



Ciudades virtuales 3D

- 1 – Introducción
- 2 – CityGML
- 3 – Elementos de fotogrametría
- 4 – Conclusiones

4.1 – Introducción

- Visualización de ciudades a 3D
- Nuevos proyectos cubriendo el globo terrestre
 - Google Earth (2D y 3D)
 - Bing (Virtual Earth de Microsoft)
- Visión global y búsqueda local
- Integración de datos proveniente de fuentes múltiples

Componentes

- Modelación de los edificios
- Modelación de los terrenos
- Modelación de los objetos urbanos

Berlino



Heidelberg



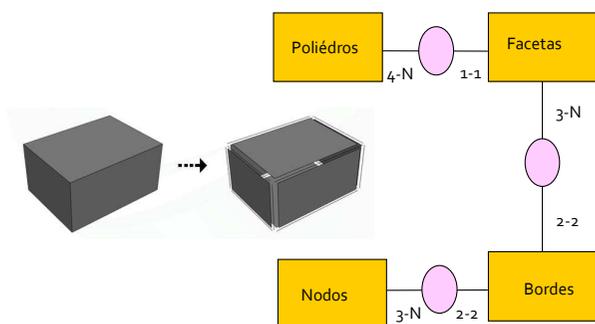
Aplicaciones potenciales

- Simulación del ruido, de la contaminación del aire
- Simulación de las inundaciones
- Simulación de los riesgos naturales y tecnológicos
- Comparar las alturas de los edificios y las alturas legales
- Impacto visual de nuevos proyectos
- Comprobación de las declaraciones para los impuestos locales
- Etc.

Otras aplicaciones

- Geomarketing: impacto visual de los anuncios en las calles
- Agencias inmobiliarias: dar una idea de la vecindad a los compradores potenciales
- Turismo: monumentos y lugares que hay que visitar
- Teléfonos móviles: posicionamiento de las antenas (intervisibilidad)
- Paneles solares: localización óptima
- Helicópteros: lugares para aterrizar
- Historia y arqueología: modelizar una ciudad en los siglos o los milenios precedentes
- Etc.

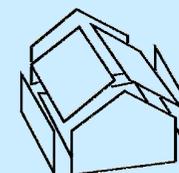
Sólido poliédrico



Geometría constructiva de los sólidos

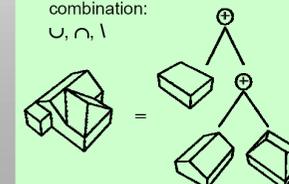
GIS: *accumulative* Boundary Representation

- Aggregation of all surfaces enclosing the object's volume



CAD: *generative* Constructive Solid Geometry

- Volumetric primitives
- Set theoretical operators for combination:
 \cup, \cap, \setminus



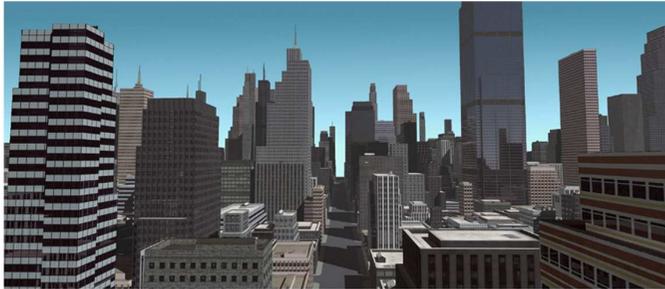
Ejemplos



Suburbios californianos (ETH Zurich)



Una ciudad moderna (ETH – Zurich)



Reconstrucción de Pompeya



Arquitectura maya



Modelación de los techos



2 – CityGML

- CityGML es un lenguaje informático para la representación de los objetos urbanos a 3D
- Objetos urbanos
 - geométricos,
 - topológicos,
 - semánticos, y
 - propiedades de presentación
- CityGML es implementado como un esquema de aplicación del Geographic Markup Language 3 (GML3).

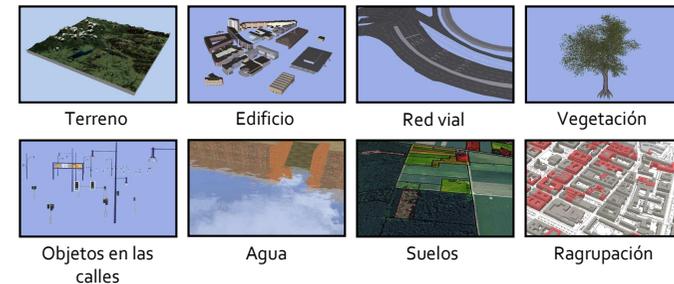
Características principales

- Modelo de información espacial basado en las normativas ISO 191xx
- Geometría 3D basada en ISO 19107
- Texturas aplicadas sobre la superficie de los objetos
- Niveles de detalle

Objetos urbanos

- Artefactos humanos (edificios, calles, etc.)
- Modelos de terrenos (TIN, rejilla, etc.)
- Vegetación (zonas, volúmenes)
- Aguas (volumen, superficies)
- Red de transporte (2 estructuras):
 - grafos
 - y 3D
- Objetos urbanos (en calles)
- Etc.

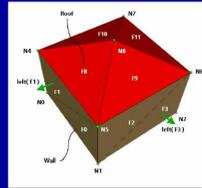
Ejemplos de objetos CityGML



Modelo sencillo

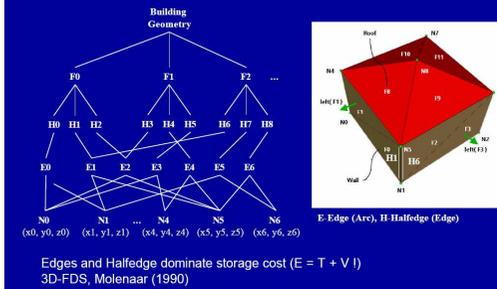
3D Data Model 1

- Define Geometry by point coordinates
- Example:
x0 y0 z0, x1 y1 z1, x5 y5 z5, #F0
x0 y0 z0, x5 y5 z5, x4 y4 z4, #F1
x1 y1 z1, x6 y6 z6, x5 y5 z5, #F2
- Redundancy: Each Point coordinate is stored 6 times !!!
- Used in CityGML, Spatial DB



