

# SISTEMA ESPACIAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL VALLE DE TULUM (SAN JUAN – ARGENTINA)

*Ricardo Héctor Acosta*  
*Universidad Nacional de San Juan, Argentina*  
*iracosta@.ffha.unsj.edu.ar*

## RESUMEN

*Se analiza el actual modelo espacial de los residuos sólidos urbanos en el Valle de Tulum (Provincia de San Juan –Argentina), con el objetivo de lograr la comprensión desde una óptica locacional y a través del empleo de modelos, de la distribución y funcionamiento del actual sistema espacial. Se propone finalmente un nuevo modelo espacial que persigue el orden y la eficacia en el circuito de los residuos. La incorporación de nuevas variables en el modelo alternativo propuesto trata de generar nuevas posibilidades en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos en el valle de Tulum. Una planta de tratamiento intermedia y una estación de transferencia posibilitarían un menor daño al sistema natural.*

*Palabras claves: Residuos, Valle de Tulum, modelo espacial.*

## ABSTRACT

*The present spatial model for the urban solid wastes of the Valley of Tulum (Province of San Juan-Argentina) is analysed with the object of understanding the distribution and functioning of the present system from a locational viewpoint and through the use of models. A new spatial model is proposed which is intended to improve the order and efficiency of the circulation of the residues. The incorporation of new variables in the proposed alternative model attempts to generate new possibilities for the treatment of urban solid wastes in the Valley of Tulum. An intermediate treatment plant and a transfer station would lessen the possibility of damage to the environment.*

*Key words: Residues, Valley of Tulum, spatial model*

## INTRODUCCIÓN

### Sistemas espaciales y modelos

En los últimos decenios se ha introducido en la geografía desde la biología (BERTALANFFY, 1951) una nueva metodología para entender, interpretar y espacializar los hechos y fenómenos que se producen sobre la superficie de la Tierra.

En distintas escalas de análisis se puede entender al espacio como un sistema en donde existen entradas de energía y un conjunto de objetos, junto con sus relaciones entre éstos y sus atributos (HALL Y FAGEN, 1956). Esta manera de entender a los componentes del espacio y sus relaciones nos brindan la posibilidad de estudiar los movimientos, las redes y las jerarquías.

La concepción y visión de la "Nueva Geografía" y la aplicación del método científico resultan de un interés relevante para los distintos pasos metodológicos de

la presente investigación vinculada al estudio espacial de los vertederos en el Valle de Tulum, provincia de San Juan en la República Argentina.

“... La complejidad de la realidad hace necesarios los modelos. Son apoyos conceptuales para nuestra comprensión “... brinda al investigador una fuente de hipótesis de trabajo que han de ser contrastadas con la realidad...” (HAGGETT, 1975).

El análisis locacional a través del empleo de modelos permite, en la investigación, reducir el funcionamiento de la realidad espacial a unas pocas variables representativas de todas y sujetas al punto de vista del investigador, que al seleccionarlas, se empeña por descubrir y explicar la forma de interacción entre ellas, y realizar de diagnósticos útiles para su planificación.

### **Sistema espacial de los residuos en el Valle de Tulum**

Un sistema espacial es un conjunto estructurado de elementos que se distribuyen sobre un área o región. Generalmente se expresan en términos de redes, teniendo como elementos los nodos o puntos de origen y destino de los materiales, energía o información; los trazos que vinculan directamente los nodos (y que corresponden a las líneas de comunicación o sistemas de transporte) y los flujos o volúmenes de materia, energía e información, que son transmitidos o desplazados entre los nodos a través de los trazos.

En el caso del sistema espacial de los residuos sólidos, la estructura más simple incluye como nodos los puntos o áreas de origen de los mismos, que corresponde generalmente a las áreas residenciales e industriales de la ciudad. Los trazos están representados por las vías de comunicación y sistemas de transporte de los residuos, desde sus orígenes a los sitios de disposición final, que son los nodos que cierran la conectividad del sistema.

