



# RESIDUOS SÓLIDOS EN ÁREAS RURALES

## SOLIDS REFUSES IN RURAL AREAS

Ramón A. Codina \*

### RESUMEN

Se propone un método práctico para valorar la calidad y el deterioro ambiental en áreas rurales, bajo la influencia de residuos sólidos. El objetivo es proveer una herramienta complementaria para el diagnóstico de la situación ambiental de áreas que no posean disposición organizada de residuos sólidos. Dicho diagnóstico estará orientado hacia:

- la mejora paisajística
- la mejora sanitaria del entorno humano rural
- la protección ecológica de áreas rurales en base a dos parámetros cuantitativos para la evaluación de proyectos: el *índice de deterioro ambiental* (IDA) y el *índice de valor zonal* (IVZ). Ambos se calculan asignando puntaje a dos series de indicadores:

1. *Indicadores de deterioro ambiental*: presencia de residuos sólidos; humo y olores, vectores; riesgos de incendio y de contaminante acuifera y deterioro del paisaje.
2. *Indicadores de valor zonal*: cercanía a núcleos urbanos, visibilidad y valor del paisaje.

Se aplican índices de ponderación a cada indicador, según su peso relativo e influencia sobre la vulnerabilidad de la zona. De la suma algebraica de ambos indicadores resulta el *índice adimensional de calidad ambiental*.

$$ICA = IVZ - IDA$$

### ABSTRACT

It propose a practic methodology for ambiental deterioration and ambiental quality valoration in rural areas, under the influence of solids refuses. The objective is to provide a complementary tool for the diagnostic of ambiental situation in areas without organized disposition of solids refuses. This diagnostic is orientated to:

- landscape improvement
- sanitary improvement of human environment in rural areas
- ecology protection of rural areas,

to provide comparation parameters of areas in project evaluation. It is based in an inquiry with the quantitative valoration of two parameters: *ambiental deterioration index* (ADI) and *zonal value index* (ZVI), through the asignation of values to two series of Ambiental Indicators:

1. *Ambiental deterioration indicators*: presence of solids refuses, smoke and odor, vectors, fire hazards, aquifers contamination risks, landscape deterioration.
2. *Zonal value indicators*: urbans centers proximity, visibility, landscape value.

Each Indicator is ponderated through an index according to his relative weigth and influence over the vulnerability of the area. The *ambiental quality index* (AQI) of the zone under study is obtainable through algebraic sum:

$$AQI = ZVI - ADI$$

\* Departamento de Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Alte. Brown 500. (5505) Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.  
e-mail: caifca@uncu.edu.ar

**Palabras clave**

residuos sólidos • calidad ambiental • ambiente rural • disposición de residuos • mejoramiento paisajístico

**Key words**

solids refuses • environmental quality • rural environment • garbage disposition • landscape improvement

**INTRODUCCIÓN**

La principal característica de los residuos sólidos rurales es su composición heterogénea. Proviene de viviendas, actividades agroindustriales, restos orgánicos, excretas animales, productos agroquímicos y sus envases, etc. Presentan una problemática muy variada porque sus efectos sobre el ambiente están muy influenciados por las condiciones climáticas, geológicas, edáficas y geográficas del sitio. El deficiente tratamiento de los residuos, además de incidir sobre la higiene y la salud de la población, destruye el paisaje rural, recurso ambiental de primer orden que debe salvaguardarse por su significado económico.

La mayor peligrosidad está representada por los agroquímicos, altamente tóxicos -como los plaguicidas- cuyos restos permanecen en los envases desechados. Por ejemplo un envase de herbicida de 25 litros de uso común (sal de trimetilsulfonio del N-(fosfonometil)-glicina (48 %), luego de vaciado y escurrido hasta gota, todavía contiene en su interior un resto de 91 g del producto. Luego de escurrido tres minutos, el residuo no es inferior a 50 g. El incremento de residuos sólidos contaminantes en áreas rurales, hace necesario proponer soluciones para el tratamiento y disposición final adecuados de esos materiales. Pero, antes de establecer pautas de mejoramiento ambiental, es necesario realizar un diagnóstico adecuado de la situación.

