



# Actualización de Bases de Datos y su Impacto en Sistemas de Información Geográficos

José Raúl  
Ramírez, Ph.D.

The Ohio State University Center for Mapping



## *Contenido*

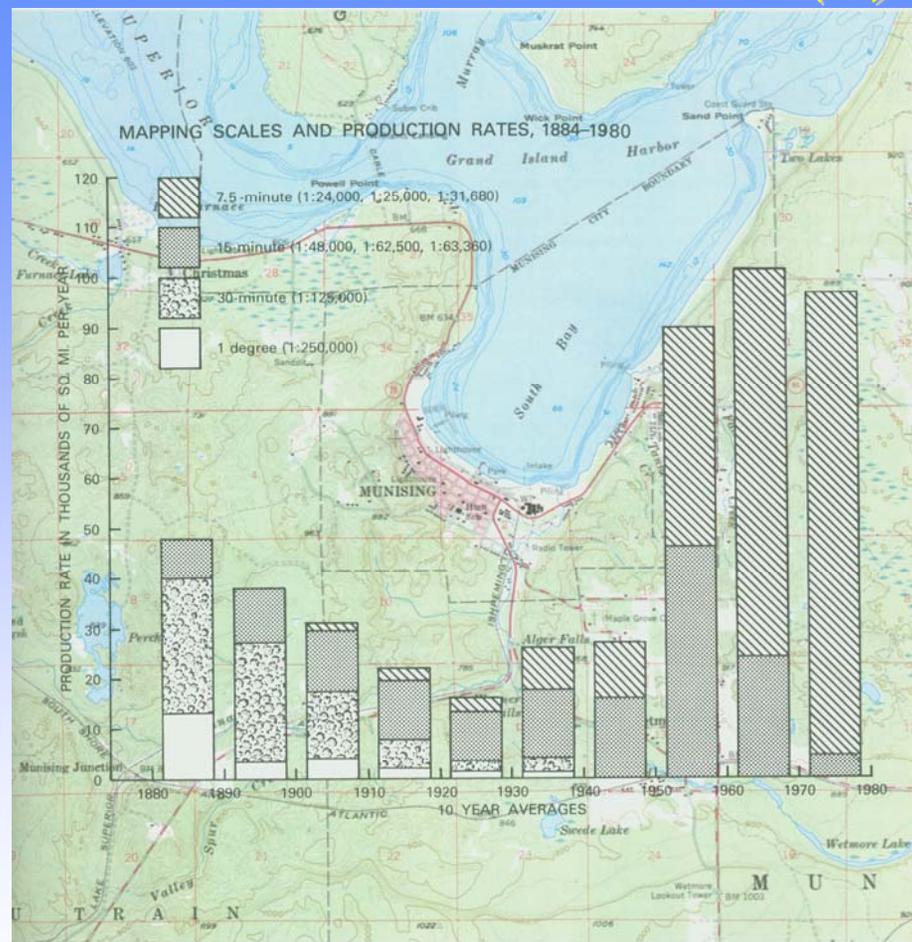
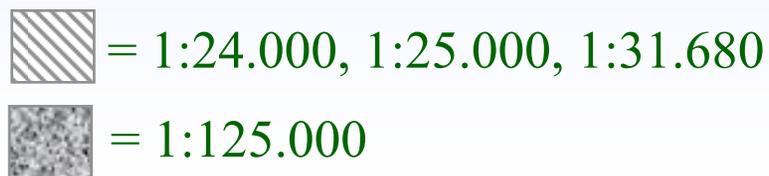
1. El Mapa Nacional
2. Actualización de mapas y el Mapa Nacional
3. El concepto de actualización de mapas
4. Cambios en la superficie de la tierra
5. Solución determinística
6. Solución probabilística
7. Solución general
8. Impacto en el futuro de los SIGs



# *1. El Mapa Nacional*

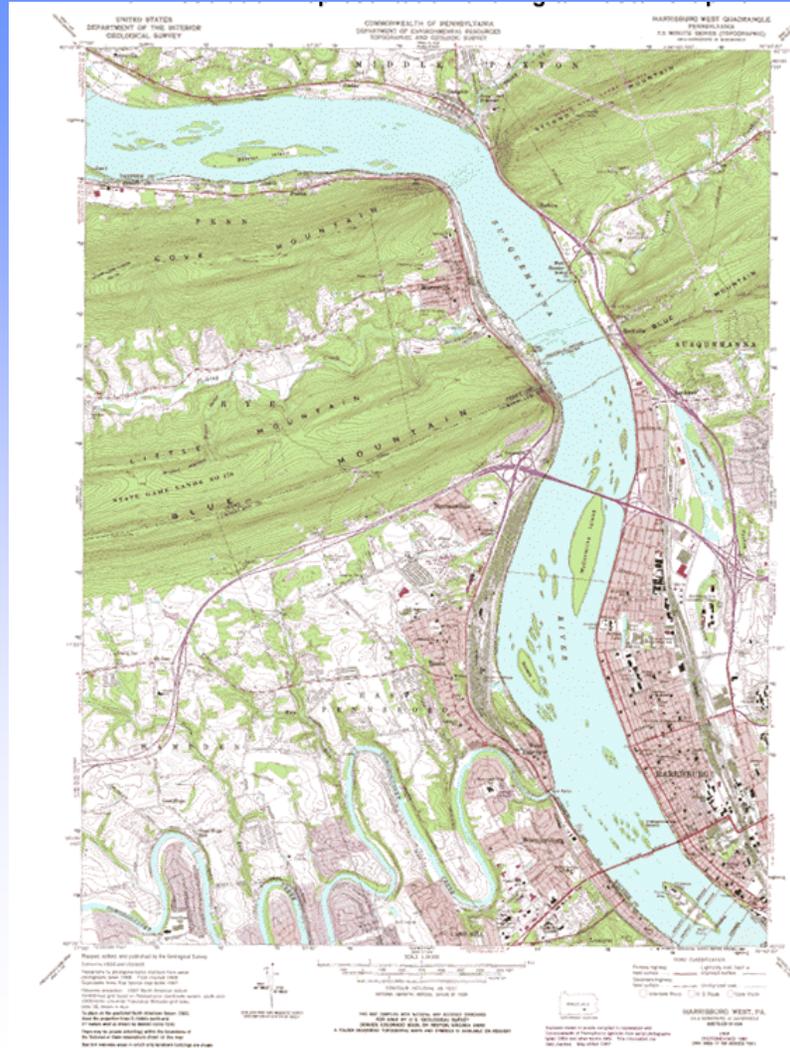
# El Mapa Nacional de los Estados Unidos (1)

- Por mas de cien años el mapa nacional de los Estados Unidos es la serie de cuadrángulos (1:24.000, 1:62.500, 1:125.00).
- Cuadrángulos contienen objetos acuáticos, carreteras y ferrocarriles, edificios y áreas urbanas, cercas, líneas de transmisión, monumentos históricos, cuevas y sitios arqueológicos, vegetación, fronteras, topografía, y nombres geográficos.





# *El Mapa Nacional de los Estados Unidos (2)*





## *El Mapa Nacional de los Estados Unidos (3)*

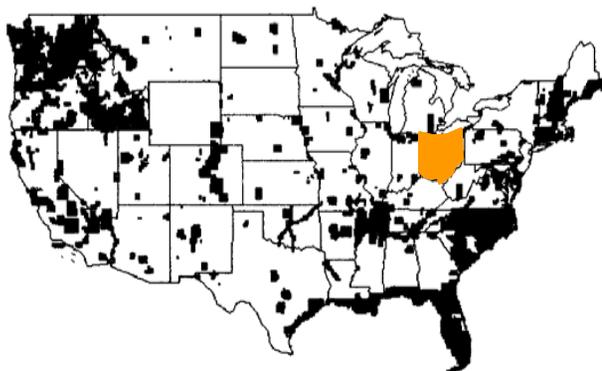
- En 1991 el USGS completó la producción de los cuadrángulos a la escala 1:24.000.
- Hay cerca de 54.000 cuadrángulos a escala 1:24.000.
- La edad promedio de los cuadrángulos a escala 1:24.000 es 25 años.
- Menos de 20% de los cuadrángulos a escala 1:24.000 tienen representación digital.



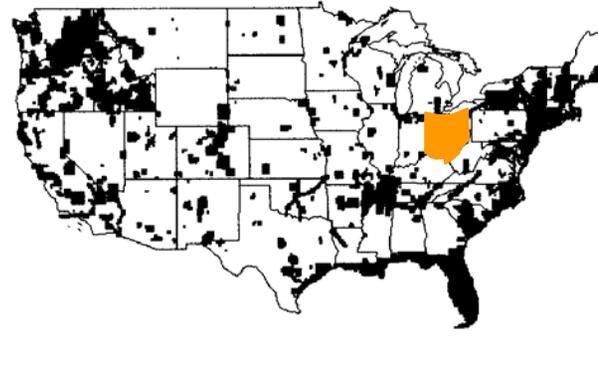
# *El Mapa Nacional de los Estados Unidos (4)*

Mapas Digitales a escala 1:24.000, Diciembre 1997

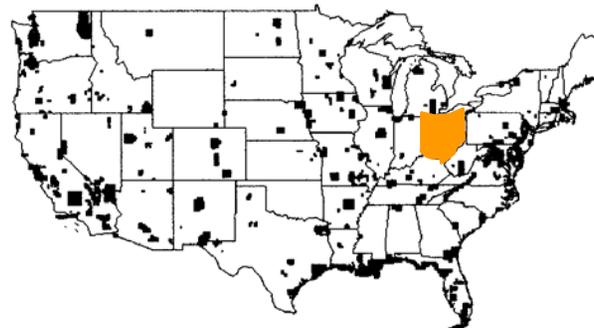
Coverage: 7.5 Minute Digital Line Graph Data - Transportation



Coverage: 7.5 Minute Digital Line Graph Data - Hydrography



Coverage: 7.5 Minute Digital Line Graph Data - Hypsography



# *El Mapa Nacional de los Estados Unidos (5)*

<http://nationalmap.usgs.gov>



## ***The National Map***

Topographic Mapping  
for the 21<sup>st</sup> Century

### **Final Report**

November 30, 2001

Cooperative Topographic Mapping Program  
U.S. Geological Survey  
Mail Stop 511  
Reston, VA 20192  
<http://nationalmap.usgs.gov>

U.S. Department of the Interior  
U.S. Geological Survey

- El documento “The National Map” describe la visión por la cual el USGS, trabajando conjuntamente con otras entidades del gobierno, el sector privado, y la universidad producirá y suministrará a los Estados Unidos información digital geo-espacial (y en material permanente).
- Esta información será corriente, exacta, y consistente.