El sistema espacial que se propone implica una complicación mediante el aumento de sus elementos y relaciones, con el fin de reducir paulatinamente el volumen de residuos que sean transportados al destino de o sitios de disposición final, mediante la posibilidad de crear una planta de tratamiento intermedia y una estación de transferencia con el objeto de realizar una recuperación efectiva de residuos.

La cantidad de los residuos sólidos que se producen en las áreas de origen está en función, primeramente de la cantidad de habitantes de las diversas áreas de la ciudad y en segundo lugar, de los volúmenes de consumo de materiales por parte de los habitantes de áreas residenciales. Mientras mayor sea el número de habitantes, mayor será la producción de desechos. Mientras mayor sea el consumo de materiales, mayor será la producción de desechos sólidos. Dado que los volúmenes de consumo dependen estrechamente de los ingresos familiares la distribución espacial del origen de los volúmenes de desechos dependerá de la distribución de los estratos socioeconómicos en las diferentes áreas residenciales de la ciudad.

### **Objetivos**

El objetivo de este estudio es examinar en el Valle de Tulum la localización espacial de los lugares de origen y de vertido final de los residuos sólidos urbanos, y a la luz del conocimiento y del diagnóstico del funcionamiento del actual sistema espacial que permite la existencia e incremento de los basureros, realizar una propuesta

vinculada con la implementación de un nuevo modelo referido a las distintas etapas relacionadas con el origen y destino de los residuos sólidos urbanos generados en los principales centros poblados de los departamentos, atendiendo a la premisa de que sólo existen dos soluciones para la basura: destruirlas o recuperarlas.

### **Hipótesis**

La falta de coherencia y consistencia del actual sistema espacial de los residuos sólidos urbanos significa una constante y creciente superación de los volúmenes de desechos producidos, así como una crisis en desarrollo de las distancias, medios y costos de transporte hacia los sitios de disposición, los que se han ubicado espontáneamente en áreas no aptas para estos fines, que, en consecuencia deterioran paulatina y severamente la calidad "in situ" de los recursos hídricos y atmosféricos y sus áreas de influencia sobre los sistemas ambientales naturales y socioeconómicos.

En consecuencia, se deben proponer modificaciones en el sistema espacial, que disminuyan substancialmente el volumen de desechos a ser transportados y depositados, para lo cual se deben implementar políticas y proyectos destinados a la clasificación en origen de los desechos, destinándolos, de acuerdo a su tipo, hacia plantas de reciclaje, estaciones de transferencia y sólo lo restante y de naturaleza orgánica hacia los sitios de disposición, dotados de capacidad de reabsorción de los mismos en el sistema natural.

### **Localización de los vertederos en el Valle de Tulum**

Los vertederos que se enumeran corresponden a las principales áreas de disposición de residuos sólidos urbanos en el espacio del valle (ACOSTA, R, 2000). Su nombre y localización son los siguientes:

**1. Vertedero : La Costanera**

Se denomina así al sector ubicado al Norte del valle, corresponde a la margen derecha del río San Juan a su salida del dique partidido San Emiliano. (Figura N° 1)

**2. Vertedero : Defensa**

Se encuentra ubicado al Sur de la localidad de La Bebida. El área esta emplazada en el departamento de Rivadavia y su extensión es de 500 metros aproximadamente.

**3. Vertedero : Neuropsiquiátrico**

Situado al Sur del Hospital Neuropsiquiátrico en el departamento de Rivadavia.

**4. Vertedero : Calle N° 5**

Ubicado en el extremo Oeste de la calle N° 5.

**5. Vertedero: Calle N° 6**

Se ubica en el departamento de Rivadavia, al Oeste de la calle Pellegrini, entre las calles 6 y 7.

