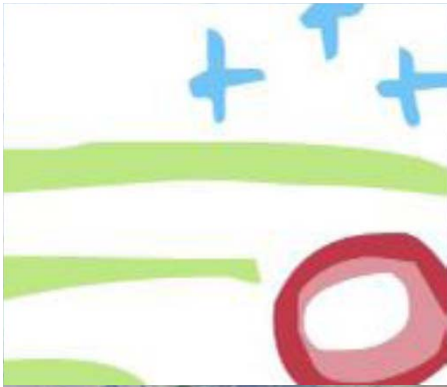




VERSOS'12
Vertederos y Sostenibilidad
21-22 noviembre 2012
Bilbao

EXPERIENCIA EN LANDFILL MINING MALLORCA- ILLES BALEARS

Aina Canaleta

*TIRME, S.A. - Palma de Mallorca
Illes Balears*

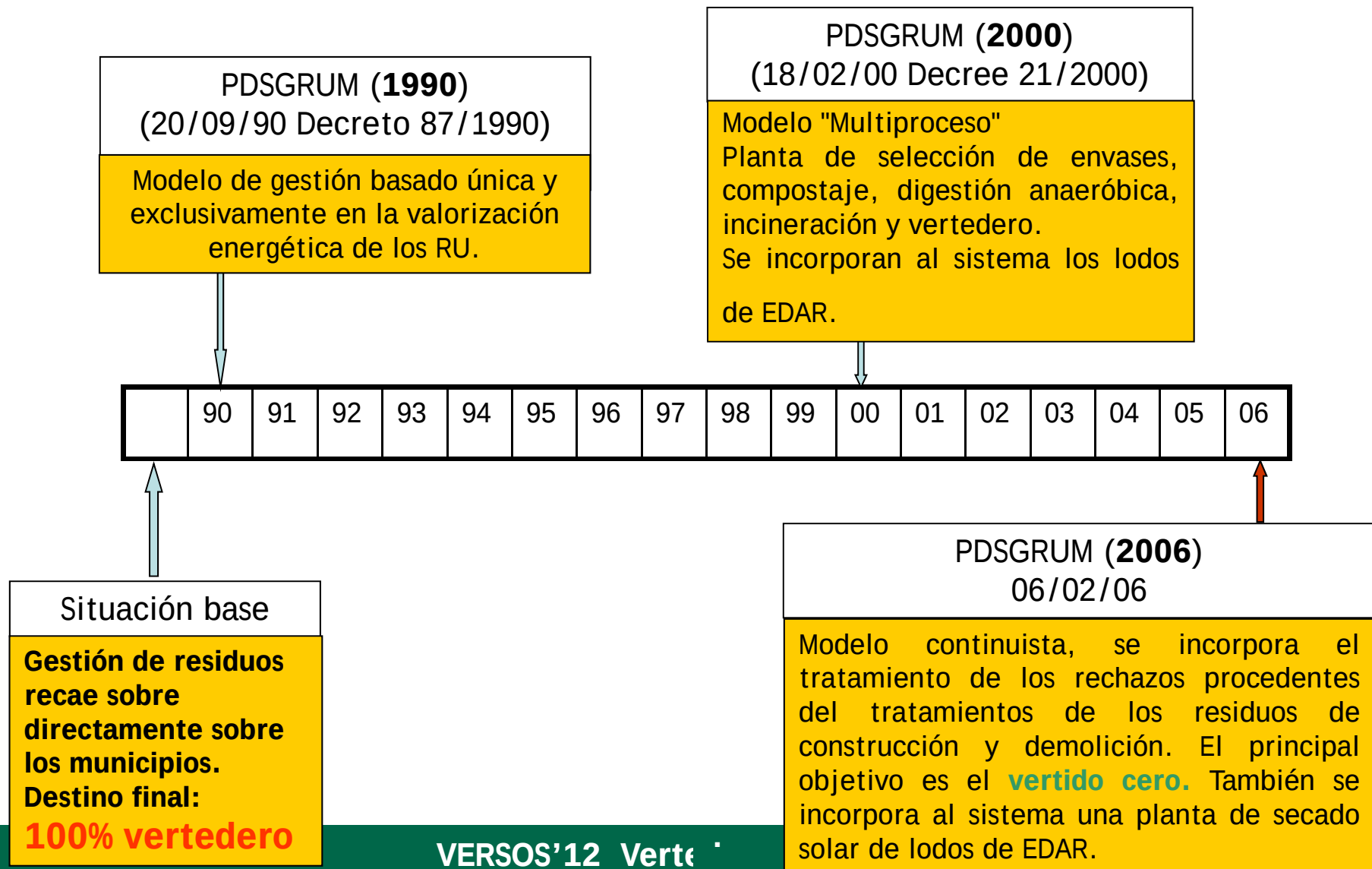
- 0.1.** Modelo de gestión de residuos en Mallorca
- 0.2.** Landfill mining - La oportunidad
- 0.3.** Organización del proyecto. Resultados
- 0.4.** Aspectos ambientales
- 0.5.** Balance coste-beneficio
- 0.6.** Conclusiones

0.1.

