalladamente las rutas que sigue el servicio de recolección de residuos. Si no se tiene este tipo de material se debe solicitar cuanto antes al departamento pertinente, también es provechoso realizar un reconocimiento de la ruta antes de efectuar la recolección de las muestras, así como contar con la compañía de un funcionario de recolección que este familiarizado con los recorridos.
- Calendarizar los días de encuesta, considerando la disponibilidad de tiempo del personal (municipal y voluntarios) y de vehículos para que estas se realicen de forma continua durante un periodo establecido tiempo (2 semanas continuas).

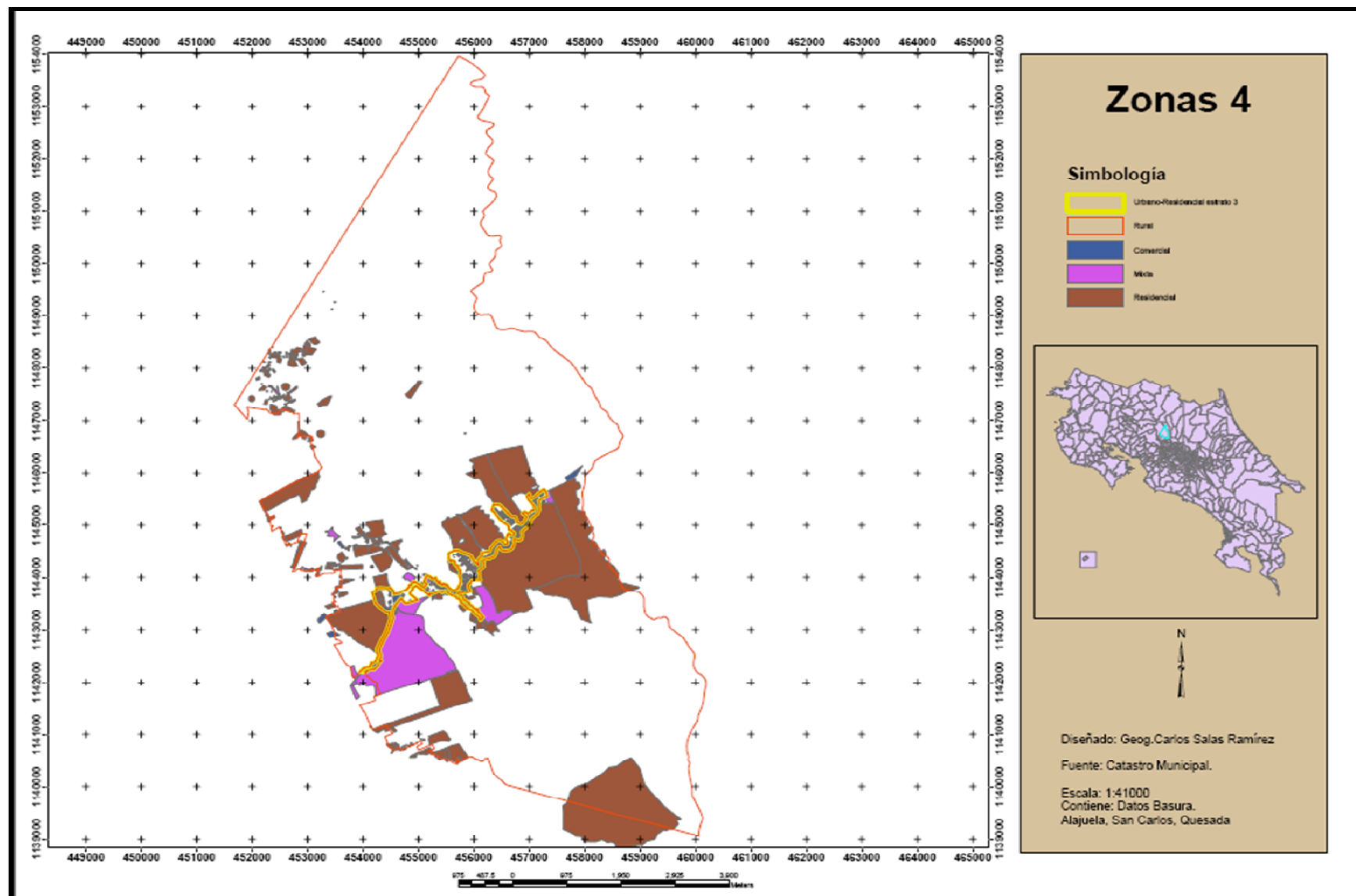
Anexos

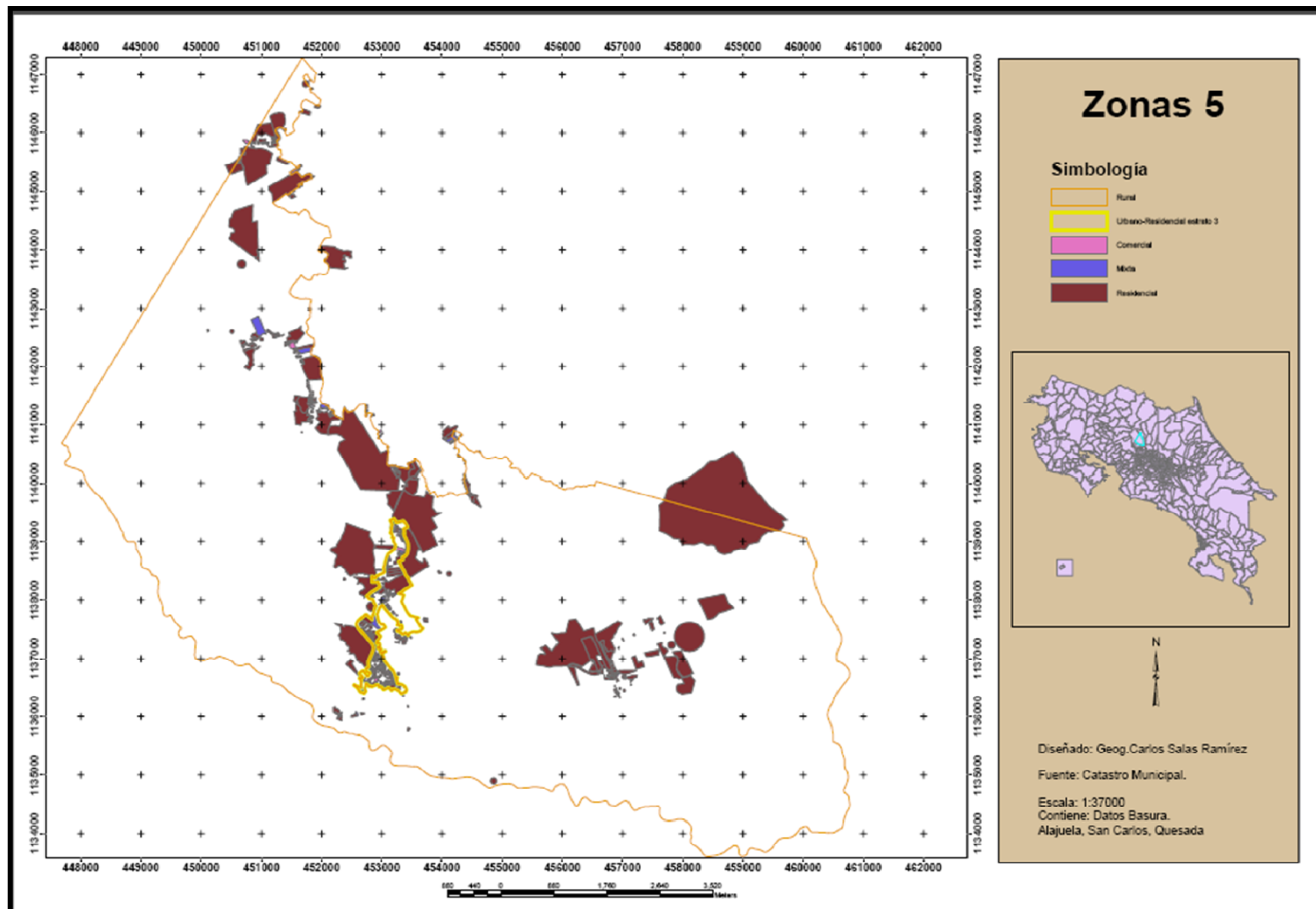
ANEXO 1. Mapas de zonas o sectores de trabajo