**6. Vertedero : Calle N° 14**

Este vertedero se encuentra ubicado en el departamento de Rawson, transitando la Calle N° 14 en dirección Este a pocos metros antes de llegar al arroyo de Agua Negra.

**Figura N° 1**  
**Localización de los centros generadores de residuos y vertederos**



Fuente: Elaboración Propia

**7. Vertedero: El Pozo**

Se encuentra ubicado en la intersección de las calles Oro y Luna, en el Sur del departamento de Chimbas.

**8. Vertedero : Alto de Sierra**

Se accede al lugar por calle 25 de Mayo hacia el Este, a metros de calle Libertador General San Martín, en el departamento de Santa Lucía.

**9. Vertedero : Quebrada**

Ubicado en una pequeña quebrada de la Sierra Pie de Palo, próxima a la ciudad de Cauce, del departamento homónimo.

**10. Vertedero : Calles 7 y 8**

Transitando las mencionadas arterias en dirección Oeste se accede al lugar, próximo a la localidad de Quinto Cuartel en el departamento de Pocito.

**Modelo espacial actual de los residuos sólidos urbanos en el Valle de Tulum**

Los modelos espaciales pueden entenderse como estructuras conformadas por redes. Estas representaciones permiten realizar comparaciones y son de utilidad para abordar distintas problemáticas. Resultan de utilidad para el análisis de las redes existentes y posibilitan especular con el mejor uso de las mismas.

Si se aplica un modelo espacial al actual sistema de residuos en el Valle de Tulum, a través de un gráfico topológico, considerando que existen nodos configurados por distintas capitales departamentales y lugares de vertido final de los residuos ó vertederos, se pueden determinar redes integradas por vértices que unen esos nodos. Se puede hacer uso de la teoría del gráfico, de manera de analizar las configuraciones abstractas consistentes en puntos y líneas que quedan así determinadas.

En función a lo anteriormente descrito se ha llevado la temática de los vertederos a una figura que resulta de la aplicación de la teoría del gráfico. (Figura N° 2)

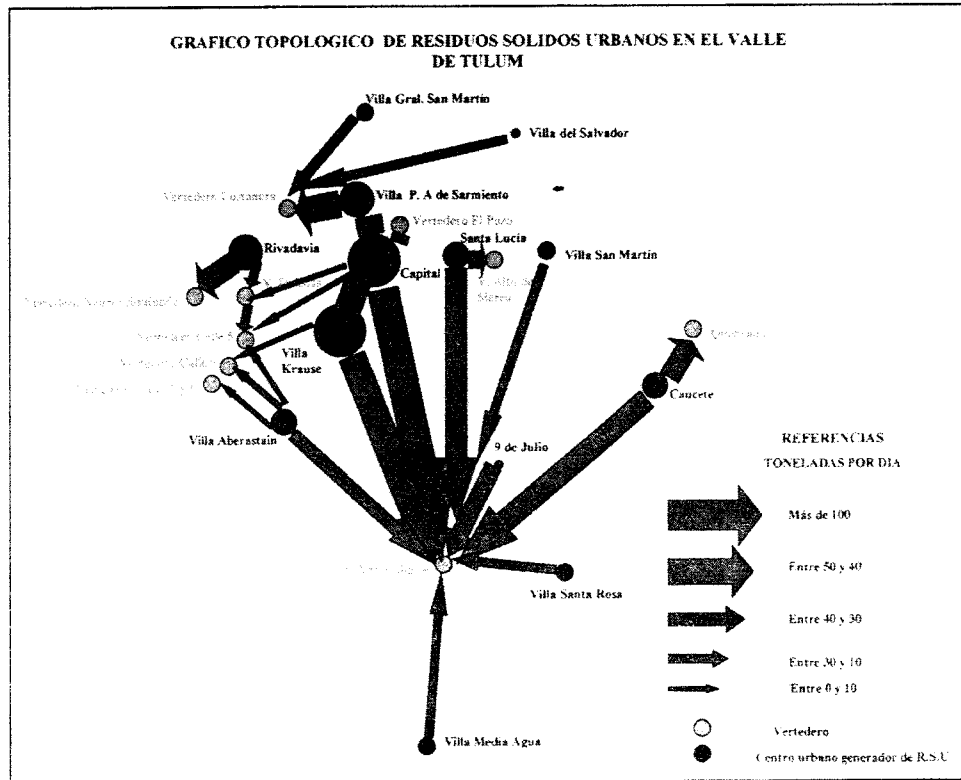
A primera vista pareciera que no hay una ventaja al adoptar este punto de vista simplista de la realidad. Sin embargo, tal nivel de abstracción es con frecuencia útil para revelar similitudes estructurales entre redes complejas (HAGGETT Y CHORLEY, 1969).