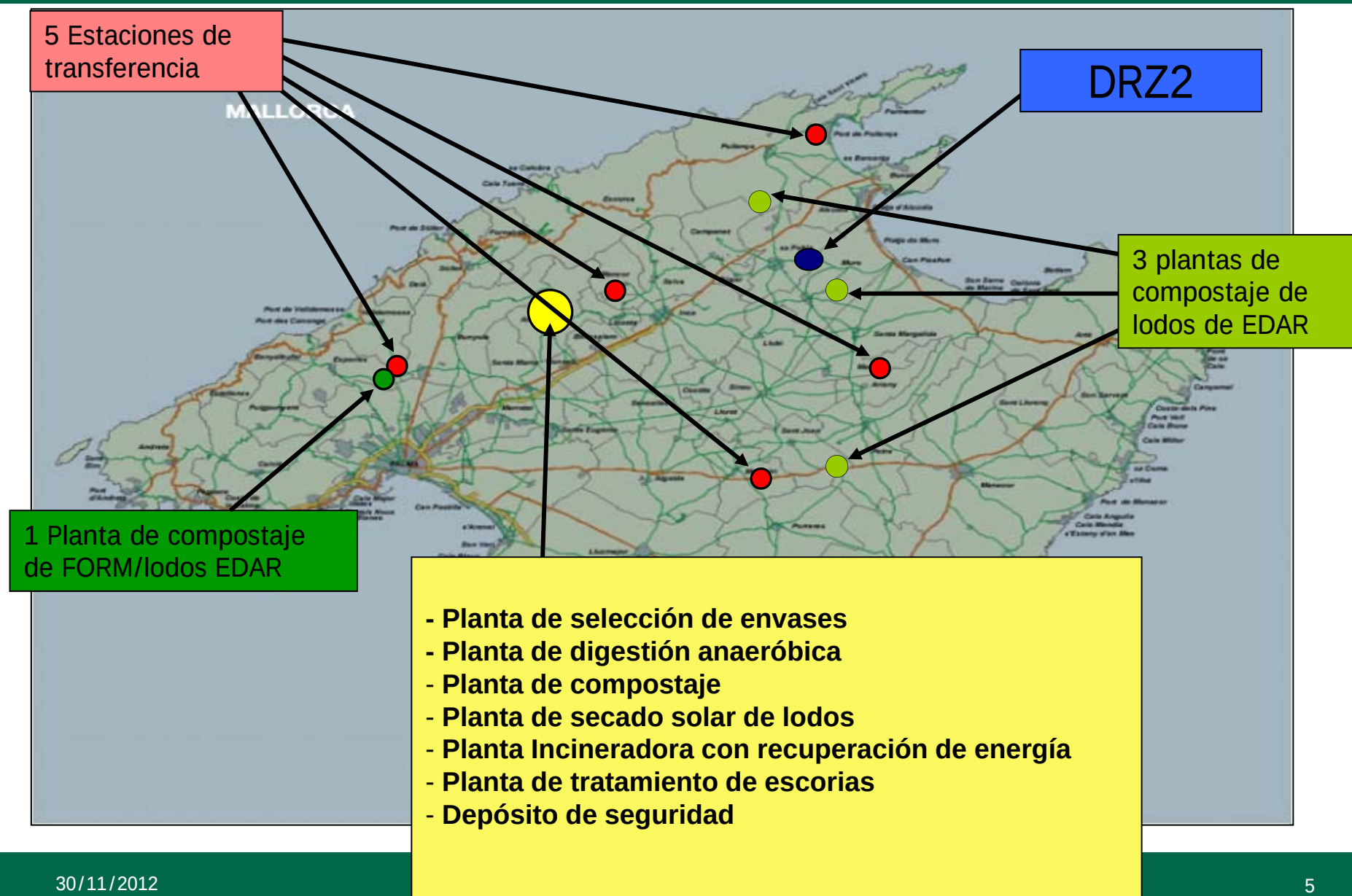


MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN MALLORCA

EVOLUCIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS



SITUACION ACTUAL: INSTALACIONES EXISTENTE EN MALLORCA





WTE PLANT



SECURITY
LANDFILL



SOLAR DRYING PLANT



SLAG
TREATMENT
PLANT





SEWAGE SLUDGE
COMPOSTING PLANTS



TRANSFER STATION



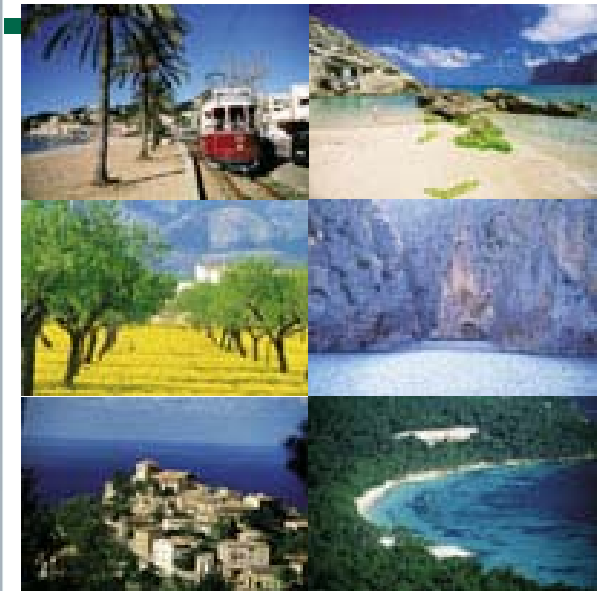
FOMW COMPOSTING PLANT

0.2.



LANDFILL MINING - LA OPORTUNIDAD

MALLORCA



FACTORES REMARCABLES

ASPECTOS GENERALES

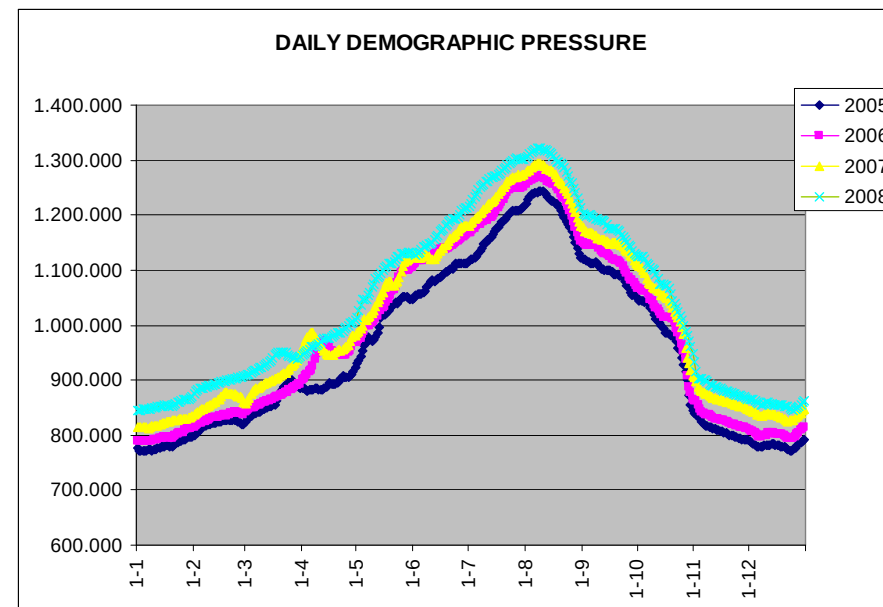
- Extensión de la isla: 3.640 Km²
- Densidad de población: 230 habitantes/Km²
- Generación RU: 2,0 Kg/hab/día

- Densidad de población: 2.5 veces superior a la media española
- Más de 10 millones de visitantes anualmente
- Economía basada en el sector servicios (80 % PIB)
- Gran estacionalidad en la producción de residuos

LA OPORTUNIDAD

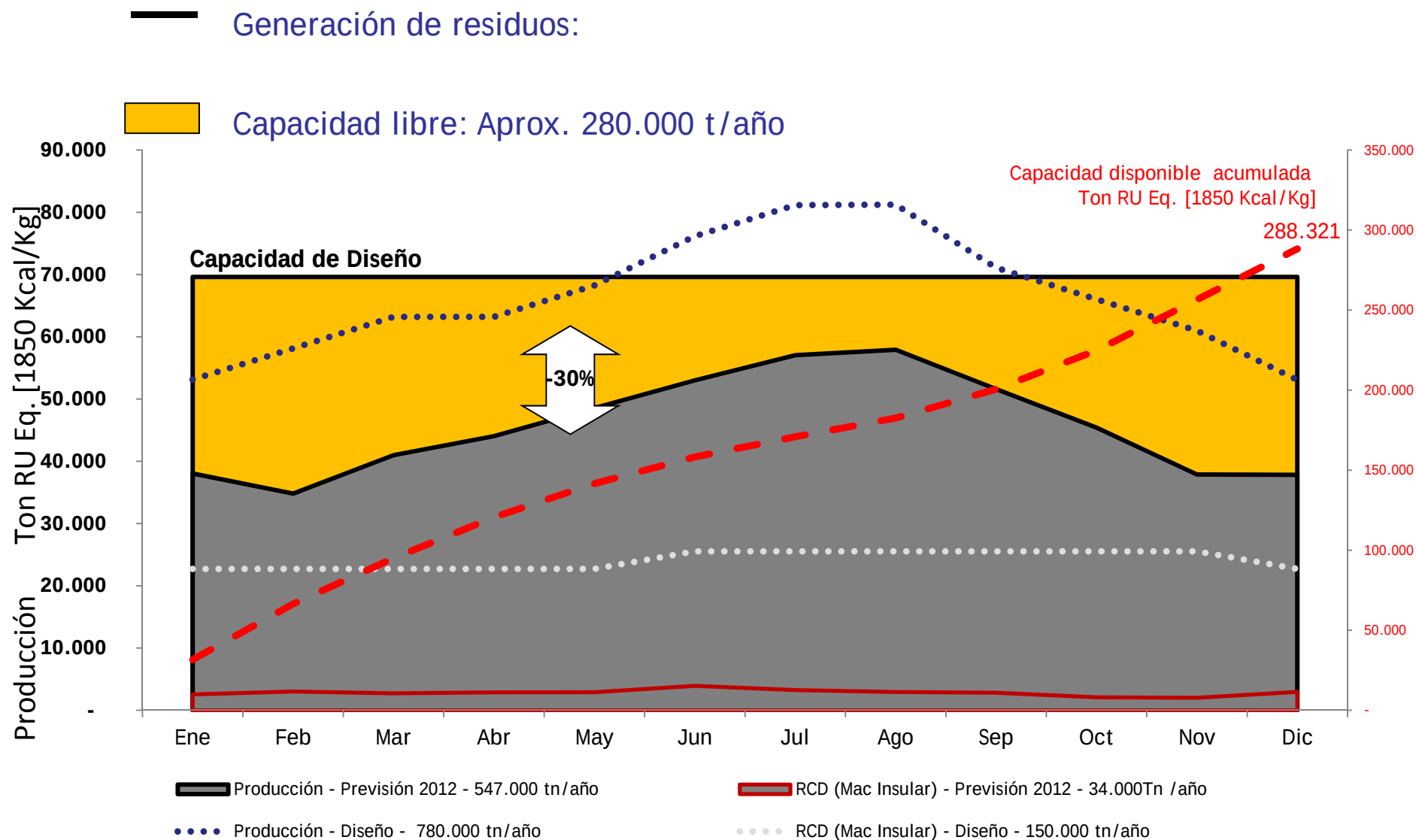
- La fuerte estacionalidad en la generación de los residuos debido a la gran afluencia de turistas se centra en los meses de verano.
- Descenso en la generación de residuos a causa de la crisis.

