



ESTUDIO DEL SUBSUELO CON TÉCNICAS 3D PARA MEJORAR EL CONOCIMIENTO DE PROBLEMAS GEOLÓGICOS

Aplicación a problemas hidrogeológicos

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS DEL
PAÍS VASCO





SECUENCIA DE TRABAJO

- **Modelo geológico**
 - Topografía
 - Cartografía geológica
 - Sondeos, geofísica
 - Perfiles geológicos

- **Modelo hidrogeológico**
 - Unidades hidrogeológicas
 - Parámetros hidrogeológicos
 - Límites y condiciones de contorno
 - Datos hidrogeológicos de entrada
 - Escenarios
 - Régimen del modelo





CONSTRUYENDO EL MODELO GEOLÓGICO

1. Topografía 3D

- Modelo Digital del Terreno (MDT). Base topográfica adecuada en escala
- Bordes y elementos de significado hidrogeológico



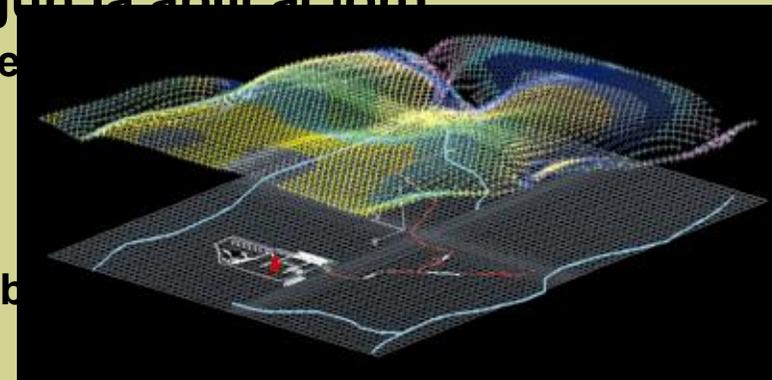
2. Cartografía geológica e hidrogeológica

- Líneas y puntos en 3d (contactos, fallas, diques, etc)
- Cartografías temáticas:
 - Red hidráulica y subcuencas
 - Puntos de agua (inventario de puntos de agua)
 - Elementos temáticos
- Apoyo topográfico (Puntos de agua, líneas de mareas, líneas de rotura, drenes, etc)



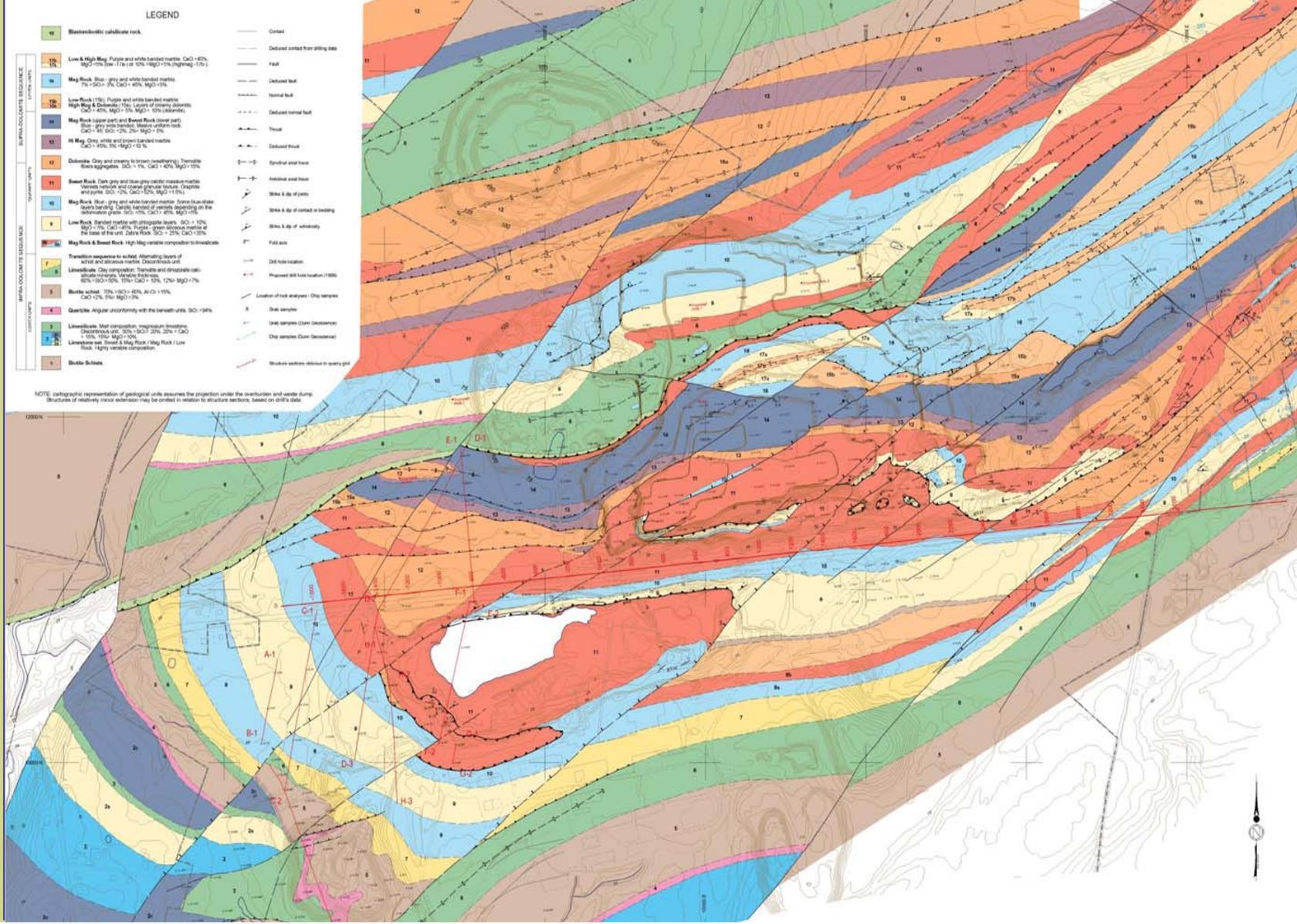
3. Análisis hidrogeológico (según la aplicación)

- Unidades hidrogeológicas, niveles
- Capas
- Parámetros hidrogeológicos
- Geometría del sustrato
- Condiciones de contorno (recarga, b... y ejes de drenaje)