Se han considerado a las capitales departamentales como los principales centros generadores de residuos. Estos centros generan una producción en función a la cantidad de población residente en los departamentos.

Los lugares de vertido se han ubicado sobre su posición relativa dentro del espacio del valle. Y se han trazado los flujos y dirección (a través de líneas rectas) del tonelaje de residuos sólidos acarreados diariamente desde el origen hacia el lugar de disposición final. A cada trazo demarcado se le ha dado un grosor distinto en función al tonelaje.

De ésta forma se puede construir el siguiente gráfico:

**Figura N° 2**  
**Gráfico topológico de los residuos sólidos en el valle.**



Fuente: Elaboración Propia

La figura N° 2 muestra en forma sintética la distribución de las capitales departamentales en el valle de Tulum, que por otra parte constituyen los centros donde se generan los mayores volúmenes de residuos sólidos urbanos en el Valle de Tulum. Estos centros urbanos realizan la disposición de los mismos en los distintos vertederos generando flujos de residuos, que se señalan en el gráfico a través de líneas con dirección al vertedero correspondiente.

Para contar con una aproximación referida al volumen de desechos que cada municipio deposita diariamente en los vertederos, se le ha otorgado un rango a éstos flujos. Fue necesario contabilizar las unidades recolectoras de residuos que arriban diariamente a cada vertedero y conocer la procedencia de las mismas. En el valle se producen diariamente unas 385 toneladas de residuos sólidos urbanos, sin que en la etapa del almacenaje se realice una separación de los residuos.

Si se analiza el gráfico topológico precedente que muestra la cantidad y la procedencia departamental de los residuos, se puede interpretar que en el vertedero de la Calle 14, (ubicado en el centro-sur del valle), vierten nueve municipios, distribuidos en forma de abanico. Las capitales departamentales de Capital y Rawson son las que mayores volúmenes depositan en este vertedero. El resto de los municipios realiza la disposición en los vertederos ubicados en el Oeste del valle; justamente donde existe una concentración de los mismos, pues en forma más o

menos agrupada se encuentran los vertederos Costanera, Defensa, Neuropsiquiátrico, Calle N° 5, Calle N° 6, Calle N° 7 y 8.

Seis de los diez vertederos analizados, reciben los residuos de los departamentos de Chimbabue, Rivadavia, Albardón, Angaco, Rawson, Pocito y en menor medida de la Capital.

La capital del departamento de Santa Lucía dispone de los residuos en los vertederos denominados El Pozo y Calle 14.

Por otra parte Cauce, departamento situado al Este del Valle realiza la disposición de sus residuos en los vertederos llamados Quebrada y Calle 14.

El vertedero de la Calle 14, que se encuentra a mayor distancia de las capitales departamentales, es el que más cantidad de residuos sólidos urbanos recibe actualmente en el Valle de Tulum.

