



PROYECTO FINAL DE CARRERA
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
Modalidad II



Autor: María García García
Tutor: Félix Francés García

Evaluación de la disminución de los procesos erosivos a causa del proyecto de restauración ambiental del paraje “Las Arcillas” (Teruel)



ÍNDICE

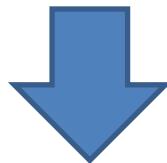
1. Introducción
2. Área de estudio
3. Implementación del modelo hidrológico
4. Implementación del sub-modelo de sedimentos
5. Análisis de escenarios
6. Análisis multicriterio
7. Instrumentación para el seguimiento de los procesos erosivos
8. Resumen y conclusiones

1. INTRODUCCIÓN

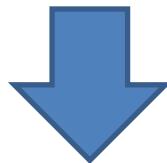
1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

PROBLEMÁTICA

Extracción de arcillas durante siglos



- Degradación del paisaje
- Problemas de erosión
- Flujo de sedimentos
- Desconexión de la ciudad
- Uso vertedero incontrolado



LIFE11/ENV/ES/515



“Recovery of the natural periurban area Las Arcillas: Sustainable Environmental Balance”

1. INTRODUCCIÓN

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

OBJETIVOS LIFE

- Resolución de problemas ambientales
- Integración de espacios periurbanos dentro de la ciudad
- Potenciar la red de caminos y sendas presentes en el entorno.
- Contribuir a la lucha contra el cambio climático mediante la construcción de una serie de ejes verdes, aumentando la red ciclable de Teruel, promoviendo la movilidad sostenible y disminuyendo el CO₂.
- Frenar la pérdida de biodiversidad.
- Aportar conocimientos y datos en la lucha contra la contaminación por ozono troposférico.
- Luchar contra la erosión y degradación de suelo.
- Recuperar zonas de suelos degradados por su uso como vertedero incontrolado.

1. INTRODUCCIÓN

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

OBJETIVOS

- Determinar los valores de pérdida de suelo y producción de sedimento en estado actual y las zonas donde se producen
- Establecer diversos escenarios que reduzcan estos valores
- Integrar paisajísticamente la zona
- Fomentar la conexión con la ciudad
- Seleccionar un escenario óptimo de actuación
- Establecer medidas para efectuar un control a posteriori de los procesos erosivos

2. ÁREA DE ESTUDIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

UBICACIÓN

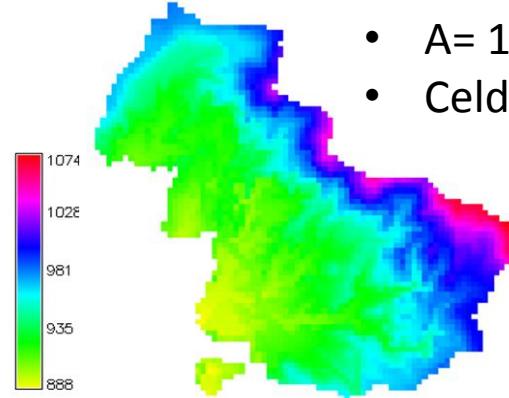
- Noreste de Teruel
- Junto barrios de:
 - Carrel
 - Pomecia
 - Arrabal
 - San Julián
 - El Pilar



- 5 puntos de desagüe
- 5 subcuencas

TOPOGRAFÍA

N 1 km



- $A = 1.78 \text{ km}^2$
- Celda 25m

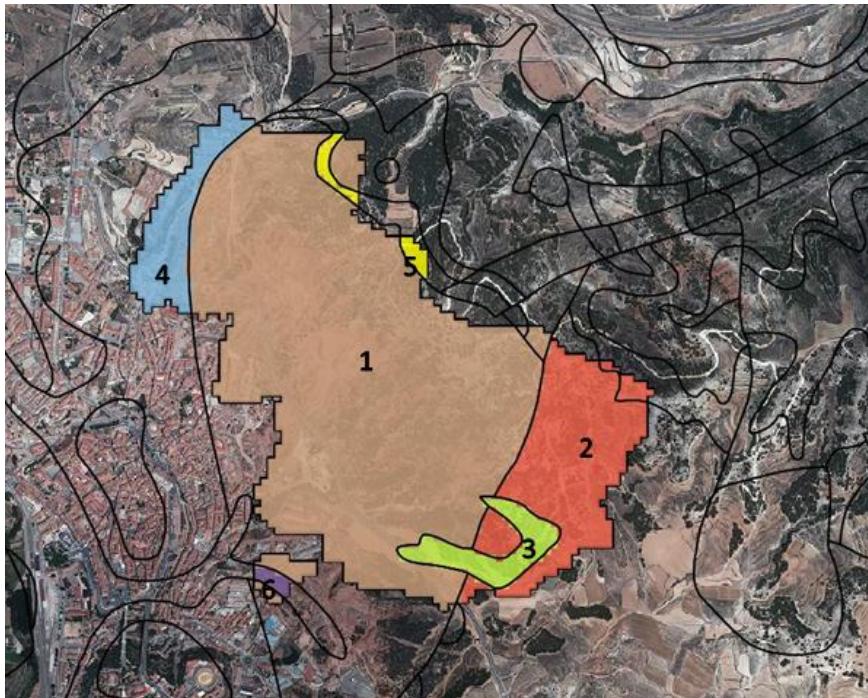
- Cimas en divisoria norte
- Cursos de barrancos
- Taludes verticales norte canteras



2. ÁREA DE ESTUDIO

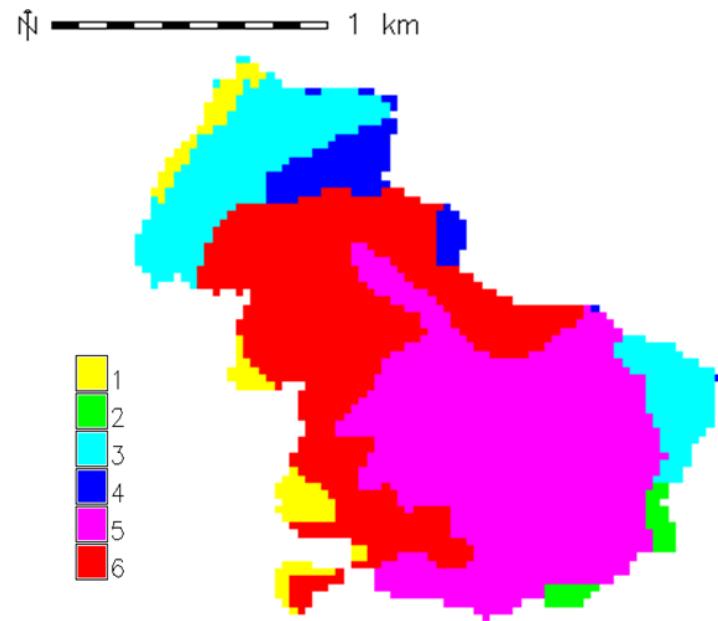
1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

GEOLOGÍA



- Mapa MAGNA
- 1-Arcillas
 - 2-Yeos
 - 3-Conglomerados
 - 4 y 5-Calizas
 - 6-Gravas y arenas

