

# Patrón territorial de acumulación ilegal de residuos sólidos en la cuenca alta del río Cachapoal.

Sebastián Carrasco<sup>1</sup>  
Ignacio Milic<sup>2</sup>

Recibido: 21 de marzo, 2017  
Aceptado: 29 de mayo, 2017

## RESUMEN

La comuna de Machalí durante la última década ha experimentado grandes transformaciones socio-espaciales, siendo el crecimiento demográfico y la expansión urbana, representativas frente a las demás comunas del país. Uno de los efectos de aquello, es que ha aumentado significativamente la cantidad de residuos que se producen a nivel comunal, los que eventualmente son depositados en lugares que no están destinados para tal propósito, generando la aparición de microbasurales. Sin embargo, los microbasurales que se encuentran dentro del área de estudio, poseen características tanto de localización como de distribución, que se hacen recurrentes en la mayoría de ellos, pudiendo denotar algunos indicios de los factores que influyen su disposición en aquellos lugares. El presente artículo pretende abordar la problemática de los microbasurales desde un posicionamiento geográfico y del uso de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica, con el fin de diagnosticar el patrón territorial de acumulación ilegal de residuos sólidos en la cuenca alta del río Cachapoal.

**Palabras clave** | *Microbasural, residuos sólidos, localización, distribución espacial, SIG.*

---

<sup>1</sup> Licenciado en Geografía, Laboratorio Territorio y Sociedad. Correo electrónico: scarrasco@labtys.cl

<sup>2</sup> Licenciado en Geografía, Laboratorio Territorio y Sociedad. Correo electrónico: imilic@labtys.cl

\* Trabajo realizado en el marco del proyecto "Impactos socio-territoriales de microbasurales en la Cuenca Alta del Río Cachapoal". Financiado por Fondo Científico del Alto Cachapoal, Pacific Hydro Chile S.A., 5ta versión-2015.

**ABSTRACT****Territorial pattern of illegal accumulation of solid waste in the upper basin of the Cachapoal River.**

The commune of *Machalí* during the last decade has experienced great socio-spatial transformations, like demographic growth and urban expansion, representative of the other communes of the country. One of the effects of this is that it has significantly increased the amount of waste produced at the communal level, which are eventually deposited in places that are not intended for that purpose, generating the appearance of illegal dumping. However, illegal dumping within the study area have characteristics of both location and distribution, which are recurrent in most of them, and may denote some evidence of the factors that influence their disposal in those places. This article aims to address the illegal dumping issues from a geographical positioning and the use of Geographic Information Systems tools, in order to diagnose the territorial pattern of illegal accumulation of solid waste in the upper basin of the Cachapoal River.

**Keywords** | *Illegal dumping, solid waste, localization, spatial distribution, GIS*

**INTRODUCCIÓN**

El problema de los residuos en Chile, así como a nivel mundial, es uno de los costos que ha tenido que pagar la humanidad, y en especial el medioambiente, debido al frenético desarrollo que ha experimentado la sociedad moderno-contemporánea durante los últimos siglos. Es necesario aclarar que esta problemática afecta de diversas formas a múltiples localidades y zonas alrededor del planeta, por lo tanto, se debe asumir como un problema global que tiene intervenciones o consecuencias, tanto en aquella escala como en la escala local.

Anualmente se producen millones de toneladas de residuos en todo el mundo, los que en muchos casos, al ser de materiales de lenta degradación, como el cemento, metales o derivados del petróleo, entre otros, perduran en el tiempo sin descomponerse para poder reintegrar sus componentes a los ciclos naturales propios. En el estudio “*What a waste*” (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012) se estimó que los residuos sólidos que cada día se generan en los hogares a nivel mundial se duplicarán para el año 2025. Esto quiere decir que se pasará de eliminar 3,5 millones de toneladas diarias de desechos -en el año 2010-, a 6 millones de toneladas en el primer cuarto de siglo.

Los residuos son, y seguirán siendo, un tema de interés para las autoridades de distintas escalas políticas y sociales, debido al aumento que estos han tenido en los últimos años. Por ejemplo, se estima que en Chile la producción de basura alcanza las 65 millones de toneladas al año, cifra que está muy por debajo de los grandes productores de basura en el mundo que son Estados Unidos y China. Sin embargo, Chile es el país que más basura genera entre los miembros de la OCDE (Palavecino, 2012), llegando a la cifra de 384 kilos promedio por persona al año, versus los 230 kilos promedio per cápita de los miembros de la OCDE.

Los residuos, o basura, como usualmente se les ha denominado, son esencialmente un objeto o elemento que ha sido generado como parte de los resultados de una actividad realizada por los humanos, o bien, el subproducto no deseado de ella, por lo que han tendido a ser considerados desechos, desperdicios o elementos inutilizables, ya que, aparentemente no poseen un valor de uso y a su vez un valor de cambio, por lo cual en su conceptualización clásica está implícito el hecho de botarlos, arrojarlos, destruirlos o tirarlos al basurero (Feureman, 2002; Bernache, Bazdresch, Cuéllar, & Moreno, 1998; André & Cerdá, 2006), para que en el mejor de los casos, terminen en los sitios que han sido destinados por las autoridades para darle disposición final a los residuos, los que corresponden principalmente a vertederos y rellenos sanitarios.

A pesar del establecimiento de dichos sitios, diversos factores tales como la deficiente gestión de los municipios frente a los residuos que no son asimilables a la “bolsa de basura” (CONAMA, 2005) y que, junto a la irresponsable e inadecuada conducta de una porción de la población con respecto al manejo de los residuos sólidos, entre otros factores, han resultado en una sistemática disposición de residuos en lugares que no están habilitados para ello (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2009), propiciando la formación y continuidad de sitios de acumulación ilegal de residuos, como lo son microbasurales y Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos (VIRS), los que al tener una condición de ilegalidad, no están regulados por la ley, ni se encuentran bajo la administración y/o fiscalización constante de algún ente gubernamental, por lo que transgreden una serie de normas ambientales y sanitarias.

Cabe destacar que, quizás uno de los principales problemas que presentan microbasurales y VIRS, es que la mayoría de las veces se emplazan en áreas que corresponden a lugares habitados, tanto urbanos como rurales, o bien en sus cercanías, teniendo un impacto negativo en el territorio en el que se establecen. Entre los impactos que ellos generan en el territorio, se pueden identificar: la afectación visual o paisajística, lo que a su vez perjudica a la actividad turística

que pueda presentarse en el lugar; la contaminación del recurso hídrico y de los suelos; impactos en la flora y fauna presente; aumento de vectores como perros, ratones y moscas; como fuente propicia para la generación de desastres; impactos en la salud humana, entre otros.