En el caso particular de Mendoza (Argentina), como sus oasis cultivados tienen complejidad debido al clima árido, los cultivos regadíos, su problemática fitosanitaria, la infraestructura de riego y los factores derivados de la estructura socio-económica, la aplicación de medidas diseñadas para otros lugares, del país y del extranjero, son inviables. Corresponde entonces elaborar propuestas específicas en base a los siguientes objetivos:

**Objetivos principales**

- La mejora estética y paisajística.
- La mejora de las condiciones sanitarias de los seres humanos vinculados al área rural: residentes, transeúntes y visitantes.
- La mejora de las condiciones ecológicas de áreas no urbanas.

**Objetivos secundarios, que exigen**

tecnología complementaria para:

- La evaluación económica de propiedades rurales.
- La valoración de áreas naturales con fines de desarrollo turístico.
- El uso de parámetros de comparación de áreas para proyectos e inversiones.
- El aporte de criterios de decisión en planes de desarrollo tanto privados como estatales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Categorías de zonas rurales y tipos de residuos a estudiar:

- I. Predios rurales, explotaciones agrícolas, áreas turísticas, explotaciones industriales
  - domiciliarios de viviendas rurales
  - provenientes de la producción agrícola (cultivos, ganado)
  - provenientes de actividades industriales
  - otros provenientes de actividades turísticas no controladas
- II. Vías de circulación en áreas no urbanas
  - provenientes de vertidos no autorizados
  - provenientes de vertidos accidentales

Este trabajo propone un método para valorar la calidad de ambientes rurales bajo la influencia de los residuos sólidos, basado en la aplicación y adaptación del método SZANTÓ para diagnóstico de calidad ambiental de microvertederos con presencia de residuos sólidos.

La mayor dificultad que se le presenta al técnico de problemas ambientales es la toma de datos a campo, necesarios para la evaluación de los fenómenos involucrados. Sus criterios prioritarios serán la simplicidad y la objetividad de las observaciones. Las planillas para la anotación de datos serán sencillas consignando solamente los imprescindibles para un diagnóstico confiable. En los estudios in situ también habrá que considerar:

- la accesibilidad del lugar
- la localización del proveedor de datos no asequibles a la observación directa
- la incidencia de factores meteorológicos y edáficos
- la subjetividad del encuestador, mitigable mediante capacitación previa con discusiones grupales para unificar los criterios evaluativos a aplicar. Es recomendable la documentación fotográfica del área estudiada para reforzar el diagnóstico.

### **Estudio de propiedades rurales desde el punto de vista de los residuos sólidos**

Realización de un relevamiento de los aspectos ambientales de la zona que tengan relación con la problemática de los residuos sólidos.

#### ❖ **Suelo:**

Usos: agrícola, industrial, recreativo-turístico, inculto y natural.

Descripción física: textura, profundidad, freática.

Particularidades químicas: salinidad, sodicidad y sustancias orgánicas.

#### ❖ **Clima:**

Temperaturas: máxima y mínima absolutas, máxima y mínima mensuales.

Vientos: velocidad media y frecuencias por cuadrante, velocidad media anual.

Heliofanía: días anuales soleados.

Precipitaciones.

❖ **Población:**

Densidad.

Nivel socio-económico: ocupaciones.

Actividades económicas: cultivos, industrias y otras actividades.

La toma de datos a campo para la encuesta de relevamiento se realiza recorriendo las áreas seleccionadas y volcando las observaciones en la ficha correspondiente a cada lugar, según el modelo de pág. 43. El número de encuestas no debe ser inferior al 10 % del universo muestral, extraído al azar bajo preselección sobre padrones municipales y mapas de red vial, para propiedades rurales y vías de circulación respectivamente. Los resultados de las encuestas a propiedades o áreas estudiadas (en el caso de vías de circulación) se resumen en planillas generales tipo matriz para la apreciación rápida de los distintos índices alcanzados por los lugares estudiados.

## I. Desarrollo para predios rurales, explotaciones agrícolas e industriales y áreas turísticas

Se define la *calidad ambiental* de predios rurales y/o explotaciones agroindustriales influenciada por residuos sólidos, en base a dos parámetros: el *índice del deterioro ambiental* y el *índice del valor zonal*.