USOS DEL SUELO



Corine Land Cover

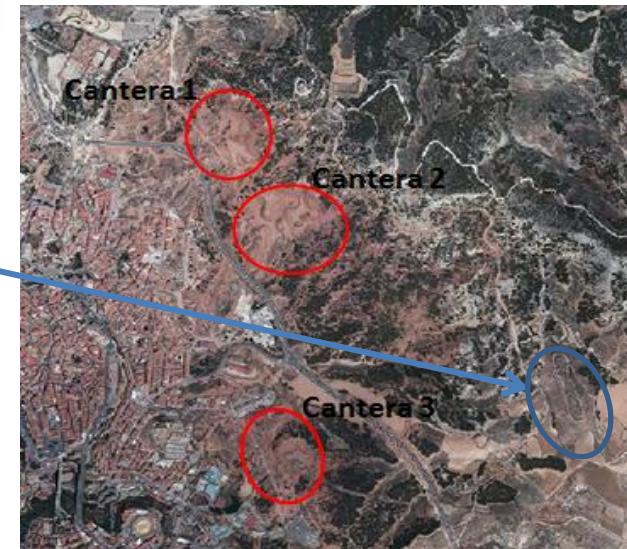
- 1-Zona urbana
- 2 y 3-Cultivos abandonados
- 4-Bosque de coníferas
- 5-Bosque de transición y matorral
- 6-Vegetación dispersa

2. ÁREA DE ESTUDIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

ACTUACIONES ANTRÓPICAS

- Escombrera Los Algezares
- Ronda de Barrios
- Canteras “Las Arcillas”



PAISAJES



Cultivos aterrazados abandonados



Cárcavas en bosque de pinos



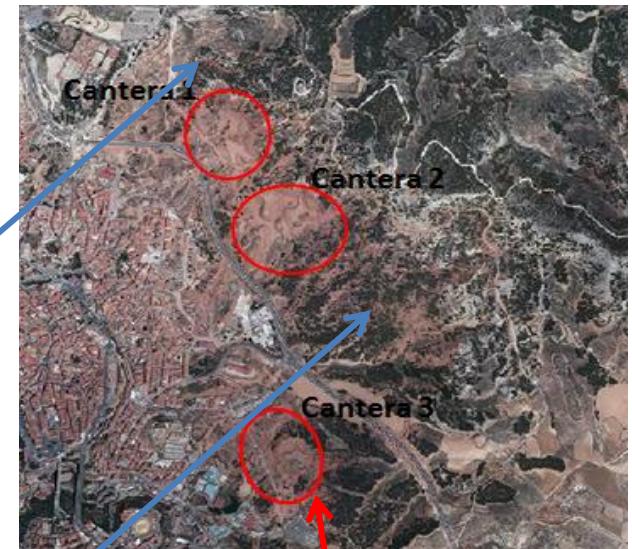
Antiguas canteras con erosión generalizada

2. ÁREA DE ESTUDIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

ACTUACIONES ANTRÓPICAS

- Escombrera Los Algezares
- Ronda de Barrios
- Canteras “Las Arcillas”



PAISAJES



Cultivos aterrazados abandonados



Cárcavas en bosque de pinos



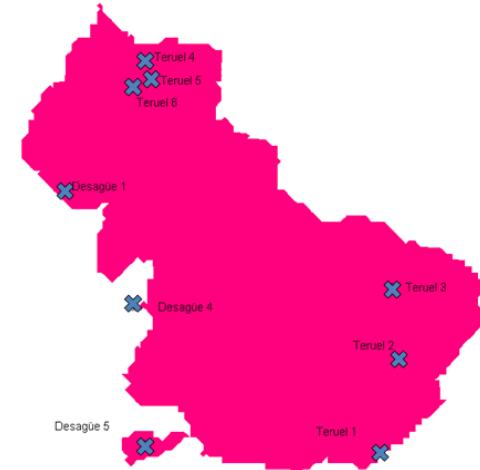
Antiguas canteras con erosión generalizada

2. ÁREA DE ESTUDIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

PERFILES DEL SUELO

- Muestras extraídas en 9 puntos
- Elegidas según cobertura vegetal, geología y mapa de suelos
- Proporcionan texturas y materia orgánica



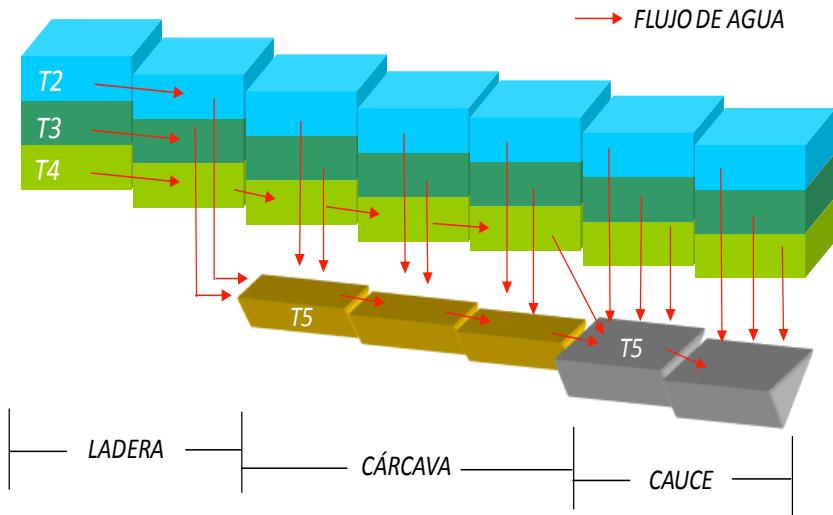
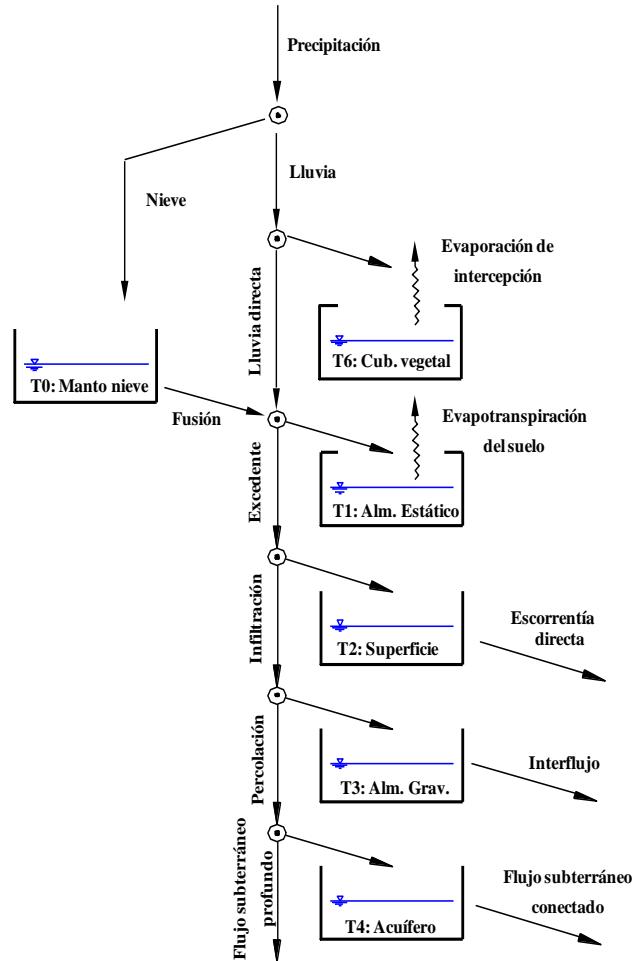
SERIES METEOROLÓGICAS

- Datos obtenidos del SAIH, de la estación de Teruel
- Serie desde 1996 a 2012
- Escala temporal 10 minutos
- Alrededor de 900.000 intervalos de tiempo