## *El Mapa Nacional de los Estados Unidos (6)*

- El documento recomienda el desarrollo del Mapa Nacional. El Mapa Nacional será una base de datos geo-espaciales que suministrará información básica a cerca de la superficie de la tierra en los Estados Unidos y a la cual los usuarios podrán agregar datos adicionales para satisfacer sus necesidades particulares.

*(Tomado del documento *The National Map*)*



## *El Mapa Nacional de los Estados Unidos (7)*

- El mapa nacional proveerá datos y capacidades operativas que incluyen:
  - Imágenes digitales de alta resolución orto-rectificadas. Estas imágenes suministrarán parte de la información representada por símbolos en los mapas topográficos.
  - Elevaciones (de alta resolución) de superficies incluyendo batimetría.
  - Representación vectorial de objetos hidrográficos, de transporte (tales como carreteras, ferrocarriles, rutas acuáticas), estructuras, y límites de unidades gubernamentales y áreas de propiedad pública.
  - Nombres geográficos, tales como los de elementos culturales y físicos.
  - Clasificación de la cubierta terrestre.

(Tomado del documento *The National Map*)



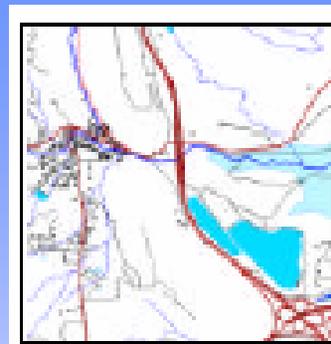
# *El Mapa Nacional de los Estados Unidos (8)*



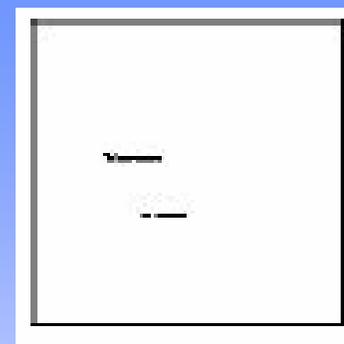
Imágenes digitales  
de alta resolución  
orto-rectificadas



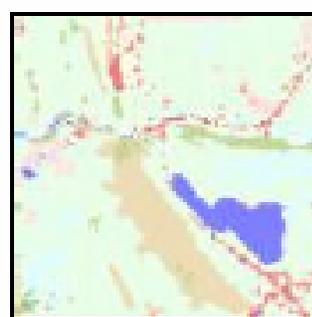
Elevaciones (de  
alta resolución)  
de superficies



Representación  
vectorial



Nombres  
Geográficos



Clasificación de  
cubierta  
terrestres

(Tomado del documento *The National Map*)

The Ohio State University Center for Mapping



## *El Mapa Nacional de los Estados Unidos (9)*

- Mejoras sobre el Mapa Nacional actualmente en uso incluyen:
  - Mantenimiento de información actualizada,
  - Cubrimiento digital continuo de todo el país con objeto de evitar los problemas causados por los límites físicos de los mapas,
  - Alta resolución y mejor exactitud posicional para prestar un mejor servicio a los requerimientos de los usuarios a través de integración de datos que mejoren la consistencia interna, y
  - Aumento en la dependencia de colaboraciones y datos comerciales disponibles.

(Tomado del documento *The National Map*)



## *El Mapa Nacional de los Estados Unidos (10)*

- Cambios al Mapa Nacional serán capturados casi en tiempo real, en lugar que durante revisiones cíclicas.
- Actualización del mapas se medirá en días y meses. El objetivo final es que los cambios sean incorporados al Mapa Nacional dentro de un periodo de 7 días a partir de el cambio en el terreno.
- El Mapa Nacional debe estar implementado en el año **2010**.

(Tomado del documento *The National Map*)



## *El Mapa Nacional de los Estados Unidos (11)*



Esta imagen generada en la computadora muestra un área al occidente de Denver utilizando datos similares a los propuestos en el Mapa Nacional.



## *2. Actualización de Mapas y el Mapa Nacional*



## *Estatus de la Actualización del Mapa Nacional (1)*

- La edad promedio del mapa nacional de los Estados Unidos es 25 años (9.100 días).
- Desde hace aproximadamente 20 años el USGS suspendió el programa de actualización del mapa nacional.
- Aproximadamente 80% de los mapas a escala 1:24.000 no tienen representación digital.
- El costo de producción de la serie 1:24.000 fue mas de US \$1.500.000.000. La cantidad de cambios en cada uno de estos mapas es desconocida.



## *Presente vs. Futuro de Actualización de Mapas (1)*

9.100 días vs. 7 días



## *Presente vs. Futuro de Actualización de Mapas (2)*

- El sistema de actualización de mapas en los Estados Unidos no ha funcionado adecuadamente.
- En el futuro, el sistema de actualización de mapas tiene que ser mucho mas eficiente. Actualización en siete días es un gran desafío para cartógrafos.
- Mejoras en tecnología de cuatro ordenes de magnitud son posibles pero no comunes.
- Un ejemplo de esta mejora se puede encontrar en las unidades de procesamiento central (CPU).



# Unidades de Procesamiento Central

PC	CPUs	Year	Number of transistors
1st. Generation	8086 and 8088	1978-81	29,000
2nd. Generation	80286	1984	134,000
3rd. Generation	80386DX and 80386SX	1987-88	275,000
4th. Generation	80486SX, 80486DX, 80486DX2 and 80486DX4	1990-92	1,200,000
5th. Generation	Pentium	1993-95	3,100,000
	Cyrix 6X86	1996	--
	AMD K5	1996	--
	IDT WinChip C6	1997	3,500,000
Improved 5th. Generation	Pentium MMX	1997	4,500,000
	IBM/Cyrix 6x86MX	1997	6,000,000
	IDT WinChip2 3D	1998	6,000,000
6th. Generation	Pentium Pro	1995	5,500,000
	AMD K6	1997	8,800,000
	Pentium II	1997	7,500,000
	AMD K6-2	1998	9,300,000
Improved 6th. Generation	Mobile Pentium II	1999	27,400,000
	Mobile Celeron		18,900,000
	Pentium III		9,300,000
	AMD K6-3		?
	Pentium III CuMine		28,000,000
7th. Generation	AMD original Athlon	1999	22,000,000
	AMD Athlon Thunderbird	2000	37,000,000
	Pentium 4	2001	42,000,000



## *Actualización de Mapas Hoy (1)*

- Actualización de mapas generalmente es basada en revisiones cíclicas (por ejemplo, cada cinco años), o en la cantidad de cambios en un área (numero de solicitudes de actualización).
- Actualización de mapas es exhaustiva. Se necesita chequear completamente el área que se desea actualizar.
- La forma de actualización mas común utiliza imágenes aéreas.
- El mapa que se va a actualizar se compara con las imágenes aéreas.

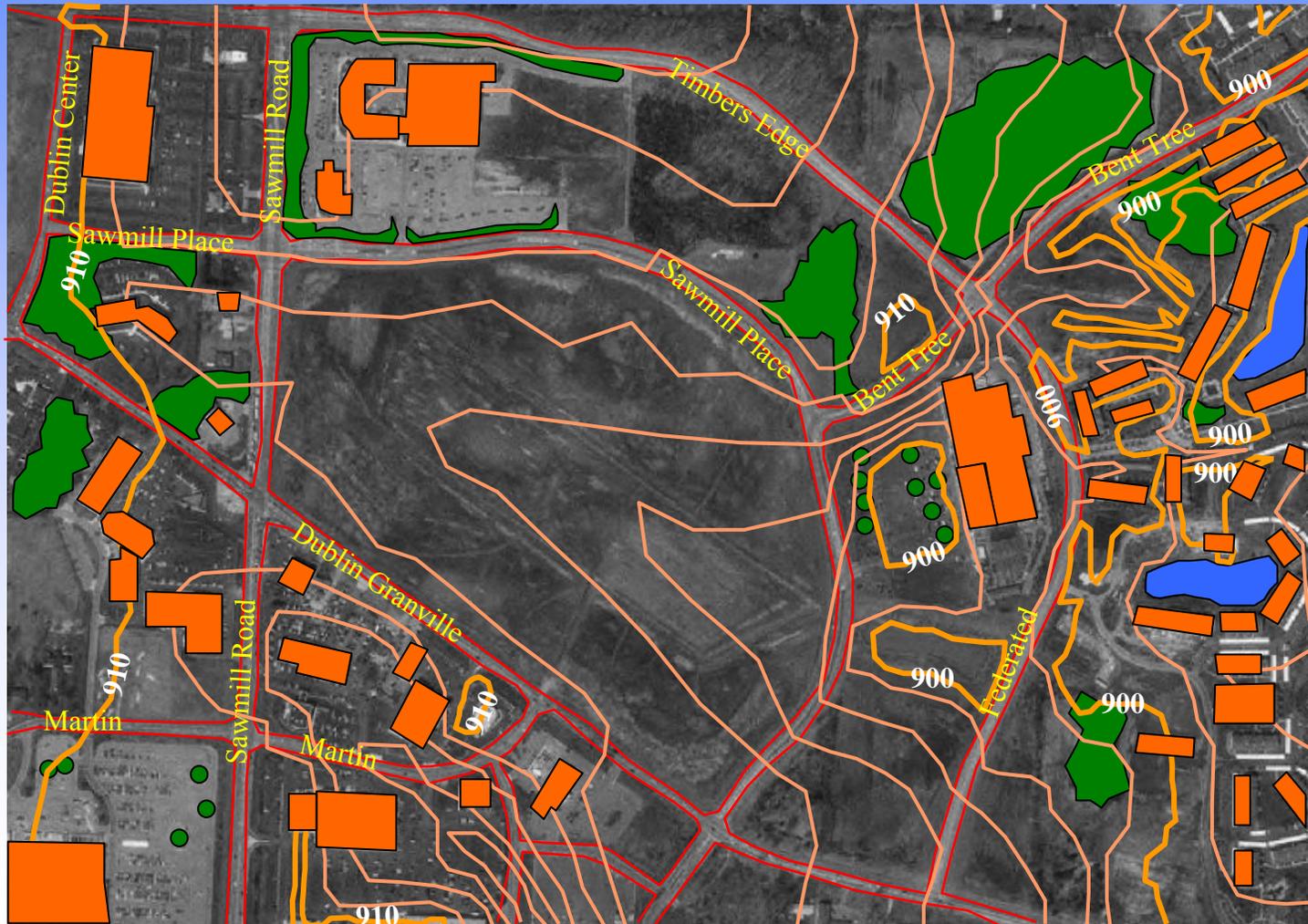


## *Actualización de Mapas Hoy (2)*

- La comparación requiere una gran cantidad de trabajo manual.
- Automatización es mínima.
- Una vez que un cambio se encuentra, el operador modifica el mapa.
- Una vez que el cambio en un área es registrado, la comparación continúa.
- El proceso se completa cuando toda el área que se desea actualizar es comparada.