### I.1 Índice del deterioro ambiental (IDA)

Se tiene en cuenta el grado de perjuicio principalmente estético en la habitabilidad y las actividades humanas. Se analiza la presencia y tratamiento de residuos, olores desagradables, humo y la degradación visual del paisaje. También incluye observaciones sobre riesgos esenciales: contaminación del recurso hídrico, aspectos sanitarios de enfermedades producidas por vectores relacionados con residuos, riesgo de siniestros como incendios por acumulación de materiales combustibles, etc.

El IDA se calcula mediante los siguientes indicadores:

1. Índice por residuos sólidos
2. Índice por humo y olor
3. Índice por presencia de vectores
4. Índice por peligrosidad de incendios
5. Índice por peligrosidad de contaminación del agua (cauces o acuíferos)
6. Índice por deterioro visual del paisaje

El técnico encuestador, de acuerdo con su criterio profesional, valorará cada indicador en una escala de 0 a 10. Obtendrá así los *indicadores parciales de campo* sin corregir:  $Io,1$ ;  $Io,2$ ;  $Io,3$ ; etc.

#### *Introducción de los factores de corrección.*

Los valores de campo:  $Io,n$ , siendo  $n = 1$  a  $6$ , son ponderados, multiplicándolos por un factor de corrección  $Xc$ , que depende de dos criterios:

a) Contribución relativa de cada indicador al deterioro del ambiente: para cada indicador se debe aplicar un factor de contribución proporcional  $Xa$ , de  $0,1$  a  $1$ ,

**Residuos sólidos rurales**  
**Ficha de toma de datos a campo para predios rurales**

Nº: ..... Nº padrón territorial: .....  
 Propietario: ..... Ubicación: .....  
 Superficie cultivada : ..... Inculto : .....  
 Cultivos : Viñedos : ..... Frutales: ..... Tipos: .....  
 ..... Anuales: ..... Tipos: .....  
 Otros : .....  
 Forma de administración: .....  
 Cantidad de viviendas : .....  
 Cantidad de residentes : ..... Nivel socio-económico : .....

**Valoración ambiental**

**Valor zonal**

Indicadores (valores de Vo = 5 a 30)	Vo	Xc	Vc
Valor paisajístico general de la zona	.....	.....	.....
Cercanía a centros urbanos y/o industriales:	.....	.....	.....
Cercanía a centros turísticos y/o culturales	.....	.....	.....
Influencia sobre vías de tránsito turístico:	.....	.....	.....
Tratamiento paisajístico de la propiedad:	.....	.....	.....

**VALOR ZONAL =  $\Sigma$  (INDICADORES Vc ) =**

**DETERIORO AMBIENTAL**

**Residuos**

Estimación cantidad anual producida por tipo: (kg)  
 Domésticos : ..... Orgánicos : ..... Inorgánicos: .....  
 Tratamiento : ..... Tratamiento: ..... Tratamiento: .....  
 Profundidad de enterramiento: .....

Índice por tratamiento de residuos: lo ..... Xa: ..... Xb: ..... Xc: ..... lc: .....

**Presencia de vectores:** Tipos y cantidad: .....

Índice lo ..... Xa ..... Xb ..... Xc ..... lc .....

**Humo y olores:** índice lo: ..... Xa ..... Xb ..... Xc ..... lc .....

**Peligrosidad de incendios:** índice lo ..... Xa ..... Xb ..... Xc ..... lc .....

**Peligrosidad de contaminación de agua:** ..... Motivo.....

Índice lo: ..... Xa ..... Xb ..... Xc ..... lc .....

**Contaminación visual :** área afectada: ..... Grado .....

Índice lo: ..... Xa ..... Xb ..... Xc ..... lc .....

**VALOR DEL DETERIORO AMBIENTAL =  $\Sigma$  (INDICADORES lc) =**

Calidad ambiental = valor zonal - valor del deterioro ambiental

**VALOR AMBIENTAL DE LA PROPIEDAD =**

Observaciones : .....

Fecha: ..... Firma del censista: .....