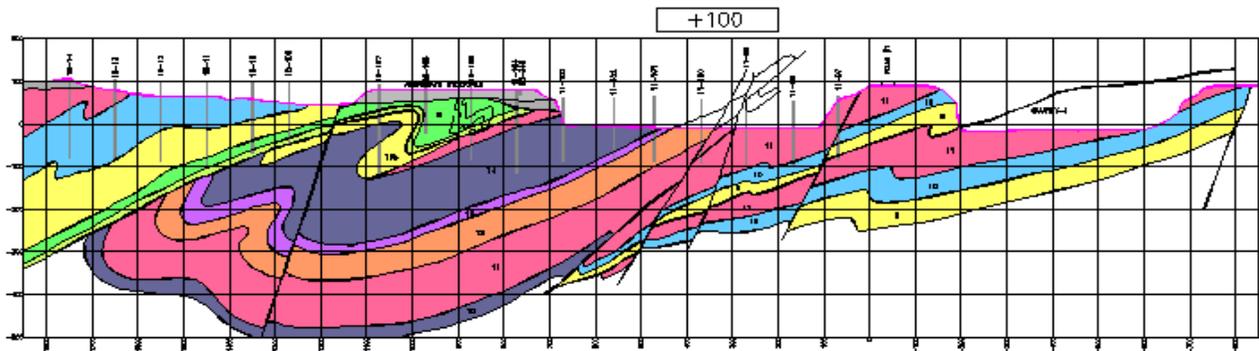
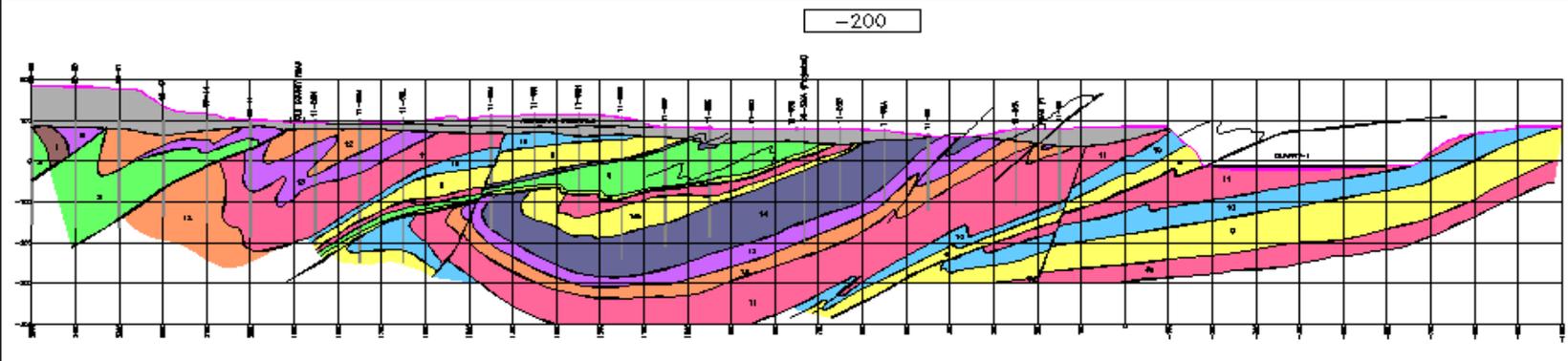
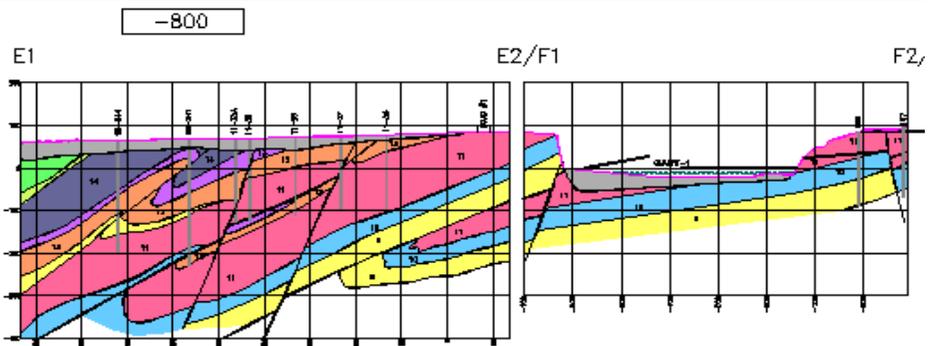




MODELO GEOLÓGICO

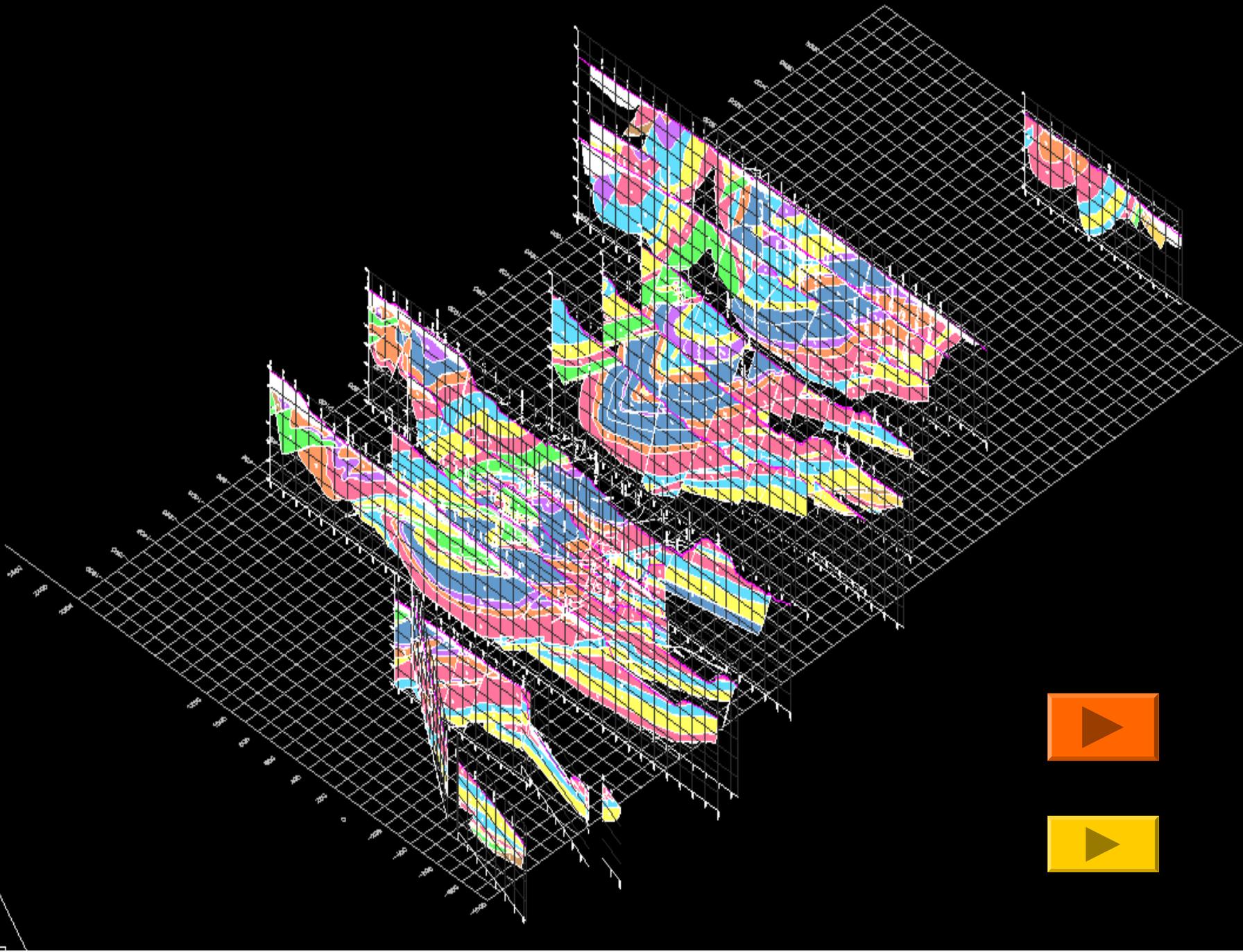


Problemas Hidrogeológicos - MODELO GEOLÓGICO




DN 422
PROB:26
GEN: MEX
MADE BY
J.A. Zúñiga
DESIGN BY
J.L. Coufada





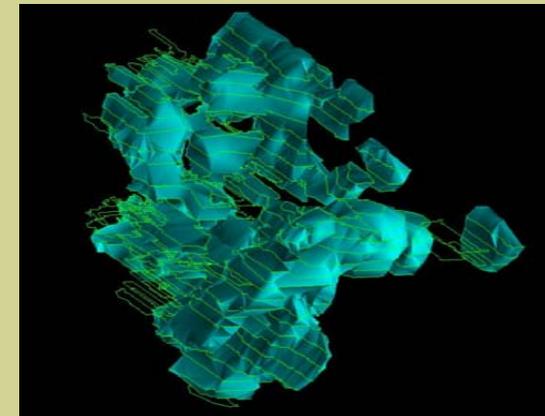
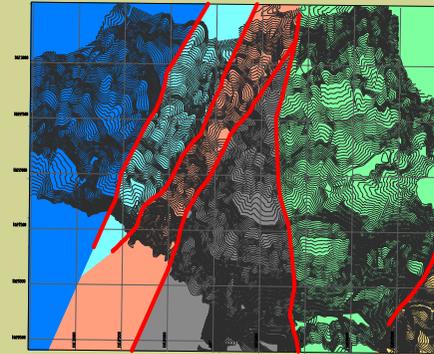
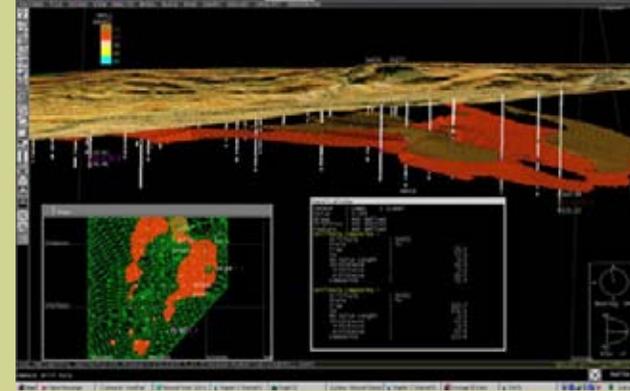