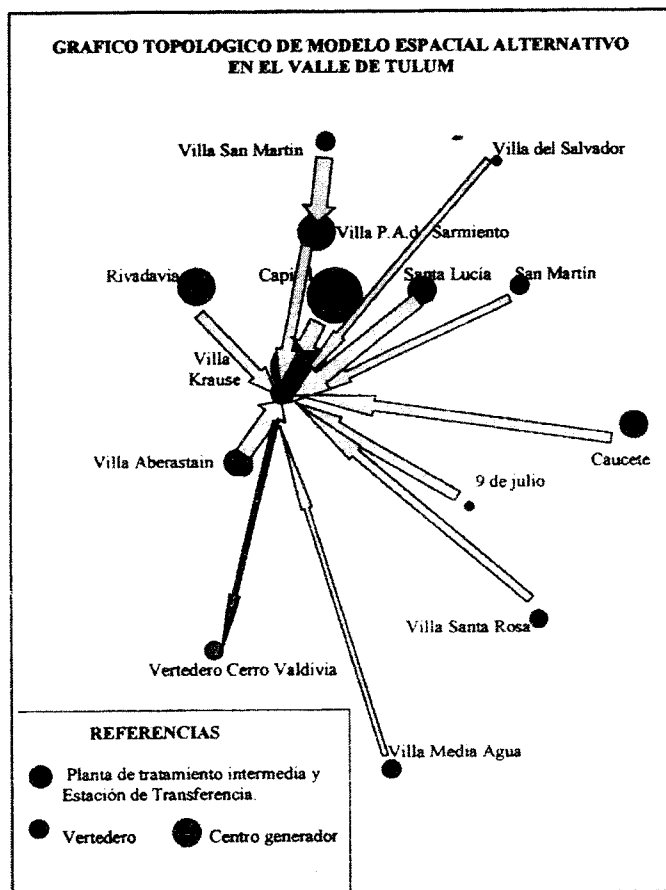
Una simple mirada al gráfico topológico da como resultado la escasa coherencia en el actual modelo de disposición. En primer lugar el número de vertederos resulta extremadamente peligroso para la calidad del medio ambiente sanjuanino, pues los vertederos llamados Costanera, El Pozo, Defensa, Neuropsiquiátrico, calles 5, 6, 7 y 8 se encuentran ubicados en el área perteneciente al acuífero libre que alimenta las napas freáticas del valle y en segundo lugar, los municipios tratan de depositar los residuos lo más cerca posible del lugar de origen mientras no sea visible para la población residente en las capitales departamentales.

#### **Modelo espacial alternativo en el Valle de Tulum**

Existe una condición por demás relevante en todo este proceso, la separación empieza en casa. Esta constituye una condición a tener en cuenta para resolver el problema de los residuos sólidos urbanos en el Valle del Tulum. Si no se logra separar los residuos en bolsas que contengan vidrio, materia orgánica, papel etc. es difícil llevar a cabo una recuperación efectiva de los mismos.

Se puede prever en el Valle de Tulum la existencia de una planta de tratamiento intermedia, con una estación de transferencia y finalmente un vertedero controlado, pero si la separación de los residuos como condición no se cumple resulta casi imposible acceder a alguna solución alternativa como por ejemplo el reciclaje de residuos.

**Figura N° 3**  
**Gráfico topológico del modelo espacial alternativo propuesto en el Valle de Tulum**



Fuente: Elaboración Propia

Se puede traducir esta alternativa a un nuevo gráfico topológico, estructurado de la siguiente forma (Figura N° 3).

Normalmente en el modelo actual en el Valle de Tulum, cuando los vehículos de recogida han agotado su capacidad, se dirigen al punto de tratamiento o vertido de las basuras, para, después de la descarga, continuar su itinerario.

La idea básica de la instalación de una estación de transferencia, es la de trasladar las basuras a una planta central de descarga y tratamiento, para transportarlas posteriormente (en nuestro caso el ferrocarril), a los puntos de tratamiento o eliminación.

Implementando esta solución significaría concretamente que al único vertedero final arribe la menor cantidad de residuos posibles.