Modelo mas sofisticado

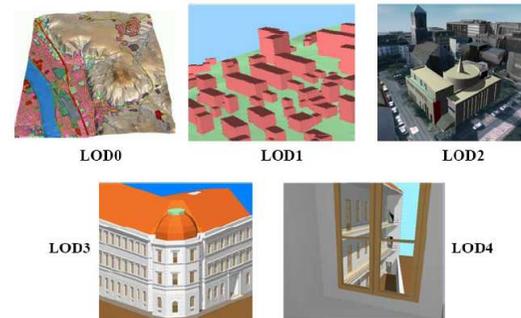
3D Data Model 2

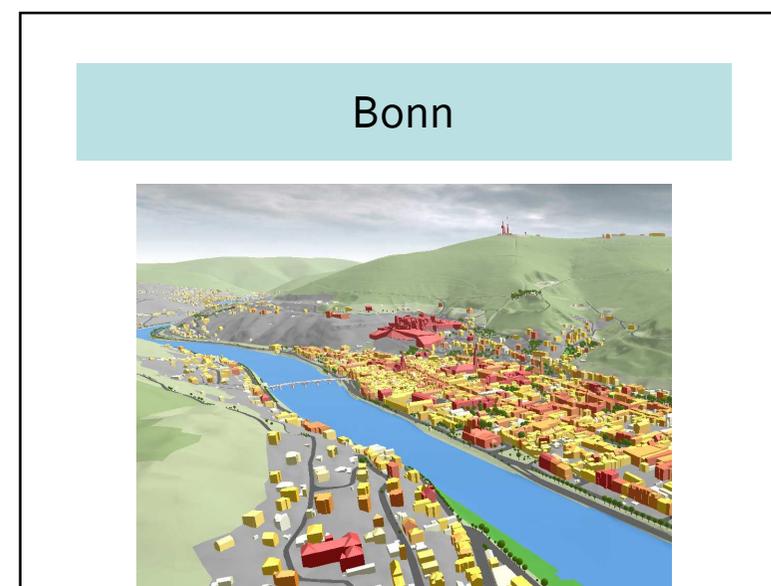
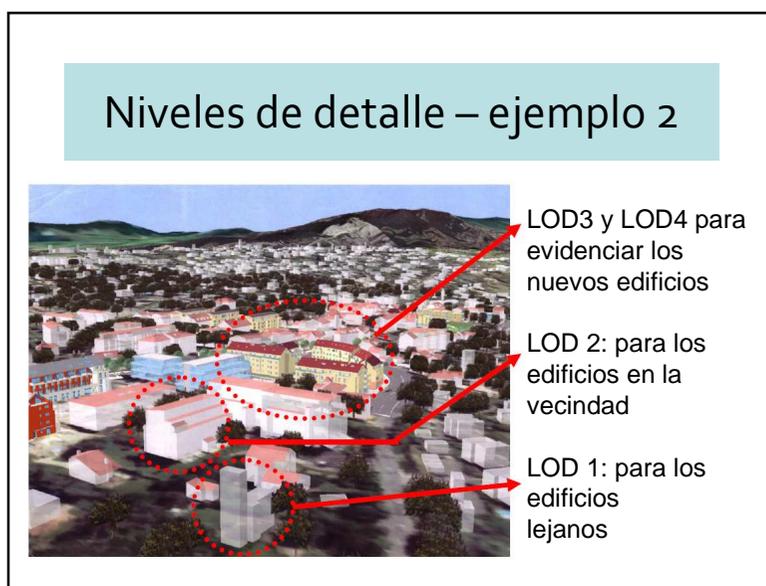
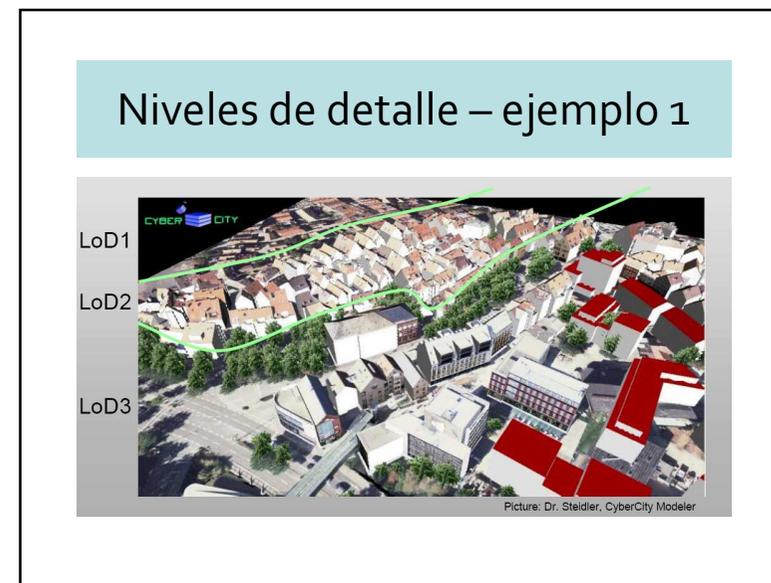
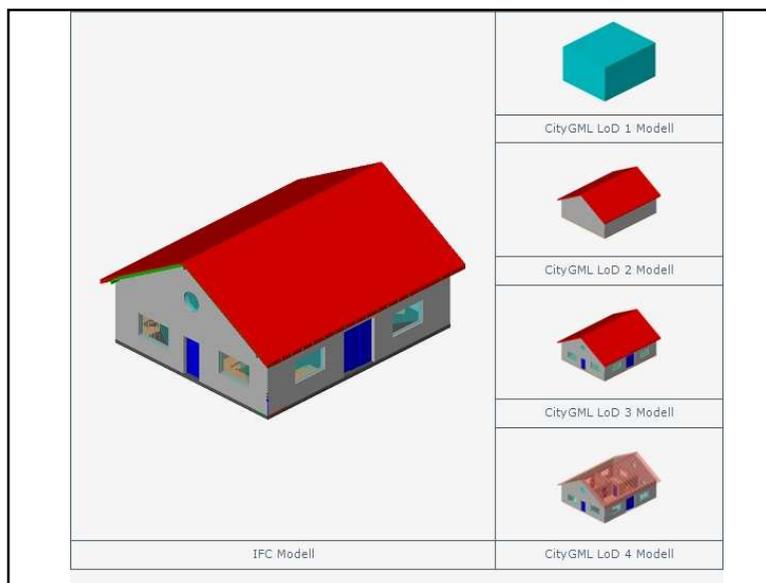