Población media flotante calculada en 195.000 habitantes (periodo: 2005-2008)

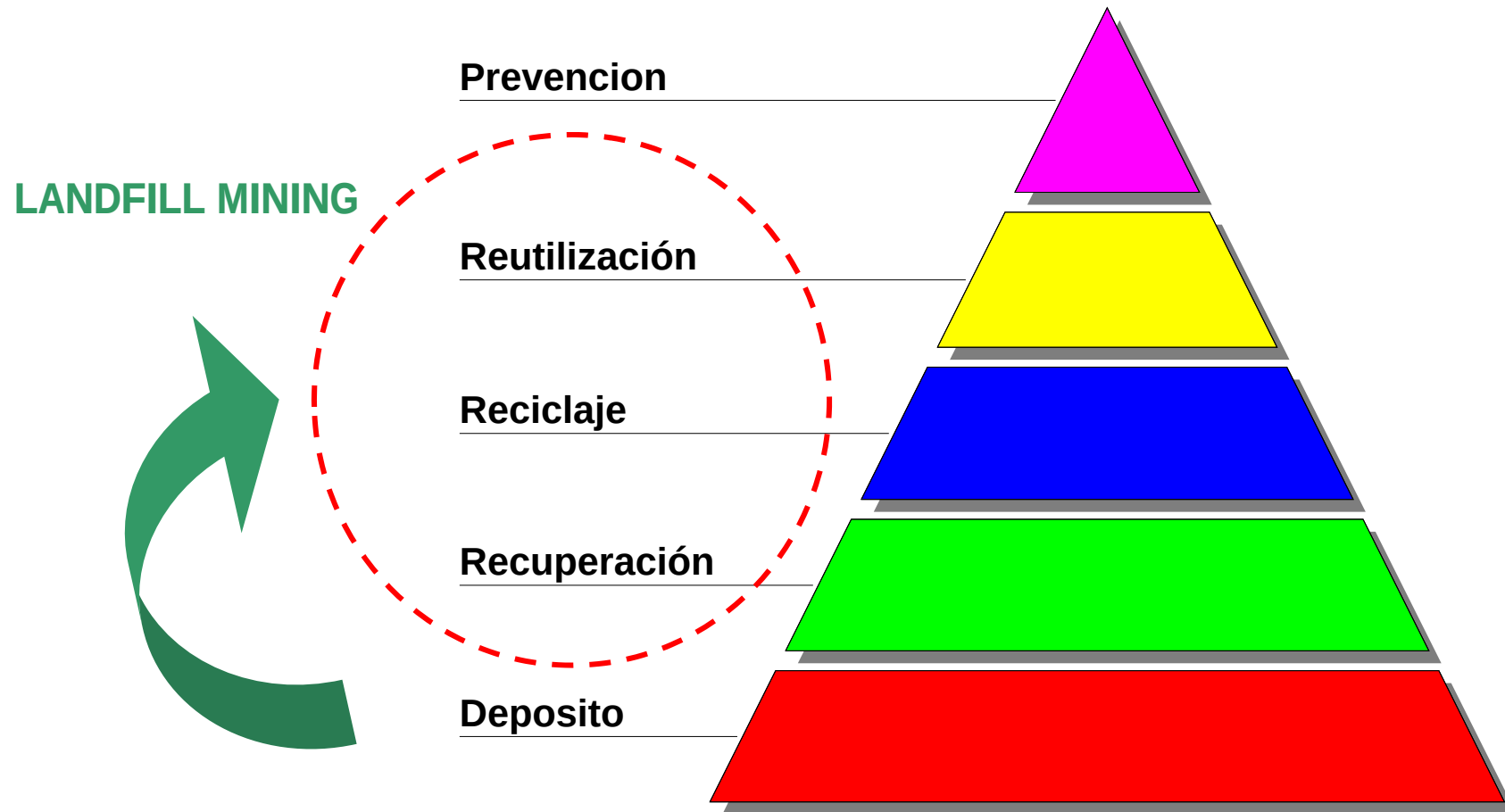


Año	Población censada	Población flotante	Indice de presión demográfica
2005	777.821	181.324	959.145
2006	790.763	195.619	986.382
2007	814.275	197.827	1.012.102
2008	846.210	192.813	1.039.023
2009	863.664	¿?	¿?

GENERACIÓN DE RESIDUOS Y CAPACIDAD LIBRE



LA JERARQUIA DE RESIDUOS



0.3.



ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO RESULTADOS

DEPÓSITO DE RECHAZO DE ZONA 2

- ❑ El depósito está dividido en 4 sectores o vasos de acuerdo con la topografía del terreno.
- ❑ La instalación se completa con:
 - Sistema de recogida de lixiviados y bombeos a los tanques de recogida
 - Balsas de recogida de lixiviados y aguas pluviales
 - Zona de taller, oficina y báscula
- ❑ La superficie del vertedero es de 142.000 m².

285.780 t depositadas

206.962 t rRCD

78.827 t de áridos para cubrición

Densidad calculada 0.76 t/m³

Volumen ocupado es 376.000 m³



FASES DEL PROYECTO

OBJETIVO: Extracción de residuos depositados con PCI adecuado para su valorización energética.

