

Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico para la Localización de una Instalación de Disposición Final para Residuos Sólidos Urbanos en el Área Metropolitana de Mendoza. Argentina

Susana Llamas

Susana Llamas, Irma Mercante



VI SIMPOSIO IBEROAMERICANO
EN INGENIERÍA DE RESIDUOS SÓLIDOS
HACIA LA CARBONO NEUTRALIDAD 2021



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

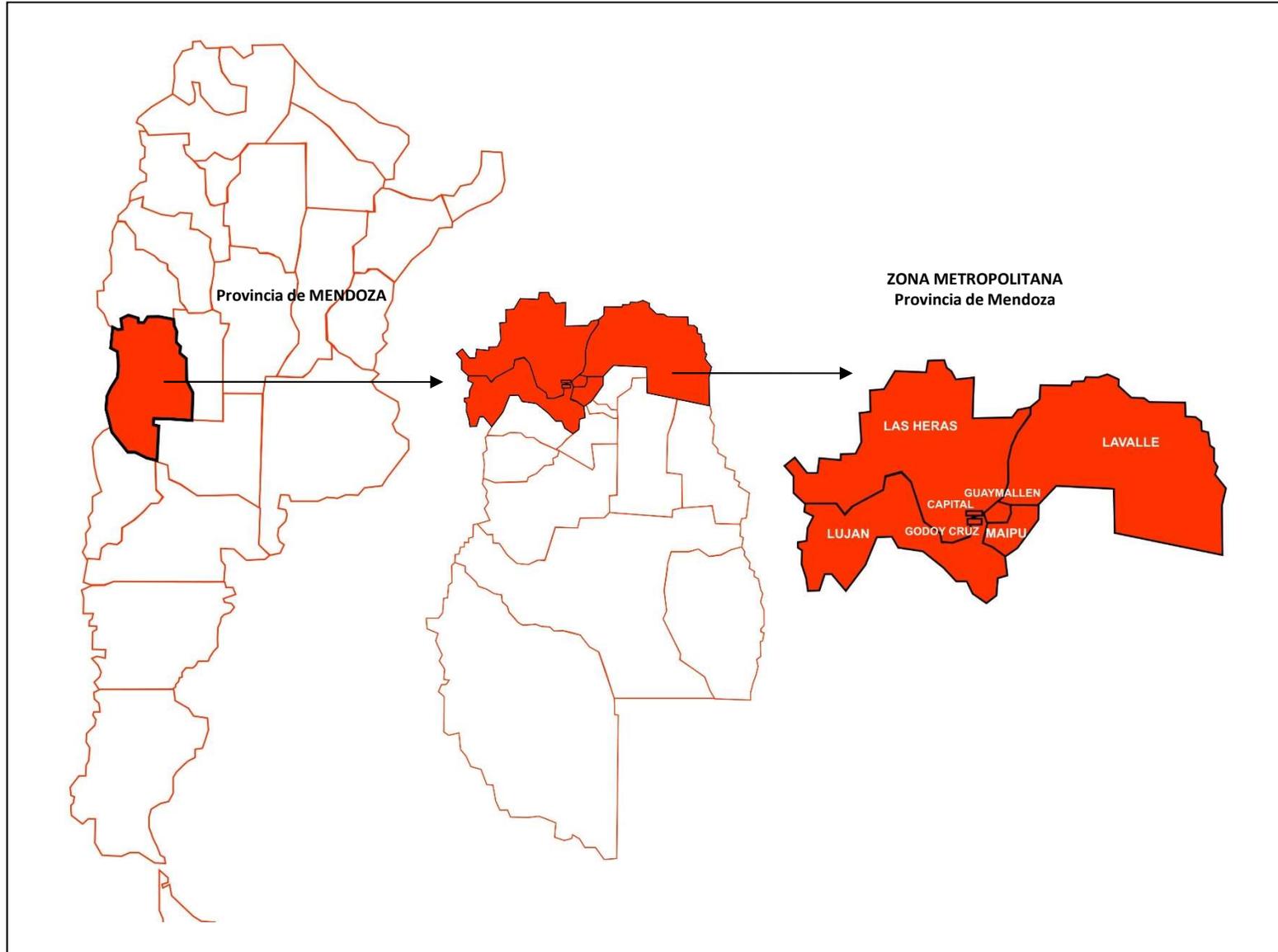


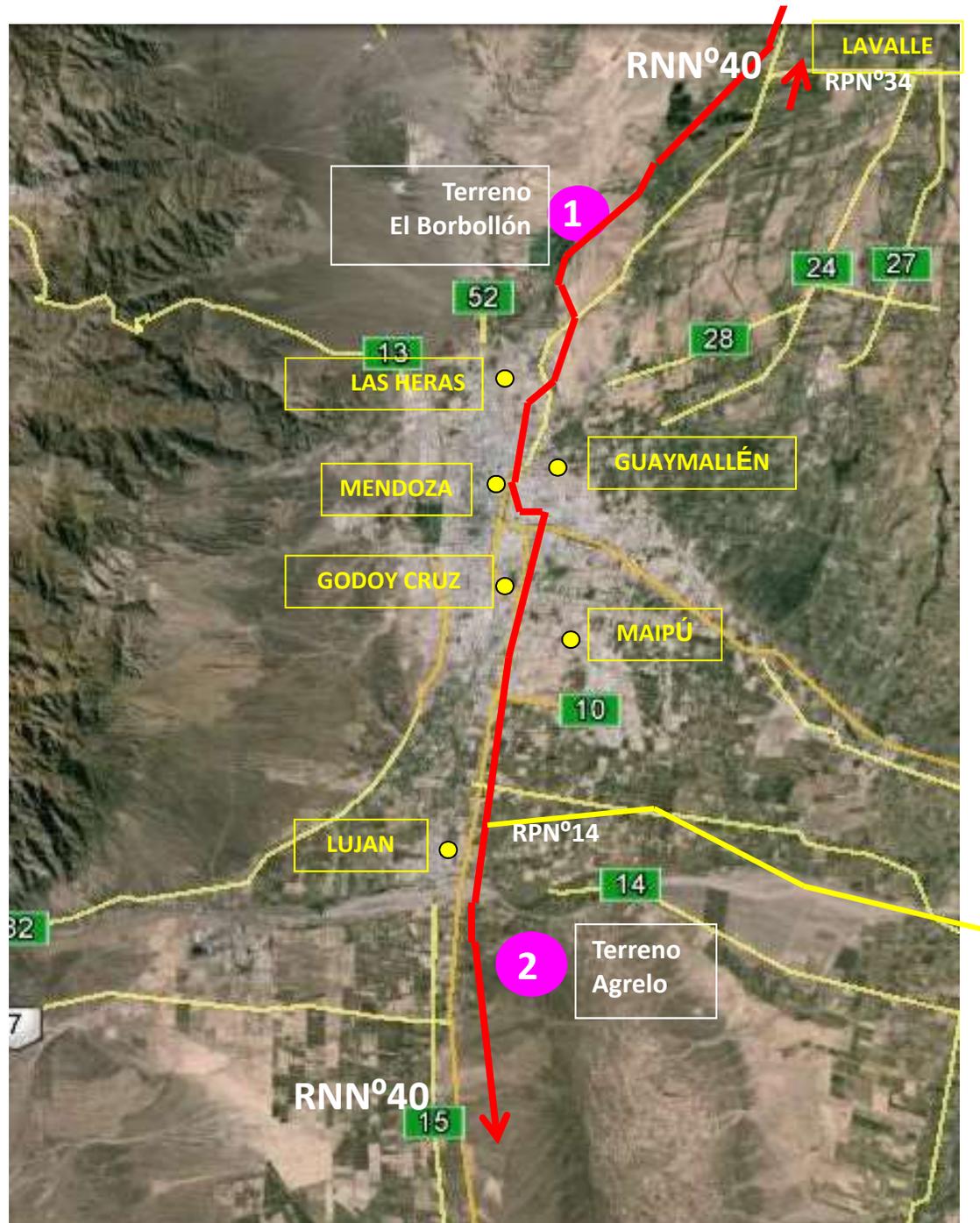
FACULTAD
DE INGENIERÍA



CEIRS

CENTRO DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA
DE RESIDUOS SÓLIDOS