Aclaración: .....

según el tipo de daño que representa para el ambiente, especialmente cuando persiste en el tiempo y se plantean dificultades para su corrección o mitigación.

#### **Escala propuesta para el factor de contribución Xa**

lo,1 : Índice por residuos sólidos	0,8
lo,2 : Índice por humo y olor	0,5
lo,3 : Índice por presencia de vectores	0,8
lo,4 : Índice por peligrosidad de incendios	0,5
lo,5 : Índice por peligrosidad de contaminación del agua (cauces o acuíferos)	1
lo,6 : Índice por deterioro visual del paisaje	0,8

b) Influencia de cada indicador sobre la sensibilidad de la zona que se estudia. Para determinar el factor Xb se aplicará una escala que dependerá de las características de la zona, con valores entre 0,1 y 1. Por ejemplo en un área cercana a un núcleo urbano -dentro de un radio de influencia de 5 km- el factor de corrección Xb será igual a 1 para los indicadores con mayor peligrosidad, como la presencia de vectores (lo,3) y el deterioro visual del paisaje (lo,6). Si cerca del área estudiada hubiera un campo natural con mucha biomasa combustible, el factor para el índice por peligrosidad de incendios (lo,4) también será 1.

Ambos factores son evaluados independientemente por el técnico, después de reflexionar sobre las variables intervinientes en cada caso particular. Se disponen en la planilla en forma secuencial y, a continuación, se multiplican por el factor de corrección Xc para cada Indicador lo,n. El valor corregido de cada *indicador de deterioro* Ic,n se obtiene de multiplicar cada lo,n por su corrector Xc,n. El *índice del deterioro ambiental* del lugar considerado será:

$$IDA = \sum (Ic,n)$$

#### **1.2 Índice del valor zonal**

Se juzgará el valor zonal del área estudiada, evaluando los siguientes indicadores:

1. Cercanía a núcleos urbanos y/o industriales (Vo,1)
  2. Cercanía a centros de importancia turística y/o cultural (Vo,2)
  3. Visibilidad desde vías de circulación importantes (internacionales, nacionales, regionales) (Vo,3)
  4. Valor paisajístico y/o ecológico de la región (Vo,4)
  5. Tratamiento paisajístico de la propiedad o el lugar estudiado en detalle (Vo,5)
- Cada indicador Vo,n, para n = 1 a 5 se encontrará asignando su puntaje en una escala de 5 a 30 de acuerdo al siguiente criterio:

Indicador	Valores de Vo		
Cercanía a núcleos urbanos y/o industriales	Lejana	> 5 km	5
	Media	5 a 2 km	10
	Cercana	2 a 1 km	20
	Muy cercana	< 1 km	30
Cercanía a centros turísticos y/o culturales	Lejana	> 5 km	5
	Media	5 a 2 km	10
	Cercana	2 a 1 km	20
	Muy cercana	< 1 km	30
Visibilidad desde vías de circulación importantes	Poco visible		5
	Medianamente visible		10
	Visible		20
	Muy visible		30
Valor paisajístico y/o ecológico de la región	Valor bajo		5
	Valor medio		10
	Valor alto		20
	Valor muy alto		30
Tratamiento paisajístico del área estudiada	Pobre		5
	Mediano		10
	Bueno		20
	Muy Bueno		30

*Introducción de factor de corrección por importancia relativa de cada indicador.*

El valor de cada indicador  $V_{o,n}$ , para  $n = 1$  hasta 5 debe corregirse con la importancia relativa de cada indicador en la determinación del valor ambiental zonal, multiplicándolo por un factor de corrección:  $X_c$ , que puede tomar valores entre 0,5 y 1, de acuerdo con la siguiente tabla:

#### **Escala propuesta para el factor de contribución $X_c$**

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Cercanía a núcleos urbanos y/o industriales ( $V_{o,1}$ )  | 1   |
| 2. Cercanía a centros de importancia turística y/o cultural ( $V_{o,2}$ )   | 1   |
| 3. Visibilidad desde vías de circulación importantes:<br>internacionales, nacionales y/o regionales ( $V_{o,3}$ ) | 0,8 |
| 4. Valor paisajístico y/o ecológico de la región ( $V_{o,4}$ )  | 0,9 |
| 5. Tratamiento paisajístico de la propiedad o el lugar ( $V_{o,5}$ )  | 0,5 |

Multiplicando cada indicador de campo:  $V_{o,1}$ ;  $V_{o,2}$  ... por su respectivo factor de corrección:  $X_{c,1}$ ;  $X_{c,2}$  ... se obtendrán los parámetros o indicadores parciales corregidos:  $V_{c,1}$ ;  $V_{c,2}$  ... Todos estos valores deben consignarse en forma secuencial en la ficha de observaciones.

A continuación puede calcularse el *índice del valor zonal*, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$IVZ = \sum (V_{c, n})$$

### 1.3 *Índice de la calidad ambiental*

Se calcula para el lugar, propiedad o explotación estudiada, según la siguiente igualdad:

$$ICA = IVZ - IDA$$

Con el ICA se completa la planilla de observaciones y la matriz general.

## CONCLUSIONES I

Para comparar distintas áreas o sectores dentro de cada una de ellas se establecen cuatro rangos de *índices de calidad ambiental*:

- baja calidad ambiental
- media calidad ambiental
- alta calidad ambiental
- muy alta calidad ambiental

La amplitud de cada rango se determina por diferencia de valores máximo: VM y mínimo: Vm, del *índice de calidad ambiental*, dividida por 4 de acuerdo con los rangos definidos:

$$\text{Amplitud} = \frac{VM - Vm}{4}$$

Cada rango queda definido por :

- Rango de baja calidad ambiental: [Vm; X1]  
siendo: X1 = Vm + amplitud del rango. X1 es el límite superior del rango bajo. Los valores de índice que fluctúen entre Vm y X1 pertenecen al rango.
- Rango de media calidad ambiental: [X1; X2]  
donde: X2 es el límite superior del rango. Los valores que fluctúen entre X1 y X2 pertenecen al rango.
- Rango de alta calidad ambiental: [X2; X3]  
X3 es el límite superior del rango alto. Los índices que fluctúen entre X2 y X3 pertenecen al rango alto.
- Rango de muy alta calidad ambiental: [X3; VM]  
VM es el valor máximo de índice alcanzado en las muestras analizadas.

## II . Vías de circulación: rutas, autopistas, calles, etc.

### II.1 *Índice del deterioro ambiental*

El principal deterioro lo producen los residuos a lo largo del campo visual del automovilista: banquinas y franjas de retiro y áreas visibles de predios aledaños. Por esta causa se elige este único indicador para valorar el *índice del deterioro ambiental* en tramos de vías de circulación: (IDA tv).c).

Para este indicador se propone una escala que considere el tiempo de percepción de residuos -en segundos- cuando se recorre 1 km del camino a velocidad conocida. Cuando un móvil avanza con velocidad de 80 km /h, en 10 s habrá recorrido 220 m, o sea, aprox. un quinto del recorrido total del tramo bajo estudio.

Se estima que la sensación de deterioro del paisaje por visión de residuos tiene en la conciencia del observador una duración cinco veces mayor que el tiempo real de percepción. En otras palabras, prácticamente no hay diferencia en la sensación percibida en 1 s cada 5 por la vista de residuos o durante 10 s cada 50 en comparación a una situación de vista continua de residuos. Por esto, el valor máximo de deterioro se alcanzaría a partir de los 10 s de observación de residuos en un tramo de 1 km a 80 km/h.

Si la velocidad de recorrido es menor, la misma cantidad de residuos será percibida durante más tiempo por el observador pero también será mayor el tiempo de observación de lugares sin residuos. Por lo tanto, puede modificarse el tiempo considerado en segundos proporcionalmente a la velocidad. A 40 km /hora, el deterioro máximo se considerará a los 20 s de observación de residuos en el tramo de 1 km.