El proyecto se dividió en tres fases;

- ❑ Fase 1: Estudio de viabilidad

- ❑ Fase 2: Validación de las hipótesis de trabajo

- 1) Caracterización de los rRCD y determinación del PCI
- 2) Prueba piloto de extracción
- 3) Rendimientos en el proceso de cribado
- 4) Carga y transporte
- 5) Recuperación energética

- ❑ Fase 3: Prueba industrial

CARACTERIZACIÓN DE rRCD

Los materiales depositados en los vasos I y II tienen la siguiente tipología:

- ❑ Rechazos procedentes de residuos de construcción y demolición (rRCD)
- ❑ Áridos (naturales y/o reciclados) para separar las capas de residuos
- ❑ Áridos seleccionados para la construcción de caballones



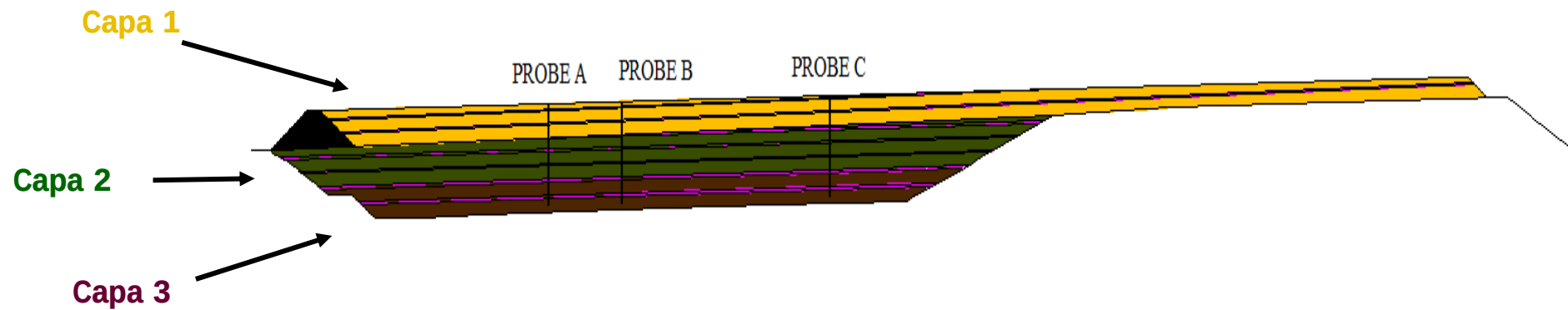
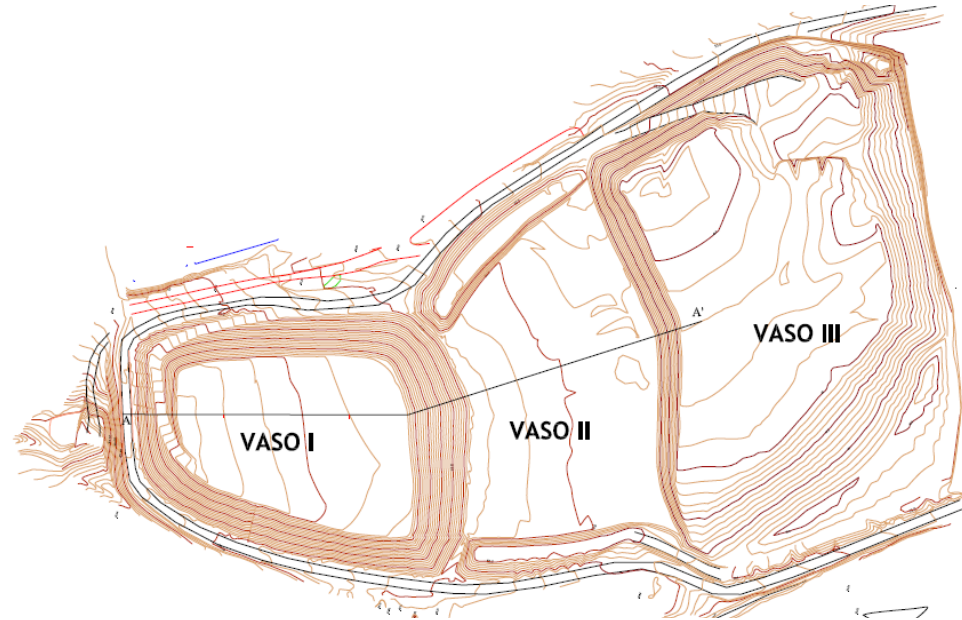
Fuel fraction	% weight	Non-fuel fraction	% weight
Paper and cardboard	5,5	Stones and building materials	5,2
Plastics (not package)	8,6	Metals	3,9
Rubber, cables covers, hoses	1,5	Glass	0,7
Wood	48,6	Ceramics	0,2
Textile	5,1	Plaster	0,5
Styrofoam, foams	3,3	Fine fraction	15
Fine fraction	1,9		
TOTAL	74,5	TOTAL	25,5

PODER CALORÍFICO INFERIOR (PCI)

Para determinar el PCI de los residuos vertidos, la columna de residuos de los vasos I y II se dividieron en 3 capas. Esta diferenciación se basó en el sistema de operación llevado a cabo en los diferentes periodos desde el año 2006.

Cell I + Cell II	Initial date	Operating stage	End date	Operating system	Waste (tonnes)	Aggregates (tonnes)	% aggregates	Depth (m)
Layer 1	October 2007	Simultaneous Operation cells I and II	June 2009	Filled with a capping layer of 20-30 cm every 2 m of waste.	87,096	20	18.4	0-5
Layer 2	November 2006	Cell I	September 2007	System of cells with weekly covering	82,791	49	37.0	5-11
Layer 3	June 2006	Initial operating TIRME in cell I	October 2006	Filled with a capping layer of 40-50 cm every 2 m of waste.	37,075	11	22.2	11-15

PODER CALORÍFICO INFERIOR (PCI)

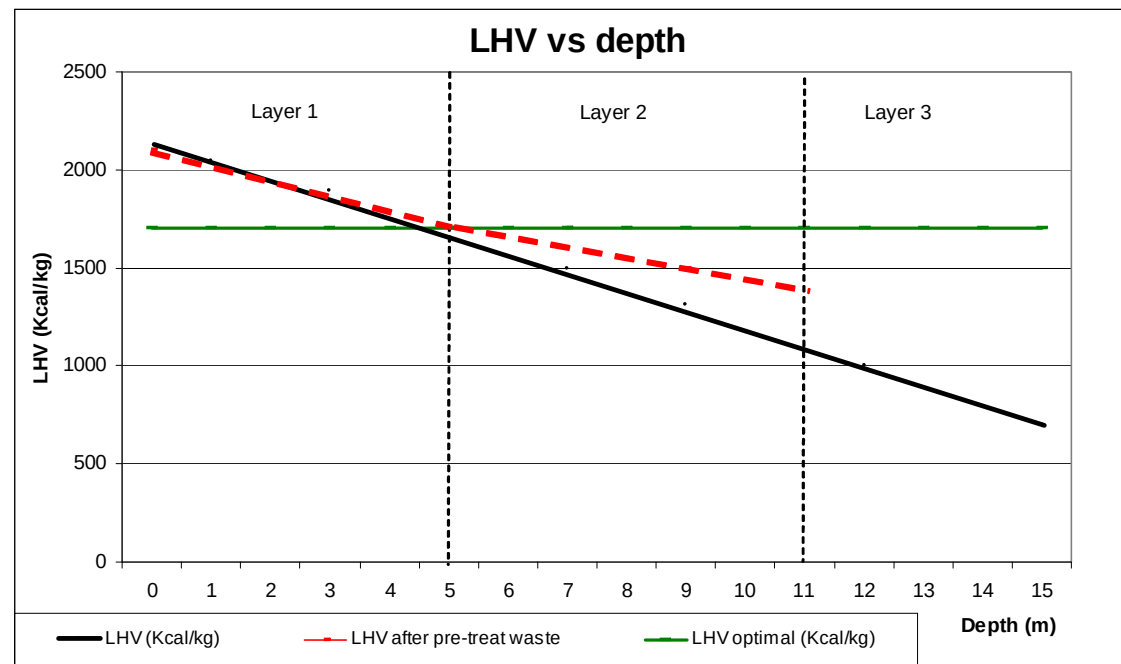


PODER CALORÍFICO INFERIOR (PCI)

Se realizaron 3 sondeos en toda la columna de residuos (sondeos A, B, C) para recoger muestras y determinar posteriormente el PCI mediante bomba calorimétrica.