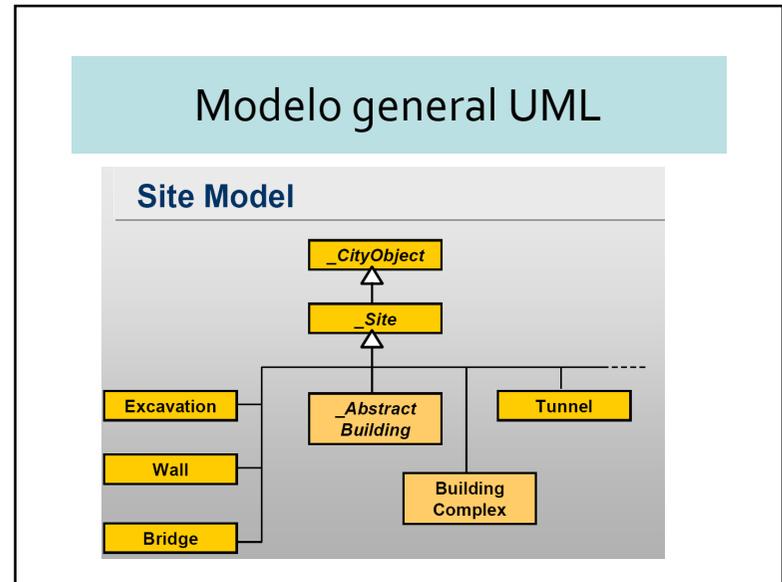
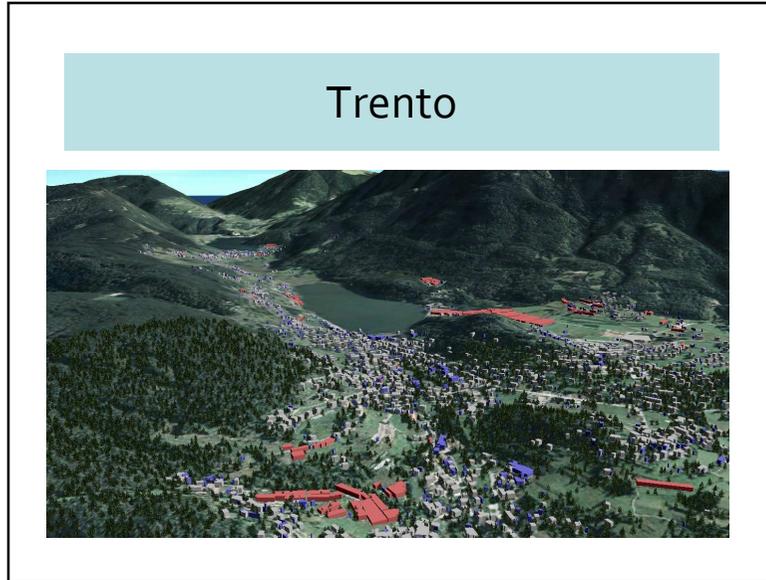
Niveles de detalle

- LOD₀ – Modelo Regional
 - 2.5D Modelo de terreno
- LOD₁ – Ciudad/Modelo del lugar
 - Modelo de bloque con o sin techo
- LOD₂ – Ciudad/Modelo del lugar
 - Texturas de los techos y de las fachadas
- LOD₃ – Ciudad/Modelo del lugar
 - Modelo arquitectural detallado
- LOD₄ – Modelo del interior
 - Navegación en el interior de los edificios