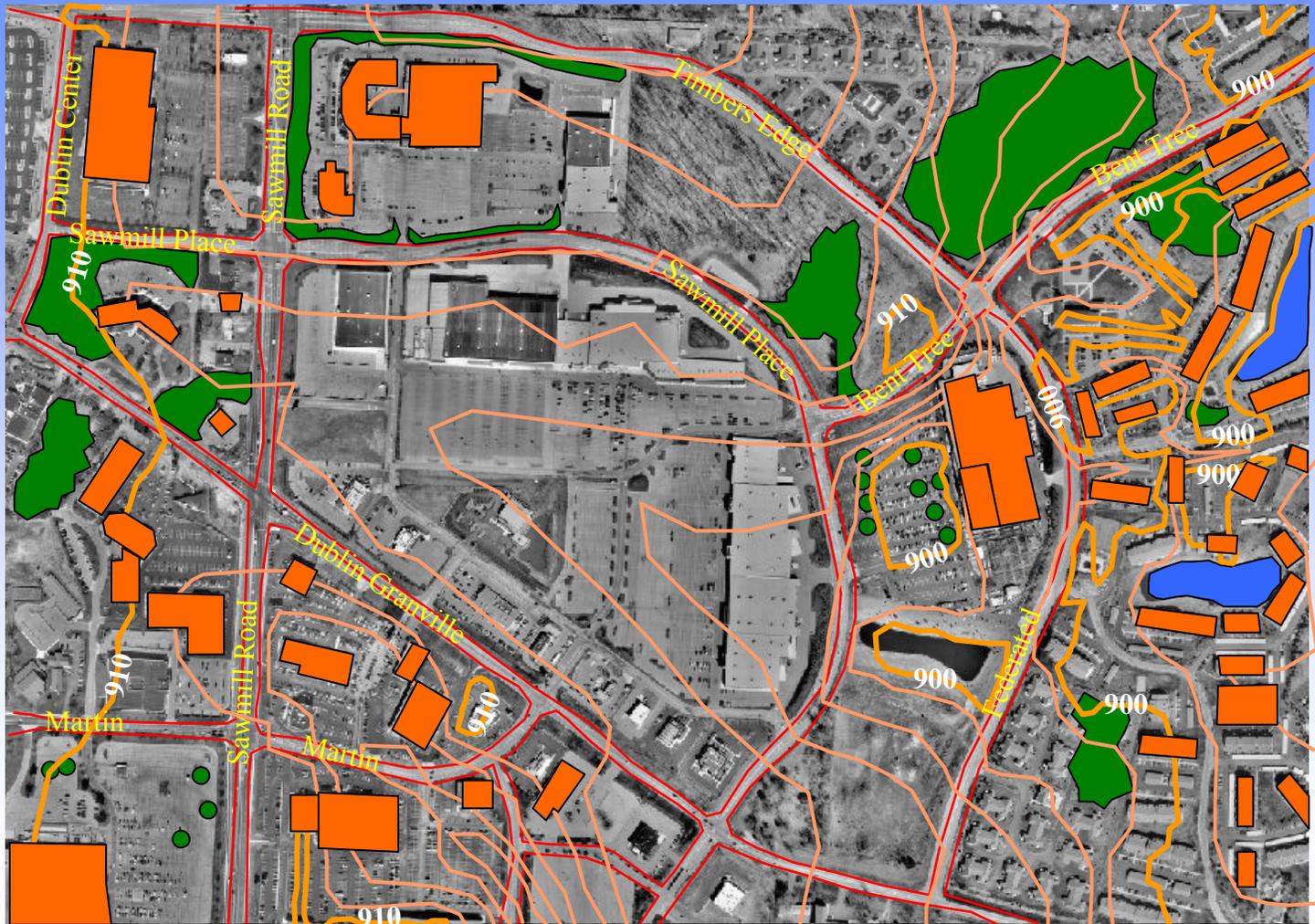


# Actualización de Mapas Hoy (3)





# Actualización de Mapas Hoy (4)





### *3. El Concepto de Actualización de Mapas*



## *Por Qué Actualizar los Mapas?*

- La necesidad de datos geo-espaciales actualizados ha aumentado grandemente debido especialmente a la popularidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- La calidad de los resultados de un SIG dependen grandemente de la calidad de los datos de entrada. Datos incompletos, inexactos, o de poca calidad producirán resultados incompletos, inexactos, de poca calidad, o aún erróneos.
- La actualización de los datos geo-espaciales es necesaria por que esos datos describen la superficie de la tierra que es una superficie dinámica en continuo estado de cambio. Datos desactualizados afectaran negativamente los resultados de un SIG.



## *La Superficie de la Tierra*

- El entendimiento de los cambios en la superficie de la tierra, su magnitud, y sus causas constituyen una parte muy importante de la teoría de actualización de datos geo-espaciales.
- Preguntas específicas a contestarse en esta teoría incluyen:
  - Cuáles son las fuentes de cambios geo-espaciales?
  - Cómo cada una de estas fuentes cambia la superficie de la tierra?
  - Cuál es la magnitud y la frecuencia de estos cambios y sobre que período de tiempo?
  - Cuales de estos cambios son significantes en las aplicaciones geo-espaciales más comunes?
  - Cuales cambios se registran rutinariamente y por quien?
  - Cuales cambios deberán registrarse y por quien?



## *Calidad de Datos Geo-Espaciales*

- Todas estas preguntas deben contestarse en el contexto de producción de mapas.
- Por lo tanto, uno de los factores a considerar son los estándares de calidad de los mapas.
- Los elementos de calidad de datos geo-espaciales son:
  - Linaje
  - Exactitud posicional
  - Exactitud de los atributos
  - Datos completos
  - Consistencia lógica
  - Exactitud semántica
  - Información temporal



## *Exactitud Posicional*

- La discusión de estos elementos va mas allá del propósito de esta presentación.
- Como un ejemplo de la importancia de calidad de datos geo-espaciales en la teoría de la actualización de mapas, vamos a considerar aquí el elemento “Exactitud Posicional.”
- En los Estados Unidos los Estándares de Exactitud de Mapas (National Map Accuracy Standards) de 1949 indican que para mapas a escala 1:24.000, el máximo error posicional permitido es 40 pies.
- Por lo tanto, desde el punto de vista de la teoría de actualización de mapas, variaciones posiccionales menores de 40 pies no deben considerarse para los mapas a escala 1:24.000.

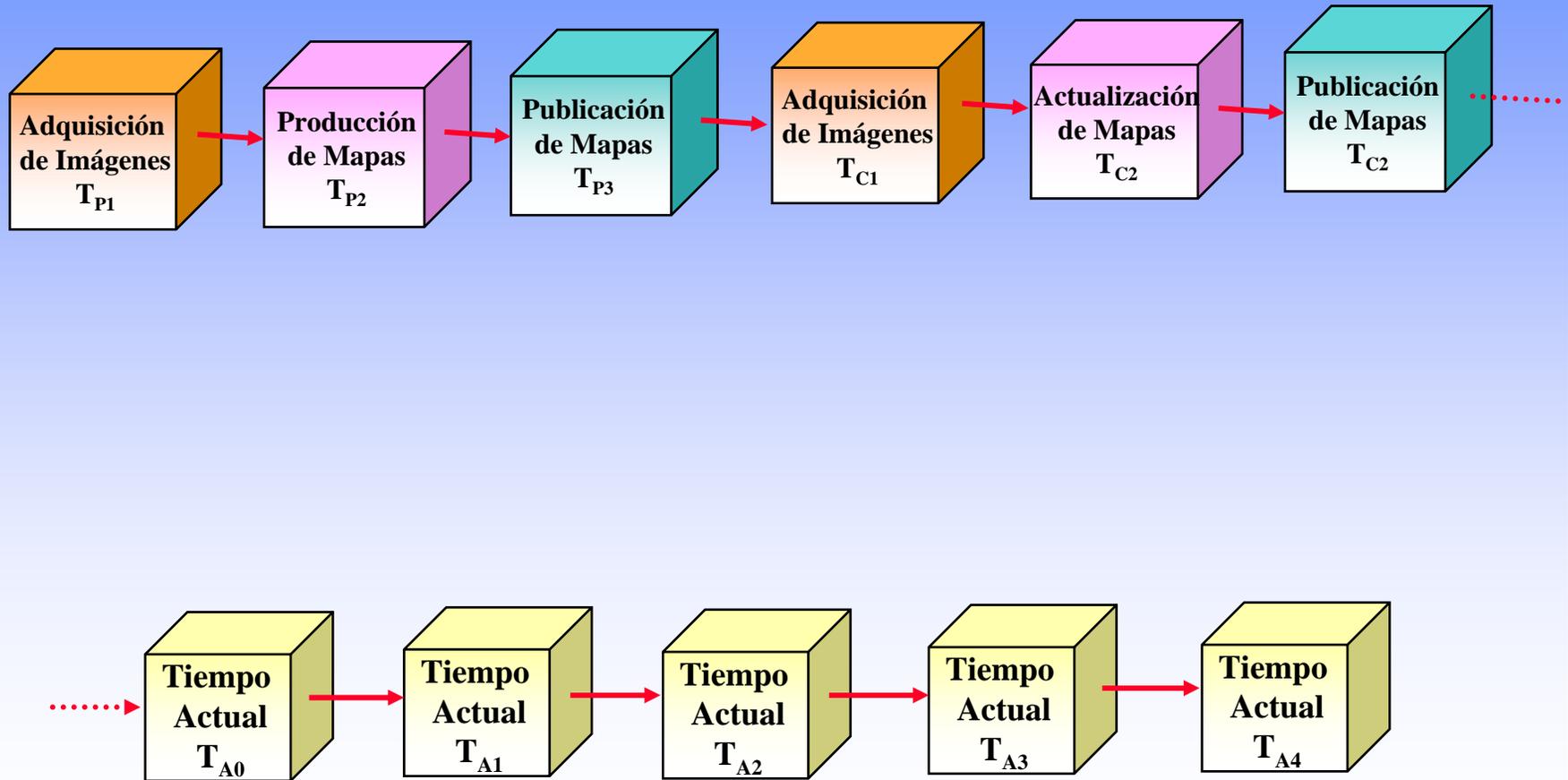


## *Definición de Actualización de Datos Geo-Espaciales*

- *Es el proceso de mejorar y corregir el contenido de datos geo-espaciales existentes con objeto de obtener una representación mas corriente del terreno de acuerdo a un propósito predefinido.*
- En otras palabras, el propósito de actualización de datos es revisar la información existente en una época  $T_1$  en el pasado para que refleje el terreno como es en una época  $T_2$  en un pasado reciente.