En relación al impacto que generan en las comunidades, Sabatini (1981) expresa que *“el principal problema ambiental en América Latina, por la cantidad de población afectada, es justamente el vinculado al hábitat. Como todo problema ambiental, el del hábitat expresa un desajuste o desequilibrio entre una actividad humana y ciertos recursos físicos, sean naturales o construidos”*, en donde microbasurales y VIRS representan una de las consecuencias de tal desequilibrio.

A pesar que microbasurales y VIRS se presentan como dos consecuencias muy similares al fenómeno de disposición ilegal de los residuos, en la presente investigación se considerarán solo los microbasurales como objeto de estudio, excluyendo a los VIRS dentro del estudio ya que durante el proceso de levantamiento de información, no se logró establecer la presencia de ellos dentro del área de estudio, por lo que su relevancia dentro de ella es despreciable.

Los microbasurales corresponden a sitios de pequeñas dimensiones en espacios públicos y/o privados, en donde se han acumulado residuos de manera espontánea. El MIDEPLAN (1996) por su parte, define los microbasurales como *“todos aquellos terrenos con una superficie inferior a una hectárea, en los cuales se deposita basura periódica o eventualmente. Por lo general, localizados en zonas de acceso directo como son: calles, callejones, costanera de canales y ríos, cercanos a áreas pobladas”*. Los microbasurales según el SESMA (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, 2002) *“están asociados a procesos espontáneos de disposición periódica de residuos. Los acopios resultantes presentan bajos volúmenes de desechos, por lo que son fácilmente recolectados por el servicio de aseo municipal. Principalmente, están asociados a productos residuales del hogar, que no son recogidos por el servicio municipal”*.

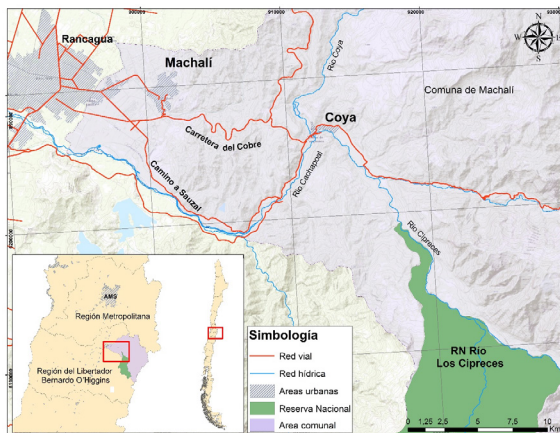
Los microbasurales, por su condición propia de encontrarse en la mayoría de los casos dispuestos en espacios públicos, se encuentran a mayor alcance de poblaciones humanas, no así los vertederos o basurales, que habitualmente se encuentran alejados de zonas transitables o habitadas, según la autoridad sanitaria lo haya determinado. Por lo que, el estudio está dirigido a una escala más local de afectación de los microbasurales hacia las comunidades tanto humanas como no, así como también a agentes abióticos del territorio.

Según la Segunda Encuesta Nacional de Medioambiente (Ministerio del Medio Ambiente, 2016), se estima que el principal problema ambiental que afecta

a la población a nivel nacional es la contaminación del aire (33%), seguida por la basura y la suciedad en las calles (19%) y en el tercer lugar, la contaminación en general (8%). Con ello, queda de manifiesto que la problemática de los microbasurales -los cuales califican dentro de la categoría de “Basura y suciedad en las calles”- se encuentra presente como una problemática ambiental a nivel nacional, en la que la población está teniendo mayor conciencia de aquello. Sin embargo, muchas veces la carencia de educación ambiental y de información sobre los cursos formales para disponer ciertos tipos de residuos, junto a las continuas malas prácticas por parte de una porción de la población, siguen propiciando la aparición y continuidad de microbasurales.

El presente artículo pretende abordar la problemática de los microbasurales desde un posicionamiento geográfico y del uso de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica, con el fin de diagnosticar el patrón territorial de acumulación ilegal de residuos sólidos en el área de estudio. El área en cuestión corresponde a la cuenca alta del río Cachapoal, en la comuna de Machalí, ubicada en el sector oriente de la VI región del Libertador Bernardo O’Higgins, abarcando específicamente los principales centros poblados de la comuna (Machalí y Coya) hasta la Reserva Nacional Río de los Cipreses. Dicha extensión comprende las áreas rurales en donde hay presencia humana y una red vial establecida en la comuna, para así de alguna manera contribuir a promover y fortalecer la conciencia ambiental de las comunidades de Machalí.

**Figura N°1. Cartografía contextualización área de estudio**



Fuente: Elaboración propia.

A partir de lo anteriormente señalado, se realizará una breve descripción de la localización y distribución espacial que poseen los microbasurales en el área de estudio, además de realizar un análisis de densidad de los mismos, para así poder cumplir con el objetivo propuesto (ver Figura N°1). Cabe destacar que el presente artículo forma parte integral de los resultados del estudio “Impactos socio-territoriales de microbasurales en la cuenca alta del río Cachapoal”, el cual se encuentra enmarcado en la 5<sup>ta</sup> versión del Fondo Científico del Alto Cachapoal, otorgado por la empresa Pacific Hydro S.A.

## **METODOLOGÍA**

El proceso investigativo se realizó mediante la ejecución de tres fases metodológicas (ver Figura N°2). La primera de ellas, denominada fase de gabinete, o de pre-terreno, correspondió principalmente al levantamiento de información desde fuentes secundarias y terciarias, en donde se realizó trabajo de recopilación de información relevante sobre el área de estudio, además de una revisión bibliográfica que se relaciona con el tema que se abordó en la investigación, con el fin de generar un marco de información base para las fases posteriores. Se revisaron registros y documentos tanto municipales, como a nivel nacional, así como también, artículos científicos e investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo, frente al tema de los microbasurales y los residuos sólidos.

Al mismo tiempo, se prepararon y formularon los instrumentos y metodologías con las que se levantó la información en la segunda fase de terreno. Además en la presente fase, se confeccionó la logística con la cual se trabajaría en las actividades de terreno y en las demás fases del proceso investigativo.

