



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE SANTOLEA
AÑO 2008



UTE DBO5, SL-ICA, SL-ENTECSA
C/MIGUEL MENÉNDEZ BONETA, 2 Puerta 8
28460 LOS MOLINOS (MADRID)
CIF: G-84535319

CONSULTOR:
UTE RED BIOLÓGICA EBRO

Oficinas UTE Madrid: c/ Miguel Menéndez Boneta 2-4, puerta 8
28460 Los Molinos, Madrid TF y FAX 91 855 00 29 E-mail: consultoria@ica1.e.telefonica.net

ENERO 2009

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE	2
2.1. Ámbito geológico y geográfico	2
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3. Usos del agua	4
2.4. Registro de zonas protegidas	4
3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	5
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	6
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	6
4.2. Hidroquímica del embalse	8
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	9
4.4. Zooplancton	10
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	11
6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	12

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Santolea durante los muestreos de 2008 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano 2008, correspondiente al año hidrológico 2007-2008).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Clasificación del "Potencial Ecológico", tras la aplicación de los indicadores biológicos y fisicoquímicos propuestos en la Directiva Marco del Agua.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geológico y geográfico

La cuenca vertiente al embalse de Santolea está situada en el borde meridional de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, al Sur de la Depresión terciaria del Ebro y al NW de la zona conocida como el Maestrazgo.

El embalse, en términos geológicos, se encuentra entre materiales desde el Cretácico Superior hasta el Cuaternario. Encontrando dolomías, calizas, margas, conglomerados, lutitas, gravas, arenas (formación de arenas de Utrillas) y arcillas. En el Cuaternario se localizan los depósitos aluviales de gravas; limos y arcillas.

El embalse de Santolea se sitúa dentro del término municipal de Castellote, en la provincia de Teruel. Regula las aguas del río Guadalope.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones de geometría irregular.

La cuenca vertiente al embalse de Santolea tiene una superficie total de 122703,97 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 47,67 hm³, que coincide con la capacidad útil. Caracterizado por una profundidad media de 16 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 44 m.

En el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse.

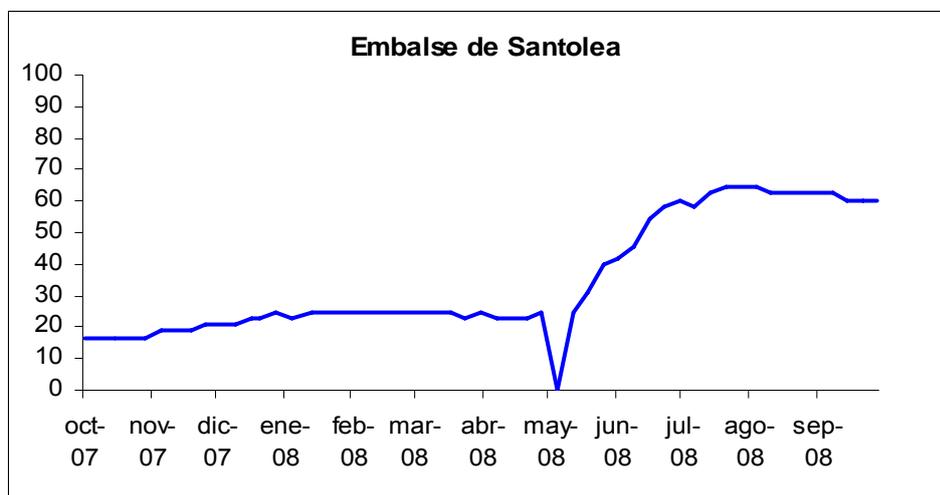
CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE SANTOLEA

Superficie de la cuenca	1250 km ²
Capacidad total N.M.N.	47,67 hm ³
Capacidad útil	47,67 hm ³
Aportación media anual	106 hm ³
Superficie inundada	385 ha
Cota máximo embalse normal	583,35 msnm

Se trata de un embalse monomítico de geología calcárea y situado en zona no húmeda de la red principal. La termoclina en el periodo estival se sitúa entorno a los 4 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 10 metros de profundidad.

En la **Figura 1** se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2007-2008.

Figura 1
VOLUMEN EMBALSADO (%) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2007-2008



2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego y al abastecimiento de la población. La navegación está permitida (sin restricciones para el remo, con condiciones poco favorables para la vela, y con limitaciones para motor) en este embalse.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Santolea forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, en la categoría de zona de extracción de agua para consumo humano y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: ZEPA ES0000306 "Río Guadalupe-Maestrazgo").

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo a pie de presa, ya que el embalse estaba inaccesible (debido al desembalse para las obras de recrecimiento)

Se ha realizado una campaña de muestreo el 15 de Junio de 2008, en esa fecha hay estratificación térmica.