# *El Paso del Tiempo y Datos Geo-Espaciales*





## *El Gol de la Actualización*

$$T_C - T_P \sim 0 \quad (\text{cantidad de cambios})$$

$$T_A - T_C \sim 0 \quad (\text{cercanía a la realidad})$$



## *4. Cambios en la Superficie de la Tierra*



## *Fuentes de Cambio*

- Las fuerzas de la naturaleza: cambios sistemáticos y cambios abruptos.
- Acciones humanas: cambios sistemáticos y cambios abruptos.
- Algunos de éstos cambios son predecibles, y otros no.

Origen	Frecuencia	Magnitud	Naturaleza
Sistemático	Alta	Baja	Predecible
Abrupta	Baja	Alta	Impredecible



# *Fórmulas Básicas (1)*

(Conjuntos determinado por *comprensión*)

$M_p = \{m_p | m_p \text{ es la representación digital de un objeto el la época } T_p, \text{ a la escala } S, \text{ para el propósito } P\}$

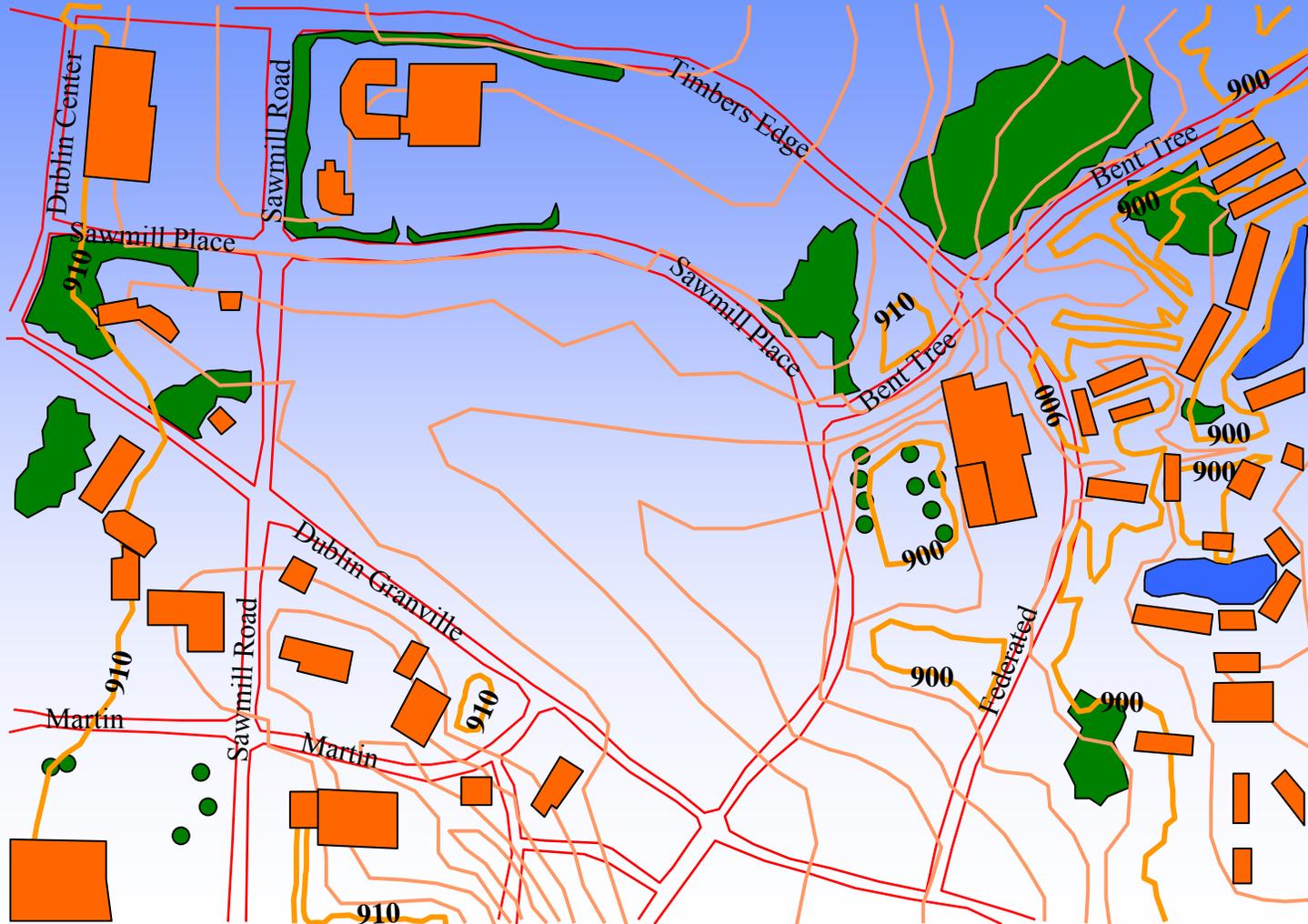
$M_c = \{m_c | m_c \text{ es la representación digital de un objeto el la época } T_c, \text{ a la escala } S, \text{ para el propósito } P\}$

$M_p =$  datos geo-espaciales obsoletos

$M_c =$  datos geo-espacial al día



# Objetos $m_P$





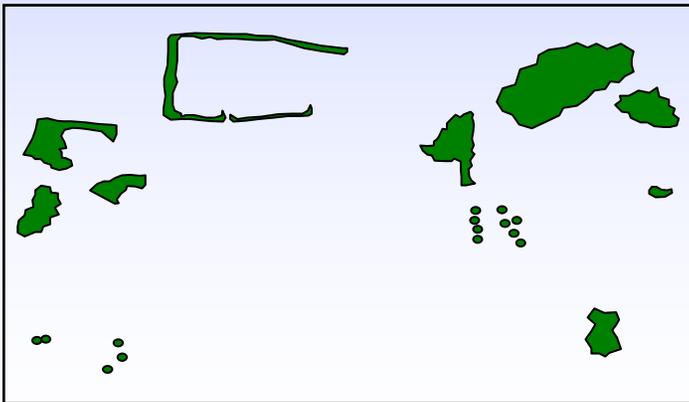
## *Fórmulas Básicas (2)*

- El conjunto  $M_p$  representando el terreno en la época  $T_p$ , en el pasado, puede expresarse en la época  $T_c$  del pasado cercano como:

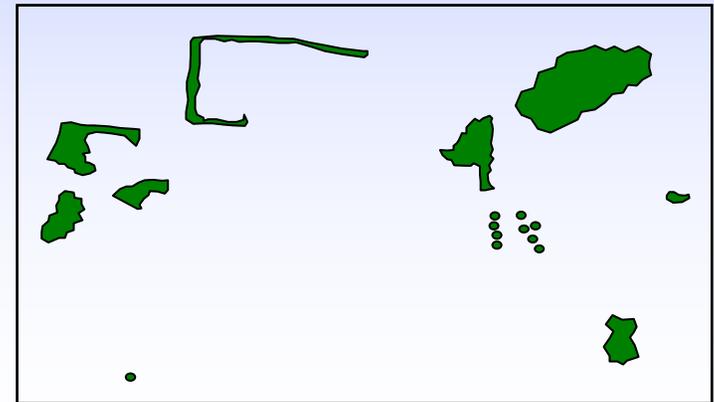
$$M_p = \{D, C, U\}$$

$D = \{d \mid d \text{ es la representación digital de un objeto que ya no existe}\}$

$M_p =$



$D =$



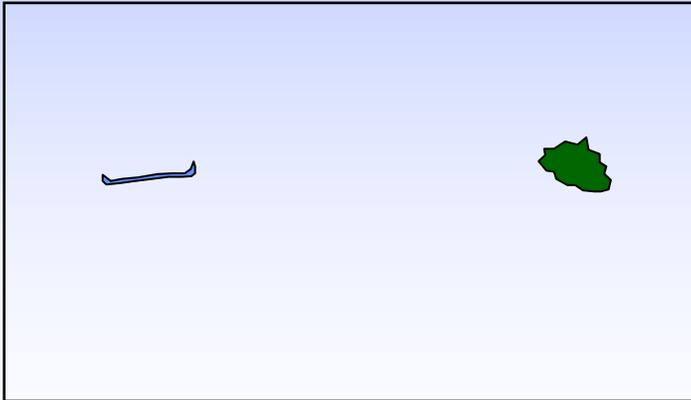


## Conjuntos $D$ , $C$ , y $U$

$C = \{c | c \text{ es la representación digital de un objeto antes de cambiar}\}$

$U = \{u | u \text{ es la representación digital de un objeto que no ha cambiado}\}$

$C =$



$U =$





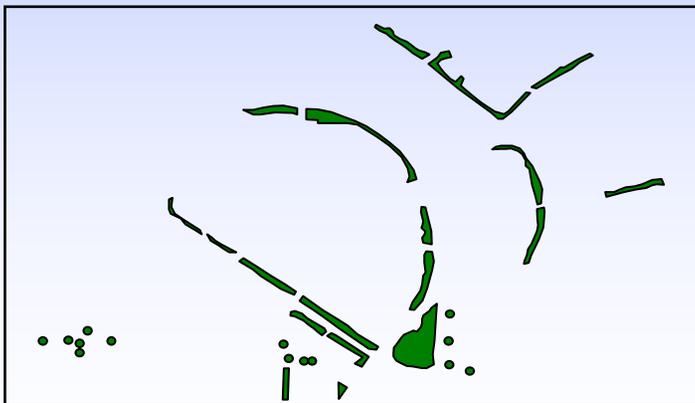
## *Fórmulas Básicas (3)*

- Con objeto de expresar el conjunto  $M_C$  en términos de  $M_P$ , se necesitan definir dos conjuntos adicionales.