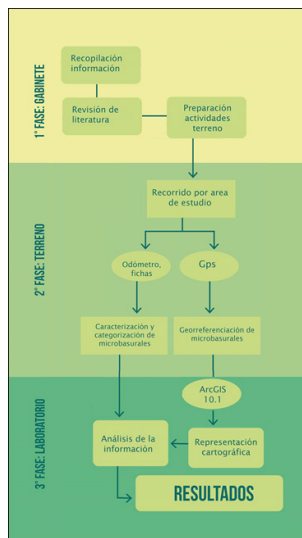
La segunda fase correspondió principalmente a la realización de actividades de terreno, donde se efectuó el trabajo de levantamiento de información primaria en el área de estudio previamente delimitada. En ella, se procedió a realizar un proceso de localización e identificación de los microbasurales presentes en el área de estudio. Se realizó un amplio recorrido por el área para localizar los microbasurales, donde la información otorgada por las propias comunidades fue de gran valor. Este proceso se realizó en dos jornadas de trabajo, la primera, con una duración de tres días, entre el lunes 18 y el miércoles 20 de enero de 2016; y la segunda el día 8 de marzo del mismo año. Cabe destacar que, por parte de la entidad municipal no existía mayor información preliminar sobre la localización de los microbasurales en la comuna, sino que solo poseían referencias de algunos lugares en donde había presencia de ellos, por lo que la información

levantada es posterior a la identificación de los sitios en donde había presencia de microbasurales. Se procedió a georreferenciar dichos sitios, mediante la utilización de instrumentos GPS marca *Garmin*, modelo *e-Trex 10*, con lo que posteriormente sería posible visualizar la localización y distribución espacial de la totalidad de puntos georreferenciados en la presente fase.

Paralelamente, se realizó una caracterización y categorización de los microbasurales identificados dentro del área de estudio, mediante la utilización de una ficha de campo, la cual fue elaborada en la fase anterior. Además, a modo más general, se realizó una pequeña descripción del entorno en el que se encontraban emplazados los microbasurales, según las características que representaran a cada lugar, sin ser muy detallados para no ampliar ni desviar el objeto de estudio.

Finalmente, en la fase tres de Laboratorio, o de post-terreno, se realizó una síntesis y posterior análisis de la información recopilada y levantada en las fases anteriores. A partir de la información georreferenciada de los microbasurales, se procedió al análisis y procesamiento de la información espacial, mediante la utilización de los *softwares Arcgis 10.1* y *QGIS Wien 2.8*, para posteriormente generar representaciones cartográficas que evidencian espacialmente la problemática de los microbasurales presentes en el área de estudio.

**Figura N°2. Diagrama metodológico**



Fuente: Elaboración propia.

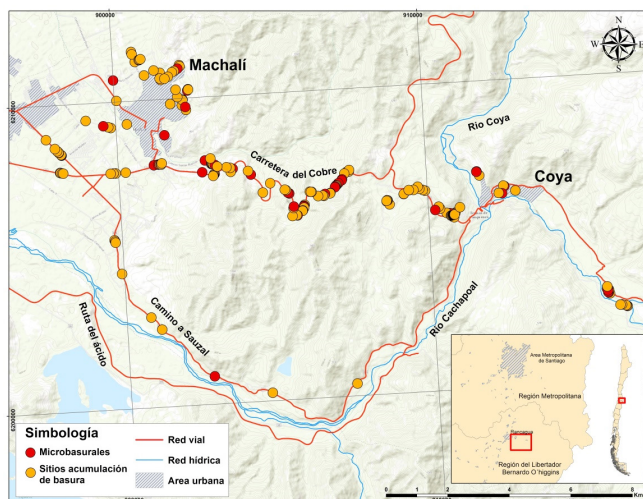
## RESULTADOS

### *Localización y distribución espacial de los microbasurales*

En el proceso de identificación de los microbasurales presentes en la comuna de Machalí, se logró identificar 190 microbasurales en distintos puntos, los cuales se pueden agrupar en dos categorías distintas, en base a su extensión y temporalidad. En este sentido, se ha realizado la distinción entre microbasurales y sitios de acumulación de basura. Los primeros tienen como característica principal una mayor extensión y permanentes en el tiempo, los que totalizan 39 puntos georreferenciados. Los segundos, por lo general son de carácter esporádicos, sin poseer una permanencia mayor en el lugar en donde se encuentran y además tienen una menor extensión.

Sin embargo, se denominará microbasurales de una manera genérica a la totalidad de sitios de acumulación ilegal de basura, comprendiendo las dos categorías anteriormente descritas, independiente de la extensión y del tiempo de presencia en el lugar, ya que en la práctica todos estos sitios estarían supeditados al mismo fenómeno y a la vez, sus efectos o impacto en el territorio tenderían a ser los mismos, solo que a diferentes escalas.

**Figura N°3. Distribución espacial de microbasurales en la cuenca alta del río Cachapoal**



Fuente: Elaboración propia.



Los microbasurales presentes en el área de estudio mantienen una distribución espacial relativamente bien marcada y clara. En la Figura N°3, se pueden observar los 190 puntos (en color rojo y naranja) en donde hay presencia de microbasurales en el área de estudio. En ella se puede observar que su distribución se encuentra fuertemente influenciada por la diferenciación entre lo urbano y lo rural, ya que un 13% de los microbasurales se encuentra dentro de las áreas urbanas de la comuna, que corresponden a las áreas en gris achurado (Machalí y Coya), por lo que un 77% de los microbasurales se encuentra fuera de dichas áreas (ver Figura N°3).

Es importante considerar que la comuna de Machalí es una comuna predominantemente rural, la que sin embargo, se encuentra en un constante proceso de urbanización y conurbación con el área urbana de la comuna de Rancagua, debido al aumento demográfico y al “boom inmobiliario” que ha experimentado la comuna en sus principales áreas urbanas (Sepúlveda, 2013; Piriz, 2012).

El hecho de que los microbasurales se sitúen principalmente en áreas no urbanas se da principalmente porque son considerados por la población como una externalidad negativa en el hábitat residencial de dicha población. Esta es una característica que también se le otorga a los vertederos legalmente establecidos por las autoridades, por ello que su localización siempre se encuentra alejada de sectores habitados. El hecho de que los lugares de disposición final de los residuos, ya sean legales o no, sean considerados externalidades negativas, se da porque ellos estarían generando impactos negativos en el territorio en donde se encuentran emplazados (en el paisaje, en la salud, en la flora y fauna, en el agua, en los suelos), por lo que, mientras más cercanos se encuentren de las comunidades humanas, más se verán afectadas por estos residuos. Un ejemplo claro de ello, desde una perspectiva de mercado de suelos, es que los terrenos y las viviendas que se encuentran cercanas a un microbasural o vertedero, tienden a sufrir una inminente devaluación (André & Cerdá, 2006).

En base a lo anterior, los microbasurales han tendido a ser localizados en lugares que se encuentren relativamente alejados, sin que se encuentren a simple vista y de alguna manera que no afecten a quien fue a disponerlos a aquel lugar. Al realizar dicha disposición de residuos, no es considerada la población que ahí habita, presentándose así lo que se ha denominado como efecto *NIMBY* (“*Not In My Backyard*” traducido del inglés como “No En Mi Patio Trasero”), el cual corresponde al rechazo ciudadano a instalaciones que puedan afectar a la población que se encontrara en el entorno de dicha instalación, pudiendo generar efectos

que sean perjudiciales para las comunidades (Valera, 2002; Crespo & Ricardo, 2009). Entre algunos ejemplos del *NIMBY* se encuentran cárceles, aeropuertos, centrales de energía nuclear, centrales hidroeléctricas y vertederos, siendo los microbasurales, como ya se ha comentado anteriormente, una manifestación a menor escala de ellos.