ANEXO 2. Determinación de la muestra para ambos sectores (comercial y domiciliario).

Número de muestra:

Número de casas = 9818
Número de comercios = 1945
11763 cc
cc = casas y comercios

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

- n=número muestra (números de casas y comercios para la muestra).
- N= tamaño de la población (número de casas y comercios total)= **11 763**
- $Z_{1-\alpha/2} = 1.96$
- $\sigma^2 = 0.2 \text{ kg/hab/día}$
- E= error permisible. Se recomienda **0.05 kg/hab/día**

$$n = \frac{(1.96 * 1.96) (11\ 763 \text{ cc}) (0.2 \text{ kg/hab/día})}{(11\ 763 \text{ cc} - 1) (0.05 * 0.05) + (1.96 * 1.96) (0.2 \text{ kg/hab/día})} =$$

$$n = \frac{9037.7}{30.16} = 299.6 = \boxed{300 \text{ cc}}$$

Ajuste por no respuesta:

$$n = 300 \longrightarrow \frac{300}{0.9} = \boxed{333 \text{ cc}}$$

Proporcionalidad de la muestra para definir el número de casas y comercios a muestrear.

Número de casas = 9818
Número de comercios = 1945

$$\begin{array}{lcl} 11\ 763 \text{ cc} \longrightarrow 100\% & \xrightarrow{\quad} & 333 \text{ cc} \longrightarrow 100\% \\ 9818 \text{ casas} \longrightarrow x = 83\% & \xrightarrow{\quad} & x \longleftarrow 83\% = \boxed{276 \text{ casas}} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} 11\ 763 \text{ cc} \longrightarrow 100\% & \xrightarrow{\quad} & 333 \text{ cc} \longrightarrow 100\% \\ 1945 \text{ comercios} \longrightarrow x = 16,5 = 17\% & \xrightarrow{\quad} & x \longleftarrow 17\% = \boxed{57 \text{ come}} \end{array}$$

Contemplando un número de casas de 9818 y un número de comercios de 1945, se requiere muestrear **276 casas y 57 comercios**.

ANEXO 3. Cálculos de la estratificación de la muestra

CASAS A MUESTREAR POR ESTRATO.

Estrato	Número de casas (R) y comercios (C) por estrato. Valores determinados por conteo en mapas.	Cálculo
1	R = 960	$\begin{array}{l} 9818 \longrightarrow 100\% = 9,7 = \boxed{10\%} \\ 960 \longrightarrow x \\ 276 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 10\% = \boxed{28} \end{array}$
	C = 250	$\begin{array}{l} 1945 \longrightarrow 100\% \\ 250 \longrightarrow x = \boxed{13\%} \\ 57 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 13\% = 7,4 = \boxed{7} \end{array}$
2	R= 3596	$\begin{array}{l} 9818 \longrightarrow 100\% \\ 3596 \longrightarrow x = 36,6 = \boxed{37\%} \\ 276 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 37\% = \boxed{102} \end{array}$
	C=339	$\begin{array}{l} 1945 \longrightarrow 100\% \\ 339 \longrightarrow x = \boxed{17\%} \\ 57 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 17\% = 9,6 = \boxed{10} \end{array}$
3	R= 4183	$\begin{array}{l} 9818 \longrightarrow 100\% \\ 4183 \longrightarrow x = 42,6 = \boxed{43\%} \end{array}$