Sitios propuestos – Cabeceras Municipales y Rutas



MÉTODO AD HOC

Polinomio de calificación comparativa por grupos de factores a los que se les asignaron pesos relativos (40% hidrogeológicos, 10% relativos al uso del suelo/ordenamiento territorial, 10% económicos y 10% vinculados al transporte). Ese mismo polinomio fue utilizado para establecer una calificación técnica excluyendo el factor sociocultural y por medio de la asignación de pesos a cada una de las alternativas se determinó la selección de El Borbollón como sitio para la disposición final de los RSU del AMM (FUTN, 2004).

$$\text{Calificación técnica} = 0,4 \times H + 0,10 \times OT + 0,10 \times E + 0,10 \times T$$

(Calificación máxima = 7)

H: Factores hidrogeológicos

OT: Factores relativos al uso del suelo / ordenamiento territorial

E: Factores económicos

T: Factores vinculados al transporte

EL BORBOLLÓN: 5,4

AGRELO: 4

Proceso Analítico Jerárquico (AHP: *Analytical Hierarchy Process*)

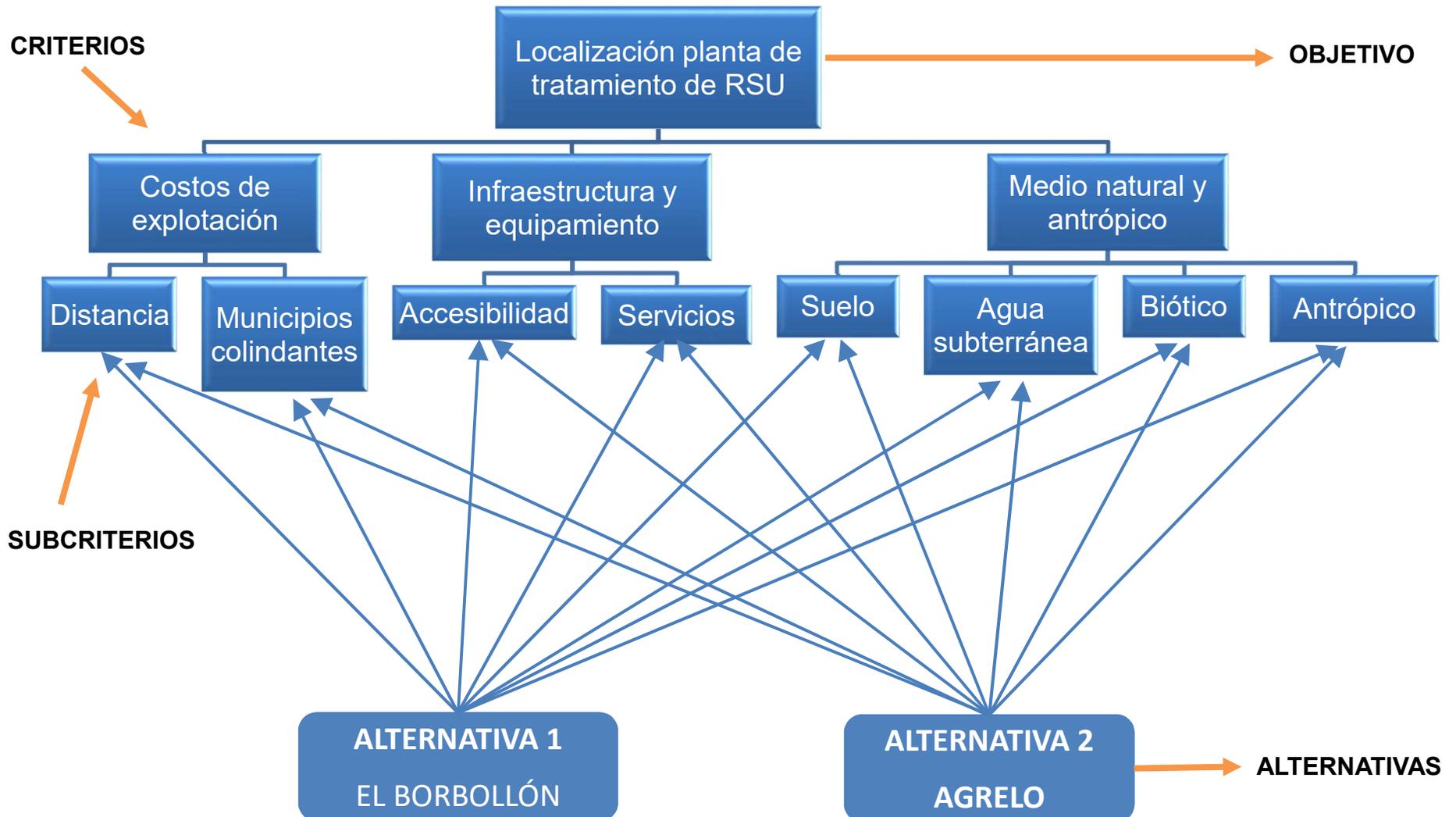
Método que permite descomponer estructuras complejas en sus componentes, ordenar estos componentes en una estructura jerárquica, que permite obtener valores numéricos para las valoraciones de preferencia y, finalmente, sintetizarlos para determinar qué variable tiene la prioridad más alta.