Así mismo, dentro de las áreas urbanas los microbasurales tienden a estar localizados en los sectores periféricos de ellas, y en algunos casos, en lugares que debido a sus características pueden resultar propicios para la acumulación de basura (ej. estero que cruza la ciudad; sectores industriales abandonados). Estas dos situaciones se rigen bajo la lógica de lo no deseado por la población, de mantener los residuos lo más alejado posible, o en su defecto, que no se encuentren a simple vista, intentando generar el menor gasto posible de esfuerzo y de dinero.

Un ejemplo claro del primer caso, es lo que sucede al costado del condominio “Vista al valle”, emplazado en el sector noreste del área urbana de Machalí, donde hay un terreno destinado a la construcción de la segunda etapa de un proyecto inmobiliario de viviendas. Actualmente se encuentran trazadas las calles y los deslindes de las viviendas, pero que aún no se han comenzado los trabajos, por lo que se encuentra en desuso. Lo interesante de este terreno es que se encuentra en la periferia del área urbana, y por el hecho de que tenga fácil acceso y estén trazadas las calles dentro del terreno, lo han hecho un lugar propicio para la formación de un microbasural de gran envergadura. Curiosamente los residuos encontrados en este microbasural corresponden en su mayoría a residuos domiciliarios, lo que hace suponer que puede existir un problema asociado al retiro de los residuos, producto del carácter periférico del sector, o bien la población, que por comodidad o por costumbre ha ido arrojando todo tipo de desperdicios en este sector de la comuna.

**Figura N°4. Microbasural en terreno contiguo al condominio “Vista al Valle”**

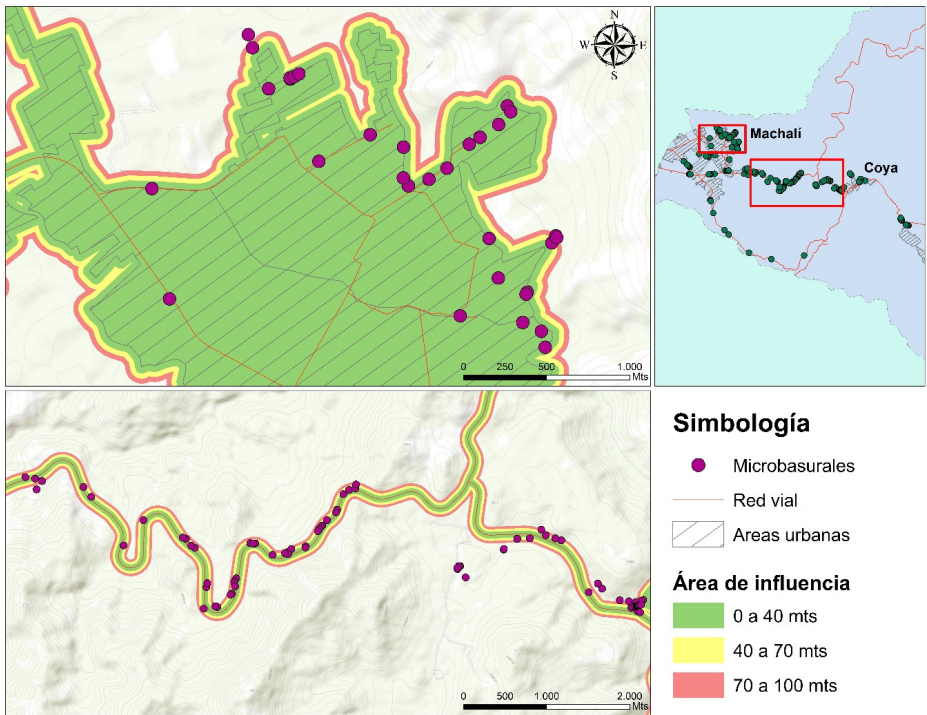
Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 349000 E, 6218484 S)

La localización de los microbasurales está determinada en la mayoría de los casos, si es que no es en su totalidad, por la disponibilidad de acceso a los lugares en donde ellos estén establecidos, acceso que posibilite la utilización de un vehículo, ya que, a través de ellos, las personas que mantienen este tipo de conductas pueden transportar mayor cantidad de residuos, a la vez de poder hacerlo con residuos de mayor volumen, por ende, los microbasurales se encontrarán en donde exista presencia de la red vial, o bien, en lugares cercanos a ella. Un ejemplo concreto, es lo que sucede en el sector correspondiente a la carretera del cobre, en donde se identificó la presencia del 57% de los microbasurales presentes en el área de estudio, los que se encuentran en su totalidad muy cercanos a esta importante vía estructurante de la comuna.

En base a ello, es que la gran mayoría de los microbasurales presentes en el área de estudio, se encuentran a un radio de no más de 100 metros de distancia de la red vial y de las áreas urbanas de la comuna, habiendo algunas excepciones, las

que por su cantidad son casi despreciables. En la figura N° 5, se puede observar tres áreas de influencia que representan áreas de distancias a partir de la red vial y las áreas urbanas, las que primero, van desde cero a 40 mts. (área señalada en verde), la segunda, desde 40 a 70 mts. (área señalada en amarillo) y la tercera, de 70 a 100 mts. (área señalada en rojo), en donde solo se seleccionaron 2 sectores representativos para el caso: sector nororiente del área urbana de Machalí (arriba) y el tramo desde Machalí a Coya de la carretera del cobre (abajo). Se puede apreciar que la gran mayoría de microbasurales se encuentran dentro de las áreas de influencia mencionadas, pudiendo comprobar visualmente la relación entre la red vial y la presencia de los microbasurales.

**Figura N°5. Cartografía área de influencia de red vial y áreas urbanas.**



Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, localización y distribución de los microbasurales dentro del área de estudio presenta una característica propia, en la que tienden a estar alejados de las poblaciones humanas. Sin embargo, la distancia en la cual estén emplazados no será muy alta, ya que las personas que realizan la acción de disponer sus residuos de manera ilegal, no querrán generar un gasto excesivo en la realización de dicha acción, ya sea monetario o de esfuerzo. Es en base a ello, que la carretera del cobre se ha establecido como un lugar propicio para el afloramiento de microbasurales, ya que, en el área de aproximadamente 16 kilómetros de longitud, se encuentra emplazada entre las áreas urbanas de Machalí y Coya, por lo que se encuentra a una distancia relativa entre lo que se puede considerar alejado y/o cercano.