1. Integración tridimensional

- Topografía (actual, anteriores)
- Elementos cartográficos y líneas 3D (red hidrográfica, láminas de agua)
- Sondeos
- Perfiles y polígonos de unidades
- Fallas
- Líneas de contorno y Superficies 3D



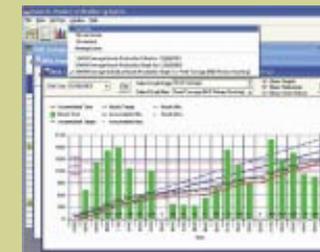
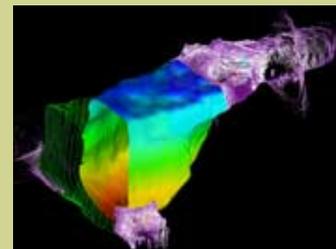
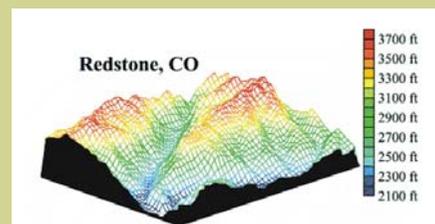
Es Fundamental planificar la secuencia de trabajo para la entrada e integración de los datos: procesos, formatos, escalas, volumen de datos, tamaño de los archivos





Potencial y aplicaciones de la integración 3D

- Diseño con triangulaciones 2D y 3D
- Funcionalidad de triangulaciones, modelos de mallas, operaciones con grids y herramientas de contorno
- Visualización en el proceso, iteraciones y retroalimentación
- Análisis 3D en cubicaciones y cálculos volumétricos
- Integración de grandes volúmenes de datos
- Agregar mapas y texturas a los MDT para estudios del territorio
- Uso de fotografías aéreas sobre modelos para una mejor visualización. estudios de impacto visual
- Simulación con vista de vuelos
- Funciones de visualización y transparencia
- Aplicación de cálculos y MODELIZACIÓN
- Combinación con otras herramientas de cálculo y representación





Integración tridimensional

1. RECOMENDACIONES GENERALES

- Relación entre objetivos y alcance (simplificación)
- Adecuación de formatos y procesos
- Secuencia de trabajo y procesos
- Escalas y volumen de datos (tamaño de los archivos)

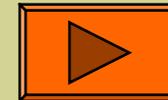
1. RESULTADOS





1. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO Y CONDICIONES DE CONTORNO

- Recarga - circulación – descarga
- Bordes y drenes, bordes permeables, impermeables, de nivel constante, etc)
- Escenarios: Mareas baja, media y alta y situación de recarga, estiaje y episodios punta
- Piezometrías y Redes de flujo
- Cálculos de aplicación de métodos analíticos (perfiles de depresión y redes de flujo)



2. Aplicación a problemas

- Planificación hidrológica, cantidad y gestión de los recursos hídricos subterráneos
- Obra civil y geotecnia
- Calidad, contaminación y su evolución
- Medios de baja permeabilidad, vertederos y almacenes profundos
- Gas, petróleo y CO2
- Almacenamiento subterráneo de gas e hidrocarburos