3. MODELO HIDROLÓGICO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CONCEPTUALIZACIÓN



TETIS: <http://lluvia.dihma.upv.es/EN/software/software.html>

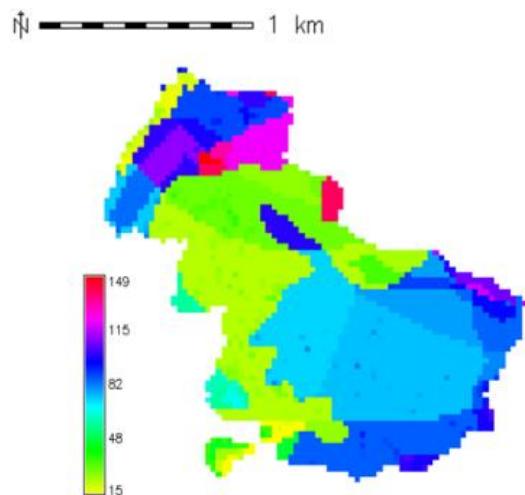
3. MODELO HIDROLÓGICO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

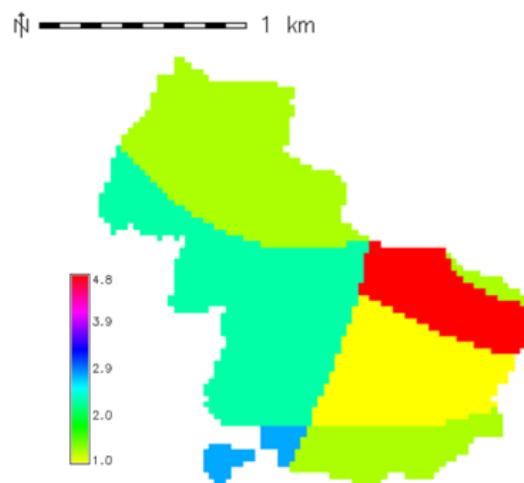
CONCEPTUALIZACIÓN

Parámetros efectivos de estructura divididos en dos partes:

- Mapas de parámetros con un valor estimado establecido para cada celda
- Factor corrector global (FC) calibrado aplicado a cada mapa de parámetros



x FC1



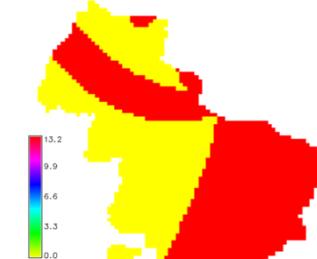
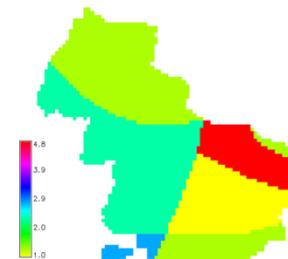
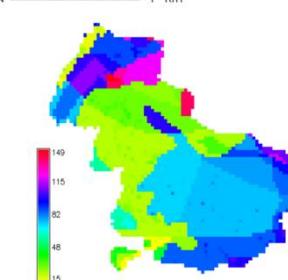
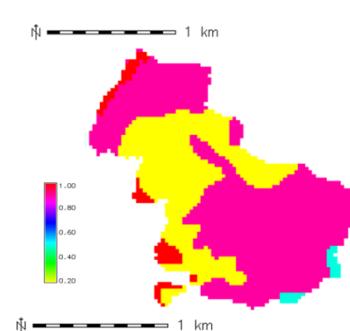
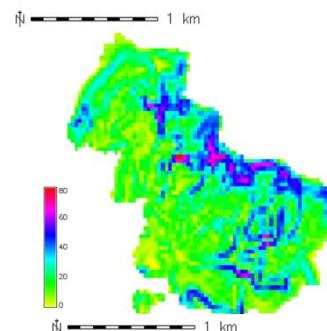
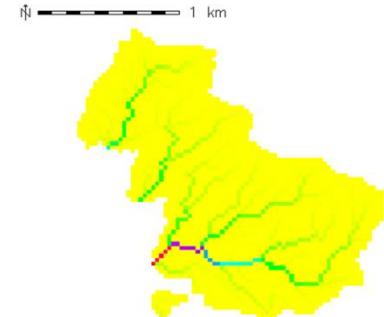
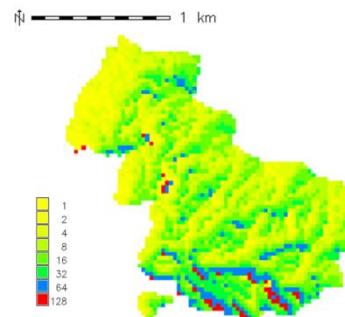
x FC2 ...

3. MODELO HIDROLÓGICO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

- Mapas derivados del MED
 - MED
 - Direcciones de flujo
 - Celdas drenantes acumuladas
 - Pendientes
 - Velocidades de ladera
- Parámetros geomorfológicos
 - Áreas umbrales
 - Onda cinemática geomorfológica
- Mapas de parámetros
 - Factor de vegetación
 - Capacidad de almacenamiento hídrico
 - Capacidad de infiltración
 - Capacidad de percolación



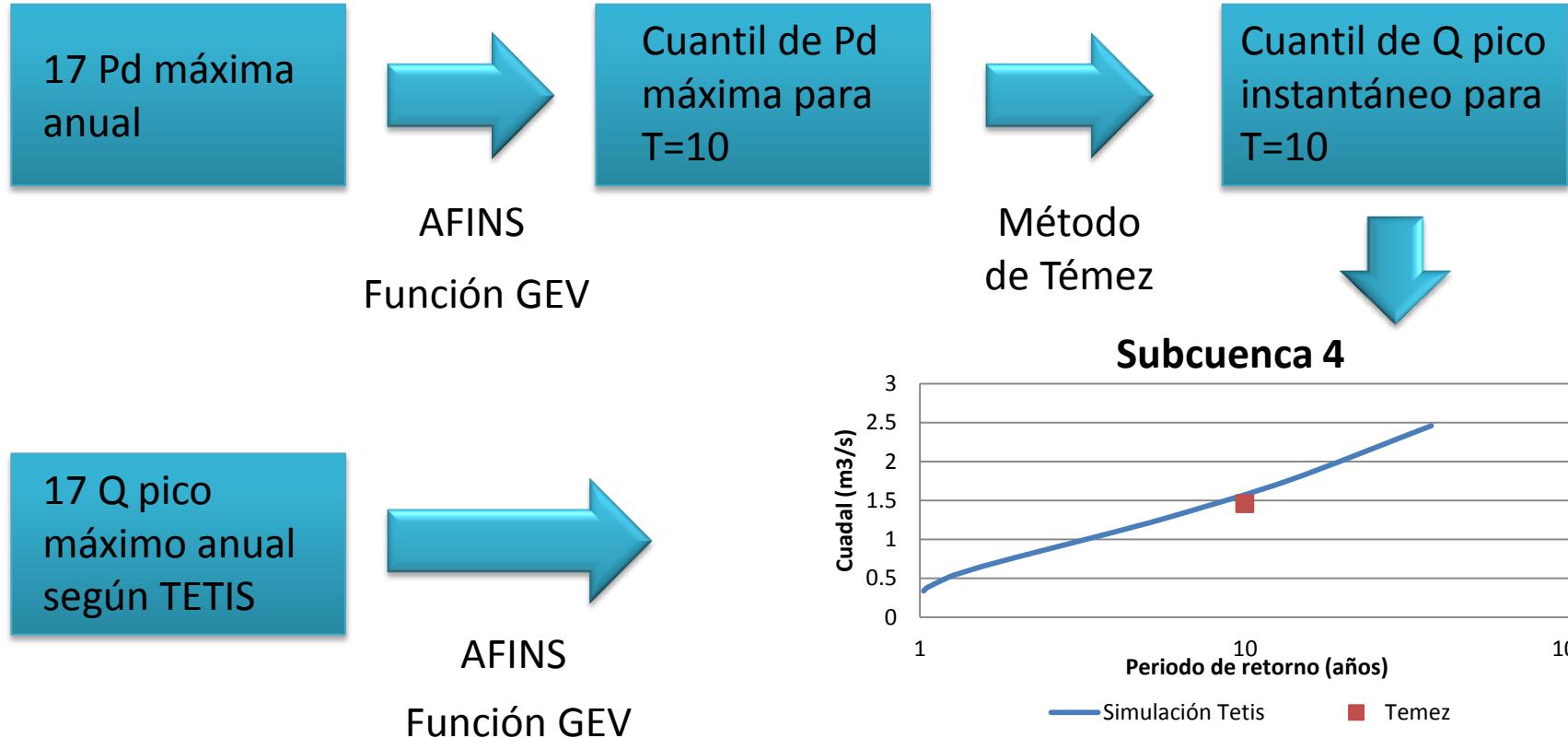
3. MODELO HIDROLÓGICO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CALIBRACIÓN