		$\begin{array}{l} 276 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 43\% = 118,6 = \boxed{119} \end{array}$
	C= 238	$\begin{array}{l} 1945 \longrightarrow 100\% \\ 238 \longrightarrow x = \boxed{12\%} \\ 57 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 12\% = 6,8 = \boxed{7} \end{array}$
Zona Mixta	R= 630	$\begin{array}{l} 9818 \longrightarrow 100\% \\ 630 \longrightarrow x = \boxed{6\%} \\ 276 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 6\% = 16,5 = \boxed{16} \end{array}$
	C= 1054	$\begin{array}{l} 1945 \longrightarrow 100\% \\ 1054 \longrightarrow x = \boxed{54\%} \\ 57 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 54\% = 30,7 = \boxed{31} \end{array}$
Zona Rural	R= 381	$\begin{array}{l} 9818 \longrightarrow 100\% \\ 381 \longrightarrow x = 3,8 = \boxed{4\%} \\ 276 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 4\% = \boxed{11} \end{array}$
	C= 16	$\begin{array}{l} 1945 \longrightarrow 100\% \\ 16 \longrightarrow x = \boxed{0,8\%} \\ 57 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 0,8\% = \boxed{0,45} \end{array}$
Zona Comercial	C= 55	$\begin{array}{l} 1945 \longrightarrow 100\% \\ 55 \longrightarrow x = 2,8 = \boxed{3\%} \\ 57 \longrightarrow 100\% \\ x \longrightarrow 3\% = 1,7 = \boxed{2} \end{array}$

SE DEBE MUESTREAR POR ESTRATO (TANTOS NÚMEROS DE CASAS O COMERCIOS).

Estrato	Casas	Comercios
1	960/ 28 = 34 casas	250/7= 35 comercios
2	3596/102= 35	339/10 = 34
3	4183/119 = 35	238/7= 34
Zona Mixta	630/16= 39	1054/31= 34
Zona Rural	381/11= 35	16/0,45 = 35
Zona Comercial	NO APLICA	55/2 = 30

NÚMERO DE CASAS Y COMERCIOS POR ESTRATOS QUE HAY EN CADA MAPA.

Mapa: Zona 1	Mapa: Zona 2	Mapa: Zona 3	Mapa: Zona 4	Mapa: Zona 5
Estrato 1	Estrato 1	Estrato 1	Estrato 3	Estrato 3
464 casas	371 casas	7 casas *	448 casas	435 casas
142 comercios	25 comercios		51 comercios	27 comercios
Estrato 2	Estrato 2	Estrato 2	Rural	Rural
371 casas	932 casas	2293 casas	296 casas	85 casas
25 comercios	122 comercios	192 comercios	14 comercios	2 comercios
Estrato 3	Estrato 3	Zona Mixta		
1495 casas	1805 casas	8 comercios		
69 comercios	91 comercios			
	Zona Mixta			
	630 casas			
	1046 comercios			
	Zona comercial			
	55 comercios			

NOTA: * Se toma en cuenta San Gerardo, localidad que no ha sido censada para efectos de mapas de catastro.

