



Fundamentos de

Segunda Parte

(Otras herramientas)

ArcGIS

versión ArcView 9.1

Utorial de lecturas -VERSIÓN PRELIMINAR-

preparado por Iván Santiago Área de Tecnologías de Información Gubernamental Oficina de Gerencia y Presupuesto Versión 0.1, oct, 2006

$\mathbf{O}|\mathbf{G}|\mathbf{P}$

<u>Índice</u>:





Capítulo I: Clasificación numérica, representación gráfica para páginas de impresión (layouts)

Introducción:

Este manual de ejercicios supone que los estudiantes tengan conocimientos básicos de ArcGIS ArcView versión 8, o 9 (Fundamentos de ArcView 9.1) o equivalente. Si no posee estos conocimientos le recomendamos descargar el Tutorial Fundamentos de ArcView 9 disponible en nuestra dirección de gobierno electrónico:

http://www.gobierno.pr/G2GPortal/Inicio/ComunidadIT/SIG/ApoyoTecnico.htm

En dicho lugar, encontrará el tutorial de lecturas, y el de ejercicios. En su lugar, existe una amplia selección de libros en inglés, tanto de la casa editora ESRI, como otros independientes los cuales les explicarán los conceptos y procedimientos básicos para usar este sistema de información geográfica.

Convenciones:

En la medida de lo posible, incluiremos figuras y gráficas para ayudar al estudiante, especialmente en los primeros capítulos. En los capítulos siguientes las instrucciones incluirán solamente las gráficas necesarias.

Este documento está abierto a sugerencias. Agradeceríamos que las hagan llegar a nuestra dirección electrónica: <u>isantiago@ogp.gobierno.pr</u>

Datos utilizados:

Los datos que presentaremos en los ejercicios provienen de varias agencias estatales y federales. Todos los datos se circunscriben al área local de Puerto Rico.

Audiencia:

El curso está preparado para cualquier audiencia que tenga los conocimientos de ArcGIS mencionados arriba, aunque vislumbramos que participen solamente los empleados del gobierno estatal o de gobiernos municipales.

Temas:

- Clasificación de datos y escalas de medición.
- Tipos de datos numéricos y normalización.
- Representación gráfica: Variables visuales.
- Representación de datos cuantitativos.
- Clasificación de datos cualitativos y cuantitativos.
- Interfaz para presentar y clasificar los datos cuantitativos.
- Simbología.
- Style Manager.
- Uso de niveles de símbolización para efectos cartográficos.
- Uso de layers para enmascarar otros layers.
- Herramientas adicionales y opciones para la página de impresión.
- Recorte siguiendo una forma (área) Clip to Shape
- Métodos para generar páginas para impresión (Layouts)

Clasificación de datos:

A menudo es necesario resumir la información, o presentarla de cierta manera, de modo que nos muestre una caracterización de los fenómenos y objetos de manera organizada, compatible con nuestras convenciones preceptuales y que sea agradable a la vista. Antes debemos pasar por una discusión en términos generales sobre la naturaleza de los datos y cómo se miden.

Escalas (niveles) de medición

Para tener una mejor idea de cómo están configurados los datos, es necesario entender estos niveles de medición:

<u>Nominal</u>: es el nivel más básico y supone nombres o cualidades de un objeto. Por ejemplo, los tipos de suelos, las clasificaciones (uso y reglamentación del terreno), la religión en un lugar, (en los Balcanes, por ejemplo, religión: musulmanes, cristianos, cristianos católicos, cristianos ortodoxos, nacionalidades-etnias: albaneses, croatas, serbios, bosnios, montenegrinos, eslovenos, griegos, turcos, búlgaros, rumanos, etc).

<u>Ordinal</u>: Supone como dice el nombre, ordenar. A menudo se expresa en términos de alto, moderado, bajo,... primero, segundo tercero...

<u>Intervalo</u>: Toma un grupo de datos numéricos, se ordenan y se pueden hacer operaciones matemáticas entre estos valores, tales como suma o resta (distancia). En el caso de este nivel de medición, la existencia del cero no significa que no exista el atributo medido. Por ejemplo, en el caso de temperatura medida en grados Fahrenheit, el cero no significa la ausencia total de calor. Las comparaciones matemáticas de división/multiplicación, no son válidas en la escala de intervalo.

<u>Razón</u>: Contiene las propiedades de la escala de intervalo (distancia) pero en esta escala, el cero implica la ausencia del atributo medido. Por ejemplo, la escala Richter mide movimientos en la corteza de la tierra. La ausencia de movimiento entonces se denotaría con cero.

Tipos de datos numéricos

Los datos pueden resumirse según su naturaleza. En este apartado hablaremos de los datos numéricos y su tratamiento para clasificarlos. Entre éstos se encuentran los datos numéricos basados en <u>conteos</u>:

- Población
- Número de viviendas
- Cantidad de accidentes en determinado lugar
- Cantidad de votantes por un candidato, etc

Normalización:

En otras ocasiones, es preciso comparar cantidades. Sin embargo, las cantidades no siempre son comparables. A menudo, es necesario hacer la comparación usando un elemento común entre dos cantidades. Por ejemplo:

Dos países X, Z tienen cierta cantidad de muertes este año. En Z murieron 100 y en X 1,500. ¿Podemos decir que en X mueren más que en Z? Los conteos así lo confirman, pero es una verdad a medias porque en realidad en X vivían 100 veces más personas que en Z. Por lo tanto es mejor comparar de manera que estos conteos tengan un atributo adicional en común. En casos de tasas de natalidad, se ha preferido tomar el número de nacimientos por cada mil mujeres en edad apta para gestación.

Los datos son entonces *normalizados* o estandarizados, permitiendo así la comparación entre sí. Normalmente, se escoje la operación de división entre cantidades y el dato "normal" para comparar. Ejemplos de este tipo de datos pueden ser las densidades, razones, proporciones y porcentajes:

Densidad poblacional (cantidades por unidad de área)

Tasas o razones (cantidad de casos divididos por una cantidad fija: muertes por cáncer por cada cien mil habitantes) (magnitud de un fenómeno específico, dividido por el valor mínimo, máximo de este fenómeno estudiado).

Otro tipo de normalización es el uso de razones que se apoyan resúmenes numéricos previos para comparar. Por ejemplo, comparar un caso específico con el promedio (media estadística) o comparar usando otra medida de tendencia central (moda o mediana) o de dispersión (varianza y desviación típica).

A continuación se discutirá sobre cómo asociar la información tabular con la parte visual. Sobre este tema nos apoyaremos en el trabajo de Jacques Bertin y otros, que nos dan ideas sobre la mejor manera de representar datos de distinto tipo mediante gráficas o variables visuales (retinales según Bertin).

Representación gráfica: Variables visuales

En esta parte hablaremos sobre la representación simbólica en mapas tomado del trabajo del autor francés, Jacques Bertin (*Sémilogie graphique*, 1967-73). A continuación se describen someramente los fundamentos de la representación gráfica en mapas. Las **variables visuales** descritas por Bertin son las siguientes:

Forma, tamaño, luminosidad, orientación, tonalidad de color, y textura.



Adaptado de M. Monmonier, Mapping it out, Chicago Press, 1993.

- Cada una de estas variables visuales se asocia a determinada representación cartográfica. Variables retinales
 - <u>Forma</u> Se asocia principalmente con variables cualitativas, para localizar y distinguir cosas de diferente naturaleza: puentes, centros comerciales, estaciones de radio, y otros.
 - <u>Tamaño</u> Es utilizado para representar variables cuantitativas de tipo magnitud o conteos. Por ejemplo, se puede ver frecuentemente mapas temáticos usando símbolos que guardan proporción con la cantidad de habitantes, número de establecimientos por áreas, y otros.
 - <u>Luminosidad</u> Se usa para interpretar orden numérico. Por lo regular, se presentan en gradaciones de gris o de un color en particular. Entre estas variables se encuentran las razones, proporciones y porcentajes.

- <u>Orientación</u> Se usa especialmente para representar dirección en las líneas. Se pueden ver en distintos mapas como los meteorológicos (dirección y magnitud de vientos), dirección de flujo de agua, dirección migratoria en mapas de movimientos migratorios, etcétera.
- <u>Tonalidad de color</u> Análogo al uso de las formas, las tonalidades pueden representar fácil y rápidamente diferentes tipos de elementos cualitativos en mapas tales como uso del terreno, zonas de reglamentación y otras. No se debe usar para representar variables cuantitativas a menos que estos colores sean combinados con una gradación de luminosidad combinada con la gama de colores.
- <u>Textura</u> Se puede usar tanto para mostrar variables cuantitativas como cualitativas. Funciona de manera parecida a las tonalidades de color en cuanto al uso de texturas diferentes para representar cosas diferentes.
 Se puede usar para representar variables cuantitativas cuando la textura es similar en los elementos representados y solo se añade más espacio para dar la impresión de menor intensidad. Es útil cuando no se dispone de impresoras a color.

Representación de datos cuantitativos

Métodos de simbolización

Símbolos proporcionales y símbolos graduados

Símbolos graduados				
	Ventajas	Desventajas		
Los valores se agrupan en clases. Dentro de una clase (grupo), todos los objetos son dibujados usando el mismo tamaño.	Se debe usar cuando el conjunto de datos tiene gran amplitud o diferencia entre el mínimo y el máximo.	No se puede distinguir los valores individuales de cada objeto.		
Símbolos proporcionales				
	Ventajas	Desventajas		
	Representa los valores de	Cuando existen demasiados		
El tamaño del símbolo es proporcional al valor	manera más precisa.	valores, se hace difícil distinguir		
del objeto.		los tamaños de cada objeto. En		
		ese caso, es mejor usar el método		
		de símbolos graduados.		