- Falta de datos observados
- Caudal pico instantáneo por Método de Témez

$$Q = \frac{C * K_A * K * i(t_c) * A}{3.6}$$



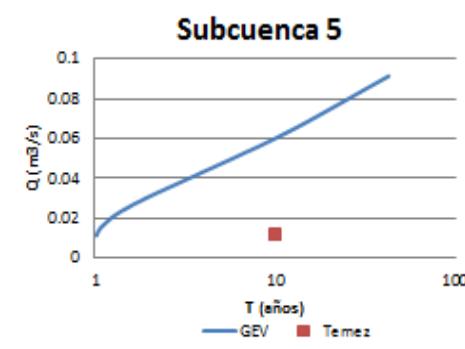
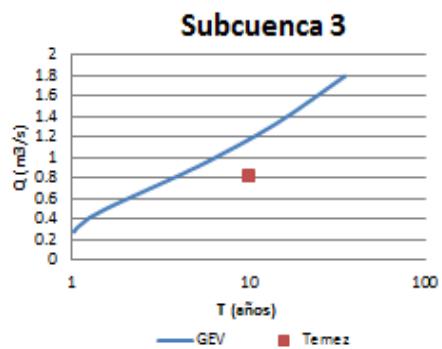
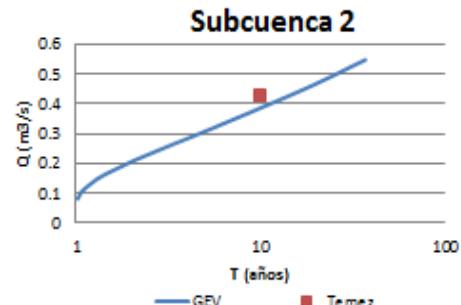
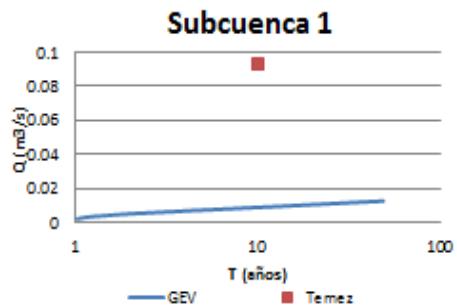
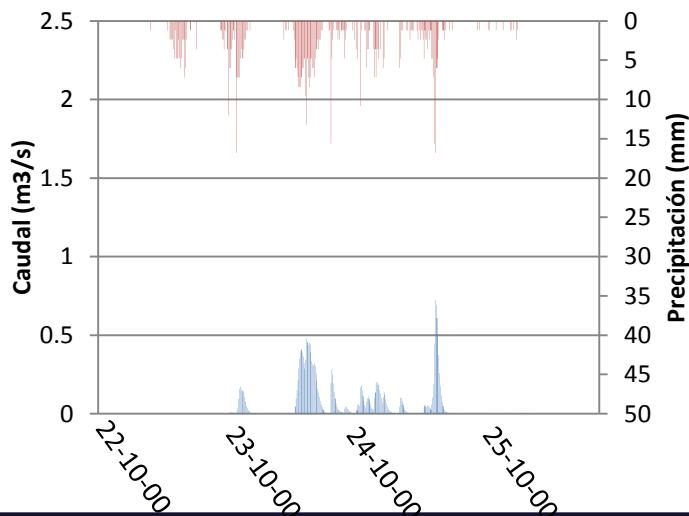
3. MODELO HIDROLÓGICO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA

Factores correctores

FC1: Almacenamiento estático	1.5
FC2: Evaporación	1
FC3: Infiltración	1
FC4: Escorrentía superficial	0.1083
FC5: Percolación	1000
FC6: Flujo subsuperficial	0
FC7: Pérdidas subterráneas	1000
FC8: Flujo base	0
FC9: Velocidad del flujo	0.303

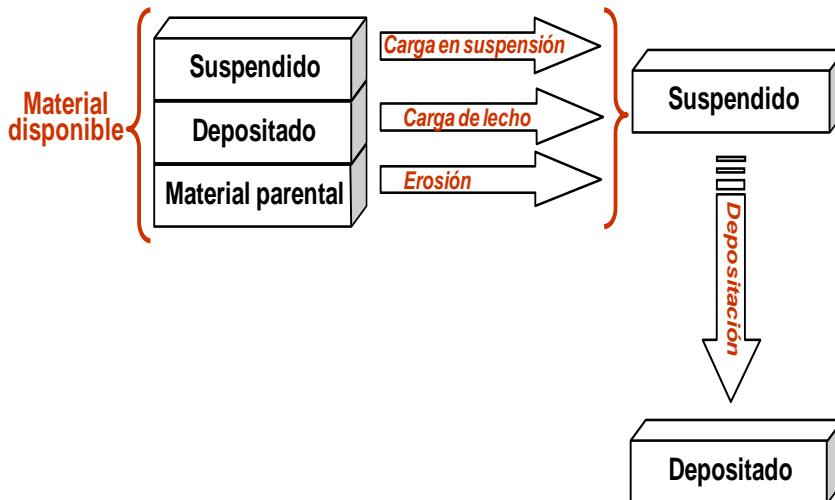


4. SUB-MODELO SEDIMENTOS

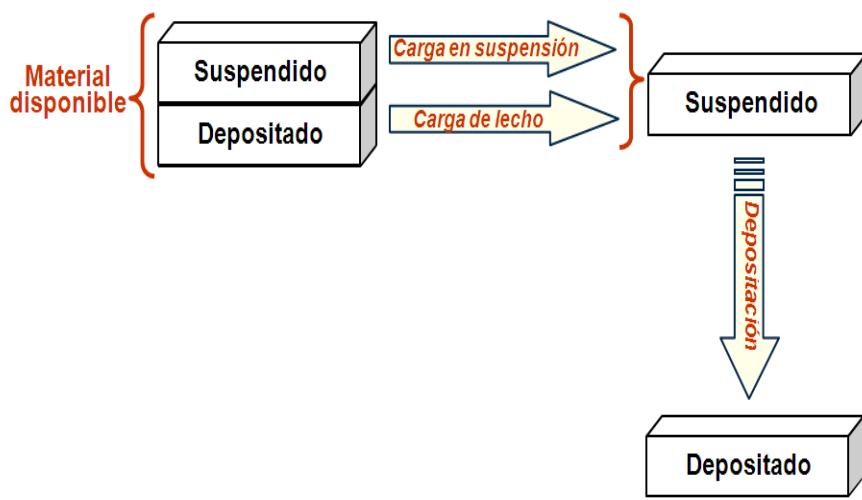
1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CONCEPTUALIZACIÓN