$N = \{n | n \text{ es la representación digital de un nuevo objeto}\}$

$H = \{h | h \text{ es la nueva representación digital de objeto que a cambiado}\}$

$N =$



$H =$





## *Fórmulas Básicas (4)*

- El conjunto  $M_C$  se puede expresar como:

$$M_C = (M_P - \{D, C\}) \cup N \cup H$$

- Una representación más real puede ser:

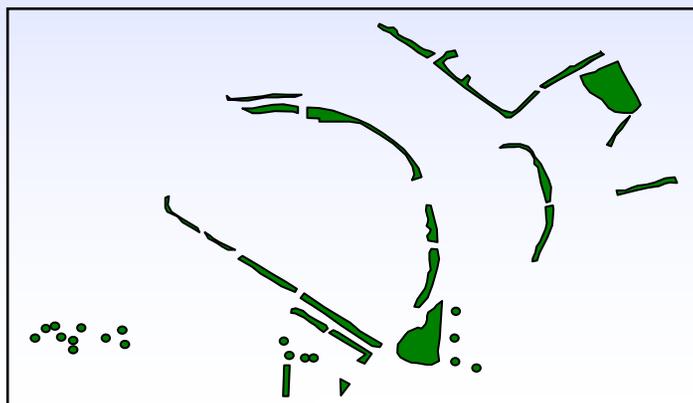
$$M_C = U \cup N \cup \alpha C$$

- Donde:

$$H = \alpha C$$

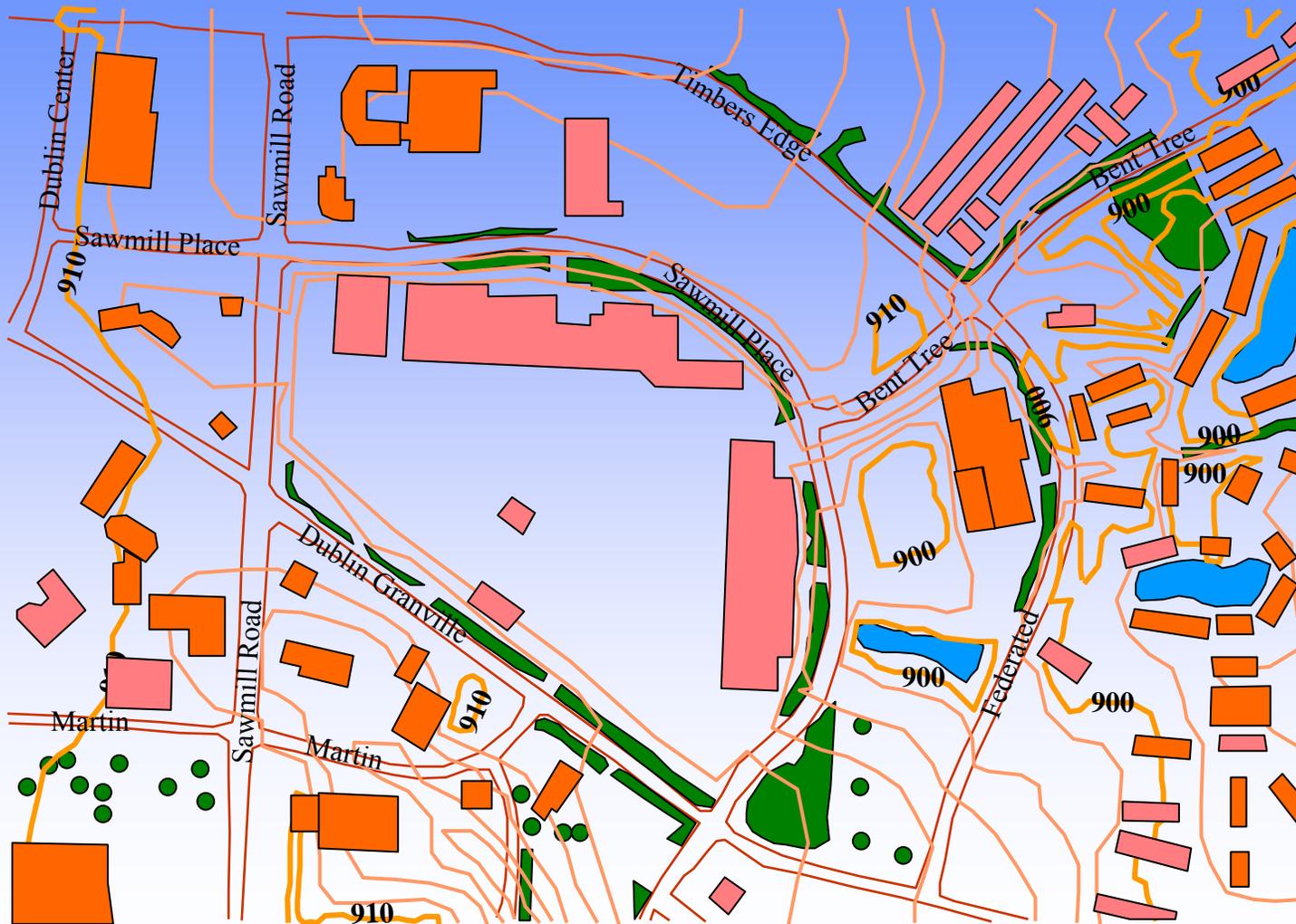
$$H = \{\alpha_1 c_1, \alpha_2 c_2, \alpha_3 c_3, \alpha_4 c_4, \dots\}$$

$M_C =$





# Objetos m<sub>C</sub>





## *Fórmulas Básicas (5)*

- Identificación y manipulación de los conjuntos **D**, **U**, y **N**, y la transformación del conjunto **C** en **H** son los goles de actualización de datos geo-espaciales.



# *Solución Determinística*



## *Introducción*

- Cómo se indicó anteriormente, actualización de mapas es exhaustiva.
- Con objeto de disminuir el tiempo y el costo de búsqueda de cambios en el terreno debemos considerar diferentes métodos de búsqueda.
- Anteriormente se indicó que los cambios en la superficie de la tierra son causados por acciones humanas y/o las fuerzas de la naturaleza.
- Algunas de las mayores actividades humanas are construcción y explotación de los recursos naturales.
- En los Estados Unidos la mayoría de éstas actividades requieren permisos del gobierno.



## *Permisos de Contrucción y/o Explotación*

- Construcción de propiedad raíz requiere permisos.
- Cambios a propiedad raíz requieren permisos.
- Construcción de vías públicas o privadas requiere permisos.
- Construcción de parques, monumentos, iglesias, represas, canales, etc., requiere permisos.
- Explotación de minas, de canteras, de areneras, etc., requiere permisos.
- Explotaciones forestales requiere permisos.



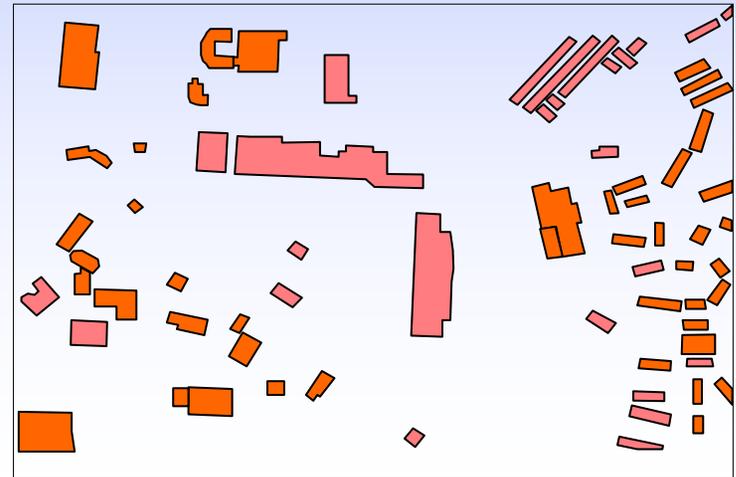
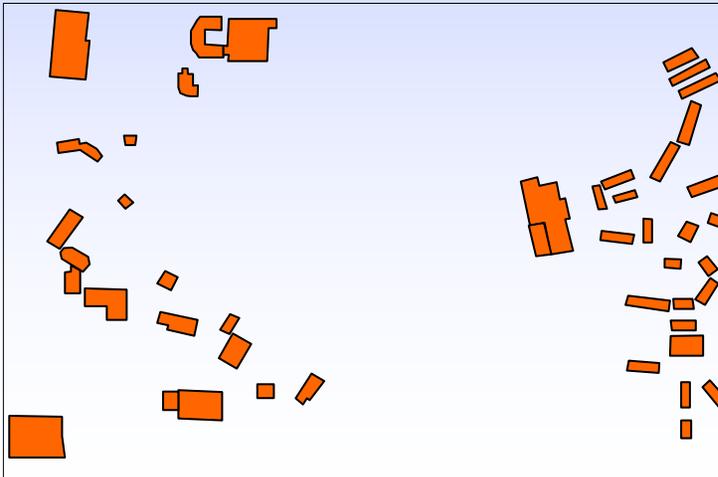
## *Las Fuerzas de la Naturaleza y Cambios*

- En los Estados Unidos la “Federal Emergency Management Agency” (FEMA) es la agencia responsable de ayuda en caso de una catástrofe.
- Esta agencia mantiene un registro de cualquier tipo de catástrofe: huracanes, terremotos, maremotos, inundaciones, deslizamiento de tierra, incendios forestales, etc.
- Estos registros en muchos casos incluyen la dirección de cualquier propiedad afectada, el nombre del dueño de la propiedad, la extensión de los daños, etc.



## *Una Solución Determinística (1)*

- Asumamos que para una zona se tienen todos los permisos de construcción (conjunto  $\mathbf{P} = \mathbf{P}_N \cup \mathbf{P}_M$ ) y toda la información de catástrofes (conjunto  $\mathbf{DI}$ ).
- En general, el conjunto  $\mathbf{P}$  indica solamente el intento de construir ( $\mathbf{P}_N$ ) o modificar ( $\mathbf{P}_M$ ).
- Asumamos que existen o se pueden adquirir imágenes y otras fuentes de datos de esa zona y que ellas (conjunto  $\mathbf{I}$ ) son mas recientes que las fechas de cambio.