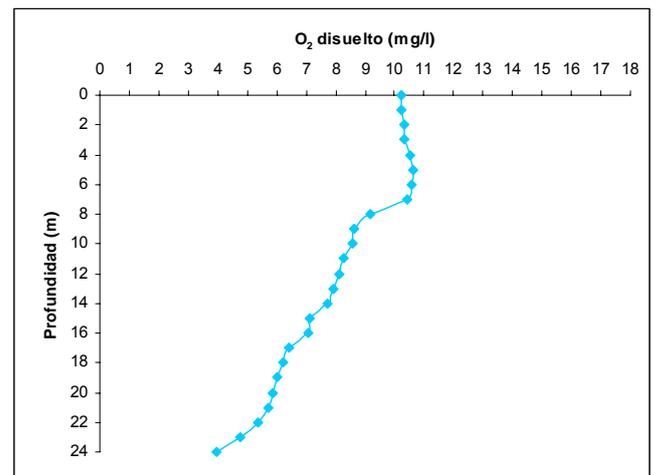
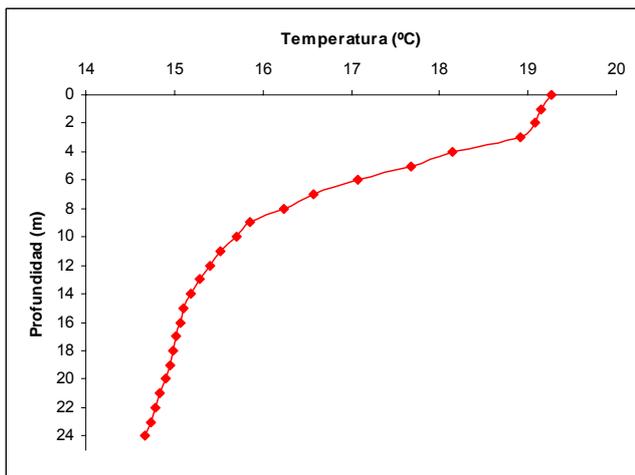
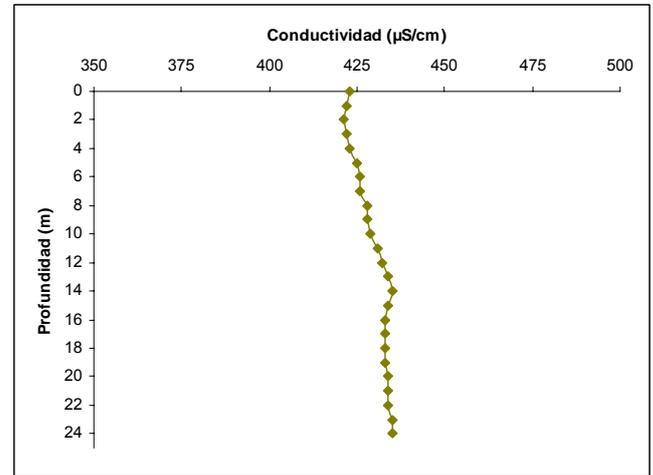
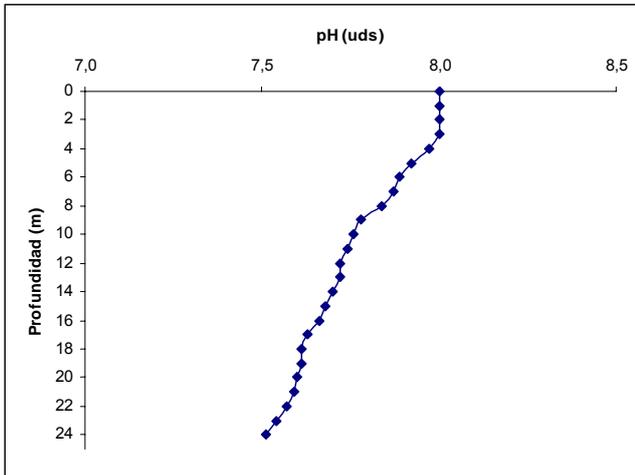
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 14,7 °C – en el fondo- y los 19,5 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio 2008) la termoclina se sitúa a 4 m de profundidad.
- El pH del agua en superficie es 8. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,51. Ambos valores corresponden con el máximo epilimnético y mínimo hipolimnético estival respectivamente.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 10 metros.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 10,29 mg/L. En el hipolimnion la concentración media se sitúa en 7,43 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L).
- El valor de la conductividad del agua en la superficie es de 425 µS/cm y de 435 µS/cm en el fondo del embalse.