- Ladera



- Cárcava y Cauce



$$- \quad (-) \quad -$$

$$\left(\frac{-}{\sqrt{(-)}} \right) = \sqrt{\left(\frac{-}{(-)} \right)}$$

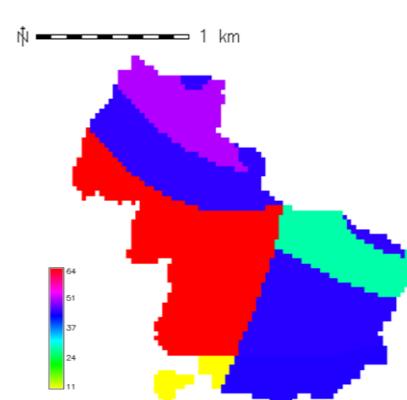
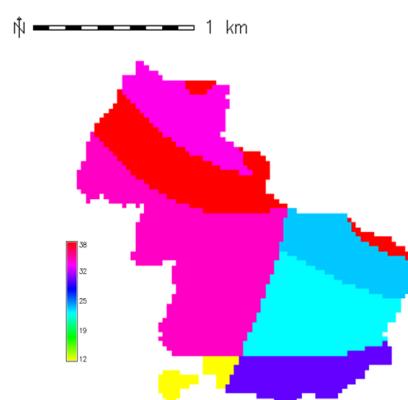
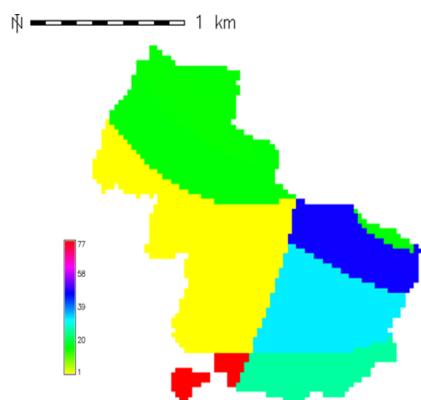
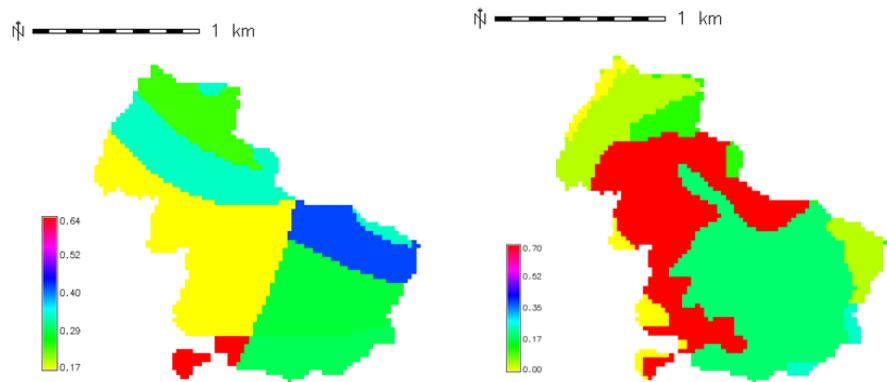
Factor corrector	Parámetro
	Capacidad de transporte en ladera
	Capacidad de transporte en cárcava
	Capacidad de transporte en cauce

4. SUB-MODELO SEDIMENTOS

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.[Modelo sedimentos](#) 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

- Mapas de texturas
 - Arena
 - Limo
 - Arcilla
- Mapas de factores de la USLE
 - Factor K (Erosionabilidad del suelo)
 - Factor C (Cultivo y manejo del suelo)



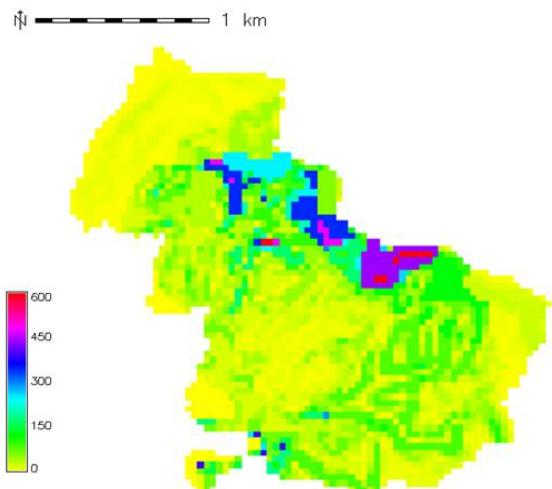
4. SUB-MODELO SEDIMENTOS

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CALIBRACIÓN

- Falta de datos observados
- Pérdida de suelo anual por formulación de la USLE

Siendo:
A= Pérdida de suelo (t/ha·año)
R= Erosividad de las precipitaciones
K= Erosionabilidad del suelo
LS= Factor topográfico
C= Cultivo y manejo del suelo
P= Prácticas de conservación



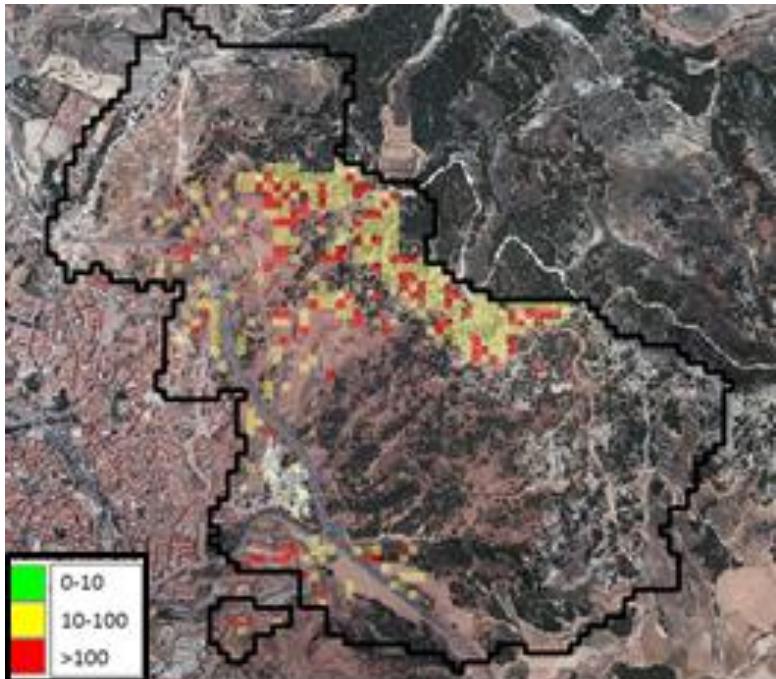
Mapa de pérdida de suelo A de la USLE

Subcuenca	Pérdida suelo media TETIS (t/ha·año)	Pérdida suelo media USLE (t/ha·año)
1	0.035	5.11
2	8.16	18.11
3	246.10	105.37
4	66.34	66.40
5	138.51	45.43