Símbolos graduados:



Símbolos proporcionales:



Gráficas

Pie charts:

Presenta valores resumidos mediante gráficas tales como barras y círculos divididos (pie charts). Ofrece la opción de símbolos graduados para representar cantidades.

Generalmente se usan para representar datos que completan un total (en distintos campos en una tabla) en un solo mapa.



Escuelas participantes, matrícula total y matrícula en Comunidades Especiales Matrícula Tamaño del círculo representa cantidad de escuelas participantes Matrícula en Comunidades Especiales

Escuelas par Mínimo: 1 Maximo: 35	ticip	antes	N N N	Aatrícula Aínimo: 55 Aaximo: 40)31
Matrícula en Mínimo: 32 Maximo: 2338	Con	nunid	ades Es	speciales	
	10	5 0	10	20	30 kilómetro
	10	5	0	10)

Gráficas de Barras:

Presenta información contenida en distintos campos mediante diagramas de barras.



Dot density (mapas punteados):

Se usa para representar cantidades en áreas usando puntos. La cantidad de puntos representa el valor de cada área.



Voto por candidatos a alcalde,

Elecciones 2004 en Zona Metropolitana de San Juan y áreas vecinas, dividos por sub-distrito electoral (unidad).



Atributos múltiples

En este caso, se usa un solo feature class o layer para representar dos atributos relacionados a cada municipio: estado de transferencia y el costo de la transferencia. La opción de múltiples atributos trabaja mejor cuando se combina un atributo numérico con uno textual o comparando dos atributos numéricos. En el caso de comparar dos o más atributos textuales, la leyenda se torna complicada al extremo de enumerar cada combinación única entre estos, dando lugar a una leyenda muy extensa y difícil de interpretar.





Es posible lograr el mismo efecto, copiando la misma capa o feature class y usar una de las copias para la representación de símbolos graduados o proporcionales.

Clasificación de datos cualitativos

En general, cuando se clasifica o resume este tipo de datos se emplea la generalización. Por ejemplo, en un mapa geológico, se puede generalizar la información de áreas geológicas de las épocas en periodos y eventualmente en eras:



Clasificación de datos cuantitativos.

Los programas de cartografía de sobremesa (desktop mapping) y algunos sistemas de información geográfica ofrecen la funcionalidad de representar gráficamente los datos numéricos de forma resumida. En ArcMap, los métodos de clasificación numérica son los siguientes:

Método	Descripción
Rompimiento natural (Natural	Este método es el que aparece por defecto. El propósito
<u>Breaks)</u> o <u>método Jenks</u> (Jenks, G.,	de éste es encontrar la menor variación entre grupos de
1971)	valores (varianza mínima entre clases).
Manual	Permite al usuario delimitar sus propios límites entre
	clases usando valores existentes.
Intervalos equidistantes (Equal	Este método clasifica los valores usando clases de igual
Interval)	distancia o tamaño, tomando en consideración el valor
	máximo, restándole el mínimo y dividiéndolo por el
	número de clases ((Xmax – Xmin) / Nclases). El usuario
	especifica el número de clases. Sus resultados son
	parecidos al método de cuantilas (quantiles).
<u>Intervalos definidos</u> (Defined Interval)	En este método, el usuario define el espacio del intervalo
	y ArcMap calculará el número de clases. Por ejemplo, en
	una distribución de datos de cero a 110, si se escoje el
	intervalo 7, aparecerán 16 clases.
<u>Cuantilas</u> (Quantiles)	Cada clase tiene el mismo número de elementos. Se usa a
	menudo para distinguir grupos ordenados o para mostrar
	por ejemplo los primeros 10 o últimos 10.
Desviación estándar	Se utiliza principalmente para mostrar objetos con
	comportamiento atípico. La desviación estándar es un
	parámetro utilizado para medir la variabilidad (diferencias
	entre valores) dentro de un conjunto de datos.

A continuación se muestran algunos de los métodos con sus ventajas y desventajas.

Método de clasificación	Ventajas	Desventajas
Natural Breaks (Rompimiento natural en la distribución de frecuencias de los datos)	 Para datos numéricos que están distribuidos de manera dispar, o que no sigan una distribución normal de valores. 	 Las clases responden solamente al conjunto de datos tratado. Es difícil hacer comparaciones entre dos o más distribuciones. Es difícil distinguir clases cuando el conjunto de datos es distribuido equitativamente
Quantile (Cuantilas)	 Ideal para datos numéricos distribuidos de manera lineal. Una distribución lineal se refiere a cuando ordenamos los datos y obtenemos una línea más o menos recta cuando conectamos las barras del histograma. Comparar áreas con tamaños similares. Para enfatizar la posición de uno o más objetos dentro de una distribución ordenada. 	 En caso de distribuciones no lineales, la división de clases puede separar valores parecidos, exagerando diferencias insignificantes. Por el contrario, se puede agrupar valores muy diferentes en una sola clase, escondiendo diferencias importantes.
Equal Interval (Intervalos regulares)	 Al igual que el método de cuantilas, ayuda a enfatizar el valor de un objeto dentro de una distribución ordenada. Es más fácil de entender para audiencias no técnicas. Se usa también para presentar datos tales como elevación, temperatura o precipitación. 	 Iguales al método "quantiles". Puede existir uno o más grupos o clases sin ningún objeto.
Standard Deviation (Desviación Estándar)	• Como se mencionara anteriormente, este método se usa para mostrar valores atípicos mediante la diferencia entre el valor del objeto y su relación (diferencia) con el promedio (media) de la distribución. La diferencia se mide en desviaciones estándar (s). $s = \frac{\sqrt{\sum (x_{i-}\bar{x})^{2}}}{(n-1)}$	 Cuando la distribución es sesgada, el valor de la media no representa exactamente una tendencia central. De este modo, algunos valores diferentes pueden agruparse en la misma clase. No presenta los valores reales de la distribución sino cuánto se diferencian de la media en términos de la desviación estándar.

Ventajas y desventajas de los métodos de clasificación:

Se debe recordar que, <u>ningún método de clasificación es necesariamente mejor que otro</u>. Debemos conocer la distribución de los datos para poder aplicar el método de clasificación que mejor responda a la realidad de ésta. Por otra parte, es posible el uso de estos métodos para manipular los datos a conveniencia, pero esto es tema de otra discusión.

Interfaz para explorar y clasificar los datos cuantitativos

Por lo pronto, regresaremos al programa ArcMap, viendo cómo podemos inspeccionar la distribución gráficamente. Dentro de la opción de simbología (**Symbology** tab) en **Properties**, del feature class, es posible ver esta distribución.



Esta interfaz permite:

- Acercamientos (zoom & reset zoom) al histograma (gráfica de barras)
- Añadir rompimientos de clases (class breaks)
- Centralizar el histograma

Las opciones de exculsión de datos (**Data Exclusion**) permiten remover temporeramente los valores que inciden en el sesgo de la distribución de datos.

Query Legend
Exclude glause: PrecI33Vars.TRCTBLKGR** PrecI33Vars.AREALAND** PrecI33Vars.PDP100* PrecI33Vars.PD100* PrecI33Vars.PD1700EIGN** PrecI33Vars.PD77001**
= <> Li <u>ke</u> > >= A <u>Ω</u> d < <= Ω _I _ ½ () Nα <u>i</u> [s Get Unique ¥alues <u>G</u> o Tα.
SELECT *FROM polkg2k polygon_XHERE: "Pres03Vars.PCTFOREIGN" = 0 Clear Verify Help Loag Saye
OK Cancel

El histograma anterior muestra este ejemplo, una vez removidos los records iguales a cero. Aún así es notable la gran cantidad de casos que están cercanos al cero.

Por otro lado, cuando los datos son extremadamente numerosos, la opción **Sampling** permite tomar solamente una muestra de los valores. Si queremos tomar todos los valores, debemos averiguar el número de récords en la tabla y escribir este número en la opción de Sampling.

a a ca a a confirma a	
Data Sampling	
Maximum Sample Size: 10000	
Sampling method	
 First 10000 records 	
C Bandom records	
C Every N 'th record	
OK	Cancel

Simbología

Un estilo-esquema (**Style**) contiene un conjunto de símbolos que se organizan para hacer mapas. Estos estilos incluyen elementos tales como símbolos, barras de escalas, rosas de los vientos, y distintos esquemas de colores. ArcMap también permite añadir otros estilos y símbolos definidos o generados por el usuario.

ArcMap incluye un gran número de estilos pre determinados para distintos tipos de geometrías, las cuales ofrecen gran variedad de opciones para representación de datos. Estos símbolos han sido agrupados en categorías por disciplinas. Por defecto, ArcMap no muestra todos los estilos contenidos en el grupo (palette) **ESRI.style**. Es necesario tomar de este grupo a otros estilos que se estimen necesarios.



Style Manager

Este provee la interfaz para manejar los estilos y añadir otros nuevos o prestados (import). El mismo se accede mediante **Tools | Styles | Style Manager** desde el menú principal. `



Este contiene toda la simbología por tipos o categorías: desde sistemas de referencia, colores, sombreados, y otros más como aparece en el gráfico arriba en la parte izquierda. Por otro lado, es posible añadir más símbolos haciendo right click y escogiendo la opción **New** >.