Sample	Depth (m)	Fuel fraction (%)	Non-fuel fraction (%)	LHV (Kcal/kg)
Layer 1	0 a 5	73.0	27.0	1,895
Layer 2	5 a 11	70.2	29.8	1,310
Layer 3	11 a 15	72.5	27.5	1,005



PRUEBAS DE EXTRACCIÓN Y CRIBADO

Capa 1:

- ❑ Se usaron medios mecánicos para separar la capa de áridos de cubrición.
- ❑ La separación de los áridos no fue totalmente eficiente, tal como se esperaba, aunque se consiguió una **eficiencia del 80%**.



Capa 2:

- ❑ Se llevó a cabo el cribado de los residuos para eliminar parte de los áridos obteniendo más del **40% de separación de la parte fina**. La malla usada fue de 40 mm.
- ❑ Este pretratamiento nos permitió ganar aproximadamente **300 kcal/kg** en el residuo.

RECUPERACIÓN ENERGÉTICA



- ❑ Se realizó una prueba piloto. Se transportaron 500 t de rRCD a la planta incineradora y se monitorizó el proceso durante 12 h.
- ❑ A partir de los datos de proceso se determinó el PCI obteniendo valores entre 1800-2100 Kcal/kg. Aumento emisión SO_2 .
- ❑ Paralelamente al test de combustión se recogieron muestras de cenizas y escorias. Los análisis llevados a cabo no mostraron diferencias significativas respecto a los datos históricos.

Parameter	Units	Regular waste	Mined waste
LHV	Kcal/Kg	1914	1827
Temperature in the furnace	°C	980	988
Steam production	t/h	63	61
CO (boiler output)	mg/m ³	16.7	15.7
O ₂ (boiler output)	%	7.6	7.8
HCl (boiler output)	mg/Nm ³	649	860
SO ₂ (boiler output)	mg/Nm ³	75	186

PRUEBA INDUSTRIAL

- ❑ Se han extraído y transportado a la planta incineradora más de **90.000 toneladas** del DRZ-2.
- ❑ Se han recuperado más de **170 GWh** que se han convertidos en electricidad.
- ❑ Desde el punto de vista económico el punto crítico de toda la operación ha sido el **coste del transporte**. La distancia entre la planta incineradora y el DR Z2 es de 60 km.
- ❑ Para optimizar el coste se han utilizado camiones de gran capacidad (90 m³) con pisos móviles.
- ❑ **Diariamente** se han transportado más de **1000 toneladas de rRCD**.

EL FUTURO? Evaluar la viabilidad técnico-económica de la extracción de la capa 2 con cribado y separación de metales.

0.4.



ASPECTOS AMBIENTALES

ANÁLISIS AMBIENTAL PREVIO



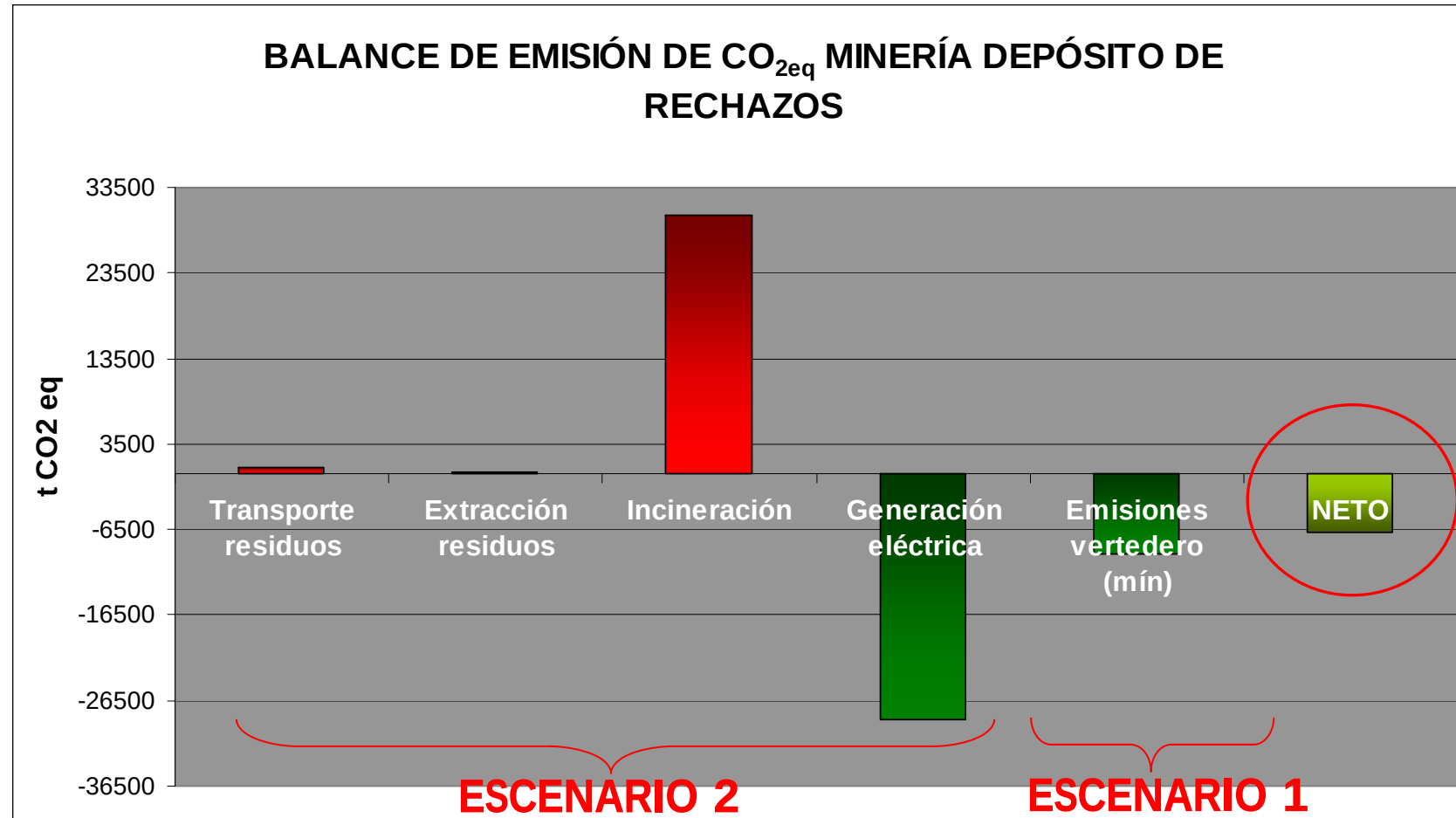
El análisis ambiental previo partía de dos escenarios:

ESCENARIO 1: PERMANENCIA DE LOS RESIDUOS depositados en el vertedero y explotación del vertedero hasta alcanzar las condiciones de clausura.