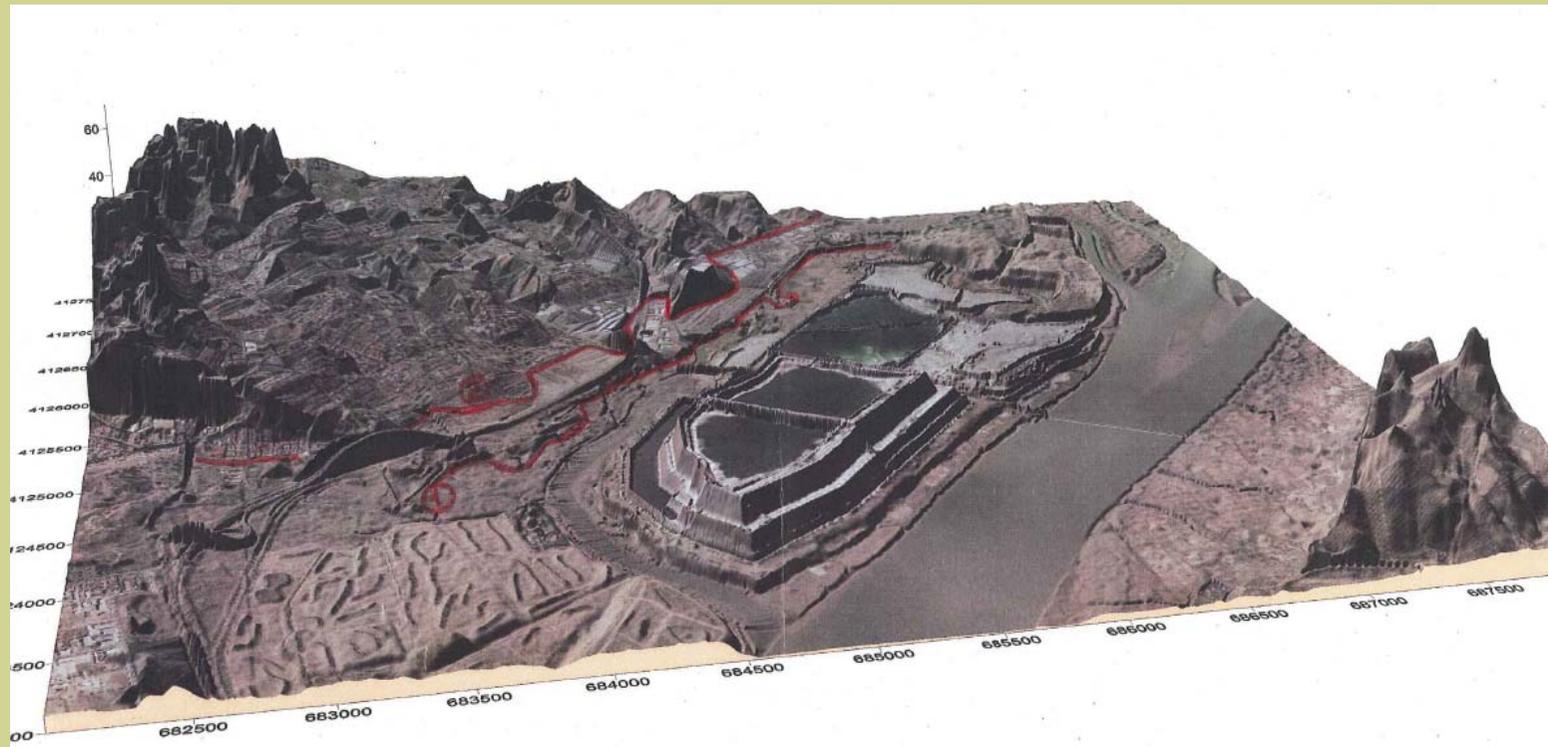


Modelo hidrogeológico

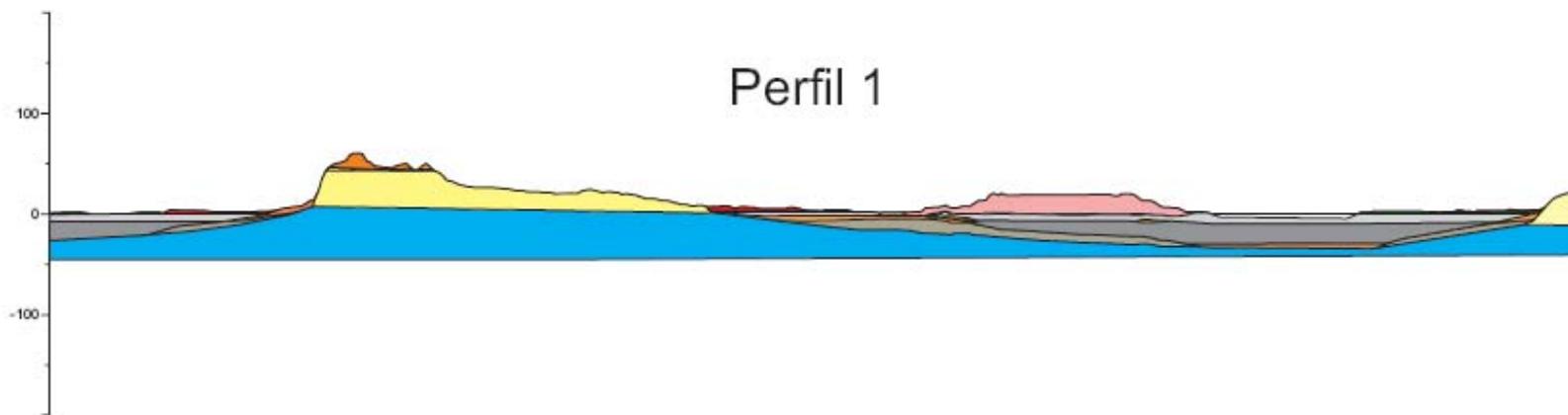
1. CONDICIONES DE CONTORNO

- **Ambito y límites del modelo**
- **Bordes de nivel constante y constante/variable**
- **Bordes de drenaje**
- **Bordes impermeables**
- **Bordes de recarga lateral**
- **Elementos hidrológicos (río)**
- **Zonas extractivas y retornos de riego**





Perfil 1





Modelo hidrogeológico

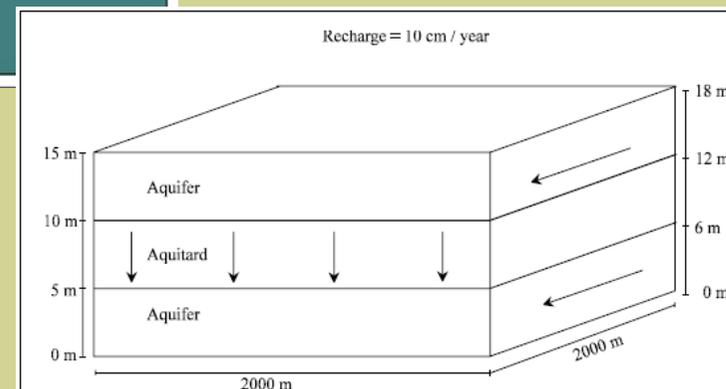
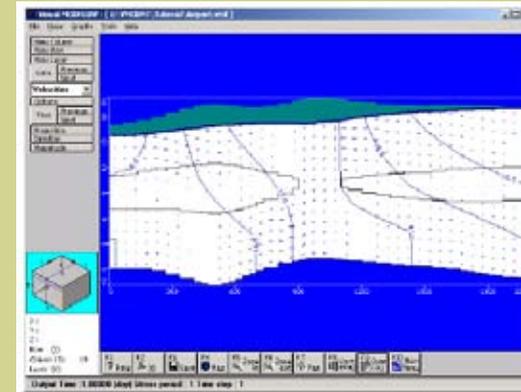
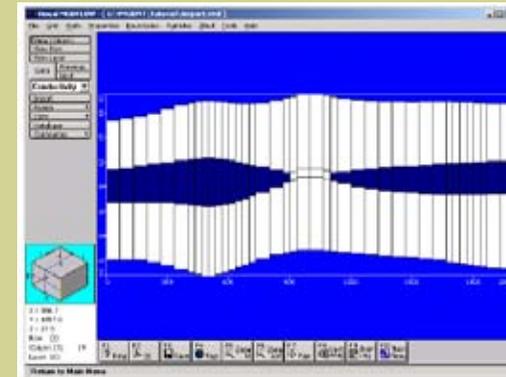
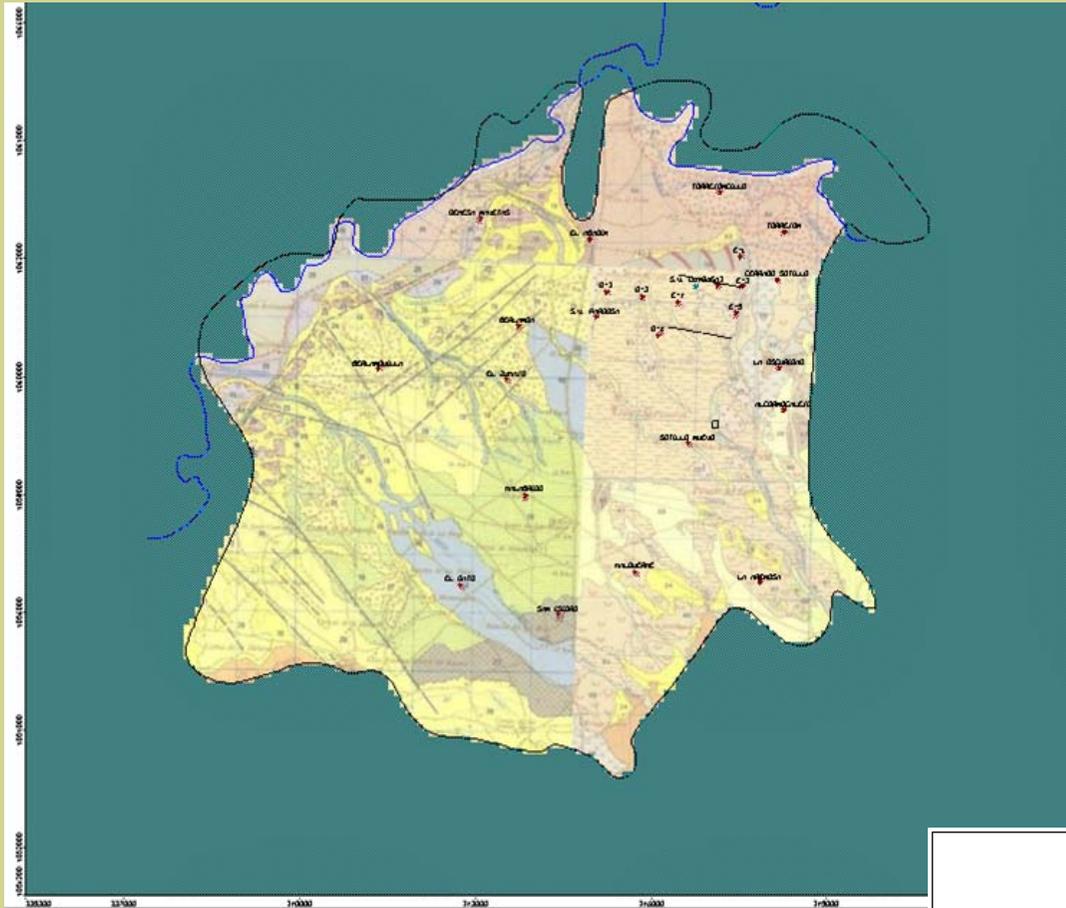
1. NÚMERO Y DEFINICIÓN DE LAS CAPAS