Personalización de símbolos (custom symbols)

Se puede añadir símbolos de tipo lineal o punteado. En el caso de símbolos lineales existen cuatro opciones:

- <u>Simple</u>: Líneas de un solo píxel que son las que más rápido se cargan al monitor. Las mismas pueden ser sólidas, de distinta anchura o con algún patrón definido (recortados etc).
- <u>Cartográfico</u>: Patrones de líneas rectas con decoraciones derivadas de símbolos punteados
- <u>Hash</u> (picado): Líneas cortas, plantillas y decorados punteados
- Marker (punteado): Análogo al anterior pero basado en decorados punteados

Por su parte, los símbolos punteados (Marker) se usan para denotar símbolos punteados, etiquetas (labels) y anotaciones en el mapa. Estos pueden usarse en combinación con otros símbolos para el decorado de líneas y patrones de relleno en áreas y fondos (backgrounds). Al igual que los símbolos lineales, también poseen cuatro opciones:

- <u>Simple</u>: símbolo (glifo) simple que carga rápidamente al monitor
- <u>Character</u> (símbolos por letra) basado en los True Type Fonts (TTF) del Sistema Operativo
- <u>Arrow</u> (flechas), también provenientes de los TTFs
- <u>Picture</u> (imágenes en formato bitmap) Obtenidas mediante imágenes pequeñas en formato bmp o enhanced metafile (.bmp o .emf).

Uso de niveles de símbolización para efectos cartográficos.

ArcMap permite cambiar el orden de presentación de capas para obtener efectos especiales. El orden de despliegue de capas puede ser modificado, presentando un orden específico. Es útil para unir temporeramente áreas con un mismo atributo. Otro uso común es la simbolización de líneas que se solapan como en el gráfico a continuación.



Symbol	Layer Name	Label	Join	Merge	
	carr-secundarias		✓		
	carr-terciarias				
	carr-primarias	1			

En este ejemplo, las intersecciones entre las carreteras primarias se disuelven dando la apariencia de un polígono en forma de bordes de pavimentos.

Uso de layers para enmascarar otros layers

El enmascarado se basa en el solape de un layer de polígonos sobre otros. Esta máscara puede usarse entre otras cosas para producir zonas vacías para ubicar anotaciones o etiquetas tales como el ejemplo siguiente:



Aclaramos que este ejemplo no está disponible para ArcView, porque las herramientas "Masking"tales como **Feature Outline Masks** no aparecen en el ArcToolbox de ArcView. Sin embargo, si el usuario pudiera generar estos polígonos de otra manera, se podrá hacer el enmascarado de todos modos.



Herramientas adicionales y opciones para la página de impresión Rectángulo de extensión (Extent Rectangle)



Esta opción se activa cuando se convoca el menú de las propiedades del Data Frame. En este caso, el data frame de localización muestra el Data frame Área de estudio, el

cual contiene la fotografía aérea.

Recorte siguiendo una forma (área) Clip to Shape:





En este caso, un círculo hecho previamente como figura gráfica sirve como modelo. La forma puede ser producida tanto como un gráfico o como un feature class.

Métodos para generar páginas para impresión (Layouts)

Una página para impresión puede hacerse de tres maneras:

- Comenzando la página sin ningún elemento
- Usando una plantilla (template) y sustituir elementos en ésta
- Modificar un layout existente y guardarlo en otro mxd

Por lo pronto, discutiremos el uso de las plantillas (**templates**) las cuales sirven principalmente para estandarizar la producción de mapas. Estas plantillas pueden contener todos los elementos básicos para la producción de los mapas tales como leyendas, escalas, gráficas, imágenes-fotos, logos, data frames, etc. Las plantillas pueden contener scripts para propósitos especializados tales como el registro de fechas, nombres de usuarios, lugar de almacenamiento, sistema de coordenadas, entre otros.

Las plantillas se guardan con extensión **.mxt**. Dichas plantillas pueden almacenarse tanto en C:\Program Files\ArcGIS\Bin\Templates

C:\Documents and Settings\<nombre del usuario>\Application Data\Esri\ArcMap\Templates.

<u>Cuando se necesite guardar el resultado de una plantilla como un map document, asegúrese que el archivo tenga la extensión mxd</u>. De otro modo, su trabajo se perderá.



Podemos también hacer cambios a un layout existente mediante la adopción de una plantilla. En algunos casos debemos tener cuidado al cambiar de tamaño de páginas. Por ejemplo, un tamaño de símbolo o letra apropiado para una página tamaño carta, no necesariamente estos tamaños son recomendables para una página tamaño cartel.





Capítulo II Etiquetas y anotaciones

Labels and Annotations

ArcMap ofrece dos maneras de producir textos para mapas: etiquetas (labels) y anotaciones (annotation). Ambos métodos muestran ciertas diferencias y trabajan mejor en distintas situaciones. A continuación mostramos una tabla mostrando las características de ambos métodos.

Labels	Annotation
Se autoubican de manera dinámica	Se trabajan individualmente
Se guardan dentro del mxd (map document)	Se pueden guardar en el mxd o en una
	geodatabase
Enlazados a un objeto (feature)	Puede enlazarse o no a un objeto

Labels (etiquetas)

- Una etiqueta es un tipo de texto que se despliega en el monitor de manera dinámica. A medida que el usuario de ArcMap vaya moviendo el mapa de lugar a lugar o cambiando de arcercamientos (escala), estas etiquetas se mueven o cambian también.
- ArcMap permite cambiar las propiedades de estas etiquetas, pero no permite la manipulación individual de las mismas.
- La manera de ubicar las etiquetas se basa en las propiedades de cada capa (layer).
- Debido a que estas propiedades son parte del layer en cuestión, estas etiquetas se guardan también en donde sea guardado este layer.

Annotation

- A diferencia de las etiquetas, las anotaciones pueden manipularse de manera individual no importa dónde estén guardadas.
- El tamaño de las anotaciones se mantiene constante en relación a otros objetos del mapa. Debido a que las anotaciones son solamente otro tipo de objeto en el mapa (data frame), cuando se hacen acercamientos, éstas se comportan de igual manera que los demás objetos.
- Las anotaciones pueden ser guardadas de tres maneras:
 - o Como un conjunto de gráficas encapsuladas dentro del mxd
 - A modo de un feature class tipo annotation dentro de una geodatabase la cual se puede guardar como
 - Feature linked Enlazada a un objeto mediante la presentación de un atributo de la tabla. Esto significa que:
 - cuando este atributo es modificado, esta anotación cambia o
 - cuando el objeto es borrado, también se borra la anotación.
 - Como un elemento de anotación independiente de cualquier objeto el cual no depende de objeto alguno.

Labeling toolbar

Esta es la barra de botones que provee funcionalidad limitada en cuanto a las etiquetas. Si se necesita mayor funcionalidad, se requiere la compra del módulo opcional Maplex. A partir de la versión 9.1, Maplex viene incluido solamente para los usuarios de ArcGIS-ArcInfo. Los demás usuarios de ArcView deberán comprarlo separadamente.



Label Manager: Provee una forma para el manejo de las etiquetas en uno o todos layers del data frame activado de la lista de la Tabla de contenido de ArcMap.

Label Manager		? ×
Label Classes		
□ pr_hd83 arc □ Default □ Cz_hyd □ Default	Text String Label <u>F</u> ield: NAME	Expression
	Text Symbol	
	AaBbly Zz	Ø Times New Roman ▼ ▼ B ✓ Symbol
▼ 	Placement Properties Orientation Orientation Parallel Curved Perpendicular Scale Range	Position Image: Above Image: On the line Image: Below Offset: 20 map units
		OK Cancel Apply

Esta forma es casi idéntica a la que se puede acceder mediante la opción Layer Properties haciendo right click en uno de los layers de la Tabla de contenido. De igual manera están disponibles todas las opciones de simbología y manipulación:

- Ubicación relativa,
- Apariencia,
- Campo fuente del etiquetado,
- Enunciados tipo SQL para separación de datos,
- Expresiones programáticas complejas,
- Reglas de manejo de etiquetas conflictivas y
- Niveles de etiquetado.

Reglas generales de etiquetado

ArcMap provee ciertas normas para controlar el etiquetado. Entre éstas:

- Cambiar las relaciones entre etiquetas y objetos
 - o Dentro de una capa mediante la ubicación relativa
 - Entre capas
- Prioridad de etiquetado
- Ponderación o peso de etiquetas entre capas
- Área de influencia de etiquetas para minimizar solape.



Label priority: Se usa para definir el orden de dibujado entre etiquetas de las capas. Por ejemplo en el mapa de arriba, la prioridad está en las etiquetas del mapa de carreteras, seguida por las etiquetas de los ríos.

Label Priority Ranking	? ×
Label Priority Rank label classes in priority order: Labels at the top of the list have the highest priority.	
Ríos-Carazal - Default Hidrografía censal - Default	Ŧ
	↓ ↓

Label weight: Los pesos (weights) se pueden especificar tanto para etiquetas como para objetos. Los objetos con alto peso asignado no serán obstruidos por etiquetas de otras capas.

Buffer ratio: Se define como la cantidad de espacio reservado alrededor de cada etiqueta. Se usa para minimizar el despliegue de etiquetas demasiado cercanas, lo cual da una apariencia poco estética. Este se establece como una de las propiedades de un layer.

Ubicación puntual (point placement): ArcMap ofrece cuatro opciones para la ubicación de etiquetas basadas en layers de geometría de puntos.

- Esquema de ubicación predefinida por usuario
- Ubicación encima del punto
- Jerarquía de ángulos
- Angularidad de la etiqueta basada en un atributo de la tabla asociada

Esquema de ubicación predefinida (User predefined placement scheme): Este esquema de posicionamiento permite ubicar la etiqueta en una de ocho posiciones alrededor de un punto. A cada posición se le asigna un número para indicar su prioridad: 0, 1, 2, 3, siendo 1 la prioridad más alta. ArcMap intentará ubicar la etiqueta comenzando por prioridades. Una posición con valor cero significa que tal posición está fuera de los límites, por lo cual no se le asignará etiqueta en ese lugar.