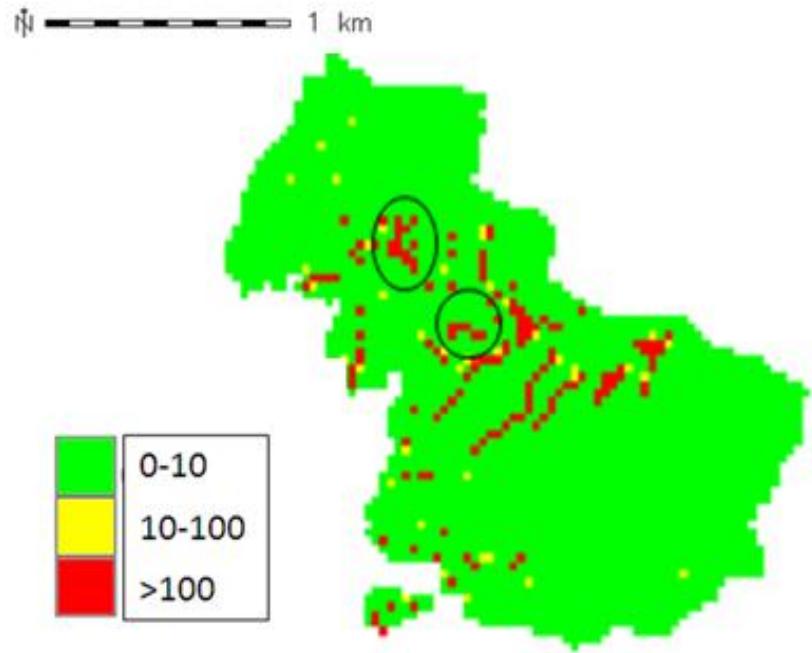
4. SUB-MODELO SEDIMENTOS

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA



Pérdida de suelo en t/ha·año



Sedimento depositado en t/ha·año

Subcuenca	Producción sedimentos (t/ha·año)
1	0.0019
2	4.8657
3	106.79
4	34.550
5	8.5388

5. ANÁLISIS DE ESCENARIOS

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

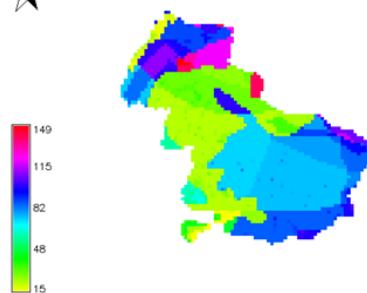
ESCENARIO 1

➤ Actuación sobre la cubierta vegetal

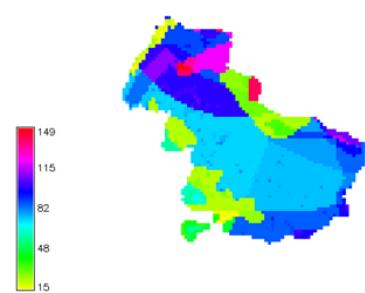
- Repoblación de 30 ha
- Bosque de pinos
- Densidad de 370 árboles/ha

Modificación de mapas:

- Capacidad de almacenamiento hídrico
- Factor de vegetación
- Factor C de sedimentos

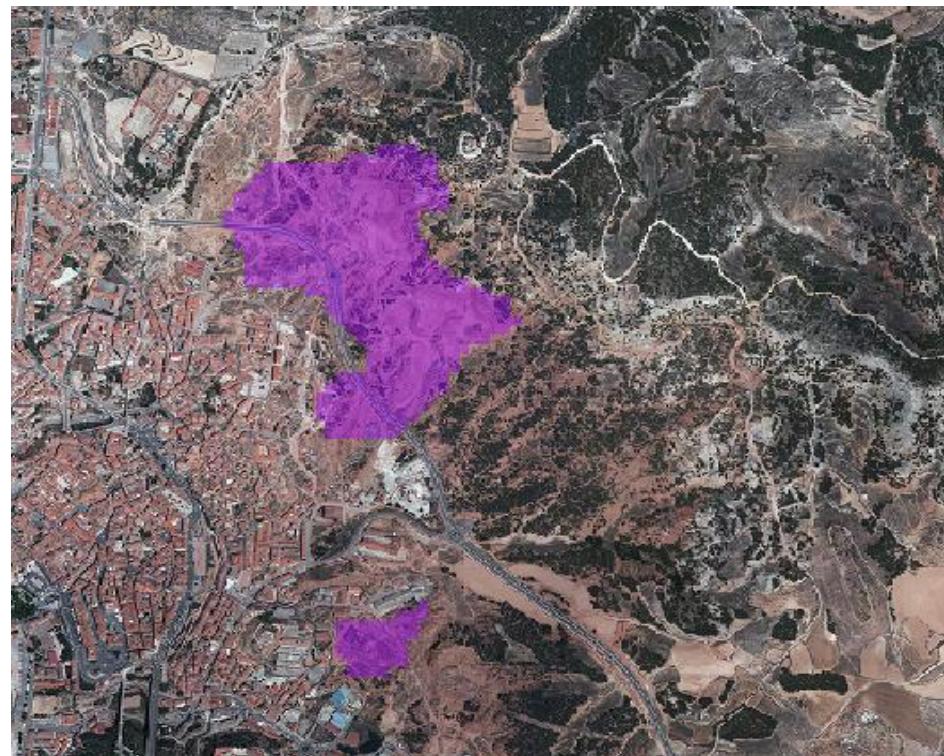


Escenario 0



Escenario 1

Capacidad de almacenamiento hídrico



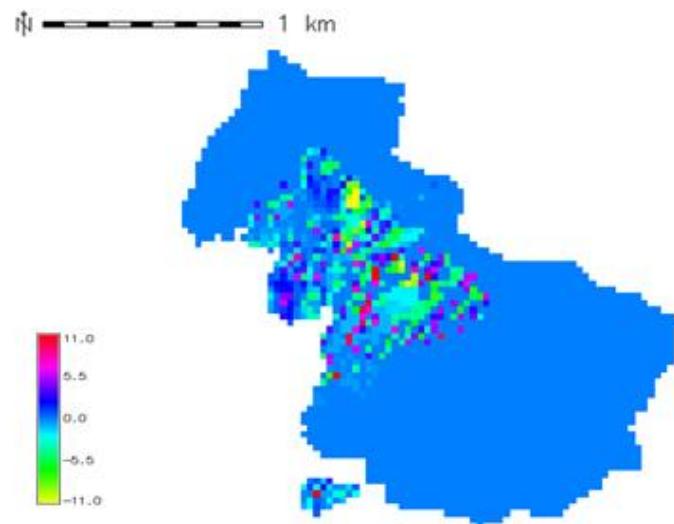
5. ANÁLISIS DE ESCENARIOS

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

ESCENARIO 2

➤ Actuación sobre la orografía

- Movimientos de tierra
- Suavizado de pendientes
- Reducción de tramos con paredes verticales
- Eliminación barreras naturales



Modificación de mapas:

- MED
- Celdas drenantes acumuladas
- Dirección de flujo
- Mapa de pendientes
- Mapa de velocidades



5. ANÁLISIS DE ESCENARIOS

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

ESCENARIO 3

➤ Actuación sobre la cubierta vegetal y la orografía

- Movimientos de tierra
- Revegetación mediante pinos

Modificación de mapas:

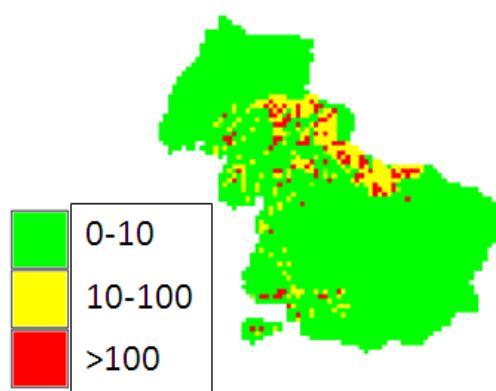
- MED
- Derivados del MED
- Capacidad de almacenamiento hídrico
- Factor de vegetación
- Factor C