## *Una Solución Determinística (2)*

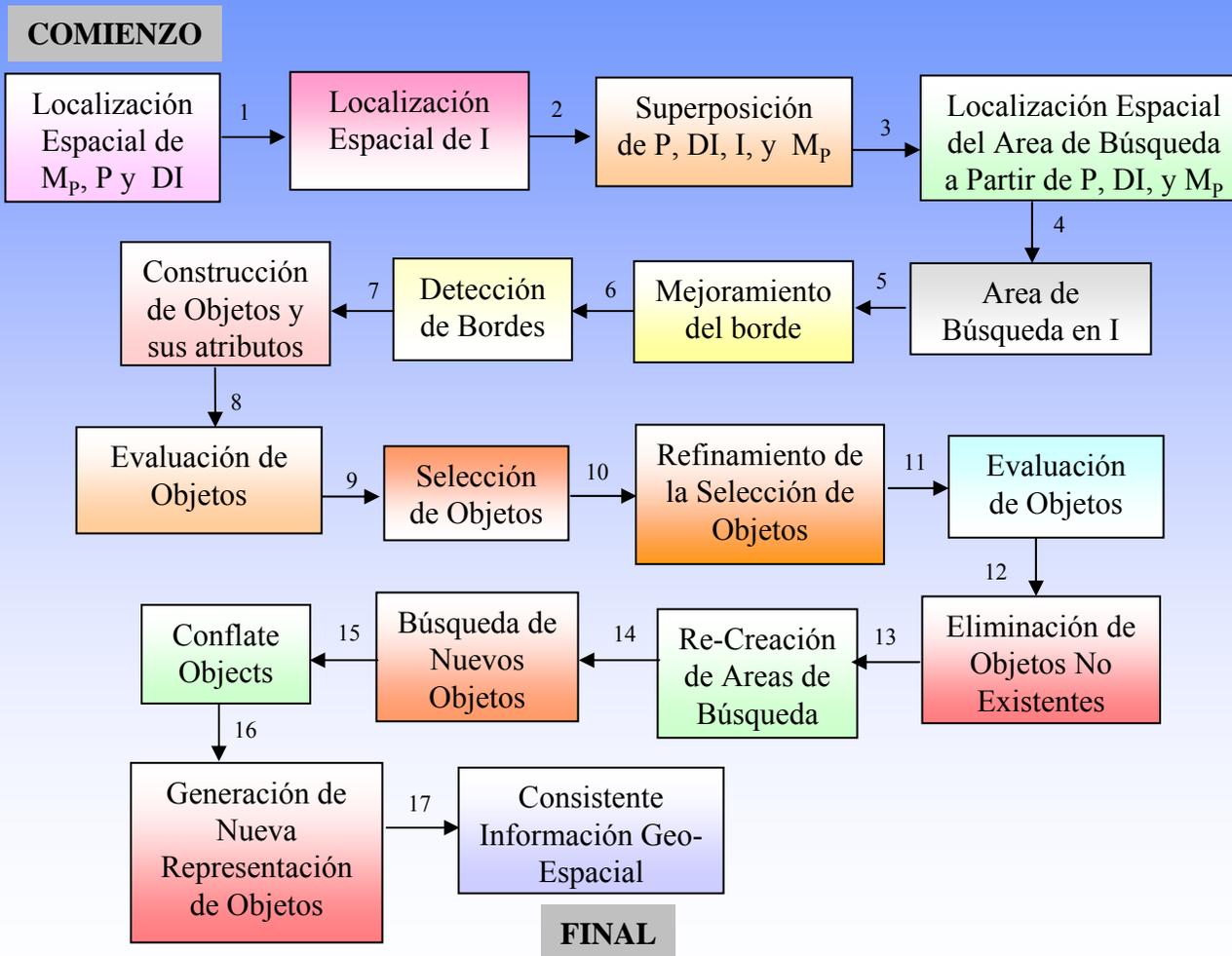
- La fórmula:

$$M_C = (M_P - \{DI, P_M\}) \cup P_N \cup H$$

- Es una aproximación a la fórmula introducida anteriormente.
- Esta fórmula se puede implementar en una solución práctica en la siguiente forma:
  - El primer paso es la localización espacial de los conjuntos **P** y **DI**.
  - El segundo paso es la localización espacial de la fuentes de datos **I**.
  - El tercer paso es la superposición de los conjuntos **M<sub>P</sub>**, **P**, **DI**, e **I**.
  - Los demás pasos se muestran el siguiente figura.



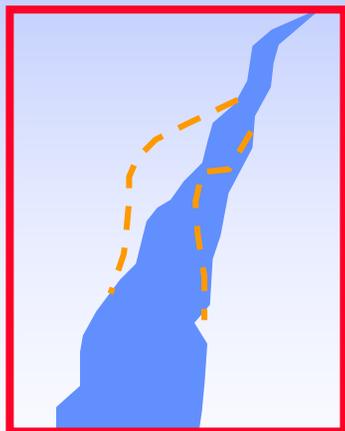
# Una Solución Determinística (3)





## *Una Solución Determinística (4)*

- Esta solución no permite encontrar los cambios sistemáticos en el terreno!
- Permisos son dados por muchas agencias.



**Ciudad**

**Condado**

**Estado**

**Gobierno  
Federal**

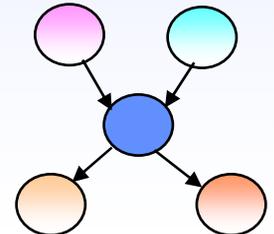


## *6. Una Solución Probabilística*



## Introducción (1)

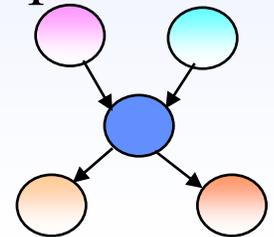
- En el pasado utilizamos las Redes Bayesianas para el cálculo de las probabilidades condicionales de casas y edificios extraídas de orto-fotografías.
- Redes Bayesianas son diagramas complejos que organizan el cuerpo de conocimiento en un área cualquiera asociando las relaciones de causa y efecto de las variables mas importantes y asignándoles un numero que representa cuanto una variable puede afectar otra.
- En una red bayesiana, cada nodo corresponde a una variable aleatoria, tal como la edad o el sexo de un paciente, el padecer cierta enfermedad, la presencia de un síntoma o el resultado de una prueba de laboratorio (F. J. Díez, 2002).





## *Introducción (2)*

- Redes Bayesianas reciben su nombre del Reverendo Thomas Bayes, quien escribió un artículo publicado en 1763, presentando una fórmula matemática para el cálculo de probabilidades entre variables que están relacionadas casualmente pero para las cuales las relaciones no pueden ser derivadas fácilmente mediante experimentos (experimentos permiten por ejemplo calcular la probabilidad de una moneda caiga cara o sello).
- Programadas en una computadora, estos sistemas pueden automáticamente generar predicciones óptimas o decisiones aun cuando piezas básicas de información no son disponibles (Leslie Helm, 1996).





## Fórmulas Básicas

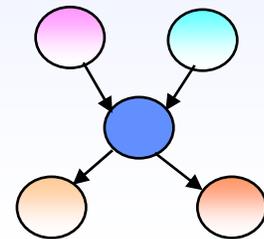
Teorema de Bayes: Dadas dos variables  $X$  e  $Y$ , tales que  $P(x) > 0$  para todo  $x$ , y  $P(y) > 0$  para todo  $y$ , se cumple

$$P(x / y) = \frac{P(x) \cdot P(y / x)}{\sum_{x'} P(x') \cdot P(y / x')}$$

Teorema de Bayes (generalizado):

Dadas dos  $n$ -tuplas  $\underline{x}$  e  $\underline{y}$  de dos subconjuntos de variables  $\underline{X}$  e  $\underline{Y}$ , respectivamente, tales que  $P(\underline{x}) > 0$  y  $P(\underline{y}) > 0$ , se cumple

$$P(\underline{x} / \underline{y}) = \frac{P(\underline{x}) \cdot P(\underline{y} / \underline{x})}{\sum_{x'} P(\underline{x}') \cdot P(\underline{y} / \underline{x}')}$$





## Modelos Gráficos

- Redes Bayesianas están relacionadas a los modelos gráficos o diagramas de influencia. Modelos gráficos son una combinación de la Teoría de Probabilidad y la Teoría Gráfica. Modelos gráficos suministran una forma de resolver problemas en los cuales hay un alto grado de incertidumbre y complejidad.
- La red bayesiana no trivial mas simple que podemos imaginar consta de dos variables, que llamaremos  $X$  e  $Y_1$ , y un arco desde la primera a la segunda. El arco indica generalmente *influencia causal*.

(Taken from F. J. Díez, 2002)





# Redes Bayesianas (1)

- Cuando  $X$  es una variable binaria correspondiente a una anomalía,  $+x$  indica la presencia de dicha anomalía y  $-x$  indica su ausencia.
- En la práctica, la información cuantitativa de una red bayesiana viene dada por la probabilidad a priori de los nodos que no tienen padres,  $P(x)$ , y por la probabilidad condicional de los nodos con padres,  $P(y_1/x)$ .

$$\begin{cases} P(+x) = 0'003 \\ P(-x) = 0'997 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P(+y_1|+x) = 0'992 & P(+y_1|-x) = 0'0006 \\ P(-y_1|+x) = 0'008 & P(-y_1|-x) = 0'9994 \end{cases}$$

(Taken from F. J. Díez, 2002)

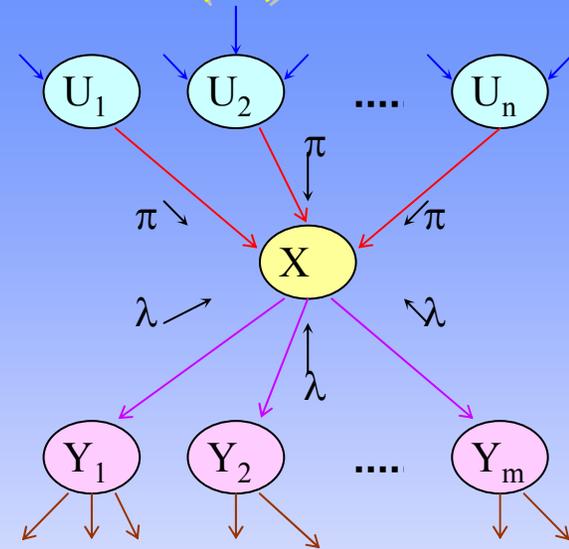
$$P(x / y) = \frac{P(x) \cdot P(y / x)}{\sum_{x'} P(x') \cdot P(y / x')}$$





## Redes Bayesianas (2)

- Este ejemplo es un nodo típico que tiene  $m$  hijos  $Y$  y  $n$  padres  $U$ . El propósito de la red es dar una creencia en cada node basado en cierta evidencia.
- Para estimar la creencia se necesita la información enviada por los padres (casual), la información enviada por los hijos (diagnóstico) y las matrices de probabilidad condicional.