Casos presentados ante la Junta de Planificación

Para excepciones a los reglamentos de zonificación. (Cidra-Cayey, 1964-2005)



Ubicación de etiqueta encima del punto (Place label on point): El más simple: ubica la etiqueta directamente encima del punto.



Profundidad en pies, Bahía de Boquerón, Cabo Rojo, Puerto Rico

Jerarquía angular (Hierarchy of angles): Permite definir una lista de ángulos alrededor de un punto sobre el cual se dibujarán las etiquetas. Los ángulos comienzan en cero, que significa a la derecha del punto y continúa la dirección en contra de las manecillas del reloj. Permite reglas de detección de conflictos para todas las opciones de ubicación. Ejemplo de este puede ser el etiquetado de asentamientos adyacentes a zonas costeras los cuales se suelen etiquetar siguiendo ángulos.

Ángulo por campo de la tabla asociada (Angle by field): En ocasiones, la tabla de atributos puede contener un campo numérico que contenga los ángulos que definirán cómo girar las etiquetas.

Ubicación de etiquetas en líneas:

Ofrece cuatro opciones para orientación:

- Horizontal Serán ubicadas encima de la línea en el lugar en que mejor encaje.
- Paralelo Las etiquetas serán puestas derechas, y paralelas a la orientación de la línea que está siendo etiquetada.
- Curvo Seguirá la orientación de la línea, donde mejor encaje en la línea.
- Perpendicular Las etiquetas se pondrán siempre derechas.

Ofrece cuatro opciones para posicionar:

- Encima de la línea (Above the line)
- Encima de la línea (On the line)
- Debajo de la línea (Below the line)
- Definir distancia para separación del objeto (Define offset units)



Etiquetas en polígonos: Ofrece tres opciones:

- Horizontal
- Derecho (straight)
- Primero horizontal luego derecho

Reglas:

- Ubicar solamente las etiquetas que quepan dentro del polígono (Only place inside polygon)
- Duplicar etiquetas





Label locking: Fijador de etiquetas: Fija el tamaño y la posición de las etiquetas según la escala y extensión corriente. Cuando se fijan estas etiquetas, también se fijan la posición y el tamaño de las mismas. Mientras vaya navegando sobre el data frame, las etiquetas no cambiarán de posición así como tampoco se tendrá que recalcular su tamaño.

Se puede usar esta opción para hace acercamientos en áreas muy cargadas para poder ver las etiquetas más claramente. Si se quiere hacer acercamientos hacia etiquetas, pero no se quiere modificar la extensión del data frame, use esta opción junto con la ventana de ampliación.



Note cómo la etiqueta preserva el mismo tamaño de letra cuando se usa la opción Lock labels.

Visibilidad por escalas (Label visibility): Por defecto, la visibilidad de las etiquetas está controlada por la definición de visibilidad del layer asociado. Cuando un layer aparece solamente a una escala específica, las etiquetas aparecerán también.

Sin embargo, esto puede ser cambiado, haciendo el despliegue de labels independientes de la aparición del layer por escala.



Como también se definió "Out beyond" 50,000 las etiquetas dejarán de aparecer a una escala menor de 1:50,000.

Etiquetas programadas (labeling with an expression):

ArcMap permite el uso de dos lenguajes tipo scripting: VBScript y JavaScript para hacer modificaciones programáticas al etiquetado automático. Por ejemplo, se puede filtrar datos y cambiar su apariencia para múltiples propósitos:



Etiquetas programadas (labeling with an expression): Contunuación Ejemplos de programación VBScript. Se puede cambiar aspectos tales como: **

Aspecto	Ejemplo en VBScript
Fuente/Font:	" <fnt name="Arial" size="18">" & [LABELFIELD] & "</fnt> "
	" <fnt name="Arial" scale="200">" & [LABELFIELD] & "</fnt> "
Color:	" <clr blue="255" green="255" red="255">" & [LABELFIELD] & "</clr> "
	" <clr black="100" cyan="100" magenta="100" yellow="100">" & [LABELFIELD] & "</clr> "
Negrilla/Bold:	" <bol>" & [LABELFIELD] & "</bol> "
Bastardilla/Italic:	" <ita>" & [LABELFIELD] & "</ita> "
Subrayado/Underline:	" <und>" & [LABELFIELD] & "</und> "
Mayúscula/All caps:	" <acp>" & [LABELFIELD] & "</acp> "
Minúscula/Small caps:	" <scp>" & [LABELFIELD] & "</scp> "
Superscript	" ^{" & [LABELFIELD] & "} "
Subscript:	" _{" & [LABELFIELD] & "} "
Espacio entre letras/ Character spacing (0%=regular):	" <chr spacing="25">" & [LABELFIELD] & "</chr> "
Anchura de letras/ Character width (100%=regular):	" <chr width="150">" & [LABELFIELD] & "</chr> "
Espacio entre palabras/Word spacing (100%=regular):	" <wrd spacing="150">" & [LABELFIELD] & "</wrd> "
Espacio vertical entre líneas/Leading (0 pts=regular):	" <lin leading="12">" & [LABELFIELD] & "</lin> "
Para suspender algund	os comandos/efectos:
Un-Bold:	"<_BOL>" & [LABELFIELD] & " _BOL "
Un-Italic:	"<_ITA>" & [LABELFIELD] & " _ITA "
Un-Underline:	"<_UND>" & [LABELFIELD] & " _UND "
Un-Superscript:	"<_SUP>" & [LABELFIELD] & " _SUP "
Un-Subscript:	"<_SUB>" & [LABELFIELD] & " _SUB "

**Tomado de la ayuda en línea (Help) de ArcMap

Otras opciones para labeling:

ArcMap permite tener múltiples niveles de etiquetado (label classes) por layer. Por ejemplo es posible tener un layer de carreteras que contenga varias clases. Cada una de estas clases puede ser etiquetada de manera disinta usando un solo feature class o layer.

Se puede definir niveles de etiquetado desde dos interfaces: ambas tienen la misma funcionalidad:



Un nivel (label class) representa un grupo de objetos con las mismas características para etiquetado. Los objetos representados por este nivel se definen con una expresión tipo SQL (SQL Query):


Definir escala de referencia (Setting reference scale):

Permite fijar el tamaño de las etiquetas en relación con otros objetos en el mapa con respecto a una escala definida. Cuando se fija una escala de referencia, las etiquetas permanecerán en el mismo tamaño en unidades en el terreno, no importa si se haga zoom in o zoom out. Por el contrario, cuando esta escala de referencia no se especifica, el tamaño de la letra permanece en términos de tamaño en puntos (8, 10, 12 puntos).



La definición de escala es un paso preparatorio para la creación de las anotaciones tomando como partida las etiquetas. Las anotaciones están estructuradas dentro de una escala de referencia fija. Cuando se añade anotaciones al data frame no es necesario definir la escala de referencia porque estos objetos ya vendrán con una escala de referencia por definición. Este mecanismo es útil para conocer mejor cómo se verán y cómo fijar el tamaño de las anotaciones según diferentes escalas.

Producir anotaciones (Creating Annotation):

A diferencia de las etiquetas, las cuales se redibjuan y se posicionan automáticamente, las anotaciones se asignan a un lugar fijándose. Recuerde que las anotaciones se basan en una escala de referencia sobre la cual determinará su tamaño en unidades del mapa (metros, pies, etc.). Se recomienda que antes de convertir sus etiquetas en anotaciones, defina la escala de referencia para sus etiquetas para asegurarse que éstas se despliegan en el tamaño correcto.

Existen otras maneras de producir anotaciones, como por ejemplo:

Definir un annotation feature class dentro de una geodatabase usando ArcCatalog Importarlas desde coberturas ArcInfo

Importarlas desde archivos CAD (AutoCAD, Microstation, por ejemplo). Estas rutinas de conversión están disponibles en ArcToolbox.

También se puede cargar anotaciones venidas desde coberturas ArcInfo usando la función "Convert Coverage Annotation tool" disponible en la categoría Label dentro del díalogo Customize de ArcMap. Este se accede mediante Tools | Customize y usar el tab Commands.





Para convertir labels presentes en un layer a annotations se debe invocar el menú Layer Properties haciendo right click.

Pasos para generar un nuevo feature class tipo annotation desde ArcCatalog:



Convertir labels a annotation desde el menú Layer Properties | Convert labels to annotation:



Cómo son guardadas las anotaciones (Storing annotation):

• **Gráficos dentro del mxd**: Esta opción permite grabar las anotaciones dentro del archivo mxd. De este modo cuando se entrega este mxd, van también consigo las anotaciones. Note que el tamaño de este mxd que incluye estas anotaciones puede tornarse más grande.

Annotation groups: De manera opcional, es posible crear niveles de anotaciones (annotation groups) guardados en el mxd, los cuales pueden ser tratados como conjunto. Dichos annotation groups solo pueden ser añadidos en el modo Data View. Alternativamente, es posible añadirlos mediante el modo Layout View, pero se necesita hacer doble click en el data frame para poner las anotaciones dentro del data frame. Esto quiere decir que no se hacen annotation groups para las anotaciones en la página para impresión.