- De acuerdo a los objetivos (ámbito del modelo)
- Unidades hidrogeológicas
- Orientación de las celdas
- Funcionamiento de conjunto y condiciones de contorno



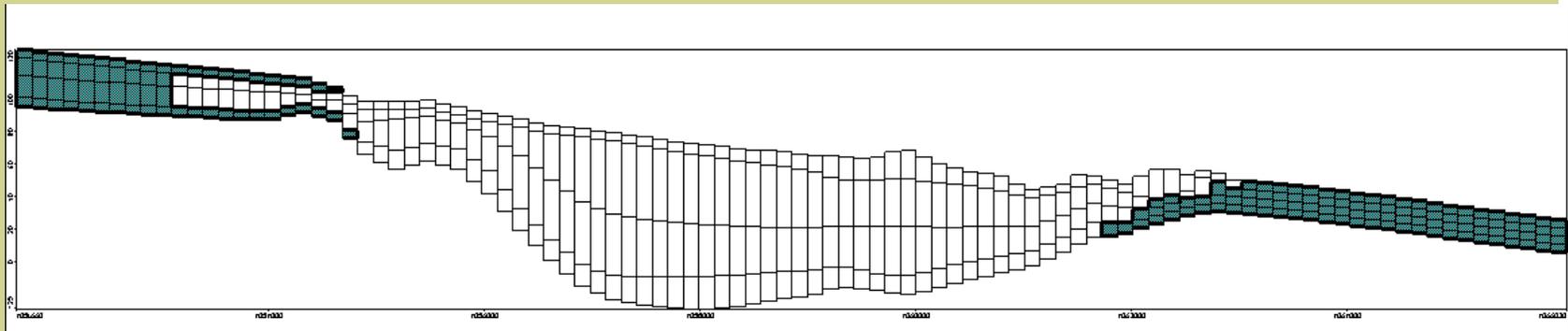
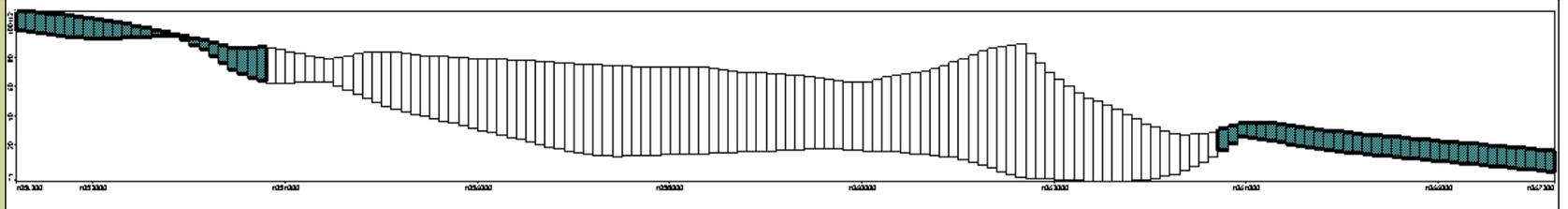
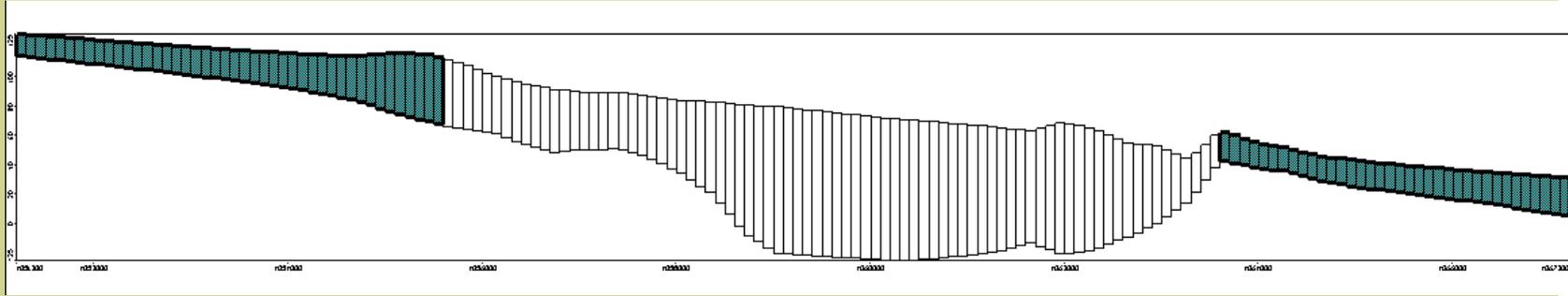


Número de capas



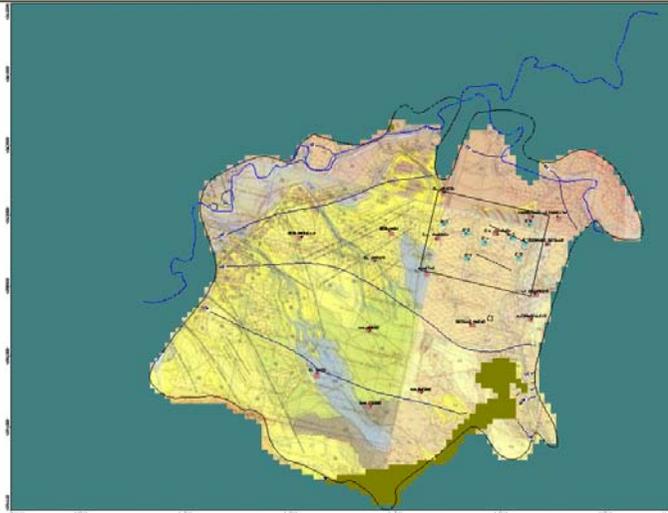


Número de capas



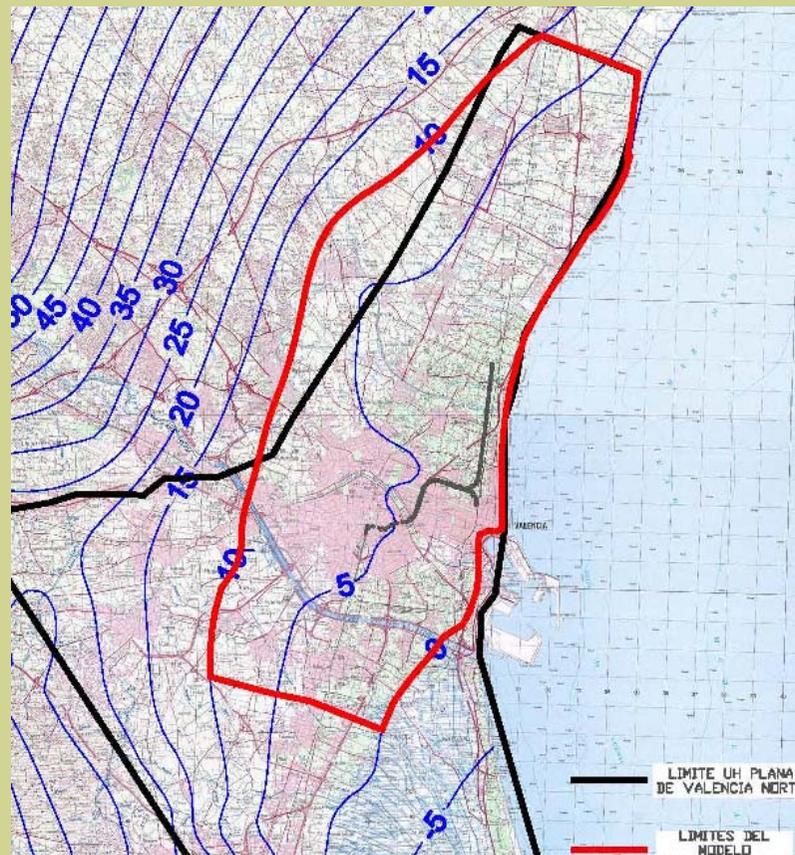
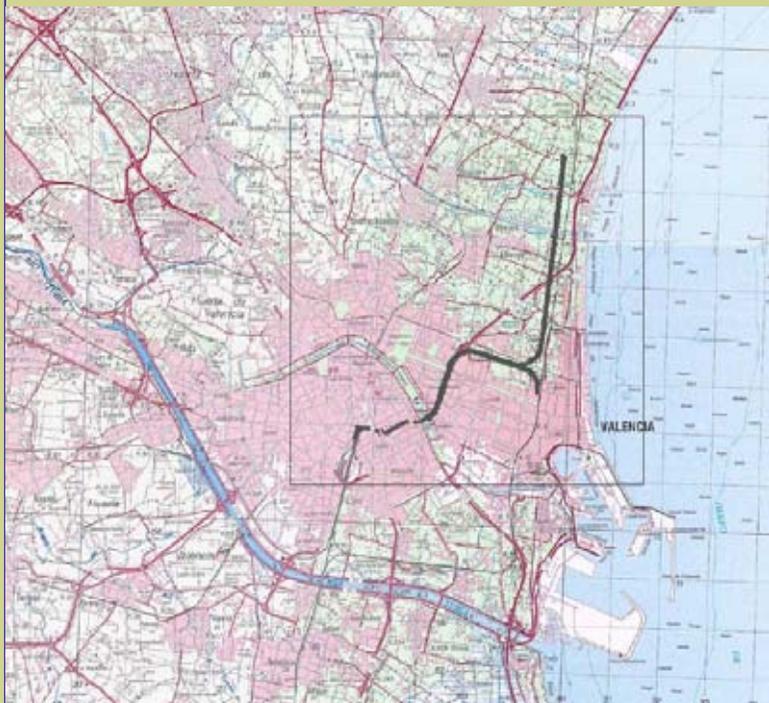