ESCENARIO 2: Transporte de los residuos con PCI aprovechable para su **TRATAMIENTO EN LA PLANTA INCINERADORA CON RECUPERACIÓN DE ENERGÍA.**

Aspecto	Escenario 1	Escenario 2
Contribución al cambio climático	Desfavorable	Favorable
Generación de aguas residuales y de lixiviación	Desfavorable	Favorable
Eliminación de residuos	Desfavorable	Favorable
Consumo de recursos naturales	Desfavorable	Favorable
Reciclaje material	Desfavorable	Favorable
Emisiones de gases y partículas a la atmósfera	Desfavorable	Favorable
Emisiones sonoras	Favorable	Desfavorable
Generación de olores	No significativo	No significativo
Afección paisajística	No significativo	No significativo
Incendios accidentales y otros accidentes	No significativo	No significativo

RESULTADOS: CAMBIO CLIMÁTICO



FAVORABLE PARA EL ESCENARIO 2. SUPONE UN AHORRO ENTRE 6.800 t y 145.000 t CO₂ eq.

RESULTADOS: GENERACIÓN DE LIXIVIADOS

En el estudio previo se valoraba:

- ☐ **Disminución en la cantidad** de los lixiviados
- ☐ **Mejora en la calidad** de los lixiviados.

En la situación real:

- ☐ **Igual generación de lixiviados de ambos escenarios.**
- ☐ **Empeoramiento de la calidad de los lixiviados.**

- cambio de la circulación y gestión de lixiviados previa a la actividad de la minería.
- paro de la recirculación de lixiviados en el vaso 1, retención temporal y posterior extracción a la balsa.
- disminución de la pluviometría.

Se espera una **mejoría de la calidad del lixiviado a largo plazo** debido a la retirada de residuos vertidos.

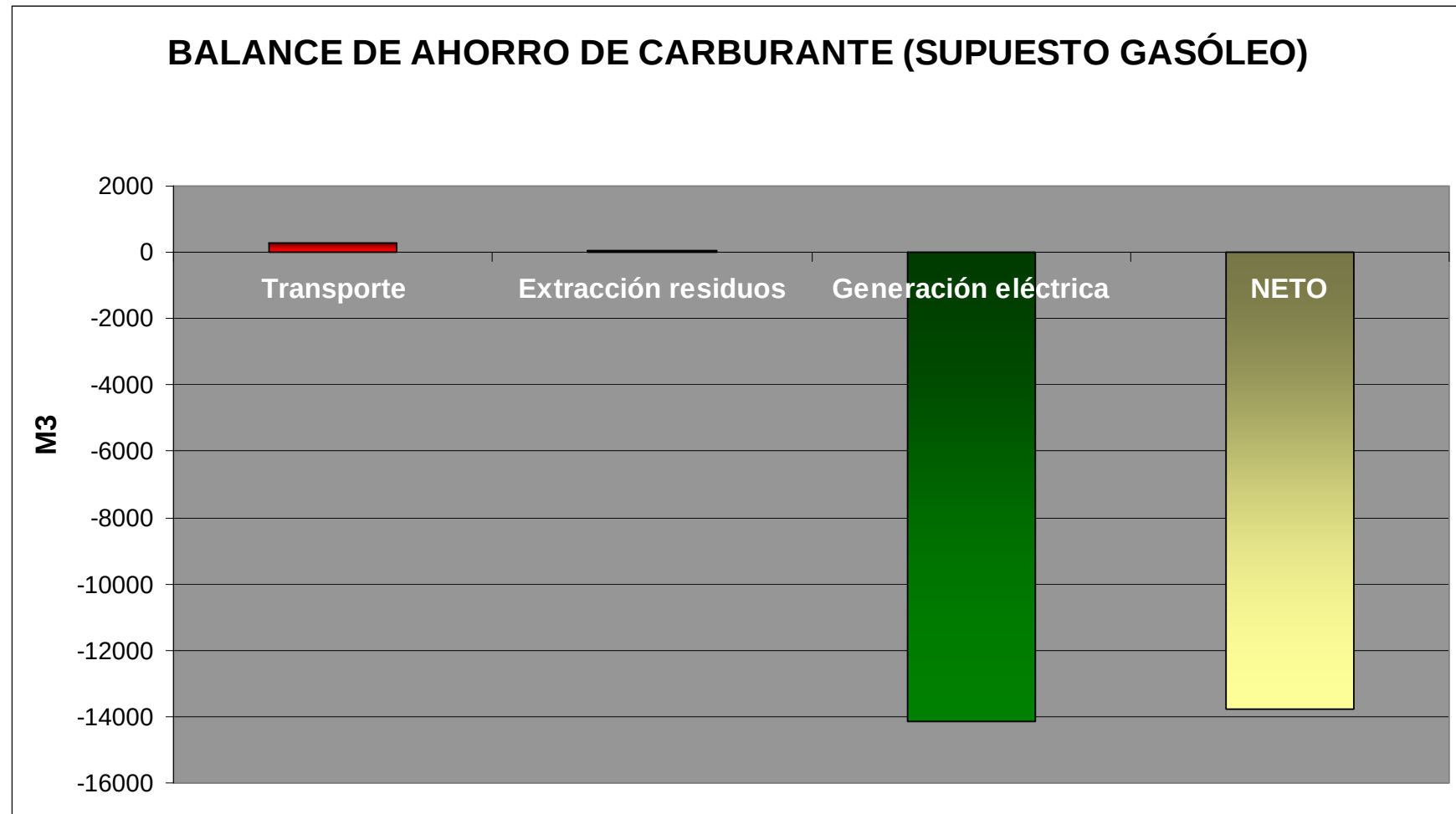
RESULTADOS: ELIMINACIÓN DE RESIDUOS- JERARQUIA



**SE HAN VALORIZADO
MÁS DE 90.000
TONELADAS DE
RESIDUOS FRENTE A
SU ELIMINACIÓN**

**TRAS SU VALORIZACIÓN, SE HAN OBTENIDO UN TOTAL DE 21.000
TONELADAS DE FRACCIÓN MINERAL Y 1.800 TONELADAS DE METALES**

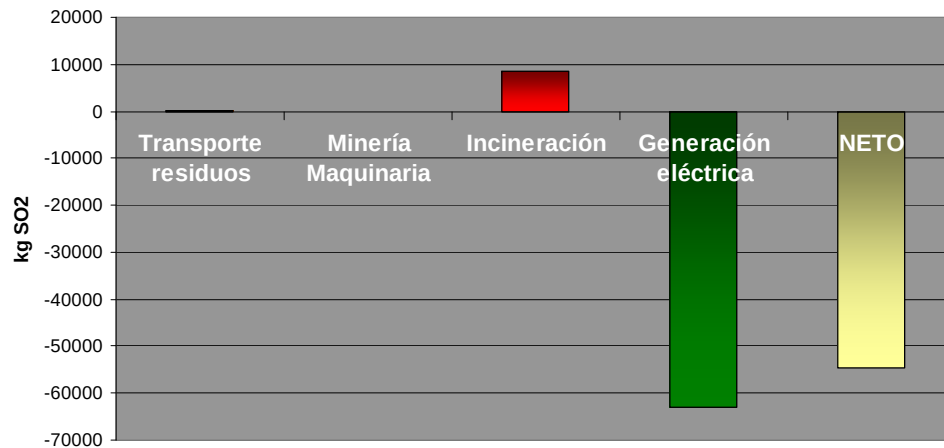
RESULTADOS: CONSUMO DE RECURSOS NATURALES



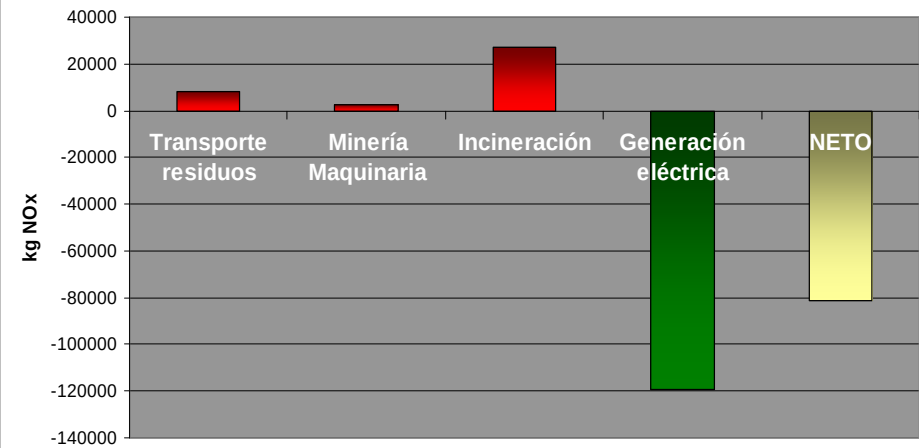
FAVORABLE PARA EL ESCENARIO 2. SUPONE UN AHORRO DE COMBUSTIBLE EQUIVALENTE A 13.800 m³ DE GASÓLEO.