- Feature class dentro de una geodatabase: Esta opción sirve para guardar sus anotaciones dentro de una geodatabase como objetos independientes de cualquier otro feature class o layer.
- Feature class enlazado (linked) a objetos de un layer: En esta opción las anotaciones dependen de los objetos a los cuales están relacionados. Si es movido o borrado, la anotación correrá la misma suerte. Cuando cambia el atributo el cual es representado por la anotación, la misma a su vez se actualizará con el atributo. Esta es la opción idónea para mostrar el estado corriente de los objetos representados en un feature class.

Annotation Toolbar: Barra para añadir y manejar anotaciones:

Debido a que las anotaciones en una geodatabase se comportan como objetos (features), las reglas son parecidas. Primero se tiene que activar el Editor Toolbar y comenzar una sesión de modificación (Edit session).



Annotation Toolbar:



Anotaciones conflictivas:

ArcMap provee dos interfaces para manejar anotaciones conflictivas que no pueden ser ubicadas automáticamente, generalmente por estar demasiado cercanas unas a otras.



Overflow annotation window: Trabaja con anotaciones guardadas dentro del archivo mxd.

Esta herramienta presenta opciones para añadir selectivamente aquellas anotaciones que se estimen importantes.

Unplaced annotation window: Cuando se genera un feature class tipo annotation, todas las anotaciones conflictivas se guardan dentro de la tabla de ese feature class. Un campo llamado Status se añade a la tabla y cada récord de anotación recibirá el valor "Placed" puesta o "Unplaced" no puesta o no cargada al mapa. Las anotaciones no cargadas están disponibles para cada vez que se añade una anotación usando esta opción (Unplaced Annotation).





Otras consideraciones.

Aún cuando ahora se cuenta con muchas más opciones de etiquetado que antes, todavía hay casos en los cuales es más apropiado hacer etiquetado no automatizado. Sobre este tema les referimos un artículo escrito en 1962 "*Die Anordnung der Namen in der Karte*" en la revista **International Yearbook of Cartography** por el cartógrafo suizo-alemán **Eduard Imhof**. Existe una traducción del mismo publicada en 1975 "*Positioning Names in Maps*" la cual aparece en la revista **The American Cartographer**, vol. 2 no. 2, pp. 128-144.

Este artículo tiene aún vigencia y contiene ejemplos ilustrados que muestran buenas y malas prácticas de etiquetado de mapas de diferentes clases. Recomendamos su lectura. El artículo en cuestión y otros relacionados están disponibles en la siguiente dirección Internet: <u>http://www.alpinemapguild.com/ClassicMountainCartography/Classics.htm</u>, gracias a este sitio web del cartógrafo Martin Gamache.





Capítulo III: Geocodificación

Geocodificación de direcciones físicas (Geocoding addresess):

Los datos geográficos se encuentran frecuentemente en forma de direcciones físicas a las cuales se refieren multiplicidad de eventos y objetos. La mayoría de nosotros estamos acostumbrados a dos maneras de localizar. La primera es el uso de una dirección física para llegar a algún lugar, para la entrega a domicilio, etc. La segunda manera nos es más familiar en cierta época del año desde junio 1 hasta noviembre 30. Esta es la temporada de huracanes, los cuales estamos acostumbrados a seguir su trayectoria usando coordenadas tipo latitud y longitud. Esto será discutido al final de este capítulo.

Volviendo al asunto de las direcciones, los programas de computadora, como ArcMap representan estas localizaciones mediante puntos. La geocodificación, también conocida como pareo de direcciones (**address matching**) es el proceso de generar representaciones geométricas basadas en las descripciones de localizaciones. ArcGIS utiliza el mecanismo llamado "**address locator**" el cual define el proceso para convertir estas descripciones en representaciones puntuales.

Se puede utilizar este mecanismo tanto para encontrar localizaciones individuales como también listas o tablas conteniendo múltiples direcciones. Dado a que este es un proceso que puede ser un tanto complicado, muchas veces es necesaria la repetición del proceso para encontrar aquéllas que no parean.

Nombre	Direccion	zipcode
Ramada Hotel	1045 Ave Ashford	00907
Hertz Rent a Car	1365 Ave Ashford	00907
El Canario Inn	1317 Ave Ashford	00907
Lindsay Cleaners	1462 Wilson	00907
La Patisserie	1504 Ave Ashford	00907

El proceso de geocodificación:

- 1. Crear un address locator en ArcCatalog
 - a. Definir el mecanismo para buscar la dirección física
 El address locator se usa para estandarizar el formato de las direcciones: calle, número, zona, etcétera.
- 2. Añadir el address locator al mapa (Se puede hacer en ArcMap o ArcCatalog)

3. Parear direcciones

- a. Pueden ser direcciones individuales
- b. Direcciones contenidas en una tabla

Este mecanismo busca en la cadena de caracteres que tiene la dirección y procede a localizarlo en el mapa. Se asignará una puntuación (en por ciento) basada en cuán cercano estaba esta cadena de caracteres (la dirección) a lo que se encontró en el mapa. Finalmente la dirección física es pareada con el candidato que mayor puntuación obtuvo.

4. Repetir el proceso para encontrar las que no parearon (rematching)

Cómo generar un address locator usando ArcCatalog:

El address locator define el proceso para convertir la descripción de la dirección física en objetos puntuales en el mapa. Los diferentes tipos de address locators se generan y mantienen en ArcCatalog y permiten geocodificar tanto en ArcMap como en ArcCatalog.

El address locator define los senderos hacia los datos de referencia, así como los parámetros para la lectura de las direcciones físicas, el pareo de estas direcciones con los datos de referencia (mapa o feature class) y el producto final que puede ser un feature class aparte.

Estilos de address locators:

Mediante ArcMap o ArcCatalog es posible geocodificar direcciones físicas usando como referencia geodatabases o archivos tales como shapefiles o coberturas ArcInfo. ESRI provee cierta variedad de formatos de localización para escoger. Cada formato posee diferentes requisitos los cuales estas direcciones deben cumplir para poderlas geocodificar. Si los datos de referencia provienen de una geodatabase, seleccione los formatos identificados con (GDB), de otro modo, use los formatos (File).

Si un formato es identificado con la palabra "**Alt Name**", el mismo puede ser usado para especificar una tabla adicional que contenga nombres alternos. Estos nombres alternos se usan cuando se usan otros nombres para definir una misma calle o carretera.

Las descripciones de los diferentes formatos se encuentran en la Ayuda en Línea (Desktop Help). Estas le ayudarán a escoger el formato más apropiado para parear sus datos. Haga la búsqueda usando la palabra "**address locator style**" en el **Desktop Help Index Tab**.

Los datos de referencia para geocodificar:

Para poder dar con la localización de una dirección física, es necesario que el address locator definido anteriormente esté referido al menos a una fuente de datos que contenga direcciones físicas (de alguna forma) e información geográfica. Cuando se geocodifica una dirección física el mecanismo (address locator) busca entre los objetos (pueden ser centros de vías con direcciones) en el feature class de referencia que más cerca paree con la descripción puesta en la dirección física.

Campos que para definir formatos del address locator: Field mapping to the address locator style:

ArcGIS tiene varios formatos predefinidos para localización de direcciones. Estos formatos cubren algunos de los más usados, principalmente en los EEUU. Cada formato de address locator tiene requerimientos específicos para los datos de referencia que se usarían para el pareo de datos para localizar.

Hay que notar que en Puerto Rico esto se aplica a algunos lugares, especiamente en partes de zonas urbanizadas.

Es posible usar el paquete de datos StreetMap (en los EEUU), feature classes y tablas de referencia como datos de referencia como referencia para el address locator. Estos datos pueden contener algunas piezas comunes de información que son usadas para el proceso de localización. Entre estas están los prefijos de dirección y tipo, nombre de vía, tipología, sufijo de dirección y zona, la cual en su mayor parte puede ser postal, aunque podría ser un barrio, sector, urbanización, etc (en el caso de Puerto Rico).

Description: US Alphanumeric Ranges with Zone (Geodatabase)						
Primary table						
Reference <u>d</u> ata:						
C:\ArcTrainII\AddressM	1atPR.mdb\tigrd127	2				
🔲 Store relative gath nam	ies					
House From Left:	FRADDL					
House To Left:	TOADDL					
House From Right:	FRADDR					
House To Right:	TOADDR					
Prefix Direction:	<none></none>					
Prefix Type:	<none></none>					
Street Name:	FENAME					
Street Type:	FETYPE					
Suffix Direction:	FEDIRS					
Left Zone:	ZIPL 💌					
Right Zone:	ZIPR 💌					

Este ejemplo es basado en un archivo del Censo Federal (TIGER files) disponibles gratuitamente vía Internet.

El código 127 corresponde al número del condado (county en los EEUU). En Puerto Rico el equivalente es el municipio.

Noten que los campos requeridos son los que están en **negrilla.** Los mismos serán usados para el proceso de localización.

Este formato puede usarse sin embargo con cualquier nivel de geometría: punto, línea, polígonos, aunque el más usado es el de líneas.

Cada elemento geométrico en los datos de referencia representa un segmento de calle con dos rangos (numéricos) de dirección física para cada lado del segmento

Propiedades del Address Locator:

Opciones de ajuste para el Address Locator:

Este mecanismo tiene ciertas opciones de ajuste para controlar el proceso de geocodificación. Estos ajustes sirven para controlar cómo el Address locator lee la tabla de direcciones físicas, cómo parearlas con el mapa de referencia y cómo será el producto (output).

	? ×
Input Address Fields	
The field containing:	is recognized if it is named:
Street	Zip
Zone	Zipcode <u>Add</u>
	Zone Delete
	U V
Matabian Ontina	
Matching Uptions	1
Place Name Alias Ta <u>b</u> le	<none></none>
Spelling sensitivity:	30
Minimum candidate score: 1	10
Minimum match score:	50
- 1	
Intersections	
Connectors: & @	Separate connectors by a
	space, e.g. «(@,/
Output Options	
Side offset:	D in Reference data units 💌
End offset:	3 % -j
Match i <u>f</u> candidates tie	
Outrust Fields	
A and Y coordinates	Iv Standardized address
I▼ Reference data ID	j∙ rejcent along
	OK Cancel

Opciones de pareado:

Tabla de lugares comúnmente conocidos: Place Name Alias Table

Una tabla de este tipo permite geocodificar direcciones mediante su nombre conocido comúnmente (algún edificio de gobierno, centro comercial, etc.) en lugar de toda una dirección basada en calle, número... Esta tabla deberá contener un campo alias (alias field) y todos los campos requeridos para este tipo de formato.

Sensitividad de deletreo: Spelling Sensitivity:

Esta opción controla el nivel de variación permitido para que el mecanismo Address Locator busque la dirección física potencial en el feature class usado como referencia. El rango permitido de sensibilidad va desde cero a 100, siendo cero el valor que potencialmente parearía con la mayor cantidad de récords similares (menor restricción, menos parecido al nombre original, etc). Un valor de sensibilidad bajo parearía las palabras Ponde, Ponxe o Panza con Ponce. Sin embargo, la sensibilidad de deletreo no afecta la posibilidad de pareo para cada candidato, sino solamente el número de candidatos considerados a ser pareo potencial.

Minimum candidate score:

Esta opción se usa estrictamente en conjunto con la revisión interactiva de records en la tabla de direcciones así como también mediante la herramienta **Find**. La opción **MCS** es el puntaje mínimo que un record debe tener en los datos de referencia para poder ser considerado como candidato para uno de los records en la tabla de direcciones físicas.

Minimum match score:

Esta opción es una de ajuste. Permite controlar cuán bien debe parear el candidato más cercano en los datos de referencia para poder ser realmente pareado. Un pareo perfecto obtiene un puntaje de 100. Por defecto, el número es 60.

Intersection Connectors:

Los address locators basados en los formatos US One Range, US Streets y StreetMap pueden geocodificar intersecciones de calles además de direcciones de calles. Los ajustes (settings) de

los conectores permiten especificar todos los caracteres que el address locator reconocerá como conectores de intersecciones.

	<u>? ×</u>
Input Address Fields	
The field containing:	is recognized if it is named:
Street	Zip
Zone	Zipcode <u>Add</u>
	Zone Delete
	<u> </u>
]
Matching Options	
Place Name Alias Ta <u>b</u> le	<none></none>
Spelling sensitivity:	30
Minimum candidate score:	
Minimum ganalaate seere.	
Minimum <u>m</u> ateri seore. Te	
- Intersections	
Connectors: 👷 🙉	Separate connectors by a
- jaire	space, e.g. "&@ , /"
- Output Options	
Side offset:	D in Reference data units 💌
End offset	3 % -
	· · · · · · ·
Match ir candidates tie	
Output Fields	
\blacksquare \ge and \curlyvee coordinates	✓ Standardized address
🔽 Reference data <u>I</u> D	🔽 Percent along
	OK Cancel

Opciones de salida:

Algunos formatos de address locator determinan de cuál lado se encuentra una dirección. Para esos formatos se puede separar un espacio (offset) para ubicar esta dirección en uno u otro lado. Además se provee otra opción para definir otro espacio (offset) de separación entre cruces de calles, también para propósitos de ubicación de estas direcciones. Esto previene el solape no deseado de puntos en lugares tales como intersecciones.

Adición de campos en archivo de salida:

El usuario cuenta con cuatro opciones que proveerán información adicional que puede ser incluida en el archivo de salida. Estos campos de salida incluyen las coordenadas X,Y de las direcciones localizadas, dirección estandarizada, identificador del objeto fuente o de referencia de pareo y el puntaje de pareo que recibió este objeto pareado con los datos de referencia.

Insertar el address locator en ArcMap:

1:				2:		
	🕻 Editor Toolbar					
	Grap <u>h</u> s 🕨					
	<u>R</u> eports			🐝 Address Locator Manage	r	<u>?×</u>
	Geoco <u>d</u> ing	🐏 Geocode Addresses		Name	Description	Add
*1 *1	Add XY Data	Review/Rematch Addresses		isantiago. TIGER Road-Street D	US Alphanumeric Ranges wit	Remove
÷	Add Route Events	Address Locator Manager	J			
ø) ArcCatalog					
	Macros					
	<u>C</u> ustomize					Chur 1
	Extensions					
	<u>S</u> tyles 🕨 🕨					
	Options					

Se puede tener varios address locators en un archivo mxd. El address locator manager sirve también para manejar los localizadores para el pareo de diferentes mapas y direcciones.

Geocode Addresses: isanti	iago.Calles San Juan ZIP, PR	? ×		Advanced Geometry Options	<u>?</u> ×
Address table:				┌─ Spatial Reference	
AgenciasDirecciones		▼ 💕		Use the locator's spatial reference	
- Address Input Fields				C Use the map's spatial reference	
Street or Intersection:				C Use a different spatial reference	
Zone:				NAD_1983_StatePlane_Puerto_Rico_Virg	Edit
				Spatial Index Grid Size	
				Grid Level 1 0.4	
				Grid Level 2	
				Grid Level 3	
Output			/		Control
Create static snapshot of	table inside new feature class		/		Lancel
Create dynamic feature cl	lass related to table			1	
Output shapefile or feature cl	ass:				2
C:\ArcTrainII\AddressMatPF	R.mdb\Geocoding_Result	🛁 🔁			-
Config Keyword:				Place Name Alias Table <none></none>	
Aduanced Geometry Option				Spelling sensitivity: 80	
Advanced decinety option				Minimum candidate score: 10	
Geocoding Options				Minimum match score: 60	
				- Intersections	
Help	ОК	Cancel		Connectors: & @ Separate con space, e.g. "8	inectors by a & @ , /"
				Cutput Options	
	\searrow			Side offset: 0 in Reference	e data units 📑
		/	/	End offset: 3 % - j	
				Match if candidates tie	
				Output Fields	
				▼ X and Y coordinates Standardized	d address
				▼ Reference data ID ▼ Percent alon	p

Geocodificar una tabla con direcciones físicas:

Cuando se geocodifica una tabla con direcciones, se usa el address locator para generar feature classes con geometría de puntos los cuales representarán las localizaciones de estas direcciones. Esta tabla, una vez procesada puede salvarse como shapefile o un feature class de una geodatabase.

OK Cancel

Records no pareados: Unmatched records:

ArcMap provee ciertas opciones para ubicar los casos que no pudieron ser pareados con la información usada para buscar direcciones en el mapa de referencia. Entre estas opciones hay:

- Repetir el paso de pareo solamente para los casos que no pudieron ser pareados.
- Repetir el paso para aquellos casos que tuvieron un puntaje menor de cierto valor. El valor por defecto es < 60
- Repetir el proceso para aquellas direcciones que tuvieron candidatos con pareo empatado. Esto es, que tengan lugares diferentes para la misma dirección física.
- Correr el proceso otra vez para todos los casos de la tabla.
- Usar una selección de datos (Query) para filtrar algunos casos.

Debemos aclara r que cuando se hace algún cambio en los ajustes de pareo, los mismos no se harán parte del **address locator** propiamente. Estos cambios solamente son válidos para el map document **mxd** que esté usando este **address locator**.

Este es un ejemplo real con el mapa censal TIGER File de San Juan de 2002 y una tabla con direcciones físicas de agencias de gobierno, según están publicadas en la página de gobierno electrónico.

Review/Rematch Addresses
C Statistics
Matched with score 80 - 100: 3 (5%)
Matched with score <80: 6 (10%)
Unmatched: 50 (85%)
Matched with candidates tied: 3 (5%)
Unmatched with candidates tied: 0 (0%)
Rematch Unterna Imatched addresses Addresses with score < 60 Addresses with candidates tied All addresses in this query
Geocoding Options
Match Interactively Match Automatically Done

El resultado es muy deficiente (5%)debido la a poca información confiable en muchos de los segmentos de línea en el mapa de referencia, en este caso el TIGER File. Cabe señalar que la tabla de atributos fue levemente modificada, moviendo ciertos atributos como el tipo de vía al lugar designado para esos fines en la tabla y eliminando las palabras "calle", "avenida" y otras.

De este modo se pudo llegar por lo menos a un 15% de pareo en casos con puntaje menor de 80. Este es un caso aislado, pero los que han intentado usar estos esquemas se han dado cuenta de la poca confiabilidad de estos

procesos usando la información pública disponible. Además es muy frecuente la confusión de códigos de zonas postales, así como también las múltiples ocurrencias de nombres de calles iguales en diferentes lugares en un solo municipio.

En el caso del archivo TIGER, 2002 de San Juan, solamente 6,907 segmentos tienen algún tipo de número de casa o estructura, de un total de 18,295 records.

Opciones de repareo:

Usando el botón "**Match Interactively**", es posible localizar los casos que fueron empatados en puntaje o que de alguna manera obtuvieron algún puntaje porque se consiguió algún candidato cercano.

Las opciones al final de esta interfaz proveen para acercamientos, ajustes en los parámetros de geocodificación y definir o quitar el pareo a un caso.