5. ANÁLISIS DE ESCENARIOS

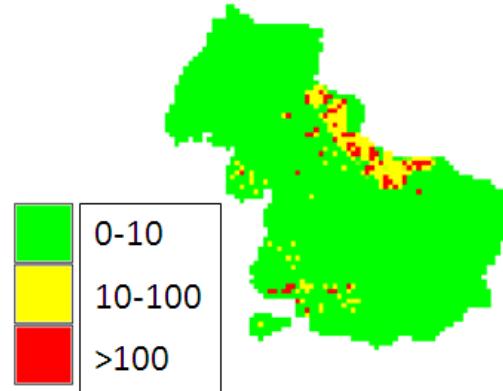
1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

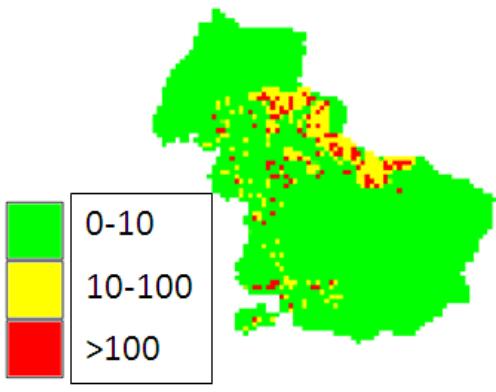
Pérdida de suelo (t/ha·año)



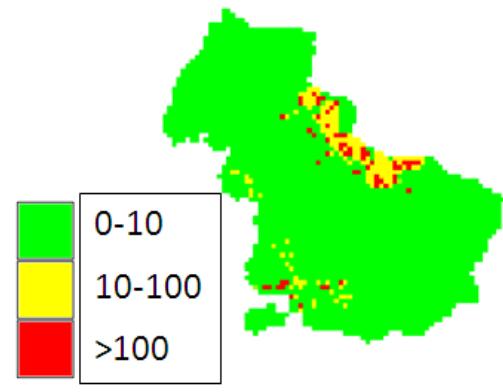
Escenario 0



Escenario 1



Escenario 2



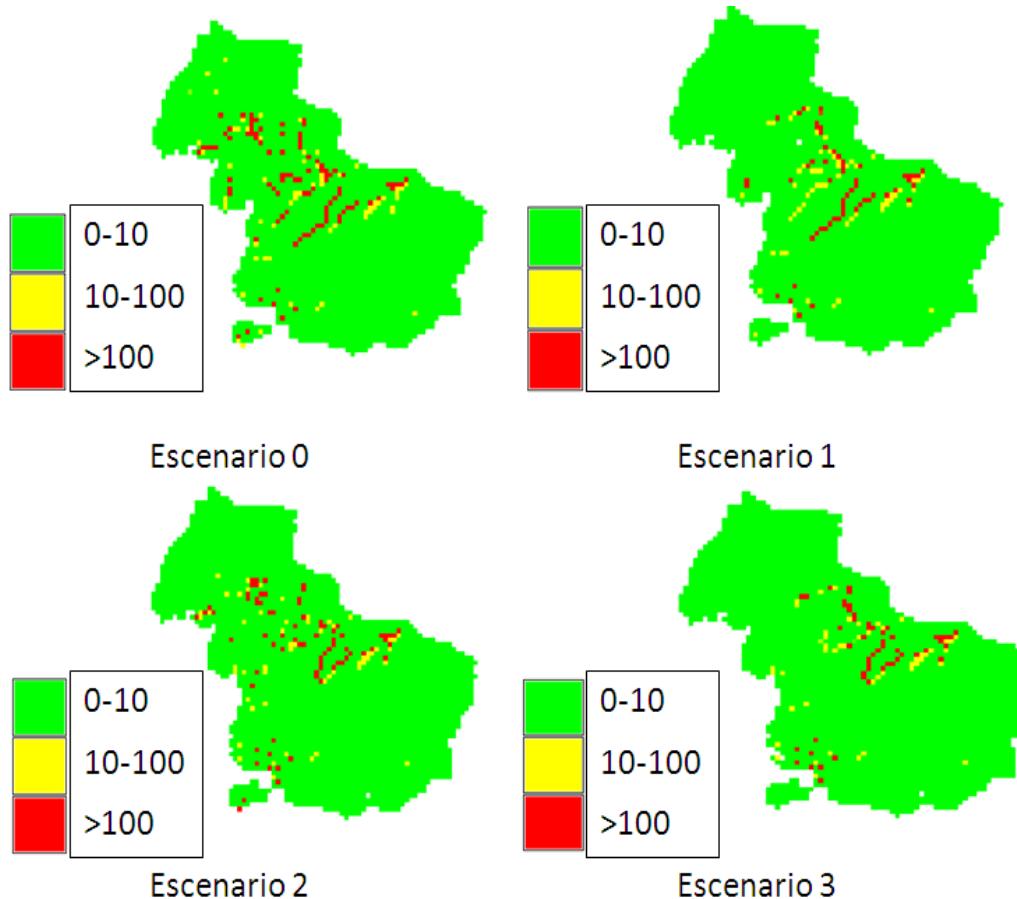
Escenario 3

5. ANÁLISIS DE ESCENARIOS

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

Sedimento depositado (t/ha·año)



5. ANÁLISIS DE ESCENARIOS

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

Disminución tasa de pérdida de suelo

Subcuenca	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
1	29.83 %	9.67 %	43.54 %
2	98.88 %	8.75 %	99.03 %
3	67.50 %	4.37 %	72.89 %
4	36.86 %	30.04 %	43.39 %
5	98.63 %	81.04 %	99.84 %

Disminución tasa de producción de sedimentos

Subcuenca	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
1	86.71 %	28.57 %	100 %
2	99.46 %	9.04 %	99.47 %
3	71.70 %	-6.05 %	62.59 %
4	37.09 %	23.51 %	38.20 %
5	98.78 %	30.06 %	98.72 %

6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CRITERIOS

Se evalúa:

- Criterio técnico
- Criterio económico
- Criterio medioambiental

Metodología:



6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CRITERIO TÉCNICO

- Reducción de pérdida de suelo
- Reducción de producción de sedimentos

Escenario 0 → Muy mala (1)

Valoración cualitativa	Valoración numérica	Porcentajes de reducción
Muy buena	5	>70
Buena	4	40 – 70
Regular	3	15 – 40
Mala	2	5 - 15
Muy mala	1	< 5

6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CRITERIO TÉCNICO

- Reducción de pérdida de suelo
- Reducción de producción de sedimentos

Escenario 0 → Muy mala (1)

Valoración cualitativa	Valoración numérica	Porcentajes de reducción
Muy buena	5	>70
Buena	4	40 – 70
Regular	3	15 – 40
Mala	2	5 - 15
Muy mala	1	< 5

Escenario 1

Criterio	Valoración numérica
Reducción pérdida de suelo	4
Reducción producción de sedimento	5
Condicionante técnico	4.5

Escenario 2

Criterio	Valoración numérica
Reducción pérdida de suelo	3
Reducción producción de sedimento	3
Condicionante técnico	3

Escenario 3

Criterio	Valoración numérica
Reducción pérdida de suelo	5
Reducción producción de sedimento	5
Condicionante técnico	5

6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CRITERIO ECONÓMICO

- Valoración económica del coste de construcción y de conservación

Valoración cualitativa	Valoración numérica
Coste muy bajo	5
Coste bajo	4
Coste medio	3
Coste alto	2
Coste muy alto	1

Escenario 0 → Coste bajo (4)

Conservación	Precio unitario	Ud.	Precio anual
Limpieza de calles	67,31 €/ 100 m ²	12.000 m ²	8.077€

6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CRITERIO ECONÓMICO

- Valoración económica del coste de construcción y de conservación

Valoración cualitativa	Valoración numérica
Coste muy bajo	5
Coste bajo	4
Coste medio	3
Coste alto	2
Coste muy alto	1