GRÁFICO 1
PERFILES FÍSICO QUÍMICOS DEL EMBALSE DE SANTOLEA



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total en el muestreo es de 12 µg P./L
- La concentración de nitrógeno total (N) es de 0,54 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito) tomó un valor de 0,34 mg N /L en la muestra.
- La concentración de amonio resultó inferior al límite de detección (0,1 mg/L NH₄).
- La concentración de sílice en la superficie es de 3,5 mg SiO₂/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis realizado se han identificado un total de 27 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 9 Bacillariophyceae
- 6 Chlorophyta
- 5 Cryptophyta
- 4 Chrysophyceae
- 2 Dynophyta
- 1 Euglenophyta

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2008, está caracterizada por la diatomea *Cyclotella cyclopuncta* (Hakansson & Carter) que es la especie más abundante en la muestra con un 51% de la densidad total.

La especie que presenta un mayor biovolumen es la diatomea *Asterionella formosa* (Hassal) con un 32,4% del biovolumen total de la muestra.

El grupo de las bacilariofíceas es el que más especies tiene (9), seguido de los clorófitos (6). Los grupos menos representados es el de los euglenófitos, con una única especie cada uno.

La concentración de clorofila en la muestra tomada ha sido de 0,6 µg/L.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Santolea se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 9 Rotifera
- 2 Cladocera
- 2 Copepoda

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 2**).

CUADRO 2
 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

EMBALSE DE SANTOLEA		FECHA DE MUESTREO	15/06/2008
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	STO	
PROFUNDIDAD	m	24	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	71,3	
BIOMASA TOTAL	µg/L	49,63	
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		ROTIFERA	
individuos/L		56,1	
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>	
individuos/L		41,5	
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		CLADOCERA	
µg/L		44	
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Daphnia longispina</i>	
µg/L		39,65	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2008, está caracterizada por la densidad del rotífero *Polyarthra dolichoptera* (58% del total) y la biomasa del cladóceros *Daphnia longispina* (80% del total). En cuanto a diversidad de especies, el grupo de los rotíferos es el mejor representado, con 9 especies.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 3**, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 82).

CUADRO 3
 PARÁMETROS INDICADORES Y RANGOS DE ESTADO TRÓFICO

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P (µg/L P)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila a (µg/L) en	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
TSI	<20	20-40	40-60	60-80	>80
Densidad algal (cel/ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000

En el **Cuadro 4** se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

CUADRO 4
 DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO DEL EMBALSE DE SANTOLEA

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	12	Mesotrófico
CLOROFILA A	0,72	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI	4	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1363,17	Mesotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	3,75	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, los parámetros fósforo total (PT) y densidad algal, sitúan al embalse en rangos de mesotrofia. El parámetro clorofila a presenta un resultado de ultraoligotrofia. Los resultados obtenidos a partir de transparencia (DS) lo catalogan como oligotrófico. El estado trófico final para el embalse de SANTOLEA es **OLIGOTRÓFICO**.

6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PE_{exp}*)

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 5**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 131).

CUADRO 5

PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

Indicador	Elementos	Parámetros	Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila a (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		Índice fitoplanctonico I _{pl}	0-20	20-40	40-60	60-80	>80
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			4, 2 -5	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	1-1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O ₂ (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P /L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
	Elemento combinado	TSI	<20	20-40	40-60	60-80	>80
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			4-5	3-3, 9 9	<3		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento fitoplancton.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 4 elementos es igual o superior a 4, se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3 puntos, el estado físicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

En el **Cuadro 6** se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

CUADRO 6
 DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE SANTOLEA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(CEL/ml)	1363,17	MODERADO
		Clorofila a (µg/L)	0,72	ÓPTIMO
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,51	MODERADO
		<i>Índice Planctonique (I_{PL})</i>	21	BUENO
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,03	ÓPTIMO
INDICADOR BIOLÓGICO			4	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	4	BUENO
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,43	BUENO
	Nutrientes	Concentración de P(µgP/L)	12	MODERADO
	Elemento combinado	TSI	32,80	BUENO
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,75	AS-FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO			BUENO	

b) Aproximación normativa (PEnorm)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en el **Cuadro 7**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 137).

CUADRO 7

VALORES DE REFERENCIA PROPIOS DEL TIPO (VR_t) Y LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE POTENCIAL ECOLÓGICO (B/M, BUENO-MODERADO) DE LOS INDICADORES DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD DE EMBALSES (ORDEN ARM 2656).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR _t	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2	9,5	0,21
			Biovolumen mm ³ /L	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de cianobacterias	0	9,2	0,91
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

En el **Cuadro 8** se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (*PE_{norm}*) tras pasar el filtro del estado fisicoquímico.

CUADRO 8

DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE_{norm}*) DEL EMBALSE DE SANTOLEA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	3,62	Óptimo
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	1,50	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	1,00	Bueno
		Porcentaje de cianobacterias (Q)	1,00	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			2,5	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	4,50	BUENO
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	0,27	MALO
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	10,2	MODERADO
	Elemento combinado	TSI	37,31	BUENO
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,00	AS-FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			BUENO	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRAFICO