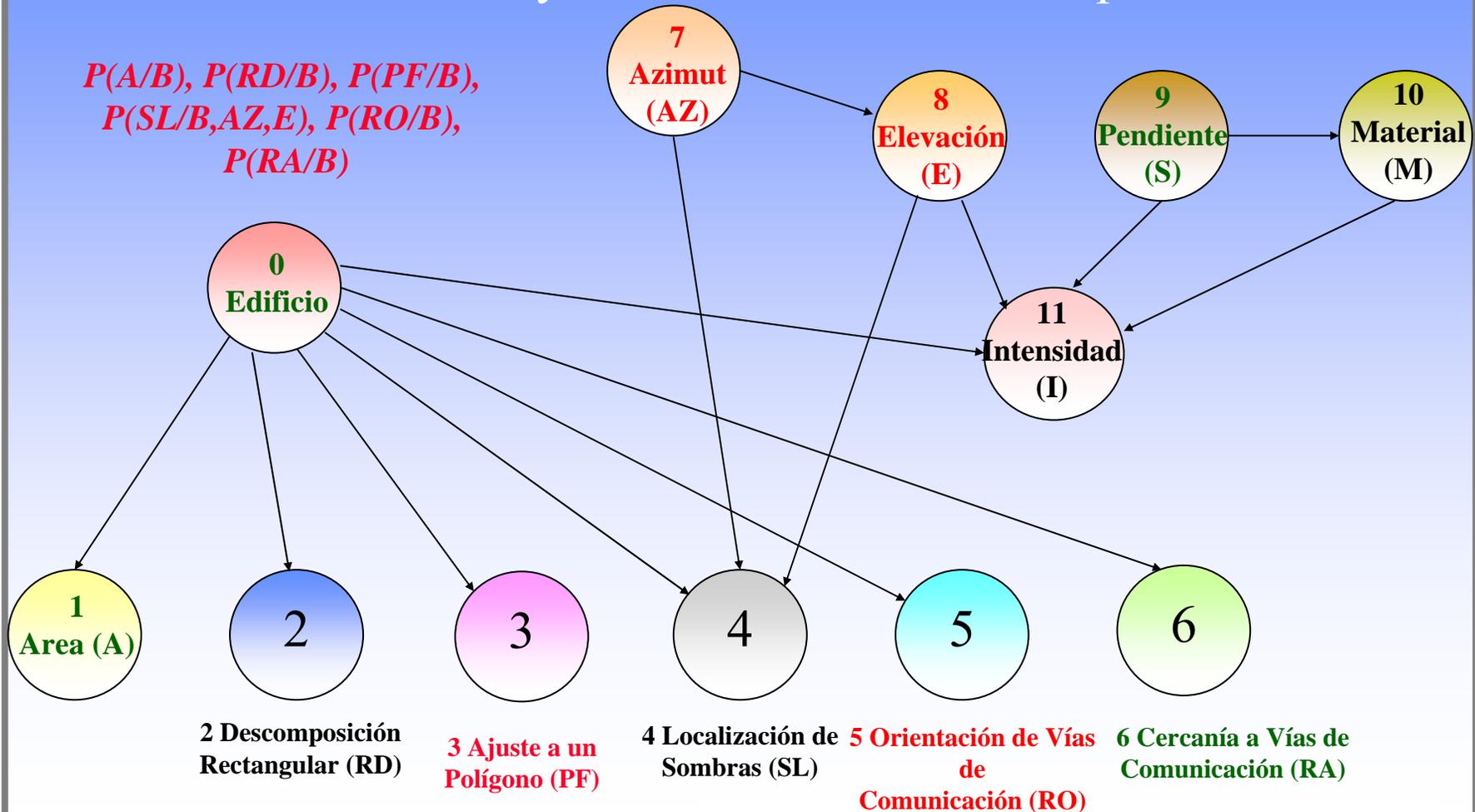
- La creencia final de cada nodo es la probabilidad posteriori actual (la probabilidad de cada nodo asumiendo todos sus estados basados en la evidencia observada).



# Red Bayesiana Para Edificios (1)

Los nodos Edificio y Azimut tienen la misma probabilidad

$P(A/B)$ ,  $P(RD/B)$ ,  $P(PF/B)$ ,  
 $P(SL/B,AZ,E)$ ,  $P(RO/B)$ ,  
 $P(RA/B)$



2 Descomposición Rectangular (RD)

3 Ajuste a un Polígono (PF)

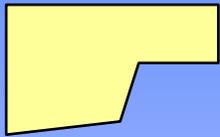
4 Localización de Sombras (SL)

5 Orientación de Vías de Comunicación (RO)

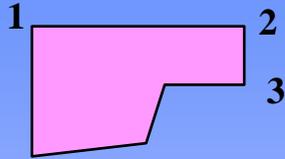
6 Cercanía a Vías de Comunicación (RA)



# Red Bayesiana Para Edificios (2)



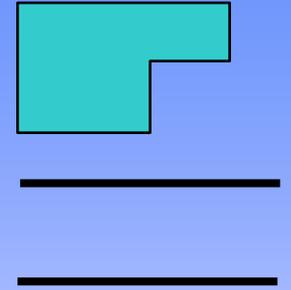
$X < \text{Area} < Y$



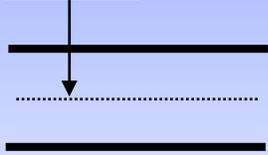
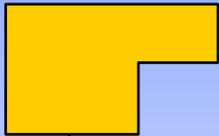
Descomposición Rectangular



Ajuste a un Polígono



Orientación de Vías de Comunicación



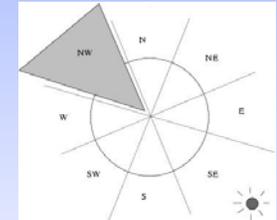
Cercanía a Vías de Comunicación



$162 < \text{Intensidad} < 163$



Azimuth  
y  
Elevación  
(Del Sol)



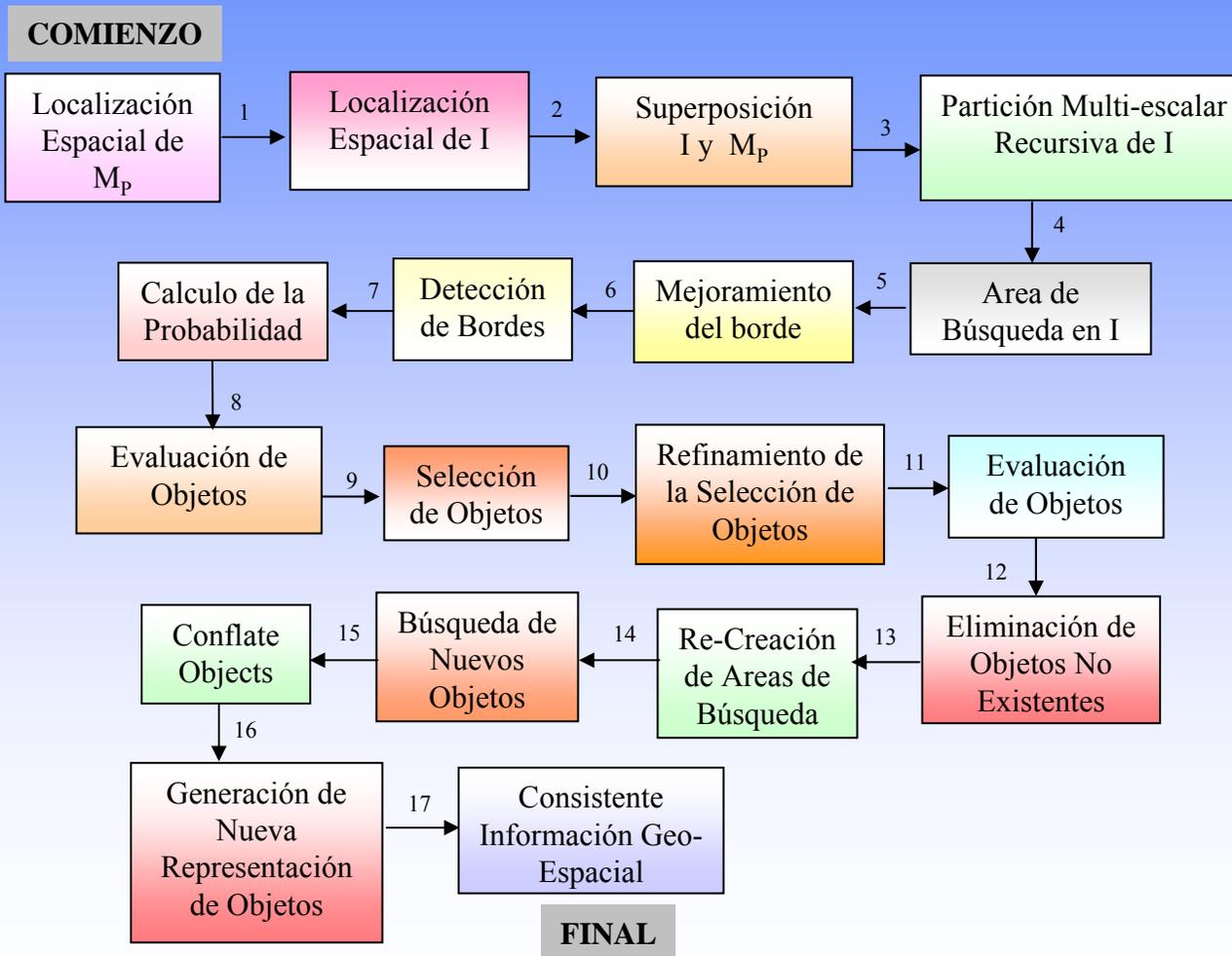
Localización de Sombras



Pendiente  
Y  
Material  
(Lambert)



# Una Solución Probabilística (1)





## *Una Solución Probabilística (2)*

- Esta solución requiere el estudio exhaustivo de toda el área.
- La calidad de la solución depende de las probabilidades a priori.