	0		-			1					
٩I	nteractive R	eview									
	ObjectID*	Shape*	Status	Score	Side		x		¥		
	15	Point	Т	68		234	949.220217	241	270022.09268682	520	PONCE DE LE
	19	Point	Т	76		23	7950.27683	692 2	68355.235238277	1110	PONCE DE I
	25	Point	Т	56		23	9194.67468	682 2	64991.098282164	115	ELEANOR ROC
											F
Re		1 🕨	▶ Sho	N: All 3	elected	Records (of 3)				
Stre	et or Intersectio	in:				Zo	ne:				
520) PONCE DE LE	EÓN AVE				00	901				
Star	ndardized addre	ess:									
M	lodify 520	I I PONCE DE	LEÓNTAV	E 0090.	1						
6 Ca	andidates										
Sc	core SRef_	ID Pct_along	LeftFrom	n LeftTo	Right	Fr RightTo	F PreType	StreetName	StreetType	S LeftZone	e RightZone 🔺
68	548	100	166	160				PONCE DE LEO	N AVE	00901	
68	555	100	212	200				PONCE DE LEO	N AVE	00901	
68	595	100	262 402	202 400				PONCE DE LEO	IN AVE	00901	_
1 i	000 000	100	410	100				DONCE DE LEO	AU	00001	
Ľ											
G	Geocoding Options Zoom to: Candidates Original Extent Search Match Unmatch Close										

Se puede correr interactiva y separadamente los casos con bajo puntaje, empatados según aparecen en los criterios (criteria) de la ventana de **Review/Rematch Addresses**:



Campos opcionales a generarse en el producto de salida:

Antes del proceso de geocodificación podemos definir otros campos adicionales que pueden servir como información de referencia.

Cutput Fields	
$\mathbf{\nabla} \leq \mathbf{A}$ and \mathbf{Y} coordinates	Standardized address
Reference data <u>I</u> D	Percent along
	OK Cancel

Esta es la parte inferior izquierda de la interfaz para definir un formato de address locator (Address Locator Properties). Como se dijo anteriormente, esta interfaz está disponible en ArcCatalog.

Estos campos de salida (Output Fields) se describen a continuación:

- Status Indica si el caso fue localizado.
 - M Denota que fue localizado (pareado con una dirección en el mapa de referencia)
 - U No fue localizado
 - T Indica un empate (tie) entre diferentes candidates.

Score – Este campo contiene el puntaje (de cero a cien) que obtuvo el caso pareado. A mayor puntaje, mayor parecido o certeza de localización de una dirección.

Side – Marcará el lado del segmento de calle al cual pertenezca el record de la tabla. Este tendrá sentido solamente cuando se utilicen mapas de referencia que contengan números de casas a ambos lados de las calles. Una L significa a la izquierda y una R, el lado derecho.

ARC_Street – Contiene la cadena de caracteres que representa la dirección física contenida en la tabla original de direcciones.

	Attributes of Geocoding Result: Geocoding_Result										
Г	ObjectID*	Shape*	Status	Score	Side	Х	Y	Ref_ID	Pct_along	Stan_addr	Street or Inter:
Г	1	Point	M	76		239854.95	265355.88	5071	50	58 2	58 SEVILLA ST
	2	Point	M	100	R	239047.66	265517.20	16583	100	249	249 ARTERIAL HOSTOS AVE
E	3	Point	M	32		239038.43	267482.04	1786	0	800	800 PONCE DE LEÓN
	4	Point	M	81	L	241264.50	264409.66	5310	60	606	606 BARBOSA AVE
	5	Point	U	0		0	0	-1	0	1058 1	1058 Muñoz Rivera Ave
E	6	Point	M	74		239915.26	265710.25	5038	100	BOLIVI	BOLIVIA « CHILE
	7	Point	M	98		244969.09	262451.47	7110	0	REGIMI	REGIMIENTO 65 DE INFANTERIA AVE
	8	Point	U	0		0	0	-1	0	1605TH I	1605 Loiza St & Kings Court St
E	9	Point	M	81	L	239867.87	264840.36	5178	0	437	437 PONCE DE LEÓN
	10	Point	M	68		238763.60	260889.50	11394	0	1552	1552 PONCE DE LEÓN AVE
	11	Point	M	32		241189.49	264871.15	5293	0	414	414 BARBOSA AVE
E	12	Point	M	100		240633.41	265729.45	5054	100	BARBOS	BARBOSA AVE & QUISQUEYA ST
	13	Point	M	51		238246.66	268045.64	12932	50	606	606 HIPODROMO AVE
Г	14	Point	M	100		240189.60	264091.82	5382	100	MAYAGU	MAYAGUEZ ST & CIDRA ST 📃 💌
Ŀ											
R	Record: 17 M Show: All Selected Records (0 out of 59 Selected.) Options -										

Buscando direcciones usando la herramienta Find:

Es posible encontrar direcciones individuales usando esta herramienta. Necesita escoger un formato de direcciones (**Address locator**) para entrar la información.

įή	A Find										
	Feature	Find									
	Choose	Stop									
	Jisantiag	Now C									
	Street o	r Interse	ction: 193	35 Diego Peña	alosa St		•	New S	earcn		
	Zone:		009	326			•				
	Options Show Standardization										
-		l									
	nght-cild	K a row	to show c	ontext menu.	1.05	1.07	D: UE	D: UT			
	Score 93	B	7866	Pct_along	LettFrom 1940	1920	1941	Right I o 1921	Preu		
	Flash Candidate Location(s)										
	Zoom to Candidate(s) and Flash										
	Add as Graphic(s) to Map										
On	Set Bookmark										

Note que cuando se encuentra un candidato, tenemos varias opciones para localizarlo:



- Encender y apagar la localización (Flash)
- Acercarse a esta localización
- Añadir un punto (como gráfica) en el lugar
- Preparar un Spatial Bookmark (vista con extensión y acercamiento definidos)

Flash Candidate Location(s) Zoom to Candidate(s) and Flash Add as Graphic(s) to Map Set Bookmark

Visualización y conversión de datos con coordenadas XY en ArcMap:

Si tenemos una tabla con valores X e Y de localización absoluta, ArcMap puede servirnos para convertirla en un layer. Generalmente este layer se genera con geometría puntual. El nuevo layer se comportará como un layer corriente, el cual tendra toda la funcionalidad para representación visual y analítica.

Para poder hacer la conversión, es necesario que la tabla tenga dos campos X Y separados. Dado a que ArcMap puede hacer reproyecciones cartográficas y transformaciones, las coordenadas X Y pueden estar referenciadas usando cualquier proyección y sistema de coordenadas conocidos. Por su parte, los datos X Y pueden ser colectados mediante un equipo GPS y vaciados en una tabla. La misma servirá de insumo para el proceso de conversión.

1: Tabla con coordenadas X Y	2: ArcMap: Tools Add XY Data
le 📃	
SiteAddress SiteName LatDecim LonDecim SiteElevation	Tools Window Help
er piso (entre la Coop y Cu: ASUME 18.49866666667 -67.023166667 24	
lernandez Ortiz #3201 Cuartel Policia 18.4986111111 -67.022222222 20	Editor Toolbar
ctor Mongo Mendez Ctro. Diagnostic: 18.4889444444 -67.026138889 18	Grap <u>h</u> s
entrando por el Ctro Diagno Parque de Bomb 18.4878611111 -67.026388889 22	Departs
arril (al lado Academia Bell TPI Sala Municir, 18.4876944444 -66.824416667 18	<u>Reports</u>
mamental 1piso Calle Ami Centro Gubernar 18.48/U833333 -66.846888889 35	Geocodina
)r #118 Uuartel Policia 18.4666666669 -66.847916667	t ⁺ t add yy Data
amerital Calle Amadur Call IPI Sub Ditu. 110.400/7777701-00.040000000100	XY Add XT Data
	Add Route Events
	ArcCatalog
	Macros
	⊆ustomize
	Extensions
	Styles
	20,000
	<u>O</u> paons
3: Definir el Sistema de Referencia de las	4: Producto final:
coordenadas de la tabla	
Add XY Data	
A table containing X and Y coordinate data can be added to the map as a layer	
Choose a table from the map or browse for another table:	
Site INFO TH DCQ	
Specify the fields for the X and Y coordinates:	
∑ Field: ⊻ Field:	
LonDecim 🔽 LatDecim 🔽	CI MAL DAVENTE NELT
Spatial Reference of Input Coordinates	TON TON LUTHTLINE
Description:	
Seegraphic Loodnate System: A Mane: GCS_WGS_1984	No The Martin Charles
Abbreviation:	SHA(B) MARK
Angular Unit: Degree (0.017453292519943295) Prime Meridian: Greenwich (0.00000000000000000)	and getter and a second
Datum: D_WGS_1984 Spheroid: WGS_1984	P
Semimajor Axis: 53/8137.00000000000000000000000	
IF Show Details	
Cit Calica	1





Capítulo IV Modificar la interfaz gráfica de ArcGIS

¿Por qué o para qué personalizar la interfaz?

Primeramente, existen muchas herramientas que no necesariamente están disponibles por defecto en la interfaz gráfica (GUI). Mediante el diálogo "Customize" podrá añadir las herramientas que permanecen escondidas, además de hacer barras de herramientas (toolbars) nuevas.

Es posible también asignarle funciones a algunas teclas o combinaciones de estas. Además existe la opción de añadir scripts o programas hechos en Visual Basic for Applications (VBA) y asignarlos a un botón nuevo o tecla.

La aplicación más común de personalización de la interfaz gráfica es hacer toolbars que respondan a las necesidades del usuario, mostrando solamente las herramientas de uso más frecuente.



Este es un pequeño ejemplo de personalización. Se generó una barra nueva, a la cual se le asignó múltiples herramientas que sirven para determinadas funciones.