Es importante destacar que los microbasurales a pesar de estar situados en lugares que por lo general son altamente transitados, la mayoría de estos se encuentran en lugares que no se ven a simple vista, ya que, las personas al actuar en un estado de ilegalidad, tienden a “esconder” los residuos, por ejemplo, entre la vegetación o en laderas de los cerros. Es así que los microbasurales muchas veces pasan desapercibidos por la mayoría de la población que transita diariamente por dichos lugares, invisibilizándose la presencia de ellos, y el impacto que generan en el territorio.

En el área de estudio, especialmente en lo que corresponde a la carretera del cobre y los sectores más rurales de la comuna, es recurrente que los microbasurales se encontraban dispuestos de tal manera que no fuera posible verlos ni acceder a ellos fácilmente, siendo recurrente que los microbasurales no estén situados en lugares que se encuentren a simple vista, por lo que muchas veces ellos se encontraban escondidos entre la vegetación o tras de ella (teniendo como referencia la carretera del cobre), o bien dispuestos en laderas de cerros y quebradas, lugares en los cuales no es evidente su presencia, pasando desapercibidos para la mayor parte de las personas que por ahí puedan transitar.

A pesar que en muchos casos los microbasurales no pueden ser reconocidos fácilmente, eventualmente si se accede a aquellos lugares o a su cercanía (detrás de la vegetación o a las laderas y quebradas), rápidamente se puede reconocer la presencia de dichos microbasurales en el lugar, o bien, si se realiza una observación más aguda desde otros ángulos hacia el sitio en donde se encuentran emplazados los microbasurales, también sería posible detectar su presencia.

**Figura N°6. Microbasural a metros de la carretera del cobre**

Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 351220 E, 6215040 S)

Este es el caso de varios microbasurales que se encuentran a lo largo de la carretera del cobre, los que a pesar de que se encuentran, en la mayoría de los casos, a pocos metros de dicha vía, desde la carretera no se logran ver, ya que están localizados en los sitios anteriormente mencionados (ver Figura N°6). Por una parte, los microbasurales que se encuentran emplazados en las laderas o quebradas de los cerros de la carretera del cobre, pueden ser vistos si uno se acerca a dichas laderas, las que se encuentran generalmente en las áreas de descanso y de esparcimiento que hay a lo largo de la carretera, como se puede visualizar en la Figura N° 6.

También, los microbasurales que se encuentran en la ladera, pueden ser visualizados desde la misma carretera del cobre, en alguna ladera contraria a la cual está emplazado el microbasural. En las figuras N° 7 y 8 se pueden observar dicho fenómeno, ya que en ellas se muestran diferentes puntos de vista del mismo lugar en donde se encuentra emplazado un microbasural. La fotografía en la Figura N°7 está tomada desde el área de descanso más próximo al microbasural, donde claramente no se logra ver dicho sitio, ya que se encuentra detrás de la loma que

ahí se presenta, geomorfología que sumada a la vegetación facilitan el disimulo del microbasural. Por su parte, la fotografía en la Figura N°8 fue tomada desde la misma carretera del cobre, un par de kilómetros alejado del lugar en donde se encuentra el microbasural, estando a mayor altitud y de frente a dicho sitio, desde donde se puede visualizar claramente el microbasural en casi toda su extensión.

**Figura N°7. Sector microbasural desde carretera del cobre**



Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 352571 E, 6214291 S).

**Figura N°8. Sector microbasural desde ladera contraria**



Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 353144 E, 6214183 S).

Los microbasurales al ser emplazados en dichos lugares, dificultan tanto su proceso de identificación por parte de las autoridades municipales, debido a que se tendría que hacer un recorrido exhaustivo altamente específico para poder localizar la totalidad de los microbasurales y generar un plan de acción posterior a ello, así como también, dificultan el proceso de erradicación de dichos sitios de acumulación ilegal de residuos, ya que, al estar entre la vegetación se hace necesario tener que cortar, podar o bien disminuir la vegetación para que los funcionarios puedan realizar favorablemente la limpieza del lugar, acción que necesitaría un esfuerzo y un gasto monetario mucho mayor, o en el caso de que el microbasural se encuentre en la ladera de un cerro o en una quebrada, además de hacerse dificultosa la limpieza, en cierto sentido imposibilitaría a que los funcionarios puedan realizar la tarea fácilmente, ya que se necesitarían equipos e indumentaria apropiada para poder realizar la limpieza de estos lugares que por lo general poseen una pendiente pronunciada, lo que se presentaría como un factor



de riesgo para la integridad de quienes realicen dicha acción.

En las siguientes fotografías se puede observar distintos microbasurales que se encuentran en la carretera del cobre, los cuales se encuentran “escondidos” entre la vegetación o en las laderas y quebradas de los cerros:

**Figura N°9. Microbasural en ladera de cerro**



Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 353724 E, 6214286 S).

**Figura N°10. Microbasural en quebrada y entre la vegetación**



Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 352571 E, 6214291 S).

**Figura N°11. Microbasural en ladera de cerro sobre la vegetación**



Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 350770 E, 6215169 S).

**Figura N°12. Microbasural en zanja**



Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 348291 E, 6215267 S)

Por ejemplo, en el kilómetro 16 de la carretera del cobre hay un sector en el que existe una pequeña loma que oculta un microbasural de gran tamaño (ver Figura N°13). En este sector además está el comienzo de un sendero que es utilizado para trekking y para realizar actividades de motocross y mountainbike, por lo mismo, la afectación de este microbasural va más allá que solo en la afectación visual o paisajística (que a pesar que no se ve a simple vista), sino que afecta también a las personas que comúnmente transitan por este sector para realizar actividades recreativas, o bien, la presencia de este microbasural podría desincentivar el uso de estos sectores a quienes suelen utilizarlo.

**Figura N°13. Microbasural en Kilómetro 16 de la carretera del Cobre**



Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 352571 E, 6214291 S).

Por otra parte, bastantes microbasurales y en especial algunos significativos en cuanto a extensión y temporalidad, no se encuentran en las rutas principales de la comuna, sino que se encuentran en lugares que no son de rápido acceso y en rutas poco transitadas, que en algunos casos son de tierra o ripio. Ejemplos claros de ello son, en primer lugar, el sector denominado Camino las rosas, el cual se inserta en el área rural de la comuna, muy cercano a villas y condominios en construcción, en el que existe un microbasural de gran tamaño que está compuesto principalmente por residuos de la construcción y voluminosos. En segundo lugar se encuentra el

camino El Sauzal, ruta que antiguamente era la principal conexión entre Machalí y Coya, en donde opera la central hidroeléctrica del mismo nombre. Esta vía, debido al poco tránsito que actualmente posee y a la presencia de amplias áreas en la ribera del río, se ha transformado en una ruta propicia para la descarga de residuos de todo tipo y en especial de RCE.