Número de capas



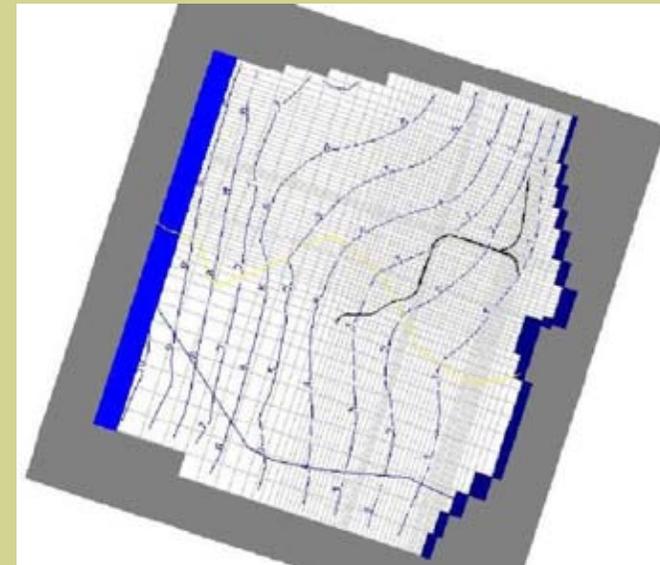
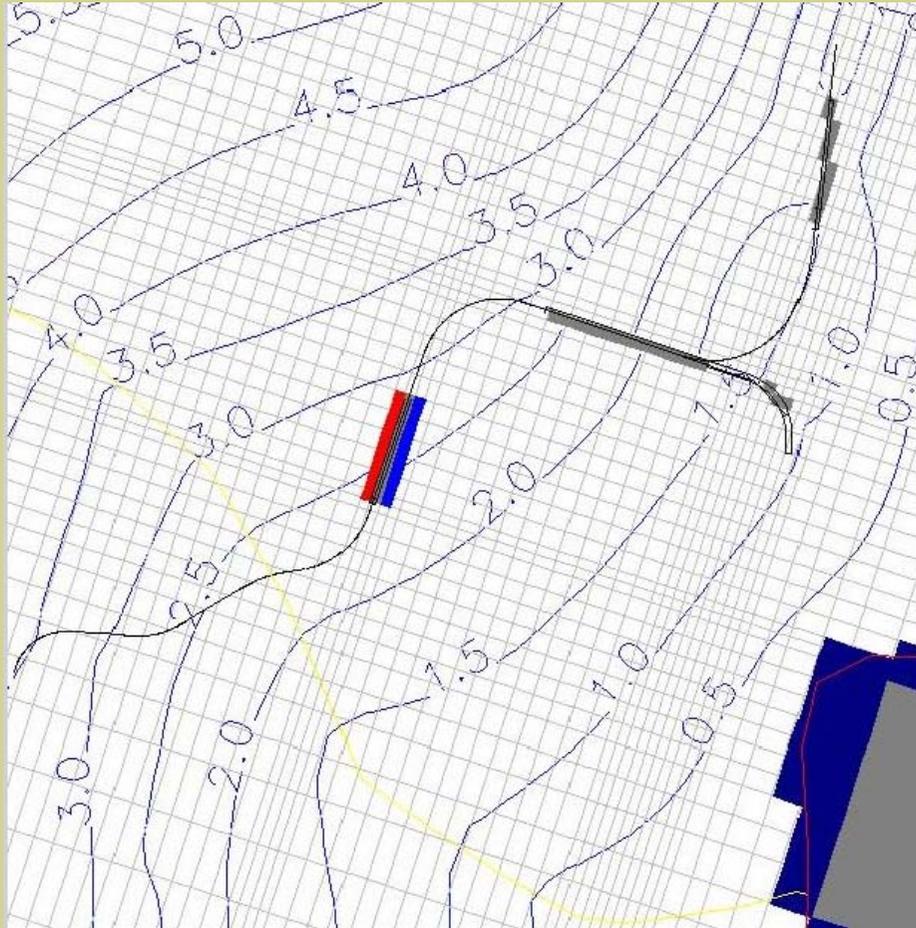


Orientación de la malla





Orientación de la malla y tamaño de celda

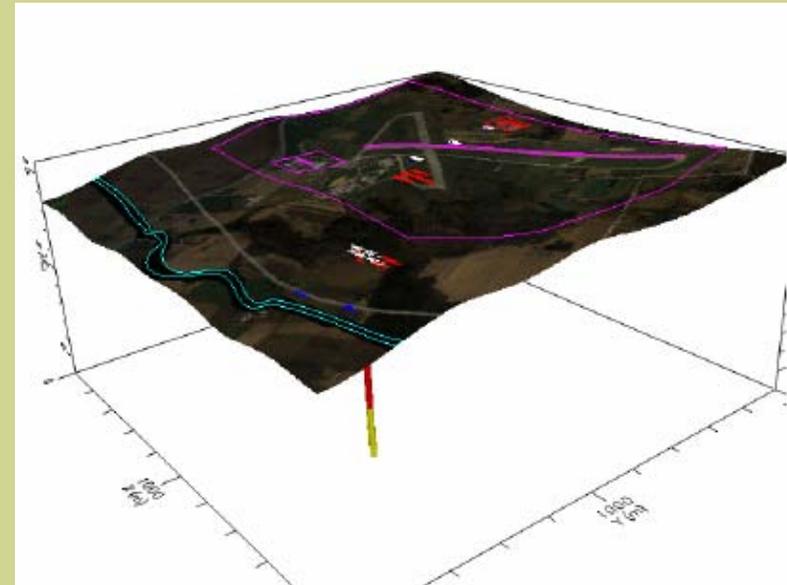
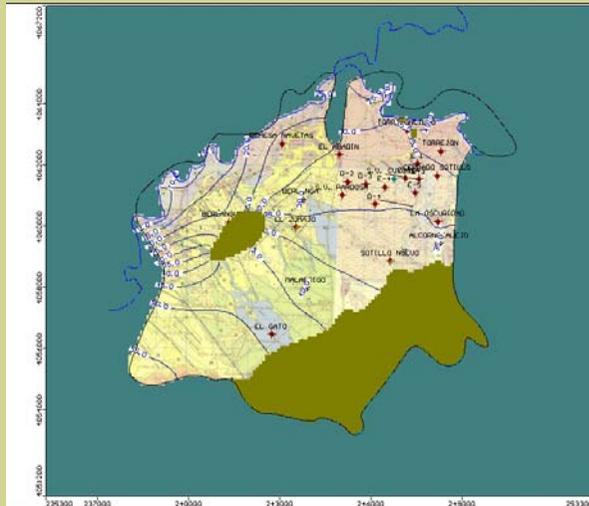