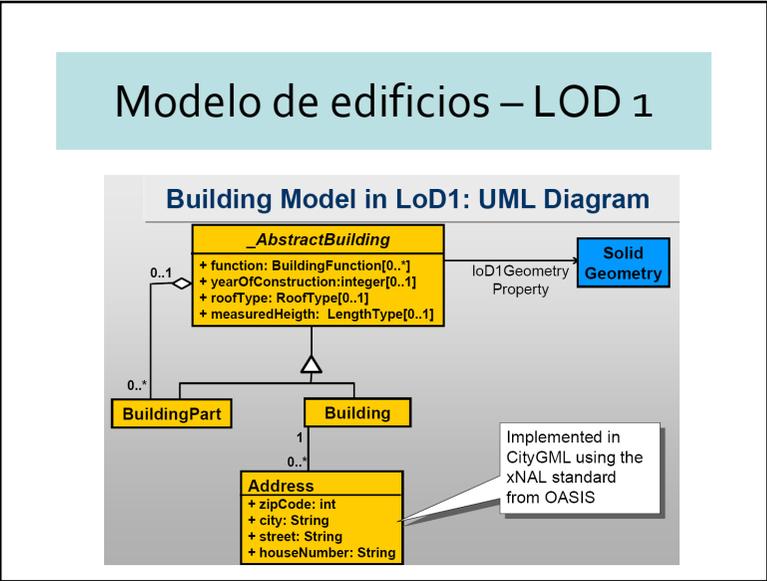
Niveles de detalle



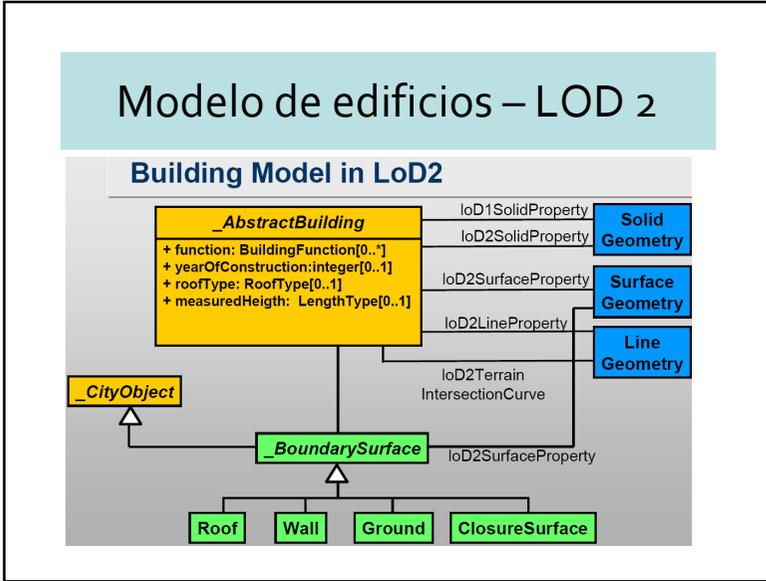




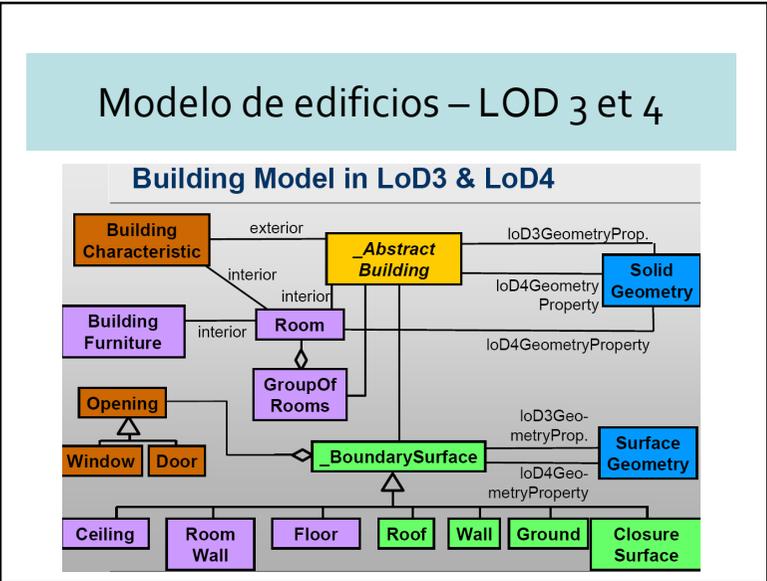
Modelo de edificios – LOD 1



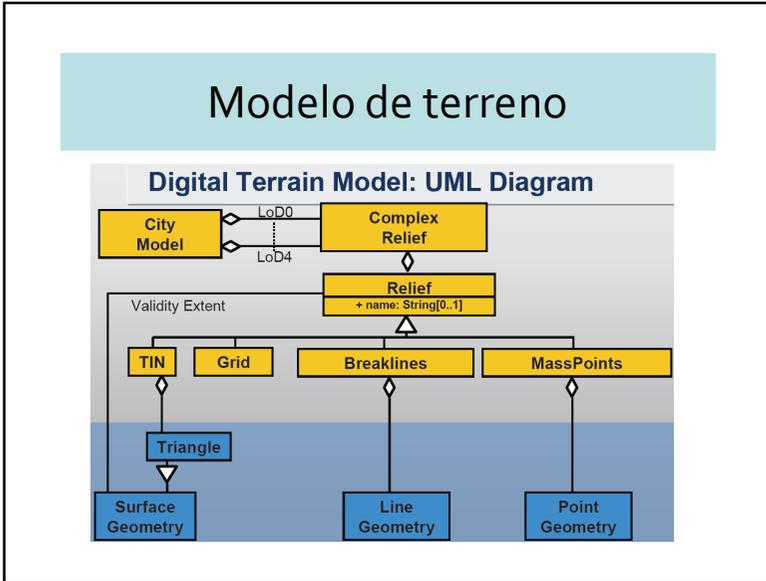
Modelo de edificios – LOD 2



Modelo de edificios – LOD 3 et 4



Modelo de terreno

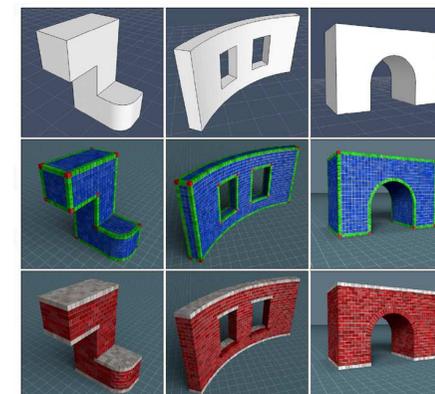


Ejemplo de modelo de transporte

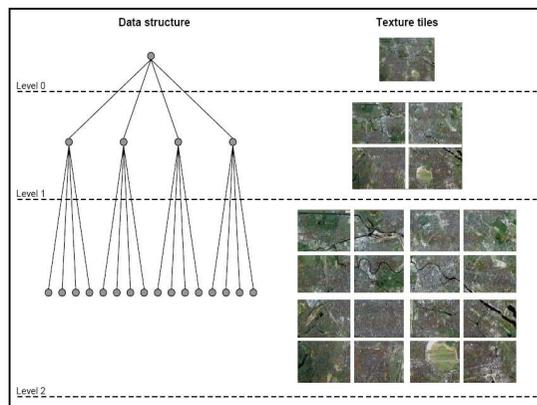
Example: Transportation Model in LoD2



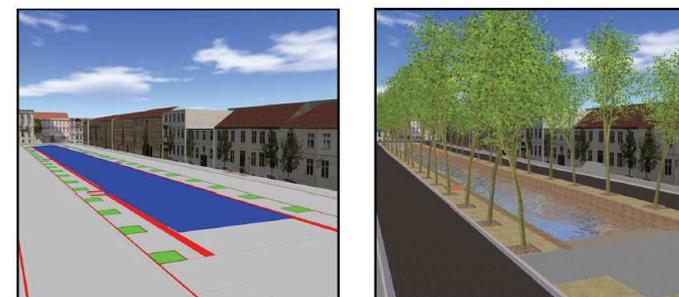
Aplicación de texturas



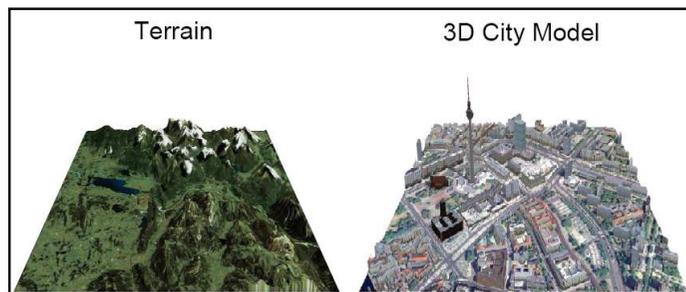
Modelo multi-resolución para las texturas de los terrenos