Para asegurar costos mínimos, la estación de transferencia debe situarse lo más próxima posible al centro de gravedad del área de producción de basuras. De



acuerdo a este análisis, la estación de transferencia en el valle tendría que ubicarse en el departamento de Rawson (Villa Krause), pues constituye el centro equidistante departamental y se encuentra próxima a las capitales departamentales con mayor cantidad de residuos sólidos urbanos (Rawson, Capital, Chimbos y Rivadavia), en el caso del Valle de Tulum (ACOSTA, R, 2000).

El diseño de una estación de transferencia y el equipo de que está provista tendría que proyectarse fundamentalmente en función a la cantidad y características de los residuos, los vehículos, el tipo de tratamiento y el medio de transporte.

En la estación de transferencia los residuos sólidos urbanos recogidos por los camiones del servicio regular son descargados en grandes contenedores.

Se podría contar con un equipo adicional, compuesto generalmente por una bascula, sistemas de limpieza y barrido. Estas instalaciones sanitarias se pueden proyectar para evitar inconvenientes.

Para llevar a cabo el proyecto se deberá realizar una valoración de los problemas que puedan presentarse en el orden sanitario y urbanístico, proponiendo la solución más adecuada para los mismos.

### **Planta de tratamiento**

Es posible plantear como solución en el Valle de Tulum la opción de reciclar para recuperar los materiales constituyentes, es decir, las fracciones orgánicas y no orgánicas de los R.S.U. En la práctica se puede dividir a los residuos en dos grandes fracciones: orgánica (restos vegetales y animales) e inorgánica (envases, envoltorios, pequeños objetos rotos, etc. lata, vidrio, plástico, etc.). La instalación de una planta de tratamiento en el valle resultaría conveniente.

Es importante entender que no es posible el reciclaje de los desechos sin la previa separación de los componentes de las basuras en las casas de los habitantes del valle.

La planta de tratamiento, en realidad es una industria más que se sitúa en las ciudades. No es necesario que se emplace lejos de las mismas, pues debe estar "cerca" de los principales centros de producción de residuos. Como son instalaciones que al comenzar a funcionar han tomado y respetado todas las medidas higiénicas no es necesario, como se dijo, su lejanía de la urbe principal.

La solución propuesta es interesante para las personas que en la actualidad se dedican al cirujeo (rescate de residuos como papel, metales y vidrio). La posibilidad de encontrar una ocupación permanente como empleados en la planta de tratamiento se debe contemplar como posible.

En función a que en el Valle de Tulum la materia orgánica es la que predomina (ACOSTA, R, 2000) en los principales vertederos, sería muy factible la producción de compost destinado a fines agrícolas atendiendo a la especialización de la provincia en la producción fruti-hortícola y vitivinícola.

Para nuestro caso en particular es de gran importancia que esta industria, que alguna vez se planteó como solución para la ciudad de San Juan, se lleve a cabo en la actualidad para evitar que se deposite la menor cantidad de residuos en el vertedero controlado.

La planta de tratamiento encargada de rescatar los materiales para su reciclado se podría ubicar no muy lejos de la estación de transferencia, en el departamento de Rawson, cerca de Villa Krause y en consecuencia muy próxima a las vías del Ferrocarril General San Martín, pues se puede utilizar al ferrocarril, que en la actualidad se encuentra ocioso, para transportar todos los componentes que no se pueden reciclar, al vertedero controlado que tendría que ubicarse en las proximidades del Cerro de Valdivia.