Escenario 0 → Coste bajo (4)

Conservación	Precio unitario	Ud.	Precio anual
Limpieza de calles	67,31 €/ 100 m ²	12.000 m ²	8.077€

Escenario 1 → Coste alto (2)

Construcción	Precio unitario	Ud.	Precio total
Arbolado	2.8 €/m ²	30 ha	840.000 €

Conservación	Precio unitario	Ud.	Reducción	Precio anual
Conservación de montes	800 €/ha	30 ha		24.000 €
Limpieza de calles			66,34%	2.719 €
Total				26.719 €

Escenario 2 → Coste medio (3)

Construcción	Precio unitario	Ud.	Precio total
Movimiento de tierras	0,37 €/m ²	30 ha	110.000€

Conservación	Reducción	Precio anual
Limpieza de calles	26,77%	5.915 €

Escenario 3 → Coste alto (2)

Construcción	Precio total
Arbolado	840. 000 €
Movimiento de tierras	110.000 €
Total	950.000 €

Conservación	Reducción	Precio anual
Conservación de montes		24.000 €
Limpieza de calles	72%	2.261 €
Total		26.261 €

6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CRITERIO MEDIOAMBIENTAL

- Integración paisajística
- Conexión con la ciudad
- Contaminación acústica y ambiental en construcción

Valoración cualitativa	Valoración numérica
Muy leve	5
Leve	4
Grave	3
Severo	2
Muy severo	1

Escenario 0 → Muy severo (1)

- Degradación paisajística
- Desconexión
- Contraste de paisajes
- Residuos

6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

CRITERIO MEDIOAMBIENTAL

- Integración paisajística
- Conexión con la ciudad
- Contaminación acústica y ambiental en construcción

Valoración cualitativa	Valoración numérica
Muy leve	5
Leve	4
Grave	3
Severo	2
Muy severo	1

Escenario 0 → Muy severo (1)

- Degradación paisajística
- Desconexión
- Contraste de paisajes
- Residuos

Escenario 1 → Grave (3)

- Impacto medio en construcción (acústica)
- Integración paisajística
- Desconexión

Escenario 2 → Severo (2)

- Impacto en construcción (acústica y ambiental)
- Contraste de paisajes
- Conexión con la ciudad
- Eliminación de residuos

Escenario 3 → Leve (4)

- Impacto en construcción (acústica y ambiental)
- Integración paisajística
- Conexión con la ciudad
- Eliminación de residuos

6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

VALORACIÓN DE ESCENARIOS

Evaluaciones parciales de los escenarios

Condicionantes	Escenario 0	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Técnicos	1	4.5	3	5
Económicos	Bajo	Alto	Medio	Alto
Medioambientales	Muy severo	Grave	Severo	Leve

Matriz de homogeneización

Criterios	Peso	Escenario 0		Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
		Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP
Técnicos	4	1	4	4.5	18	3	12	5	20
Económicos	2	4	8	2	4	3	6	2	4
Medioambientales	4	1	4	3	12	2	8	4	16
Total	10		16		34		26		40

7. INSTRUMENTACIÓN

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

PARCELAS EXPERIMENTALES

- Reducir la incertidumbre del modelo por la calibración efectuada sin datos observados
- Seguimiento de los procesos erosivos
- Obtener datos de la zona
- Extrapolar a zonas similares

4 parcelas:

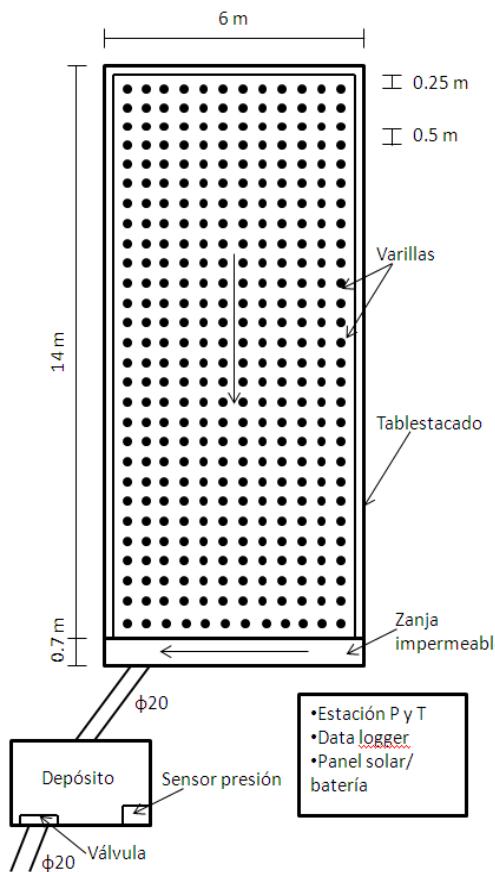
- 3 Unidades paisajísticas
- 1 Ejecución del escenario



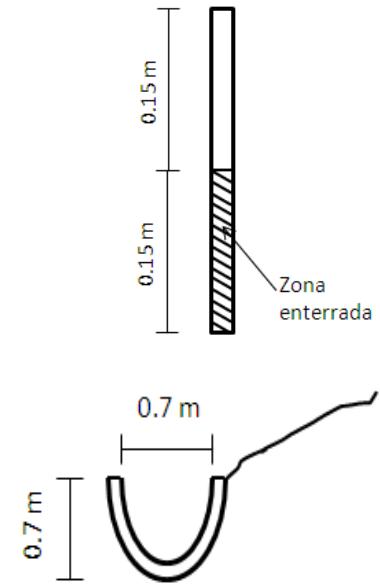
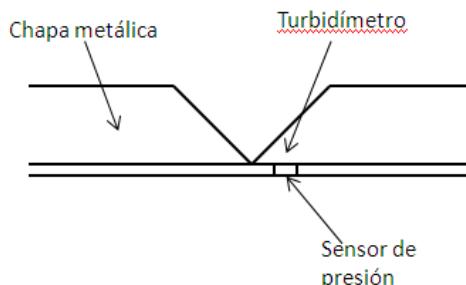
7. INSTRUMENTACIÓN

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.Conclusiones

PARCELAS EXPERIMENTALES



- Parcelas de 6x14m
- 336 varillas (0.25m²/varilla)
- Zona recogida con geotextil
- Depósito de 2m³
- Chapa metálica con turbidímetro y sensor de presión
- Estación meteorológica



- Lectura de datos
- Limpieza de depósito y zanja
- Reposición de materiales

Gasto	Precio
Construcción	15.705 €
Conservación anual	3.350 €

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

1.Introducción 2.Área de estudio 3.Modelo hidrológico 4.Modelo sedimentos 5.Análisis escenarios 6.Análisis multicriterio 7.Instrumentación 8.[Conclusiones](#)

- Proyecto LIFE
- Se consiguen los objetivos:
 - Reconstrucción histórica hidrológica y de los procesos erosivos
 - Análisis de tres escenarios para reducir la pérdida de suelo y el flujo de sedimentos
 - Revegetación
 - Movimiento de tierras
 - Revegetación + Movimiento de tierras
 - Selección del escenario 3 con:
 - Mayor reducción de pérdida de suelo
 - Mayor reducción del flujo de sedimentos
 - Coste alto de construcción y medio de explotación
 - Impacto ambiental positivo
 - Propuesta de seguimiento de los procesos erosivos
 - Diseño de parcelas experimentales



PROYECTO FINAL DE CARRERA
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
Modalidad II



Autor: María García García
Tutor: Félix Francés

Evaluación de la disminución de los procesos erosivos a causa del proyecto de restauración ambiental del paraje “Las Arcillas” (Teruel)