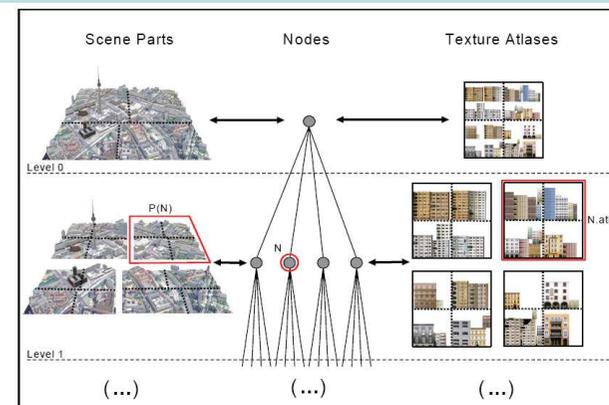
Texturas



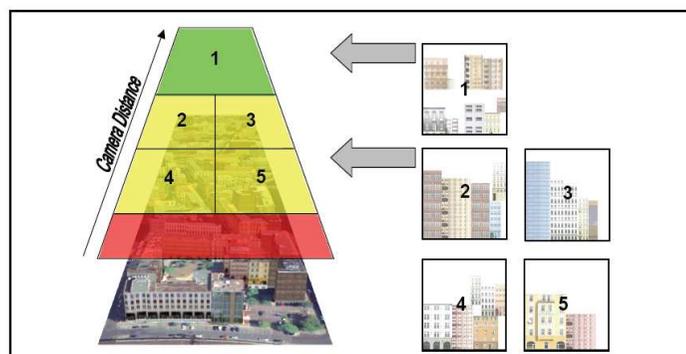
Ejemplo



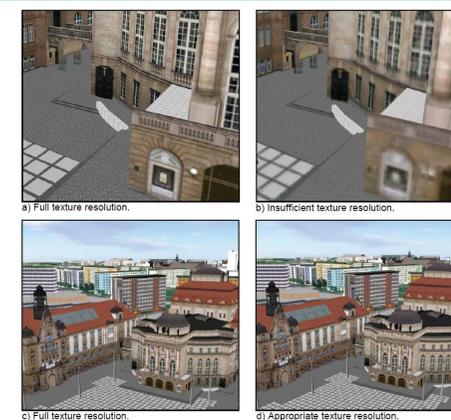
Texturas jerárquicas de las fachadas



Texturas y perspectivas



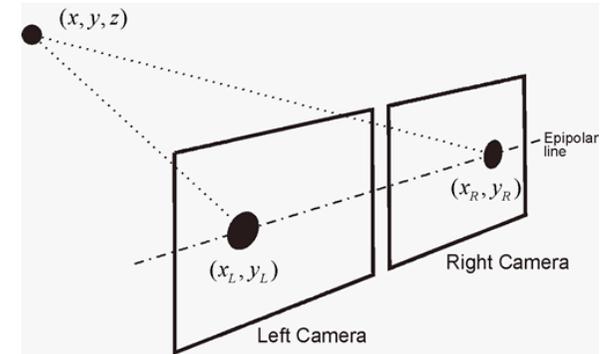
Texturas y resolución



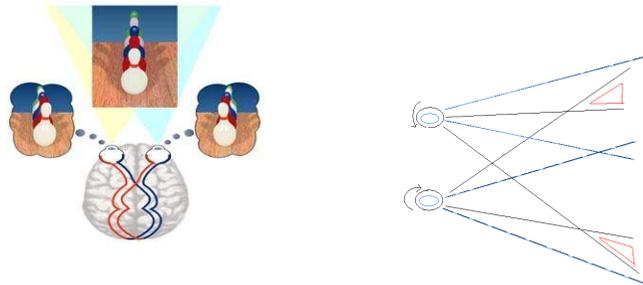
3 – Elementos de fotogrametría

- Ojos e imágenes
- Stereovisión
- Fotos aéreas
- Reconstrucción de los edificios

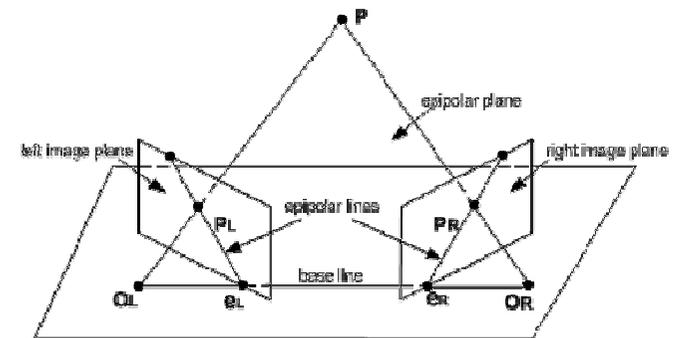
Dos imágenes superpuestas



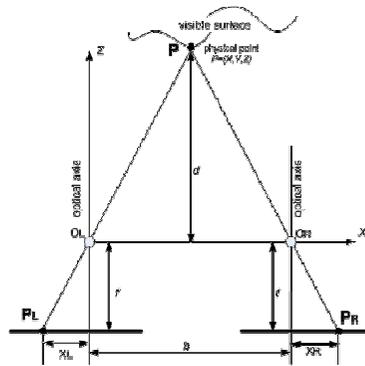
Stereovisión



Plan epipolar



Geometría estándar de un sistema estéreo binocular



$$X = \frac{b \cdot x_L}{x_L - x_R}; \quad Y = \frac{b \cdot y_L}{x_L - x_R}; \quad Z = \frac{b \cdot f}{x_L - x_R}$$

Visión y objetos

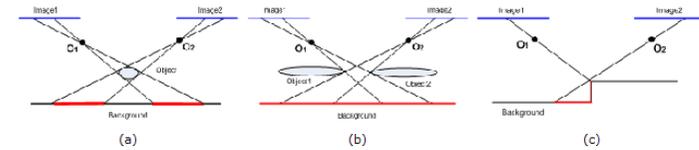
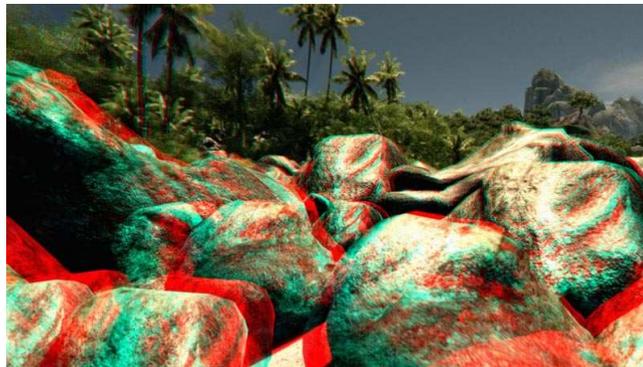
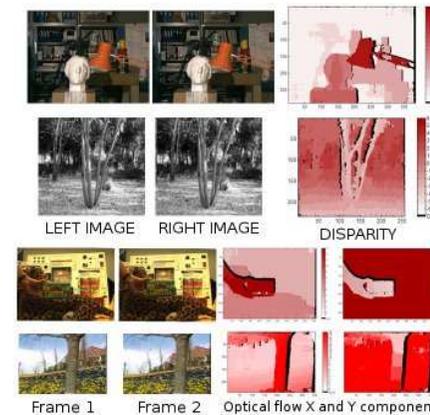


Figure: Variants of partial occlusions (Red Colour Regions): (a) due to a thin foreground object; (b) due to small foreground hole; (c) due to surface discontinuity.