En este sentido un 8,9% de los microbasurales georreferenciados (17 en total), se encontraban en la ribera o muy cercanos a algún curso hídrico permanente (ríos, esteros o canales), los que frente a alguna crecida del río podrían provocar arrastre de material río abajo o bien bloquear el curso hídrico de los canales pudiendo provocar desbordes o bien, contaminando el recurso hídrico.

Al igual que todos los microbasurales, la presencia de ellos en la ribera de los ríos está altamente determinada por la disponibilidad de acceso a la ribera del curso hídrico, es por ello el bajo porcentaje que tienen dentro de la totalidad de microbasurales, ya que el único camino que bordea el río y que existe la posibilidad de poder detenerse es en el camino El Sauzal. Es decir, hay pocos sectores en donde la red vial posibilite el acceso directo a la ribera del río, por lo que se establecería en cierto sentido una limitancia con respecto a la disposición en dichos lugares.

Respecto a esto mismo, es importante mencionar que solamente dos de los 17 microbasurales referenciados en la ribera de los ríos fueron categorizados como microbasurales de gran extensión. Uno de ellos ubicado en el camino “El Sauzal” a escasos metros de la central hidroeléctrica del mismo nombre y el otro se encuentra en un terreno ubicado entre Los Álamos (sector de Coya) y el puente Chacayes.

#### **Figura N°14. Microbasural en ribera del río Cachapoal, cercano a central hidroeléctrica “El Sauzal”**



Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 350157 E, 6208373 S)

En el sector que está antes de llegar al puente Chacayes desde Coya, denominado El manzanar, hay un terreno en la ribera del río que presenta varios microbasurales, todos de diferentes extensiones, pero que están dispersos dentro del mismo terreno. Es por esto que el sector se consideró como un solo microbasural de gran extensión debido a lo homogéneo del terreno y a las características comunes entre los pequeños microbasurales dispersos en el predio, tal como se puede observar en las siguientes fotografías (Figuras N°15, N°16 y N°17). Sin embargo, en la actualidad las dos entradas que tiene este terreno se encuentran bloqueadas con bloques de cemento que impiden el libre acceso a vehículos que podrían depositar todo tipo de materiales en él.

**Figura N°15. Microbasural en terreno de El Manzanar**



Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 362939 E, 6211170 S).

**Figura N°16. Microbasural en terreno de El Manzanar**



Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 362939 E, 6211170 S).

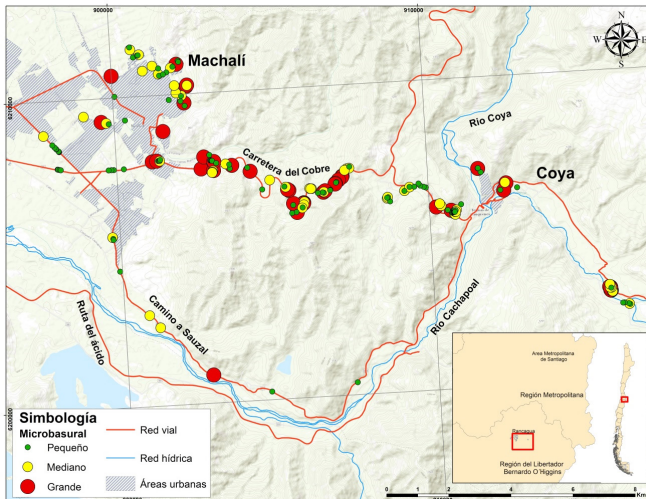
**Figura N°17. Microbasural en terreno de El Manzanar**



Fuente: Elaboración propia, trabajo de terreno (Coord. UTM 19S: 362939 E, 6211170 S).

Dentro de la caracterización realizada a los microbasurales presentes en el área de estudio, se pudo identificar microbasurales de distintos tamaños, siendo agrupados en solo tres categorías, grande, mediano y pequeño, en base a las dimensiones que presentaban dichos sitios.

**Figura N°18. Distribución espacial de microbasurales en la cuenca alta del río Cachapoal, según tamaño.**



Fuente: Elaboración propia.

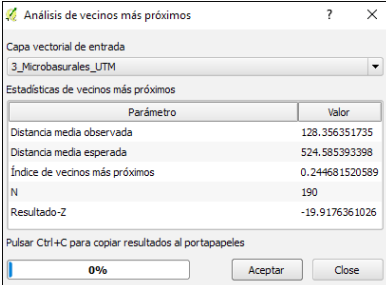
Los microbasurales clasificados como pequeño corresponde a un área menor a 2 metros cuadrados aproximadamente, mediano entre 2 y 10 metros cuadrados y grande superior a 10 metros hasta una hectárea, ya que si supera la última correspondería por definición a un VIRS (ver Figura N°18).

A continuación se realizará un análisis del patrón de distribución de los microbasurales, según la distancia media al vecino más cercano. Según los datos, los microbasurales en el área de estudio tienden a agruparse en conglomerados o agrupaciones de manera agregada, esto significa que la densidad de puntos es muy elevada en ciertas zonas y no se presentan de manera al azar o uniforme a lo largo del territorio. El índice de vecinos más cercanos se presenta como la relación entre la distancia media observada y la distancia media esperada, la que corresponde a la distancia promedio que hay entre vecinos de una distribución hipotética aleatoria

Los próximos análisis corresponden a análisis de densidades, lo que corresponde a la frecuencia diferencial con que se presenta un hecho geográfico en el territorio, para de esta forma estudiar la distribución de un determinado elemento en el espacio. De manera geográfica, la densidad se entiende como la medición de una variable dividida por una unidad de superficie.

En el cuadro N°1 se puede ver el cuadro de diálogo de “análisis de vecinos más próximos” en *Qgis Wien*, el que muestra el valor del índice de vecinos más próximos, en donde se puede apreciar que el dato es más próximo a 0, en una escala de 0 a 2. El que demuestra que los microbasurales presentes en el área de estudio tienen un bajo valor del índice, por lo que mantendrán un patrón de agrupamiento, ya que mientras más cercano a 1 tendrían un patrón más bien regular, y si fuera más cercano a 2 mantendrán un patrón mayormente aleatorio.