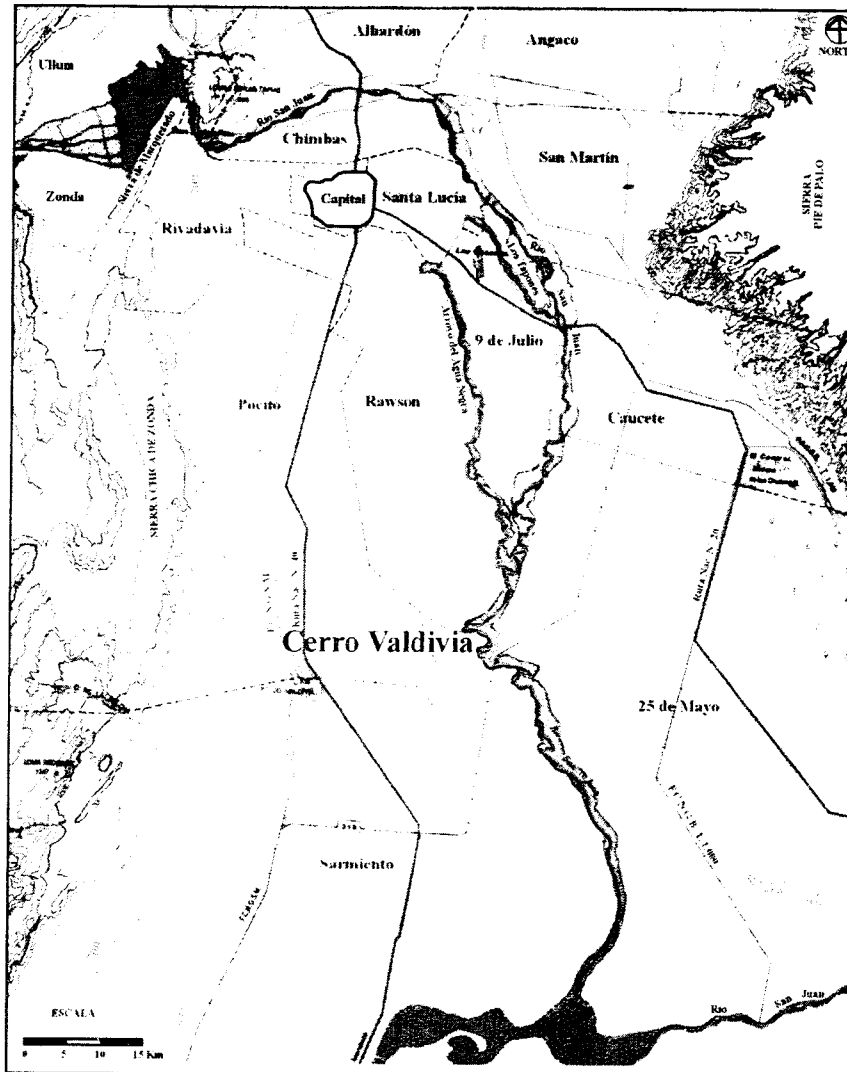
Se entiende que es la zona más apta para destinarla a un vertedero controlado que recibiría los residuos sólidos urbanos del Valle de Tulum (que arriben al lugar utilizando el Ferrocarril General San Martín, como medio masivo de transporte, después de aprovechar los residuos para su reciclado y transformación de la materia orgánica en compost), puede ubicarse al Noroeste del Cerro de Valdivia (Figura N° 4).

Esta ubicación propuesta se fundamenta en las siguientes razones:

- Se encuentra alejado de los principales centros poblados del Valle de Tulum.
- La distancia que lo separa de la capital sanjuanina es de aproximadamente 38 kilómetros y de 30 kilómetros de la planta de tratamiento que se ubicaría en Villa Krause, transitando la vía férrea antes mencionada, por lo que no es muy lejana.
- Los costos se minimizarían debido al medio de transporte.
- La napa freática, según las curvas de isopiezas del año 1996 (estudio más reciente) se encuentra entre los 10 y 15 metros de profundidad reduciendo en alto grado los riesgos de contaminación freática.
- El drenaje superficial puede ser encausado sin ningún inconveniente con pequeñas obras de canalización.
- Los vientos predominantes (Sureste), no tendrían mucha incidencia para el transporte de olores por no existir viviendas próximas.
- La geología del lugar es de origen precámbrico y por lo tanto muy competente.
- Aunque el suelo es esquelético y sin horizontes diferenciados, es posible a bajo costo, transportar material impermeable próximo al lugar para realizar el recubrimiento de las celdas.
- No existen inconvenientes relacionados con la revenición ni salinización.
- No existiría degradación de suelos.
- La vegetación natural es rala y no sufriría el impacto de los residuos.
- No existirían problemas de remoción de residuos por pobladores (cirujas) por dos razones; la primera los residuos susceptibles de ser reciclados ya habrían sido tratados en la planta y la segunda, el vertedero estaría cerrado perimetralmente existiendo personal de vigilancia.
- El lugar se encuentra alejado de la principal vía carretera, la Ruta N° 20.
- El sitio no es visible desde la Ruta Nacional y se encuentra oculto.

Sin lugar a dudas que el lugar elegido por el autor para la instalación del vertedero controlado es una alternativa y no significa que de ninguna manera sea excluyente para el Valle de Tulum.

**Figura N° 4.**  
**Ubicación del Cerro Valdivia en el Valle de Tulum**



**Fuente: Elaboración Propia**

El vertedero que se propone como solución para nuestro caso particular, debería poseer una superficie totalmente impermeabilizada para evitar que por lixiviación los líquidos producidos por los residuos puedan alcanzar la napa de agua subterránea.

### **CONCLUSIÓN**

El tema referido al origen y tratamiento de los residuos sólidos urbanos en las áreas metropolitanas debe ser considerado en su estrecha interrelación con los demás componentes del ecosistema urbano. Demanda por lo tanto un enfoque global y sistémico, superador de cualquier sesgo o reduccionismo sectorial. El estudio de los

residuos como resultado de flujos de materia y energía caracterizados por el estilo de la sociedad y desarrollo particular de cada ciudad, es una aproximación más certera y eficaz para la resolución de su tratamiento y para el reconocimiento y control de su manejo en origen.

La red conformada en el gráfico topológico del modelo actual de residuos en el Valle de Tulum muestra que existen centros generadores que disponen o depositan los residuos en más de un vertedero, lo que denota la tendencia que tienen los municipios de desprenderse de los mismos lo más rápido posible, eligiendo en este caso la ruta más corta, como por ejemplo Pocito, Rawson, Rivadavia, Cauçete y Capital que depositan parte de los desechos domiciliarios en el grupo de vertederos situados en el Oeste del valle.

De la lectura del gráfico se deduce que de los trece departamentos generadores de residuos, solo dos de ellos (San Martín y Albardón) no depositan residuos en el vertedero de la Calle 14.

El modelo alternativo para los residuos sólidos urbanos propuesto tiende a ordenar y por tanto hacer eficiente el transporte de los desechos a una estación de transferencia y planta de tratamiento, pues existen rutas y caminos alternativos en condiciones de ser utilizados por los municipios a un sitio (Villa Krause), que posee una equidistancia interesante si se consideran los centros generadores ubicados al Norte, Este y Sur del valle.

El ángulo Noroeste del Cerrillo de Valdivia podría destinarse a la construcción de un único vertedero en el valle y permitir que el actual tendido de líneas ferroviarias posibilite a un bajo costo, el traslado de los escasos residuos no susceptibles de ser reciclados y por tanto aprovechados en la planta de tratamiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ACOSTA, R (2000): Vertederos no controlados un problema ambiental en el Valle de Tulum (Provincia de San Juan- República Argentina). *En Notas Históricas y Geográficas*. Facultad de Humanidades. Departamento de Filosofía y Ciencias Sociales. Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación Valparaíso.

BERTALANFLY, V y Otros (1987): *Tendencias en la teoría general de sistemas*. Alianza Editorial. España.

HAGGETT, P (1975): *Locational Analysis in Human Geography*. Edward Arnold Publishers Ltd.