Método de Evaluación Multicriterio

- Identificar las partes del sistema (problema).
- Reconocer el peso de las partes del sistema.
- Identificar los vínculos entre las partes.
- Proponer una solución racional.



IDENTIFICAR LAS PARTES DEL PROBLEMA



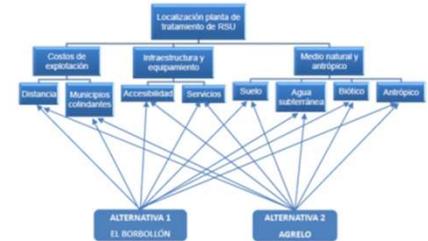
ESTABLECER PREFERENCIAS

Escala fundamental de preferencias. Fuente: Saaty 1977, p. 246

Intensidad de importancia en una escala absoluta	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen igual al objetivo.
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen una actividad sobre otra.
5	Importancia esencial o fuerte	La experiencia y el juicio favorecen más una actividad sobre otra.
7	Importancia muy fuerte	Una actividad está fuertemente favorecida y su dominio demostrado en la práctica.
9	Importancia extrema	La evidencia a favor de una actividad sobre otra corresponde al mayor orden posible de afirmación.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios	Cuando es necesario un compromiso entre valores adyacentes.
Recíprocos	$a_{ij} = 1 / a_{ji}$	

Matriz de comparación por pares

	Costos explotación	Infraestructura y equipamiento	Medio natural y antrópico
Costos explotación	1	3	5
Infraestructura y equipamiento	1/3	1	3
Medio natural y antrópico	1/5	1/3	1
SUMA	1,53	4,33	9



Matriz normalizada

				Suma filas	Pesos Relativos	Vector propio	Cociente
Costos explotación	0,65	0,69	0,56	1,90	0,633	1,95	3,07
Infraestructura y equipamiento	0,22	0,23	0,33	0,78	0,261	0,79	3,03
Medio natural y antrópico	0,13	0,08	0,11	0,32	0,106	0,32	3,02
SUMA	1	1	1	3,00	1		3,04

Vector de pesos relativos: (0,633; 0,261; 0,106)



Cálculo del autovalor λ_{max} (Valor Propio)

Vector Propio	Pesos Relativos	Cociente
1,95	0,633	3,07
0,79	0,261	3,03
0,32	0,106	3,02
	λ_{max}	3,04

Índice de Consistencia (C.I.)

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,04 - 3}{3 - 1} = \frac{0,04}{2} = 0,02$$



Relación de Consistencia (C.R.)