NÚMERO DE CASAS A MUESTREAR POR ESTRATO

MAPA: ZONA 1		
Estrato 1	$960 \longrightarrow 100\% = 48\%$ $464 \longrightarrow x$	$28 \longrightarrow 100\% = 13$ $x \longrightarrow 48\%$
Estrato 2	$3596 \longrightarrow 100\% = 10\%$ $371 \longrightarrow x$	$102 \longrightarrow 100\% = 10$ $x \longrightarrow 10\%$
Estrato 3	$4183 \longrightarrow 100\% = 35,7 = 36\%$ $1495 \longrightarrow x$	$119 \longrightarrow 100\% = 43$ $x \longrightarrow 36\%$
MAPA: ZONA 2		
Estrato 1	$960 \longrightarrow 100\% = 52,9 = 53\%$ $508 \longrightarrow x$	$28 \longrightarrow 100\% = 14,8 = 15$ $x \longrightarrow 53\%$
Estrato 2	$3596 \longrightarrow 100\% = 25,9 = 26\%$ $932 \longrightarrow x$	$102 \longrightarrow 100\% = 26,5 = 27$ $x \longrightarrow 26\%$
Estrato 3	$4183 \longrightarrow 100\% = 43\%$ $1805 \longrightarrow x$	$102 \longrightarrow 100\% = 51$ $x \longrightarrow 43\%$
Zona Mixta	$630 \longrightarrow 100\% = 100\%$ $630 \longrightarrow x$	$16 \longrightarrow 100\% = 16$ $x \longrightarrow 100\%$
MAPA: ZONA 3		
Estrato 1	$960 \longrightarrow 100\% = 0,72\%$ $7 \longrightarrow x$	$28 \longrightarrow 100\% = 0,20$ $x \longrightarrow 0,72\%$
Estrato 2	$3596 \longrightarrow 100\% = 63,7 = 64\%$ $2293 \longrightarrow x$	$102 \longrightarrow 100\% = 65,2 = 65$ $x \longrightarrow 64\%$
MAPA: ZONA 4		
Estrato 3	$4183 \longrightarrow 100\% = 10,7 = 11\%$ $448 \longrightarrow x$	$119 \longrightarrow 100\% = 13$ $x \longrightarrow 11\%$

Rural	$\frac{381}{296} \rightarrow 100\% = 77,6 = 78\%$ $x \rightarrow x$	$\frac{11}{x} \rightarrow 100\% = 9$ $x \rightarrow 78\%$
MAPA: ZONA 5		
Estrato 3	$\frac{4183}{435} \rightarrow 100\% = 10 = 10\%$ $x \rightarrow x$	$\frac{119}{x} \rightarrow 100\% = 11,9 = 12$ $x \rightarrow 10\%$
Rural	$\frac{381}{85} \rightarrow 100\% = 22 = 78\%$ $x \rightarrow x$	$\frac{11}{x} \rightarrow 100\% = 2$ $x \rightarrow 22\%$

Anexo 4. Instrumentos de encuesta para ambos sectores (residencial y comercial).

PROYECTO: ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS COMERCIALES Y DOMICILIARES	
Instrumento de recolección de información sobre residuos sólidos domiciliarios	Código casa:
Nombre del entrevistador:	Fecha :
INFORMACIÓN GENERAL	
1. Miembro de la familia entrevistado: () Padre () Madre () Hijo mayor de 15 años () Otro	8. Usted(es) disponen de la basura para su recolección en: () en la acera () En una canasta propia () En un estañon o sitio común en frente de su casa. () En un estañon o sitio común en la entrada a su barrio. () Otro _____
2. ¿Cuál es el número de miembros que conforman la familia y que habitan diariamente en la casa?	
3. Cuáles son los días de recolección de basura en este sector y la hora aproximada? Marque con círculo. L M k J V S D Hora :	9. Cuántas bolsas, cajas, etc., con basura se generan aproximadamente por semana en esta casa y de que tamaño? Es posible marcar en varios espacios. Nº () Grandes Nº () Medianas Nº () Pequeñas () No sabe Material _____
4. La frecuencia de recolección de la basura en este sector es: () constante (siempre la misma) () Inconstante (cambia por semana)	
5. Considera que servicio municipal de recolección de basura, es de calidad: () Deficiente (D) () Regular (R) () Aceptable (A) () Bueno () Excelente () NR	10. ¿Cuántos días antes usted saca la basura para su recolección? () El mismo día de la recolección () El mismo día de la recolección unos minutos antes de que pase el camión recolector. () Un día antes () Dos días antes () Tres días antes () Otro _____
6. Si en la respuesta anterior seleccionó D, R ó A, justifique porqué?	11. ¿Están ustedes realizando separación de residuos en su hogar? () Sí () No () NR
7. ¿Considera que las tarifa cobrada por recolección de basura? Es: () Alta () Baja () Adecuada () NR	Si su respuesta es "Sí", ¿cuáles son los desechos que separan para el reciclaje y a donde los llevan? _____