RESULTADOS: EMISIONES DE GASES Y PARTÍCULAS

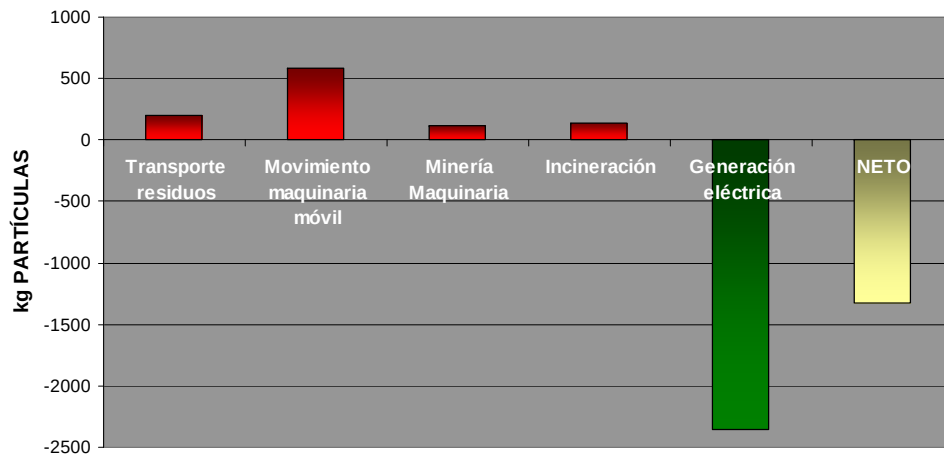
BALANCE DE EMISIÓN DE SO₂



BALANCE DE EMISIÓN DE NO_x



BALANCE DE EMISIÓN DE PARTÍCULAS



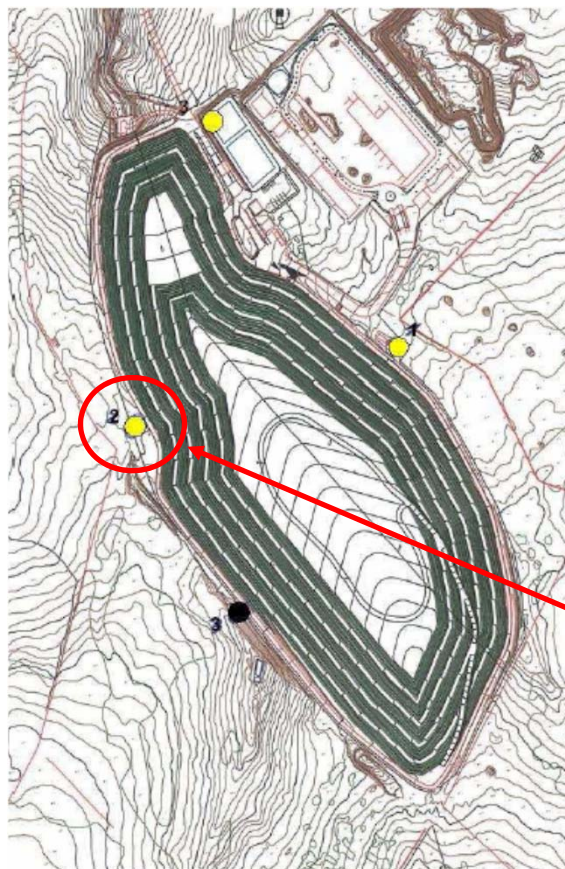
**FAVORABLE PARA EL
ESCENARIO 2 PARA LAS
EMISIONES DE NO_x, SO₂ Y
PARTÍCULAS.**

**Real Significativo SO₂ y
partículas**

RESULTADOS: EMISIONES DE GASES Y PARTÍCULAS

Emisión de Partículas - Control en Inmisión

Requisito de medición de partículas pm10 en el entorno tanto por la **AAI** como por campaña específica de las **pruebas de minería**.



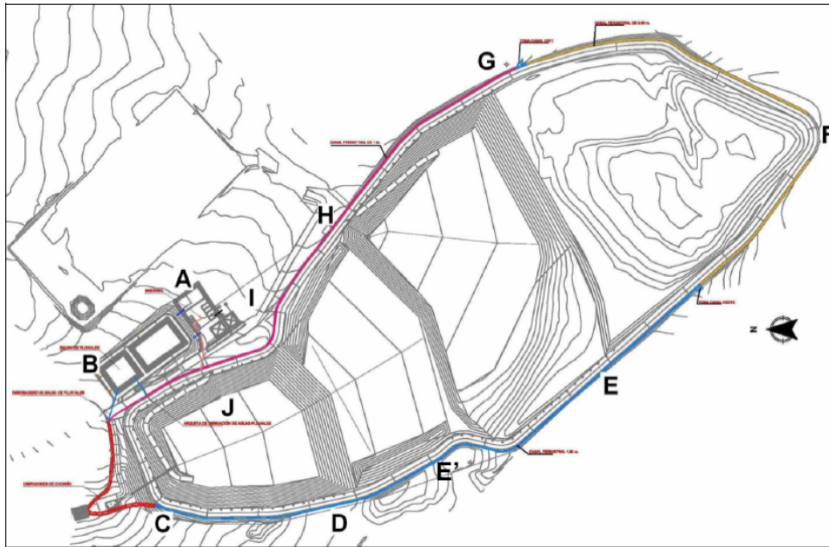
	1r semestre 2008	2n semestre 2008	1r semestre 2010	2n semestre 2010	1r semestre 2011	2n semestre 2011	1r semestre 2012
1a	13,59	11,84	8,73	15,51	13,59	26,02	16,89
1b	47,01	14,46	14,07	16,45	19,45	26,35	21,91
1c	31,23	18,08	10,18	15,17	17,27	23,79	18,93
1d			8,73				
2a	24,73	10,85	15,1	18,21	19,19	45,13	26,69
2b	14,48	16,40	13,65	13,22	17,61	41,79	22,76
2c	24,53	9,16	27,29	19	14,99	58,4	
3a	19,70	7,31	28,23	21,29	18,64	21,06	*42,39
3b	26,41	10,96	11,63	17,25	19,54	12,4	*18,38
3c	11,16	10,91	16,33	14,44	13,85	14,18	

* Canvi d'ubicació del punt

**SUPERACIÓN EN UNA OCASIÓN DEL
LÍMITE DIARIO PARA LA SALUD
HUMANA ESTABLECIDO EN 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