Tramo de 1 km		
Velocidad (km/h)	Tiempo de percepción de residuos (s)	IDA tvc
80	< 1	5
	1 a 5	50
	10	95
	> a 10	100
60	< 1,5	5
	1,5 a 7,5	50
	7,5 a 15	95
	> 15	100
40	< 2	5
	2 a 10	50
	10 a 20	95
	> 20	100

## II.2 Índice del valor zonal

De todos los factores el valor zonal de una vía de circulación, se mencionan los más importantes:

1. Cercanía a centros urbanos y/o industriales
2. Cercanía a centros turísticos y/o culturales
3. Vinculación internacional, nacional o regional de la vía estudiada
4. Paisaje zonal recorrido
5. Tratamiento paisajístico del tramo estudiado de 1 km

Cada uno de estos indicadores se evaluará con puntaje de 5 a 30 de acuerdo con la importancia relativa de cada situación respecto al indicador que se trate, según la escala ya descrita en pág. 45. El puntaje asignado a cada indicador debe ponderarse con un factor de corrección  $X_c$ , que contempla su importancia relativa en el valor zonal, de acuerdo con la tabla inserta también en pág. 45.

**Residuos sólidos en áreas rurales  
Ficha de toma de datos a campo - Vías de circulación**

Identificación del tramo de vía estudiado

Provincia: ..... Localidad : .....

Nombre de la vía : ..... Ruta nº : .....

Extensión del tramo : ..... km

Desde :  
.....

Hasta :  
.....

**ÍNDICE DEL DETERIORO AMBIENTAL**

Tiempo de visualización de residuos : ..... segundos

Velocidad de recorrido : ..... km/h

IDA :

**ÍNDICE DEL VALOR ZONAL**

Indicador	Valores de Vo	Xo	Vc
Cercanía a núcleos urbanos y/o industriales		1	
Cercanía a centros turísticos y/o culturales		1	
Visibilidad desde vías de circulación importantes		0,8	
Valor paisajístico y/o ecológico de la región		0,9	
Tratamiento paisajístico del área estudiada		0,5	

IVZ =  $\sum (Vc)$  =   
ICA = IVZ tv<sub>c</sub> - IDA tv<sub>c</sub> =

Observaciones:.....

Fecha : ..... Firma del censista: .....

Aclaración: .....

Multiplicando cada indicador  $V_{o,n}$  por su factor de ponderación  $X_{c,n}$  se obtienen los *indicadores del valor zonal* del tramo:  $V_{c,1}$ ;  $V_{c,2}$  ... Luego puede calcularse el *índice del valor zonal* del tramo de vía considerado, de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$IVZ_{tvc} = \sum (V_{c,n})$$

### II.3 *Índice de la calidad ambiental*

Para cada tramo de vía de circulación considerado, se determinará el *índice de la calidad ambiental* de acuerdo con la siguiente relación:

$$ICA = IVZ_{tvc} - IDA_{tvc}$$

Para registrar los datos tomados a campo se adopta un formulario adecuado, pág. 48.

## CONCLUSIONES II

Se utilizan los mismos criterios explicados para los rangos en el caso de predios rurales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cucchi, Nello, J. A. y Becerra, V. 1997. Manual sobre el uso correcto de pesticidas. INTA Mendoza. 118 p.
- Censos vitícola, frutícola y poblacional de la provincia de Mendoza. 1991. Argentina.
- Conesa Fernández, V. 1993. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundiprensa. Madrid.
- Iscamen. 1997. Programa de uso racional de agroquímicos. Mendoza.
- Magistocchi, L. M. et al. 1995. Mendoza ambiental. Carretero-Dalmasso. Mendoza.
- Seoánez Calvo, M. 1996. Ingeniería del medio ambiente. Mundiprensa. Madrid.
- Szanto Narea, M. Metodología para diagnóstico de calidad ambiental de microvertederos con presencia de residuos sólidos (inédito).
- \_\_\_\_\_. Guía para la identificación de proyectos y formulación de estudios de prefactibilidad para manejo de RSU. ILPES.
- Tacchini, J. et al. 1994. Mendoza en el 2000. F. de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Mendoza.
- Tchobanoglous, G. 1994. Gestión integral de residuos sólidos. McGraw-Hill. Madrid.
- Tragsatec. 1993. Tratamiento de aguas residuales, basuras y escombros en el ámbito rural. Agrícola española. Madrid.
- Viglizzo, E. 1997. Libro verde: elementos para una política agroambiental en el cono sur. IICA. Procisur. Montevideo.