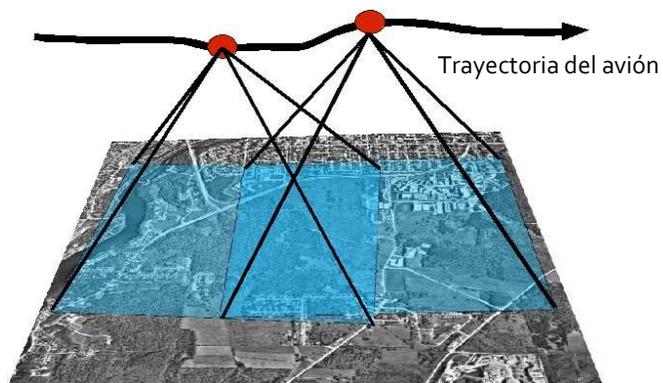
Superposición



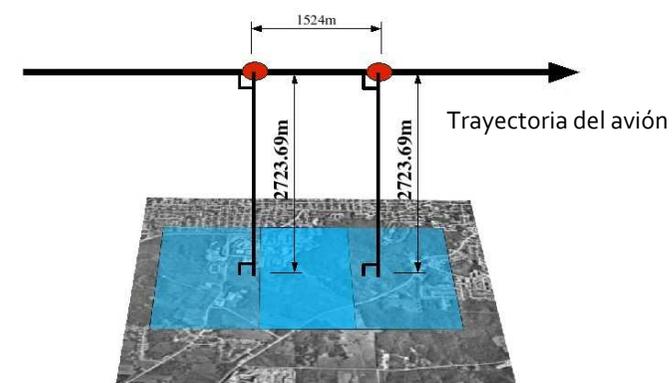
Comparación de dos imágenes



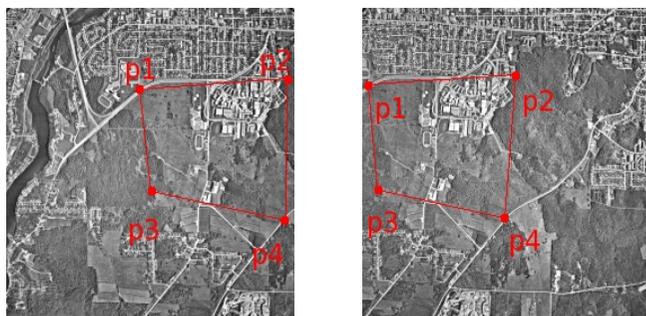
Principio de las aerofotografías



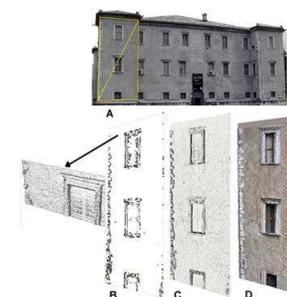
Estabilización de la trayectoria



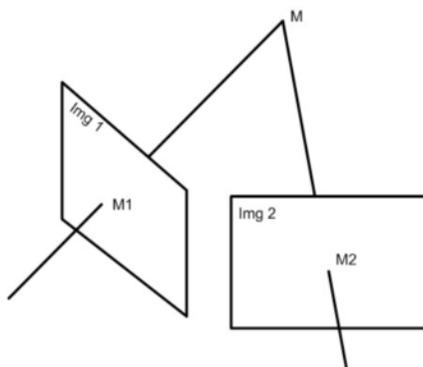
Fotos y puntos de referencia



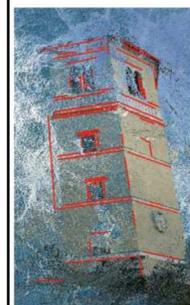
Extracción de las líneas



Reconstrucción de un punto 3D a partir de dos imágenes 2D



Etapas principales

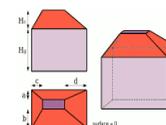


- Localización de los puntos homólogos
- Extracción de las líneas
- Generación del modelo 3D
- Identificación de las texturas
- Extracción de las texturas

Dos vistas del mismo objeto reconstruido



Reconstrucción de edificios



UltraCamX (Vexcel)



UltraCamX/ UltraCam Xp



UltraCam -- Cone Design

UltraCamX Prime

Image Format
17,330 x 11,3100 Pixel
196 Mega Pixel

6,600 Images per Removable Storage Unit

1.8 cm at 300m Flying Height above Ground

8 GigaBytes per Second
865 MB per Trigger
One Image per ~ 1 Second

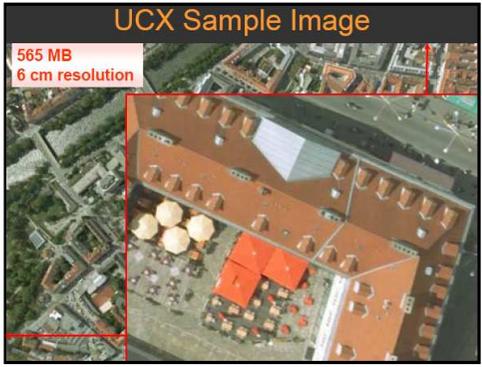
± 2 µm Geometric Accuracy
7,000 Gray Values