RESULTADOS: EMISIONES SONORAS

REQUISITO DE MEDICIÓN ANUAL POR LA AAI



CONTRASTE DE LOS RESULTADOS CON LOS NIVELES MÁXIMOS ADMISIBLES ESTABLECIDOS EN LOS DOCUMENTOS NORMATIVOS			
Estación de Medida	Niveles sonoros obtenidos en dB(A)	Nivel de evaluación sin corrección por ruido de fondo LAeq, T en dB(A)	Niveles Sonoros Máximos de Inmisión para zona industrial dB(A)
			<i>Período Diurno</i> Ley 1/2007 contemplando los niveles establecidos en el D. 20/87
A	50.8 / 50.1 / 49.2	50.8 ± 4.8	65 dB(A)
B	44.8 / 46.9 / 48.2	48.2 ± 5.6	
C	44.0 / 42.3 / 43.0	44.0 ± 4.8	
D	41.9 / 40.7 / 43.3	43.3 ± 5.2	
E'	40.7 / 40.4 / 41.1	41.1 ± 4.5	
E	39.7 / 40.0 / 42.1	42.1 ± 5.2	
F	35.2 / 35.8 / 33.3	35.8 ± 6.2	
G	42.0 / 42.0 / 43.2	43.2 ± 4.8	
H	39.4 / 39.1 / 41.0	41.0 ± 4.9	
I	49.4 / 47.6 / 47.2	49.4 ± 5.0	

**SE CUMPLEN LOS LÍMITES DE RUIDO:
IMPACTO SONORO DE POCA ENTIDAD**

OTROS IMPACTOS

- ❑ **GENERACIÓN DE OLORES:** No se considera relevante debido a la tipología de residuos vertidos. No se ha registrado ninguna queja a este respecto.
- ❑ **AFECCIÓN PAISAJÍSTICA:** No se considera relevante ya que no se modifica el paisaje con el escenario alternativo.
- ❑ **CONATOS DE INCENDIO:** Se han registrado un total de **15 pequeños conatos** de incendios. Se modificó el procedimiento de extracción para minimizar riesgos.
- ❑ **ROTURA DE LA LÁMINA DE IMPERMEABILIZACIÓN:** Se detectó en febrero 2012 un **levantamiento de la lámina de impermeabilización** en el fondo del vaso II. Se achaca a la circulación de maquinaria pesada. Se procedió a reparar la impermeabilización.
- ❑ **SUPERACIONES DEL LÍMITE DIARIO DE EMISIÓN DE SO₂:** Se superaron los límites de emisión diario en **3 ocasiones** en diciembre.

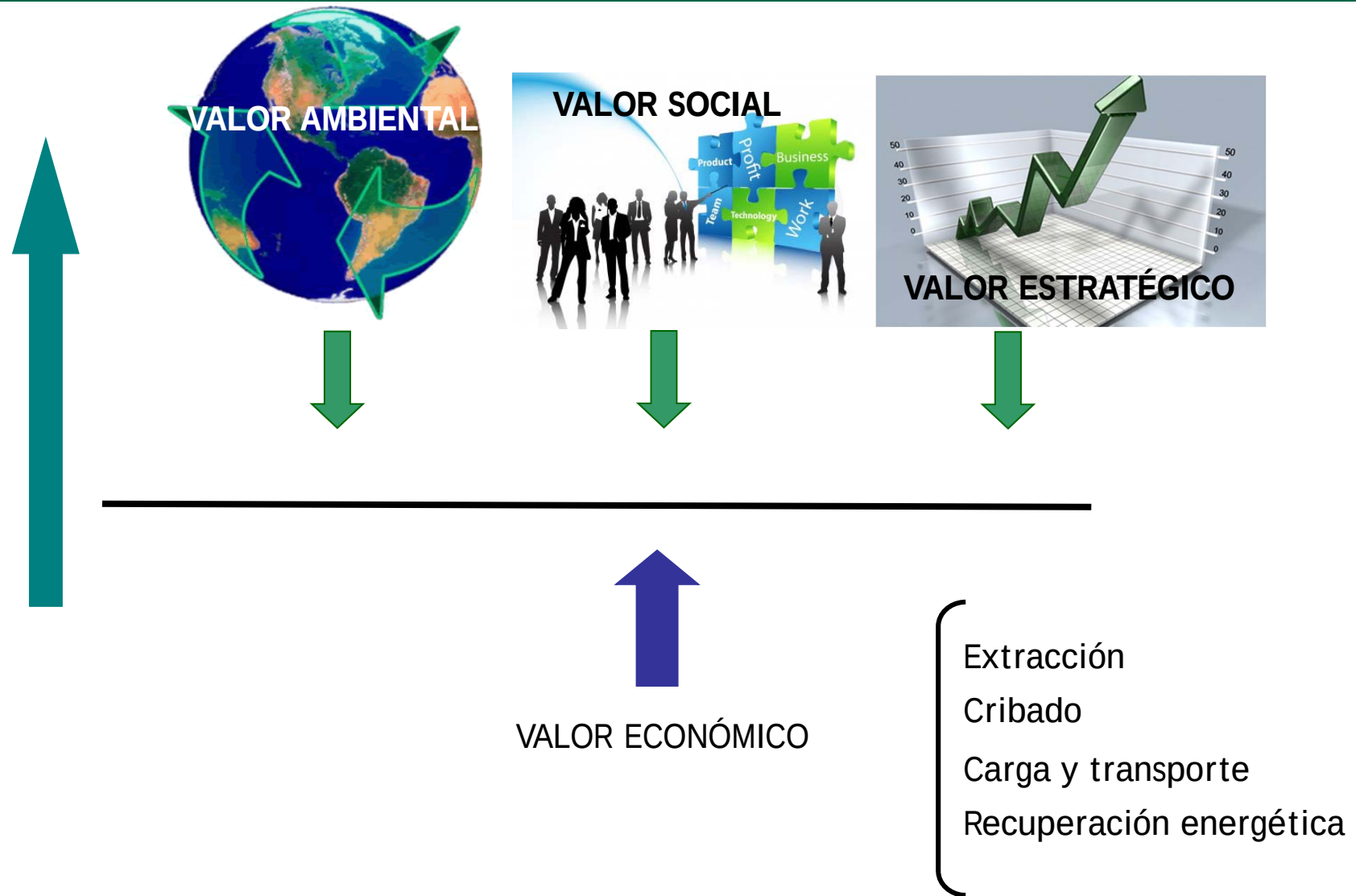
0.5.



BALANCE COSTE BENEFICIO

VERSOS'12 Vertederos y Sostenibilidad

BALANCE COSTE BENEFICIO



0.6.



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- ❑ **Realizar minería** en los vasos I y II del DR Z2 y su posterior valorización energética **es completamente viable**. Desde el punto de vista técnico la operación es sencilla y no requiere de grandes infraestructuras o modificaciones respecto al estado actual.
- ❑ Ambientalmente estas operaciones no generan cambios significativos que puedan afectar de forma negativa al medio. A largo plazo, es evidente que la eliminación de los residuos supone una mejora ambiental para el entorno. Se constata que la **valoración ambiental** del proyecto **es favorable con respecto a la no ejecución**.
- ❑ Los **beneficios sociales** también son un factor positivo a tener en cuenta en esta nueva gestión al reverter en la economía insular de forma directa tanto el trabajo generado como la energía recuperada de los residuos extraídos.
- ❑ La recuperación de energía contenida en los residuos extraídos ha supuesto cerca de **170 GWh**. Suponen **14,600 Tep o 100.000 barriles de petróleo**.
- ❑ Después de la minería, el DRZ2 ha recuperado más de **150.000 m³** alargando su vida útil.



<http://arcticcirclecartoons.com/blog>

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

<http://www.tirme.com/>