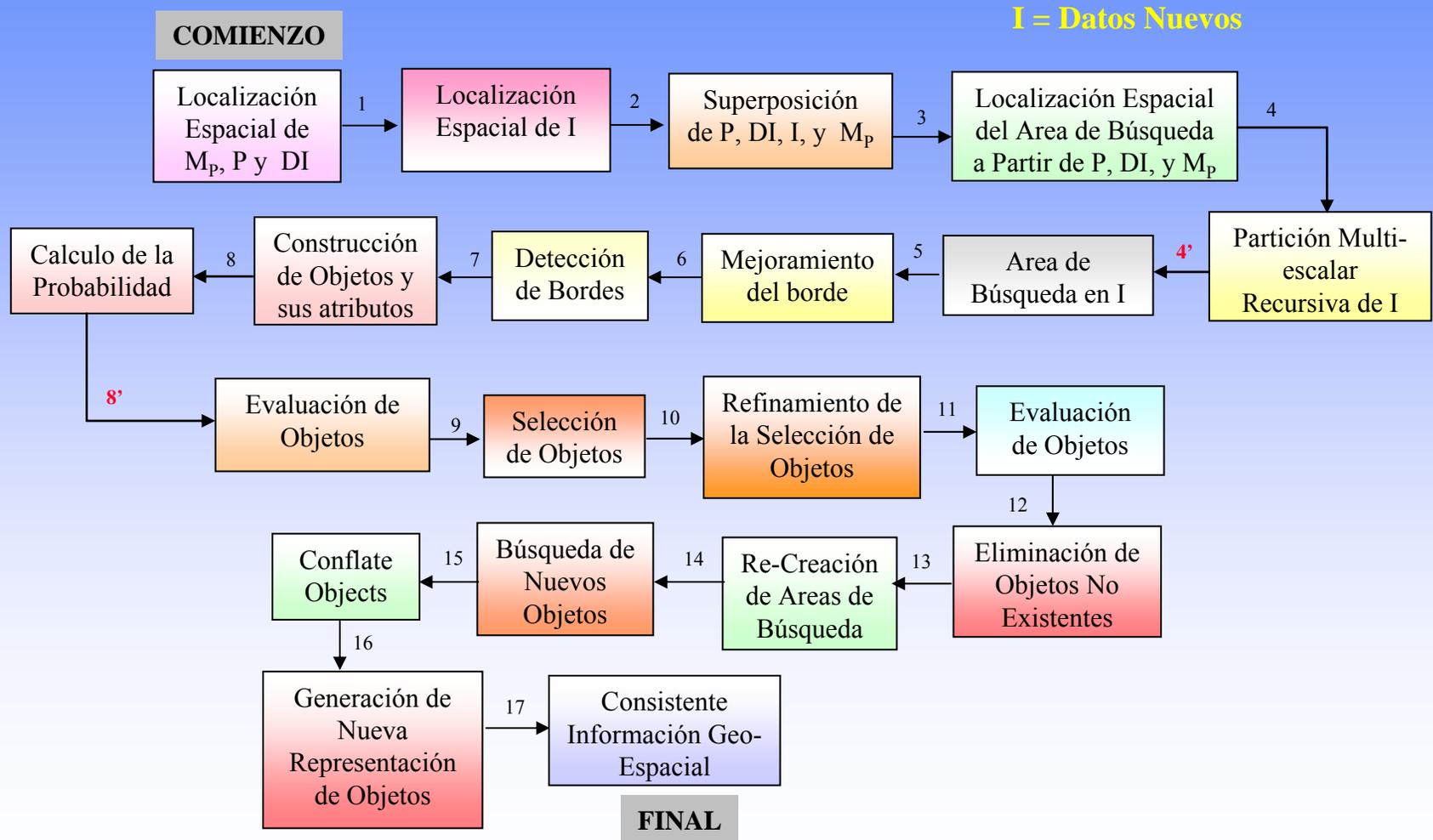
$P = ?$



## *7. Una Solución General*



# Solución Integrada (1)



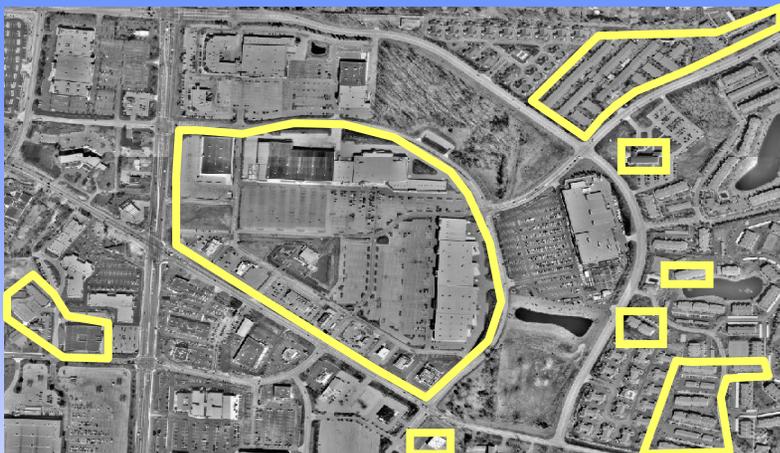


## *Solución Integrada (2)*

- El proceso comienza comparando las áreas definidas por los permisos y por desastres.
- Luego se trabaja con los objetos que requieren permisos y que están localizados fuera de las áreas de desastres.
- La búsqueda es limitada a las áreas definidas por los permisos.
- La búsqueda utiliza procesamiento de imágenes para objetos específicos en esas áreas (una clase de objetos).
- Objetos se evalúan basados en las probabilidades dadas por las redes Bayesianas.
- La búsqueda debe resultar en los conjuntos D, U, y N, y la transformación del conjunto C en H.
- Un operador chequea los resultados.
- Se coloca una máscara en esas áreas.



## *Solución Integrada (3)*



**Áreas de Búsqueda**



**Áreas con Máscaras**



**Nuevas Casas y Edificios**



## *Solución Integrada (4)*

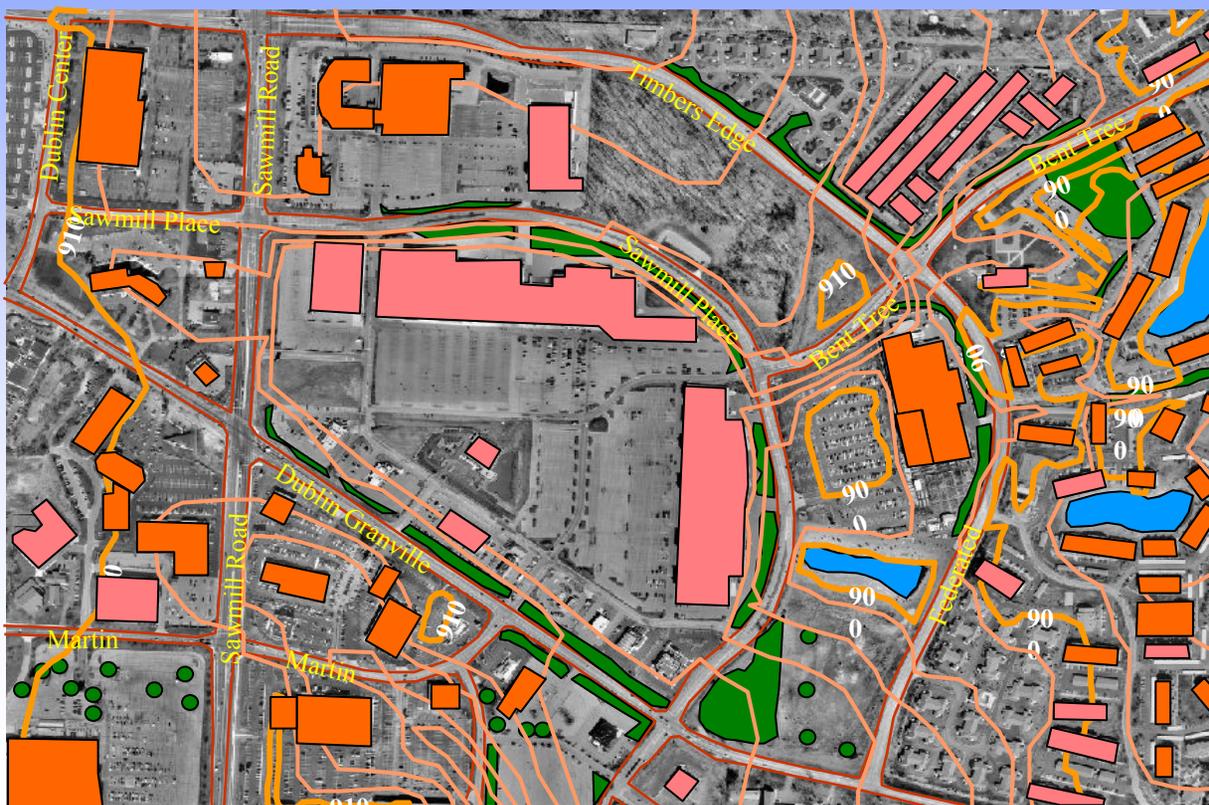
- Se toma la siguiente clase de objetos y el proceso se repite.
- Luego se trabaja con las áreas de desastres (si las hay).
- El resultado del proceso anterior deja sin procesar un área similar a la de la figura.





## *Solución Integrada (5)*

- Modelos probabilísticas se utilizan en las áreas sin máscaras.
- Un operador chequea los resultados.
- Cualquier trabajo adicional se ejecuta manualmente.





## *8. Impacto en el Futuro de los SIGs*



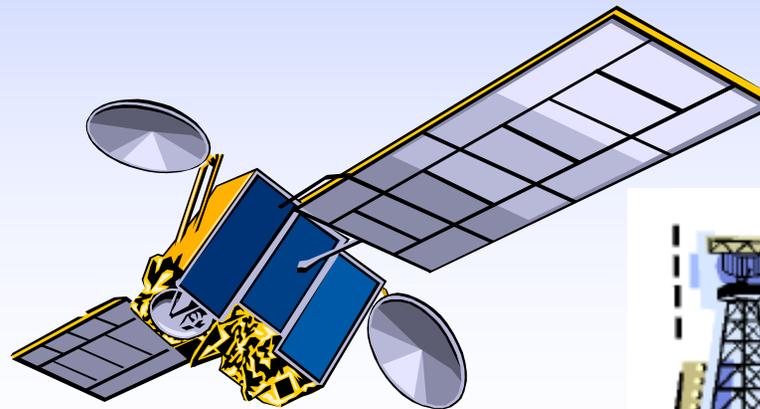
## *Actualización de Mapas y SIG (1)*

- Sistemas de Información Geográfica (SIG) continúan ganando aceptación en todo tipo de actividades profesionales, y algunos aspectos del SIG aun en el publico en general.
- La calidad de los resultados de un SIG depende de la calidad de los datos utilizados.
- Datos de baja calidad y/o desactualizados producirá resultados de baja calidad y/o incompletos, o aun erróneos.
- Actualización de mapas resulta en datos actualizados.
- Eficiente actualización de mapas es la mejor alternativa.
- Actualización de mapas en semanas o meses es posible!



## *Actualización de Mapas y SIG (2)*

- Nuevas formas de adquisición y transmisión de datos tales como cámaras digitales, escáneres láser, imágenes de satélites, redes inalámbricas, información de bolsillo, etc., permiten el desarrollo de métodos eficientes en tiempo y costo.





## *Actualización de Mapas y SIG (3)*

- Nuevas soluciones al problema de actualización de mapas permitirán acortar el tiempo y el costo de actualización.
- Información mas corriente mejorará los resultados del SIG.
- Por lo tanto el futuro del SIG depende del progreso de actualización de mapas.
- Progreso en actualización de mapas requiere una gran cantidad de investigación adicional.
- Esta investigación es un gran desafío para los investigadores!



**Esto es Todo.  
Gracias!**