~ 4 Tera-Bytes per Data Unit
Unlimited # of Images in One Aerial Sortie

Extreme Environmental Challenge



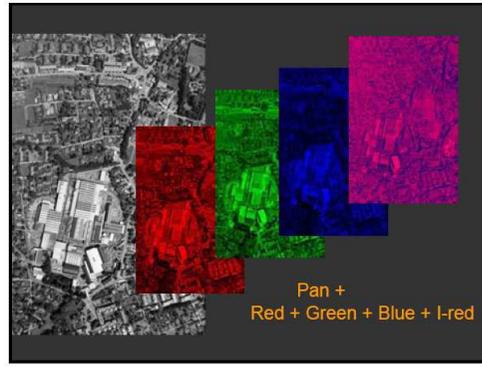
Ejemplo



UCX Sample Image

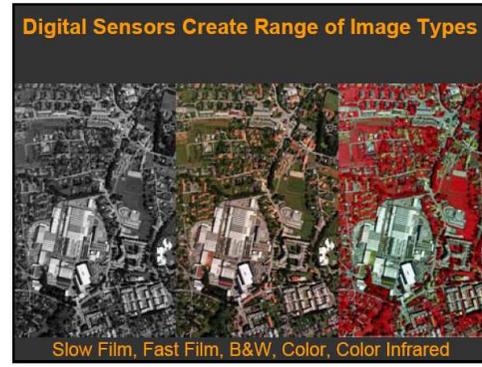
565 MB
6 cm resolution

Canales



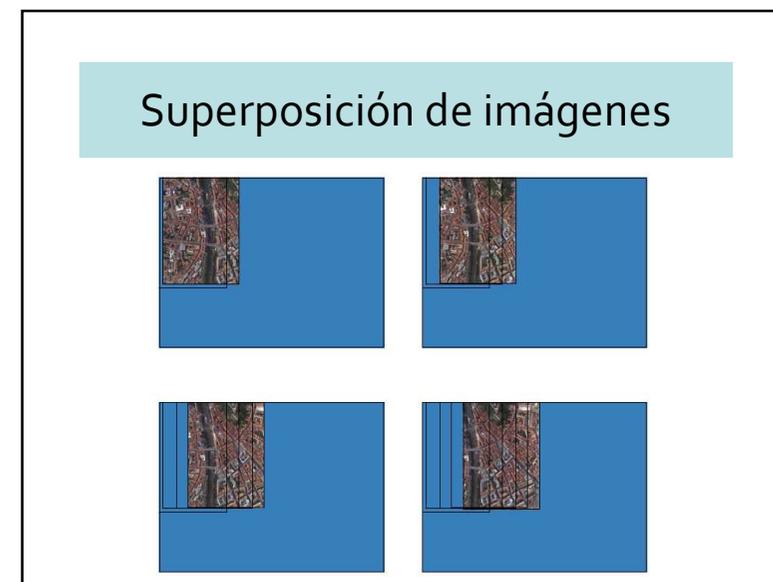
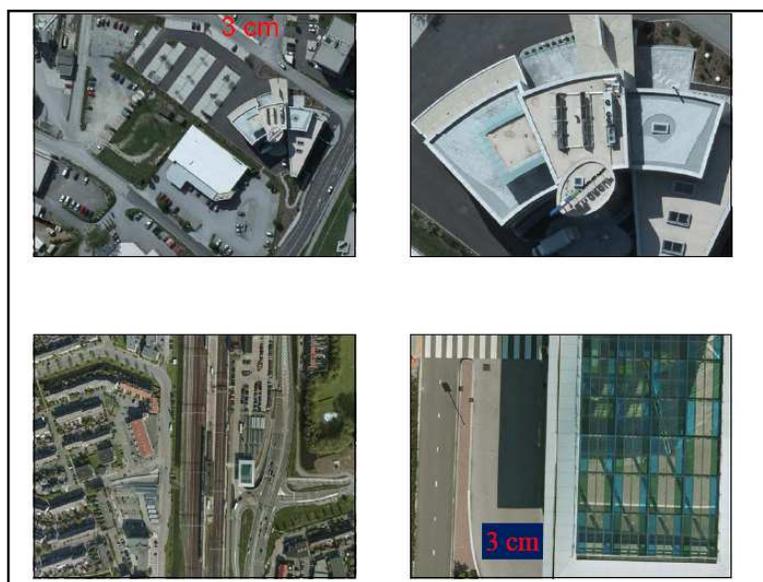
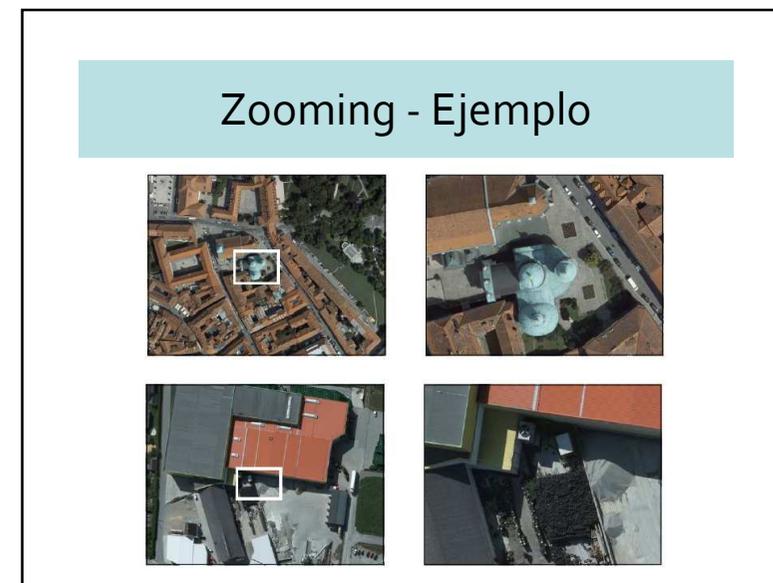
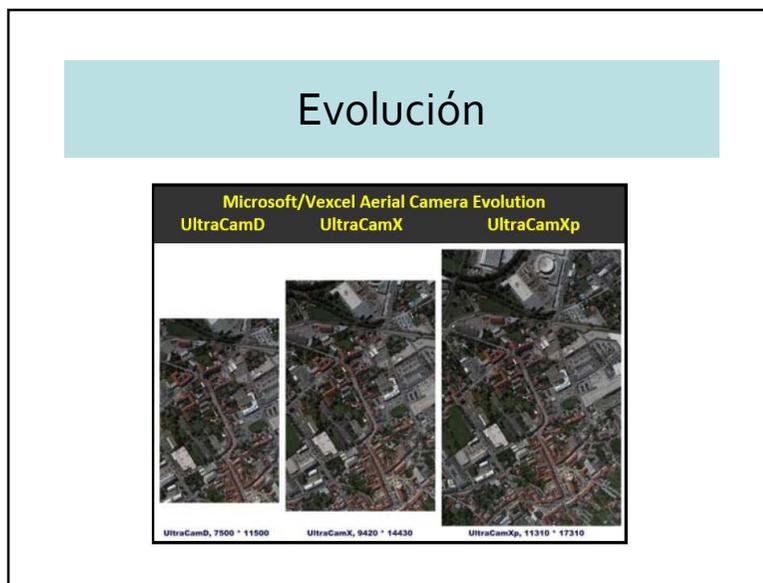
Pan +
Red + Green + Blue + I-red