Fuente: Elaboración propia con base en "Instrumento de levantamiento de información de campo. Sector Residencial. Proyecto de PMGIRS. Análisis de Aspectos Socio culturales" 2008. Grupo UNSAT Consultores Asociados

PROYECTO: ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS COMERCIALES Y DOMICILIARES		
Instrumento de recolección de información sobre residuos sólidos comerciales		Comercio número:
		Fecha :
INFORMACIÓN GENERAL		
Nombre del local:	9. ¿Seleccione en qué material dispone los residuos generados, para que estos sean recolectados? () Bolsa plástica nueva () Bolsa plástica usada () Saco () Caja de cartón () Otro _____	13. * Conteste solo si su respuesta anterior fue SÍ . De lo contrario continúe con la pregunta 14. ¿A qué sitio de acopio entrega el material reciclable? () Centro de acopio en Florencia () Dos Pinos () Campaña Ambientados
8. Seleccione con una X. Es usted: () Dueño del local () Administrador del local		
9. ¿Actividad comercial que realizan?		
10. ¿Cuál es el número de empleados que laboran en el negocio?		
11. ¿Cuál es el horario laboral del negocio? ¿Es el mismo los sábados? Lunes a viernes _____ Sábados _____	10. *¿Cuántas bolas, cajas, etc., con basura se generan aproximadamente por semana en este local y de que tamaño? Nº () Grandes Nº () Medianas Nº () Pequeñas () Bolsas () Cajas () Otros	14. * ¿Considera que las tarifa cobrada por recolección de basura? Es: () Altas () Baja () Adecuada
5. Acerca del servicio municipal de recolección de basura, considera que la calidad de este es: () Deficiente (D) () Regular (R) () Aceptable (A) () Bueno () Excelente () NR		15. * ¿Considera importante que el servicio de recolección municipal, recoja también residuos separados para reciclaje? () Sí () No () NR
6. Si en la respuesta anterior seleccionó D, R ó A, justifique porque?	11. * Seleccione con X que tipo de desechos se generan en su local, y con un nº (del 1 al 9 ó 0) según generación (más a menos o nula). () Papel/ periódico _____ () Cartón _____ () Vidrio _____ () Plástico _____ () Latas / aluminio _____ () Residuos orgánicos _____ () Residuos electrónicos _____ () Residuos inorgánicos _____ (Residuos químicos, trapos) () Otros _____	16.* ¿Conoce la obligación y responsabilidad que tienen como generador(es), según la Ley de Gestión integral de residuos sólidos recientemente aprobada? () Sí () No () NR
7. Considera usted que la municipalidad realiza una adecuada gestión en relación a la recolección, disposición final de los residuos y limpieza de vías? () Sí () No () NR		
8. ¿Cuántas veces por semana recibe servicio de recolección, seleccione con un círculo que día(s)? () Una vez por semana/ L,M,K, J ,V,S () Dos veces por semana/L,M,K, J ,V,S () Todos los días excepto domingos () Otro / L,M,K, J ,V,S	12. *¿En este establecimiento separan para reciclaje los desechos que se generan, o al menos algún tipo de desecho? () Sí () No () NR ¿Cuáles? _____	17.*¿Si la municipalidad estableciera la recolección selectiva estaría dispuesto(a) a separar los desechos que genera? () Sí () No () Quizás () NR

Fuente: Elaboración propia con base en "Instrumento de levantamiento de información de campo. Sector Comercial. Proyecto PMGIRS. Análisis de aspectos socioculturales". 2008. Grupo UNSAT Consultores Asociados.

ANEXO 5. Secuencia de imágenes del todo el proceso (encuesta, toma de muestra y caracterización)





Bibliografía

Programa Competitividad y Medio Ambiente (CYMA). 2007. Plan de Residuos Sólidos Costa Rica (PRESOL) - Diagnóstico y Áreas Prioritarias. San José, CR. 220 p.

Programa Competitividad y Medio Ambiente (CYMA). 2010. Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios(documento en construcción) . San José, CR.