### Cuadro N°1. Cuadro de dialogo en *Qgis*

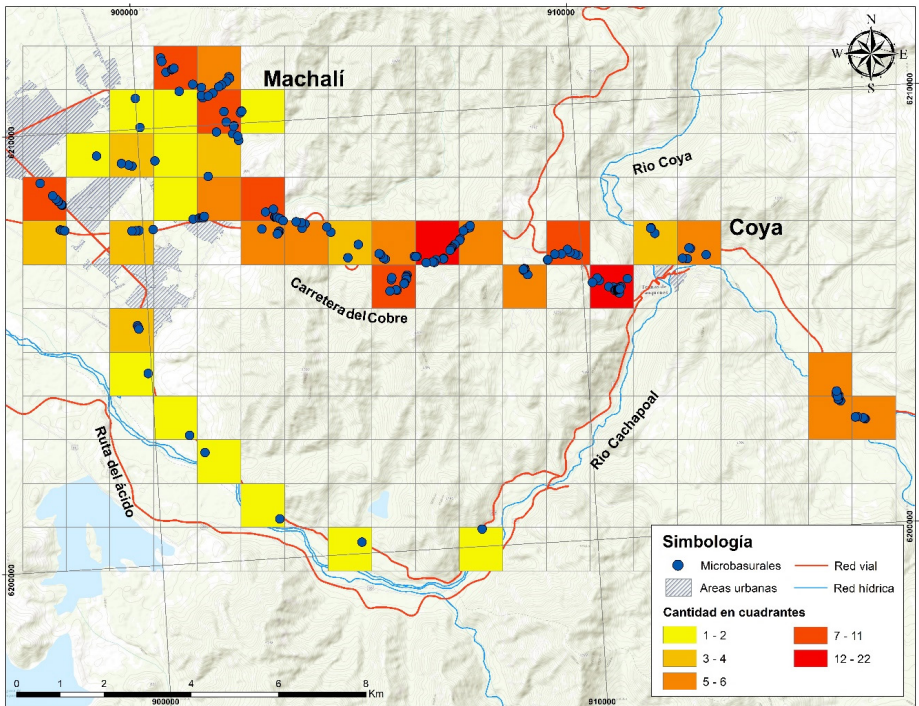


Parámetro	Valor
Distancia media observada	128.356351735
Distancia media esperada	524.585393398
Índice de vecinos más próximos	0.244681520589
N	190
Resultado-Z	-19.9176361026

Fuente: Elaboración propia a través de software *Qgis Wien*. Captura de pantalla.

La Figura N°19 corresponde cartográficamente a un análisis de cuadrantes de los microbasurales presentes en el área de estudio. Para hacer el análisis de cuadrantes se debe dividir el área de estudio en cuadrantes de la misma medida, para de esta forma medir densidades dentro de él. En este caso, se realizaron cuadrantes de 1 km<sup>2</sup>, lo que entrega como resultado cuales cuadrantes o sectores presentan mayor presencia de microbasurales. Destaca la carretera del cobre y la periferia norponiente de Machalí, ya que entre esos dos sectores hay 8 cuadrantes que presentan 7 o más microbasurales en su área.

**Figura N°19. Análisis de cuadrantes de microbasurales en la cuenca alta del río Cachapoal.**



Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que este es un análisis cuantitativo de la cantidad de microbasurales que hay en un cuadrante, el que no tiene ninguna relación con alguna característica que posean los microbasurales, tal como el tamaño de los

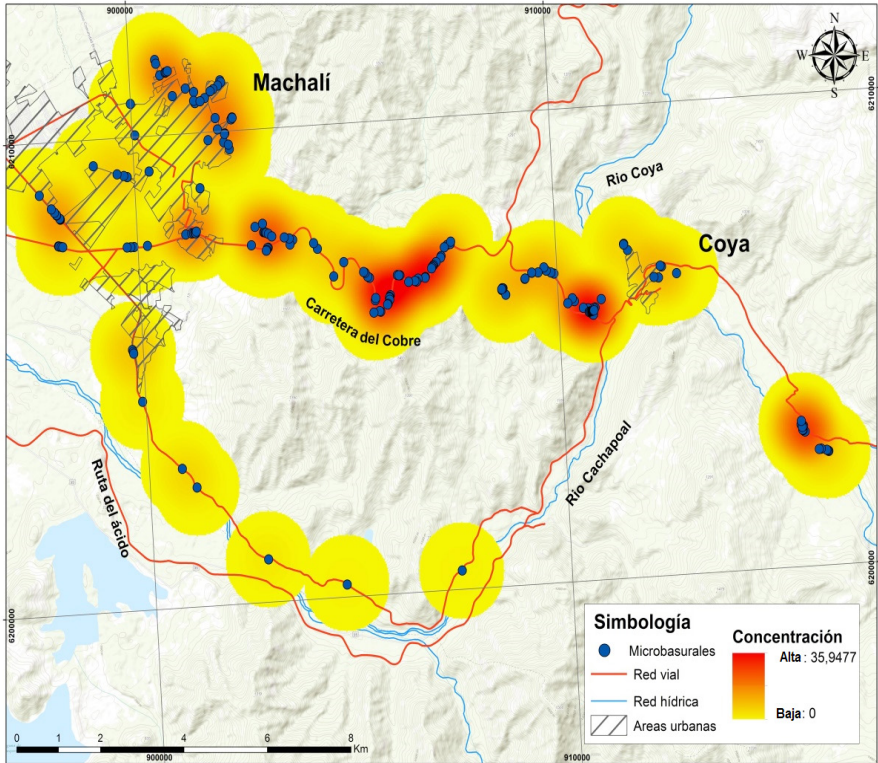


microbasurales, sino que en este caso, solo corresponde al análisis del número de estos, por lo mismo no necesariamente los cuadrantes que presentan mayor número de microbasurales son los sectores más críticos. Por ejemplo, en el camino a Sauzal existe uno de los microbasurales de mayor tamaño, pero que en el análisis de cuadrantes se presenta con solamente uno, lo que no es indicativo para el impacto real de los microbasurales en territorio.

En la Figura N° 20, cartografía correspondiente al análisis de densidad de los microbasurales presentes en el área de estudio, se puede observar una clara acumulación de ellos en la carretera del cobre y en la periferia de las áreas urbanas. Este análisis a diferencia del anterior, es de carácter cualitativo, en donde se generaran áreas de influencia de los microbasurales en cuanto a su agrupación. Cabe considerar que en el análisis se consideró un peso en base a las categorías de residuos que están contenidos en los microbasurales, teniendo mayor peso los microbasurales que contienen más categorías de residuos, es decir, que los microbasurales que presentan mayor cantidad de categorías de residuos, ya sean voluminosos, domiciliarios, escombros o ramas, tendrán mayor peso, que repercutirá en el establecimiento del área de influencia, por sobre los que presentan menos categorías.

Esta cartografía se realizó utilizando la herramienta que mide densidad en el software *Qgis wien*, llamada “densidad de Kernel” o “*Heat map*”, esta genera una superficie redondeada sobre uno o más puntos en estudio definido por pixeles, de manera que los máximos valores de densidad se den sobre los lugares donde se encuentra un mayor número de puntos y disminuye progresivamente mientras se va alejando de ellos, hasta llegar a un punto de densidad 0.