Modelo hidrogeológico

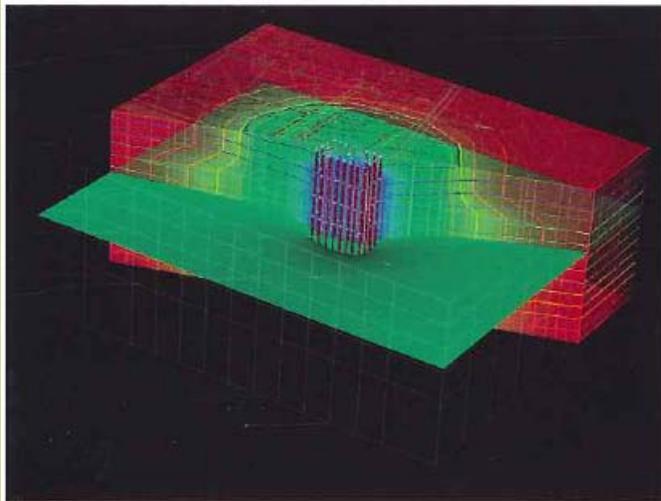
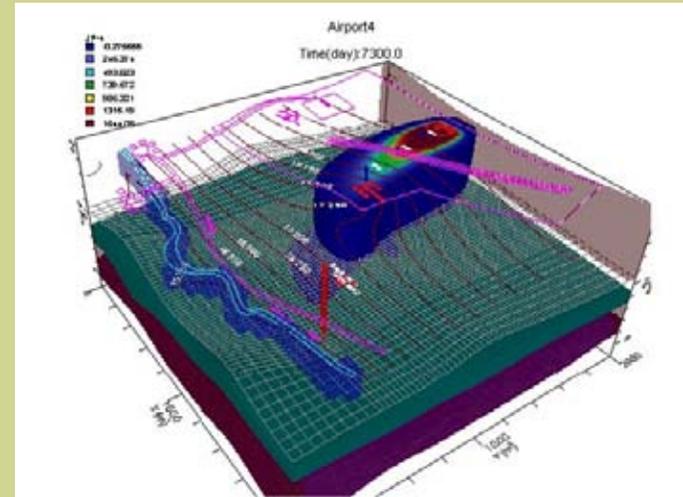
1. Incorporación de elementos 3D

- Elementos de contorno. Bordes impermeables y bordes de carga constante
- Ríos, cauces, drenes y pozos



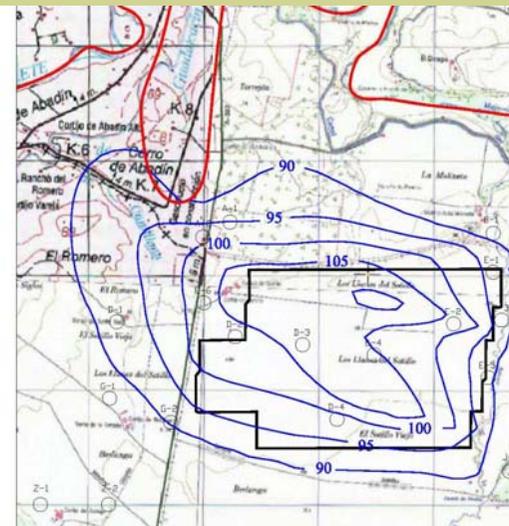
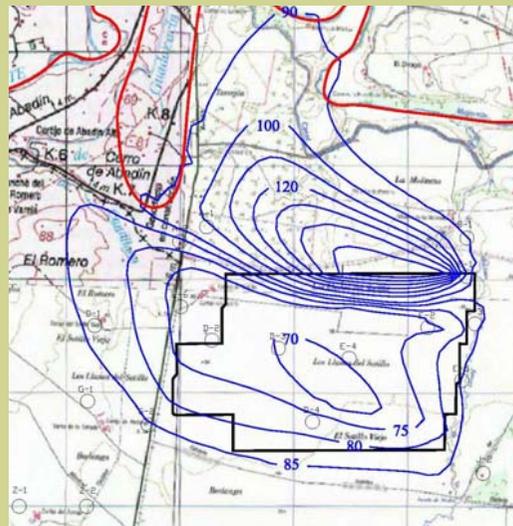
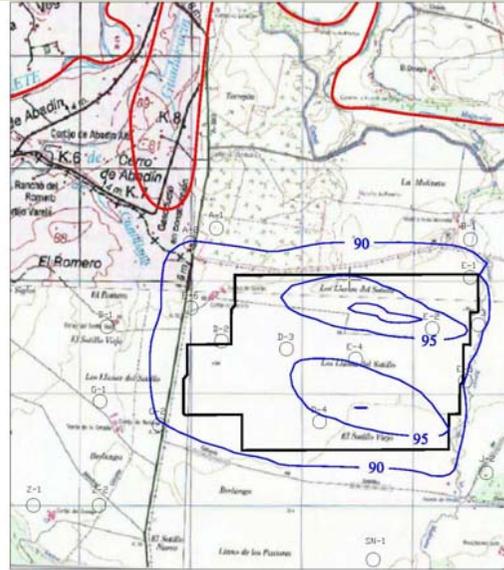
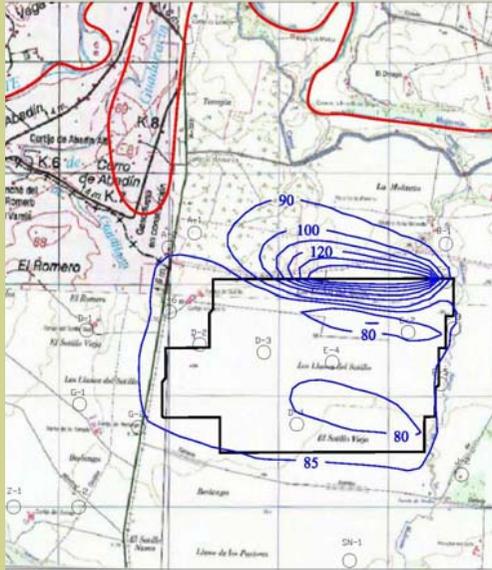


Resultados





Resultados



Modelización hidrogeológica

1. VARIOS DE PROGRAMAS

- Hydro GeoAnalyst
- MODFLOW .
- Visual MODFLOW Premium y D-Builder
- Hydro GeoBuilder
- FEFLOW
- UnSAT Suite