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{0,02}{0,52} = 0,04$$

Índice promedio de consistencia aleatorio. Fuente: Saaty 1977, p. 244-251, Saaty 1987, p. 171

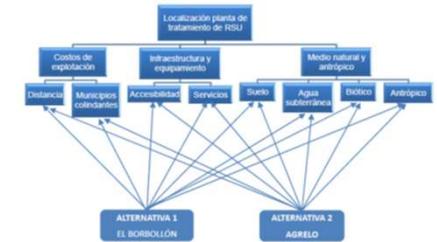
TAMAÑO DE LA MATRIZ (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CONSISTENCIA ALEATORIA	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Tamaño de la matriz (n)	Relación de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Como la Relación de Consistencia es 4 % y para una matriz 3 x 3 el valor de C.R. tiene que ser < 5%, entonces la matriz es correcta (consistente).

PONDERACIÓN DE CRITERIOS - VECTORES

COSTOS DE EXPLOTACIÓN	Distancia	Municipios colindantes
Distancia	1	3
Municipios colindantes	1/3	1



Distancia, Municipios colindantes: (0,75; 0,25). $\lambda_{\text{máx}} = 2,00$; C.I. = 0,00; C.R.: 0,00

INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO	Accesibilidad	Servicios
Accesibilidad	1	7
Servicios	1/7	1

Accesibilidad; Servicios: (0,88; 0,13). $\lambda_{\text{máx}} = 2,00$; C.I. = 0,00; C.R.: 0,00

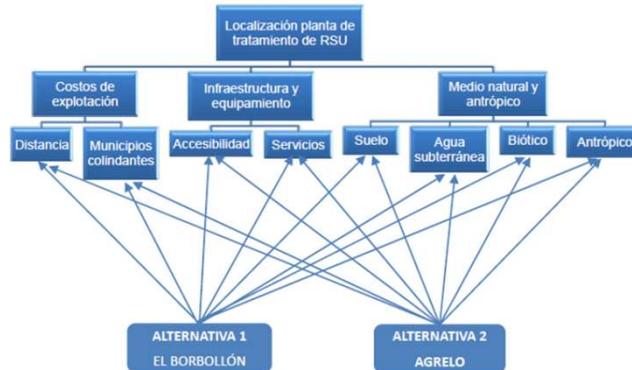
MEDIO NATURAL Y ANTRÓPICO	Suelo	Agua subterránea	Biótico	Antrópico
Suelo	1	1/5	3	3
Agua subterránea	5	1	5	5
Biótico	1/3	1/5	1	1
Antrópico	1/3	1/5	1	1

Suelo; Agua subterránea; Medio Biótico; Medio Antrópico: (0,26; 0,54; 0,10; 0,10)

$\lambda_{\text{máx}} = 4,22$; C.I. = 0,07; C.R.: 0,08



Matriz de alternativas en función de las variables secundarias									Vector variables secundarias	Vector producto
	Dist.	Mun.	Acc.	Serv.	Suelo	Agua	Biot.	Antr.		
Alternativa 1 EL BORBOLLÓN	0,75	0,83	0,88	0,25	0,88	0,90	0,83	0,90	0,75	2,45
Alternativa 2 AGRELO	0,25	0,17	0,13	0,75	0,13	0,10	0,17	0,10	0,25	0,55



0,88
0,13
0,26
0,54
0,10
0,10

MÉTODO AD HOC:

AHP:

EL BORBOLLÓN: 5,4

EL BORBOLLÓN: 2,45

AGRELO: 4

AGRELO: 0,55

MUCHAS GRACIAS

Prof. Mst. Ing. Susana Llamas

sllamas@uncu.edu.ar

Centro de Estudios de Ingeniería de Residuos Sólidos (CEIRS), para Investigación y Servicios de Transferencia para Gestión Integral de Residuos Sólidos (Informes ambientales, Auditorías ambientales, Servicios de monitoreo, estudios de riesgos).

Research and Transfer Services for Integrated Solid Waste Management (environmental reports, environmental audits, monitoring services, risk studies), con el N° 124482 CC3-2012-AQ-ARG-Rv. Bajo Norma ISO 9001:2008.

**COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001 =**