**Figura N°20. Cartografía de análisis de densidad de microbasurales en la cuenca alta del río Cachapoal.**



Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS

A lo largo del estudio se han descrito y evidenciado empíricamente las características localizacionales y distributivas de los microbasurales presentes en el área de estudio, características que se hacen recurrentes en la totalidad de microbasurales que se encuentran distribuidos a lo largo del territorio, demostrando así el patrón territorial de acumulación ilegal de residuos sólidos en

la cuenca alta del río Cachapoal, lo que a su vez evidencia algunos indicios de las conductas que poseen las personas que disponen sus residuos en lugares que no están habilitados para ello.

Una de las principales características de localización y distribución que presentan los microbasurales en el territorio comunal de Machalí, es la clara diferenciación que hay entre las áreas urbanas y rurales. La comuna en términos de usos de suelo, mayoritariamente es de carácter rural, sin embargo la población residente se concentra en las áreas urbanas, área que tiende a ser en donde se genera mayor cantidad de basura, la que eventualmente al ser dispuesta en lugares que no se encuentran apropiados para su almacenamiento, formará los microbasurales. A pesar de ello, es en las áreas rurales es en donde se establece más del 75% de los microbasurales, evidenciando claramente un factor determinante en su localización y distribución dentro del área de estudio. Es importante destacar que el porcentaje de microbasurales que se encuentra en las áreas urbanas en su mayoría, están situados en la periferia de ella.

No obstante, un factor común en la localización de los microbasurales, tanto en las áreas urbanas como en las rurales, es la accesibilidad que pueda tener la población a los sitios en donde están dispuestos los microbasurales dentro del área de estudio, siendo la red vial la infraestructura determinante para que ello suceda.

En base a lo anterior, dentro del territorio hay tres sectores representativos en cuanto a la presencia de microbasurales, que revela las condiciones anteriormente mencionadas, los cuales corresponden, en primer lugar a la carretera del cobre, sector en el cual se concentra el 57% de los microbasurales presentes en el área de estudio; en segundo lugar, el camino la hacienda, en donde se encontraba el microbasural de mayor extensión dentro del área de estudio; y en tercer lugar, el camino a sauzal, en donde se hacen presentes microbasurales de gran extensión a orillas del río Cachapoal.

También, a partir de los datos georreferenciados en terreno de los 190 microbasurales presentes en el área de estudio, y mediante la utilización de las herramientas SIG, se pudo establecer tanto cualitativamente como cuantitativamente que los microbasurales presentes en el territorio no se encuentran distribuidos de manera aleatoria o al azar, sino que poseen un patrón de agrupamiento y concentración en ciertos sectores específicos de la comuna, tales como la periferia de las áreas urbanas y la carretera del cobre, lo que refuerza la hipótesis propuesta en el presente artículo.

La identificación de los microbasurales presentes en el área de estudio y el reconocimiento del patrón de localización y distribución que ellos poseen, es información esencial para resolver la problemática que ellos representan, siendo un importante insumo para su solución, ya que en primer lugar hay que saber en dónde se localizan los microbasurales, para luego planificar como se efectuará la erradicación de ellos, teniendo que considerar en todo momento las características territoriales de donde se encuentran situados los microbasurales, para que el proceso sea efectivo y pueda cumplirse dicho objetivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- André, F., & Cerdá, E. (2006). Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. *Cuadernos económicos de ICE*, 71-91.
- Baeza, A. (17 de mayo de 2012). Chile lidera la producción de basura anualmente en latinoamerica. *Diario La Tercera*. Recuperado de: <http://www.latercera.com/noticia/chile-lidera-produccion-de-basura-anualmente-en-latinoamerica/>
- Bernache, G., Bazdresch, M., Cuéllar, J., & Moreno, F. (1998). *Basura y Metrópoli. Gestión social y pública de los residuos sólidos municipales en la zona metropolitana de Guadalajara*. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.
- Biblioteca del Congreso Nacional. (2012). *Resultados preliminares Censo de Población y Vivienda 2012*. Valparaíso.
- Carvajal, V. & Castro, M. (25 de enero de 2016). Vertedero Santa Marta obtuvo en 2011 permiso para funcionar 13 años más y duplicar basura acumulada. *CIPER Chile*. Recuperado de <http://ciperchile.cl/?p=61689>
- Chile. Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). (2005). *Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Santiago.
- Chile. Ministerio de Salud, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA). (2002). *Información General Relativa a Residuos Domiciliarios*. Recuperado de: <http://www.seremisaludrm.cl/sitio/download/residuos/antecgeralresiduosd.pdf>
- Chile. Ministerio del Interior, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). (2009). *Programa de Control de Microbasurales en Valparaíso: Hacia un Cambio Conductual de la Población a Través de la Educación y la Participación Ciudadana*. Recuperado de: <http://ciperchile.cl/pdfs/2014/04/incendio/Microbasurales.pdf>.
- Crespo, F., & Ricardo, P. (Diciembre de 2009). Un mecanismo para la localización eficiente y equitativa de NIMBY. *Dyna*, 76(160), 293-303.
- Domínguez, F. (20 de enero de 2016). Incendio en relleno Santa Marta: ¿A dónde irá la basura

de las comunas afectadas? *Emol.com*. Recuperado de <http://www.emol.com/noticias/Nacional/2016/01/20/784192/A-donde-ira-la-basura-de-las-comunas-afectadas-por-el-incendio-en-el-vertedero-Santa-Marta.html>

Feureman, A. (2002). Residuos sólidos (la basura): un enfoque basado en los derechos de propiedad. *Política Pública*. 17, 1-15. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/basura.pdf>

Hoorweg, D. & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste. A Global Review of Solid Waste Management*. World Bank. Recuperado de: [https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What\\_a\\_Waste2012\\_Final.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). *Segunda encuesta nacional de medio ambiente*. Santiago.

Piriz, B. (28 de abril de 2012). Machalí: Frenético boom inmobiliario en el "barrio alto" de Rancagua. *La Segunda*. Recuperado de: <http://www.lasegunda.com/Noticias/Economia/2012/04/741962/machali-frenetico-boom-inmobiliario-en-el-barrio-alto-de-rancagua>

Sabatini, F. (1981). La dimensión ambiental de la pobreza urbana en las teorías latinoamericanas de marginalidad. *Revista EURE - Revista De Estudios Urbano Regionales*. 8(23), 53-67. Recuperado de: <http://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/932/45>

Sepúlveda, P. (8 de Abril de 2013). Maule, Machalí y Alto Hospicio: las comunas que más crecieron en la última década. *La Tercera*. Recuperado de: <http://diario.latercera.com/edicionimpresa/maule-machali-y-alto-hospicio-las-comunas-que-mas-crecieron-en-la-ultima-decada/>

Valera, S. (2002). Gestión ambiental e intervención Psicosocial. *Psychosocial Intervention*, 11(3), 289-301.