Sensores digitales

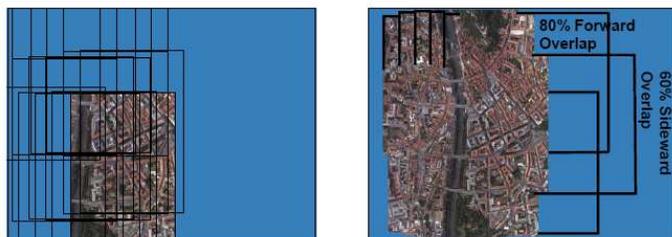


Digital Sensors Create Range of Image Types

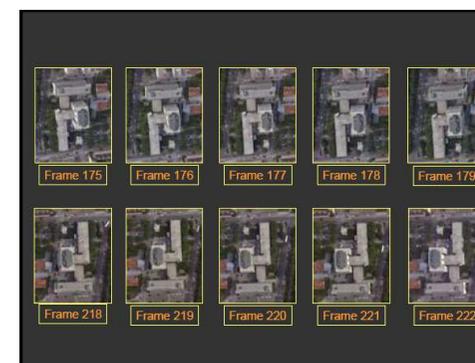
Slow Film, Fast Film, B&W, Color, Color Infrared



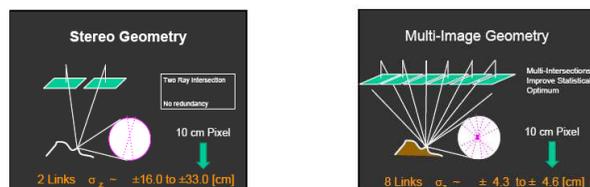
Organización



Resultados



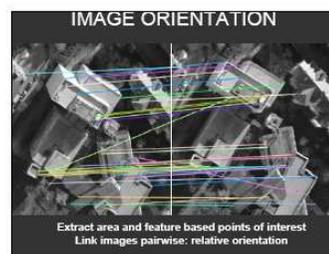
Stereovisión con 6 ojos



Redundancia - precisión



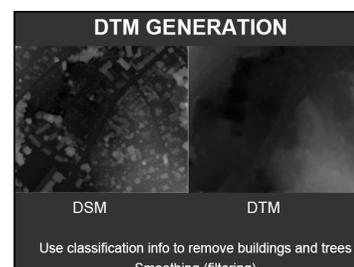
Extracción puntos homólogos



Análisis



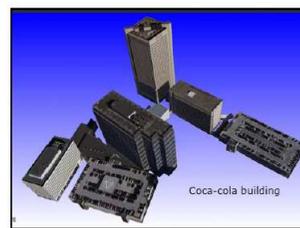
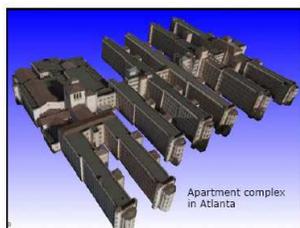
Terrenos nudos



Extracción de los edificios



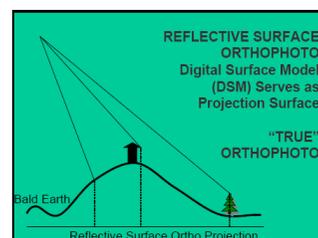
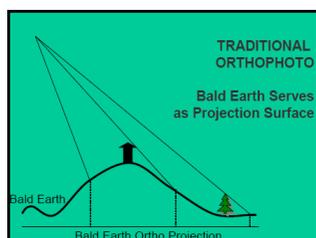
Edificios reconstituidos



Ortofoto



Proyección de ortofotos



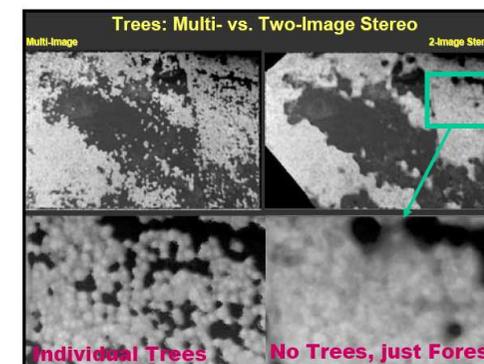
Detección de las líneas



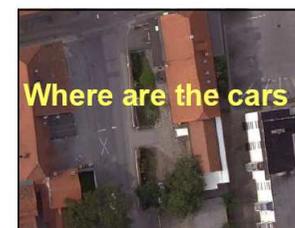
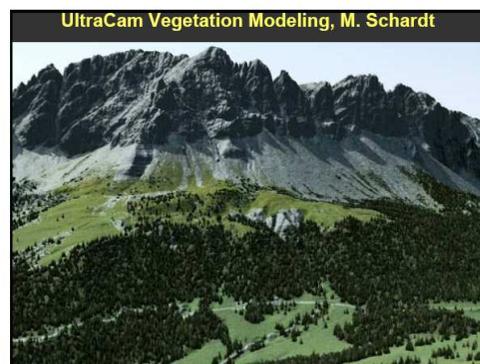
Correspondencia



Detección de árboles y bosques



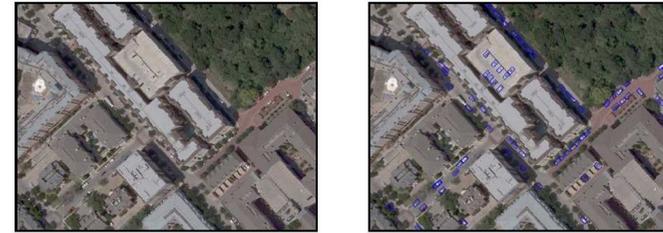
Modelo 3D de la vegetación



Calle sin carros



Localización y eliminación



4 – Conclusiones

- Importancia de la visualización 3D
- Ya existen unas aplicaciones 3D
- CityGML
- Uso de la fotogrametría
- Búsqueda del realismo
- Base para otra cosa, simulaciones, historia, etc.

¡ Gracias por su atención!

<http://liris.insa-lyon.fr/robert.laurini/ftp/puebla.zip>