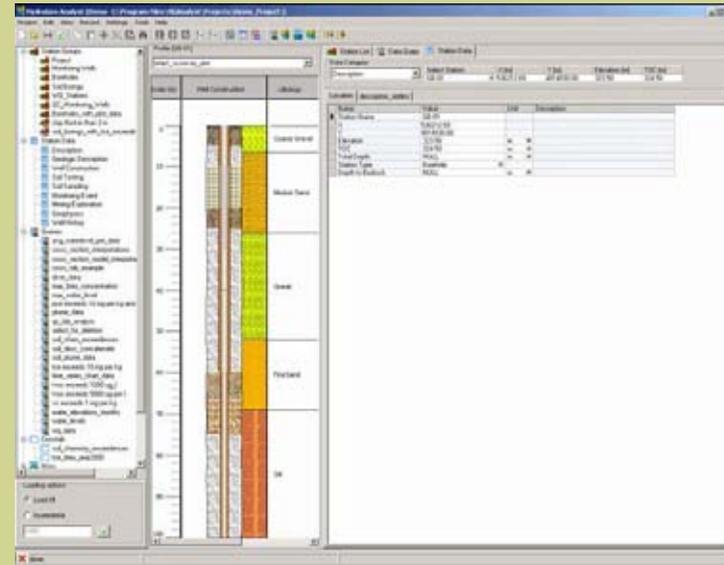




Tipos de programas

1. Hydro GeoAnalyst

- **Gestión de los detalles de construcción de pozos e información de registro**
- **Análisis de datos de sondeos obtenidos de una exploración minera**
- **Interpretación de datos geológicos e hidroestáticos**
- **Generación de mapas GIS y coberturas de extensiones de acuíferos y formaciones geológicas**
- **Evaluación de vulnerabilidad de acuíferos y planes de protección**

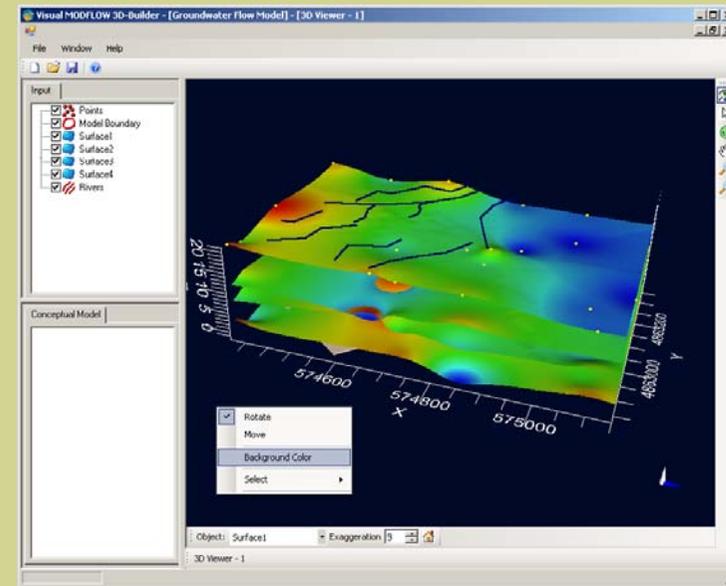




Tipos de programas

1. Visual MODFLOW 3D-Buildier

- Uso de datos GIS para diseño de superficies geológicas avanzadas, propiedades de flujo, modelo de bordes y pozos de bombeo
- Interpretación de datos sin tratar con una gran riqueza de gráficos
- Generación de modelos conceptuales, simples o múltiples de forma rápida y sencilla
- Generación de estructuras geológicas complejas con discontinuidades

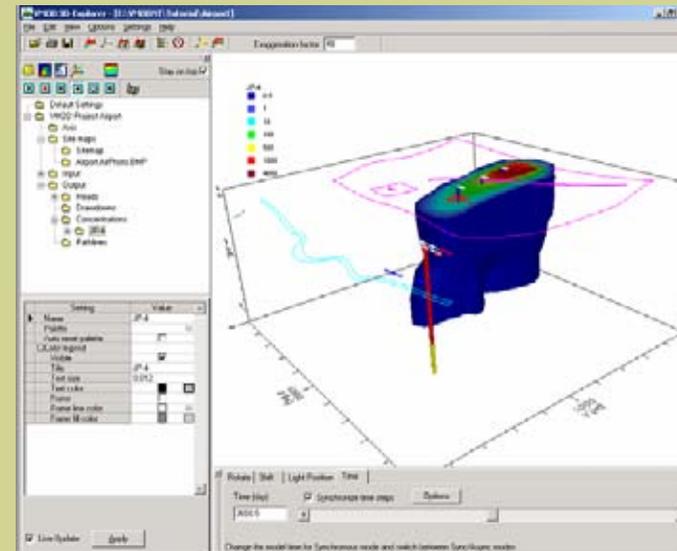




Tipos de programas

1. Visual MODFLOW Premium

- Evaluación de sistemas de remediación subterráneos
- Determinación del destino de contaminantes y su trayectoria para evaluación de riesgos
- Almacenamiento y recuperación de acuíferos (ASR)
- Simulación de la atenuación natural de aguas subterráneas contaminadas

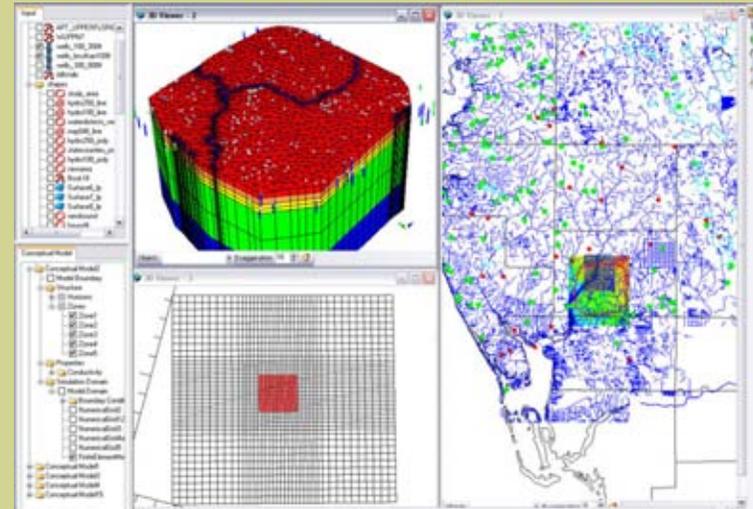




Tipos de programas

1. Hydro GeoBuilder

- Diseño de la estructura conceptual del modelo, propiedades de flujo, pozos y bordes, y conversión a entradas para FEFLOW o MODFLOW
- Generación automática de la malla de FEFLOW o MODFLOW a partir de capas discontinuas
- Generación de elevaciones de capas que deforman la geología o son independientes

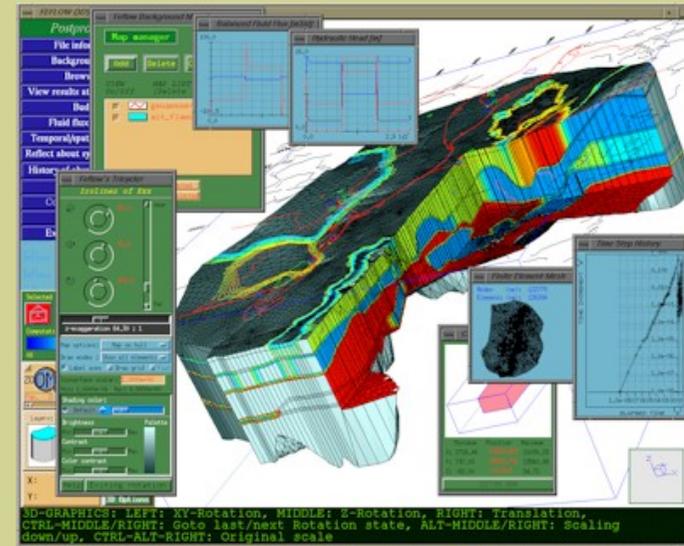




Tipos de programas

1. FEFLOW

- Estimación de tiempos de transporte de contaminantes en zonas contaminadas.
- Trazar las áreas de protección de las bocas de los pozos
- Diseño y optimización de la tasa de bombeo
- Evaluación de sistemas de remediación de aguas subterráneas





Tipos de programas

1. UnSAT Suite

- **Modelización de la evolución de contaminantes**
- **Simulación de la migración vertical y volatilización de COV's de vertidos accidentales**
- **Predicción de impactos de pesticidas y herbicidas sobre los pozos de abastecimiento**
- **Estimación de la vulnerabilidad de acuíferos**