Para guardar y acceder a las personalizaciones:

Las modificaciones que se hagan a la interfaz de ArcGIS (tanto ArcMap como ArcCatalog), pueden ser guardadas:

- Dentro de un map document (archivo mxd)
- Usando una plantilla (template) con extensión mxt
- Modificando y guardando la plantilla matriz (Normal template)

Para generar una plantilla nueva, puede usar la opción desde el menú principal **File** | **Save As...** En ArcMap, la plantilla por defecto es el archivo llamado Normal.mxt. Si necesita que sus modificaciones aparezcan cada vez que abra una sesión de ArcMap, guarde los cambios a la interfaz en la plantilla **Normal.mxt**. Este archivo está localizado en el perfil de usuario (user profile), generalmente en:

\Documents and Settings\ElUsuario\Application Data\ESRI\ArcMap\Templates

El diálogo Customize:

<u>T</u> ool	ls <u>W</u> indow <u>H</u> elp			
🔮 Editor Toolbar				
	Grap <u>h</u> s •			
	<u>R</u> eports			
	Geoco <u>d</u> ing			
ź¥	<u>A</u> dd XY Data			
; ;	Add Route Events			
۲	ArcCatalog			
	Macros			
	<u>C</u> ustomize			
	Extensions			
	<u>S</u> tyles			
	Options			

Esta interfaz provee los medios para la expansión de las barras de herramientas y los menús además de la creación de nuevos toolbars, menús y asignación de teclas a los comandos. Nada de esto requiere saber cómo programar. Para acceder a este diálogo de personalización utilice el menú principal **Tools | Customize**.

Toolbars: para crear o modificar barras nuevas

Commands: para añadir botones nuevos mediante click and drag

Options: Permite controlar ciertos temas sobre seguridad y acceso tales como fijar la interfaz para evitar otras modificaciones y el nivel de seguridad para trabajar fuera de los macros.

Generar/Modificar toolbars:	Añadir botones a toolbars:
Customize	Customize
Toolbars Commands Options	Toolbars Commands Options
Toolbars:	Categories: Commands:
Main Menu New	Adjustment Advanced Edit Tools ArcPad ArcScan ArcToolbox ArcToolbox Atribute transfer CAD Data Converters Data Frames Data Graph Dimensioning Disconnected Editing Earth Resource Mapping Description
Otras opciones:	Asignar teclas combinadas a comandos:
Customize ? X	
Toolbars Commands Options	Customize Keyboard
 □ Large icons ☑ Show ⊥oolTips on toolbars ☑ Save customizations to Normal template by default. □ Lock Customization □ Lhange VBA Security □ Lipdate ArcID module 	Categories: Commands: Adjustment Advanced Edit Tools AcrCPad Command Line ArcPad Geoprocessing ArcToolbox Close ArcToolbox Activational Line ArcToolbox Activational Line ArcToolbox Activational Line ArcToolbox Activational Line ArcToolbox Assign Press new shortcut key: Current Key/s: CTRL+G Reset All Currently assigned to: Editor.Direction/Length
	Save in: Normal.mxt





Capítulo 5 Planificación y diseño de la base de datos

Planificación y diseño de la base de datos SIG:

Se dice que el éxito o fracaso en la implantación de un SIG radica en la presencia o ausencia de planificación previa. En el libro de Roger F. Tomlinson, 2003, *Thinking About GIS*, ESRI Press., se delinean 10 pasos para la planificación y eventual implantación de un SIG, el cual no solamente incluye una base de datos, sino las personas, los productos convertidos o para convertirse en información, los datos, programado, hardware y documentación de los procesos que conllevan la planificación e implantación del sistema.

Tomlinson menciona diez pasos:

- 1: Ponderación de los objetivos de la institución
- 2: Planificar para hacer el plan
- 3: Llevar a cabo el Seminario tecnológico
- 4: Descripción de los productos del sistema
- 5: Definir el alcance del sistema

- 6: Generar el diseño de los datos
- 7: Escoger el modelo lógico de datos
- 8: Determinar los requisitos del sistema
- 9: Análisis de costo-beneficio y migración
- 10: Preparar el plan de implantación

Para los propósitos de este este tutorial, solamente trataremos sobre la construcción de la base de datos. Solamente mencionaremos seis, porque existen muchas otras consideraciones que no podemos discutir aquí, ya que son material para un libro aparte. Para no desviarnos más, recomendamos entonces que el lector se refiera a la obra de Tomlinson antes mencionada, la cual detalla los pasos a seguir, no solamente para desarrollar una base de datos SIG, sino todo el sistema, enmarcado dentro de lo que es la misión de la institución que lo contiene.

El proceso de diseño de la base de datos aquí explicado no es necesariamente secuencial, (paso a paso) sino que puede volverse a pasos anteriores, según el producto evoluciona. Los pasos mencionados son los siguientes:

• Investigación de las necesidades de la entidad (Needs assessment):

Consiste en determinar las funciones que serán apoyadas por el SIG. Es necesaria la entrevista a personas clave dentro de la institución, tales como los conocedores de las operaciones y los potenciales usuarios. Es necesario llevar a cabo inventarios de datos existentes, programas, hardware.

Se recomienda además que las personas que estarán de alguna manera relacionadas al uso del nuevo sistema estén presentes en seminarios educativos (technology seminars) los cuales sirven como talleres fundamentales sobre estas técnicas, terminología, aplicaciones potenciales y una sesión de preguntas y respuestas sobre estas aplicaciones en la institución. Aquí comienzan a producirse los primeros productos que serán aquéllos que servirá el SIG.

Este periodo es crítico también para la determinación de errores permisibles, tolerancia, escala de trabajo, nivel de precisión y detalle, además de otras consideraciones.

• Diseño conceptual y diseño lógico:

Determina el contenido de la base de datos y cómo se organizarán los mismos dentro de ésta. Naturalmente en este tutorial se centrará sobre la geodatabase.

• Diseño físico:

Estructurar físicamente los datos para adecuarlos a las estructuras de datos de los formatos ESRI. La información recabada en las entrevistas al personal de la institución proporcionará los elementos para este diseño físico. Se supone que se diseñe e implante un esquema detallado de la base de datos (schema).

• Plan de automatización-digitalización:

Conlleva la preparación de los datos para insertarlos dentro de la base de datos. Se supone también que se haya tomado el tiempo necesario para hacer el inventario de datos disponibles y necesarios para producir los productos. En ocasiones se necesita producir los datos, comprarlos o adquirirlos gratuitamente.

• Proyecto piloto:

Contiene el diseño completo y documentado de todo el sistema (en nuestro caso, de la base de datos). Este es el documento que guiará el proceso de prototipo o desarrollo del sistema.

• Prototipo:

Contiene todos los requerimientos de programado para el desarrollo del sistema o de la base de datos. En esta parte el programa o las pantallas, parámetros, rutinas de validación, estarán listas para sus primeras pruebas en vivo, antes de pasar finalmente a la etapa de producción. Este es el punto donde los errores se deberán documentar para ser corregidos.

• Investigación de las necesidades de la entidad:

Este paso es fundamental porque requiere el entendimiento del funcionamiento de la institución, agencia o negocio en que se implantará el sistema. Dependiendo del alcance (scope) del sistema, requerirá entonces el apoyo institucional correspondiente. En el caso de sistemas pequeños a nivel departamental, solo es necesario que el jefe de este departamento esté al tanto y de acuerdo con la implantación del sistema. En el caso de sistemas corporativos, es obvio que el apoyo del director de la entidad es necesario.

Es necesario el apoyo institucional para poder comprometer a las personas a que dediquen tiempo para las entrevistas. Las mismas deben hacerse al personal clave dentro de la institución tales como supervisores, conocedores del funcionamiento de los procesos institucionales, además de los potenciales usuarios del nuevo sistema.

Las entrevistas deben ser cuidadosamente preparadas para obtener la información necesaria para diseñar el producto (en este caso una base de datos SIG). El cuestionario debería tener las siguientes preguntas entre otras que sean de relevancia para la institución:

- Cuáles son las tareas que se llevan a cabo usando datos geográficos
- Cuáles son las tareas que se están haciendo que al presente no usan datos geográficos pero que tienen un componente de localización o geográfico
- Cuáles son las tareas que no se están haciendo, pero sería deseable poder hacerlas
- Quiénes estarán usando el sistema y cuáles serán sus funciones dentro del mismo
- Cuáles serán los productos que se obtendrán mediante el sistema (mapas, informes, otros)
- Cuáles serán las aplicaciones e interfaces que necesitan ser desarrolladas

- Cuáles son los datos que son necesarios para desarrollar la base de datos
- Determinar si la base de datos será compartida con múltiples usuarios
- Cuáles serán los issues de seguridad necesarios para la base de datos y el sistema

Diseño conceptual y diseño lógico:

Previo al diseño es necesario también conocer asuntos tales como:

- Los productos que deberían producirse con el sistema,
- Nivel de detalle (gráfico y no gráfico) necesario para llevar a cabo los procesos,
- Nivel permitido de error (tolerancia)
- Sistema de referencia espacial,
- Otras consideraciones que tienen que ver con el desarrollo de esta tecnología.

En la parte del diseño conceptual se lleva a cabo escoger el **tipo de base de datos** a usarse. Entre estos están las **bases de datos relacionales**, las orientadas a objetos y las de tipo relacional-objeto. Dependiendo del tipo de funciones que lleve a cabo la institución, se deberá entonces escoger el tipo de base de datos. Por ejemplo, para llevar a cabo inventarios, para instituciones pequeñas, o instituciones grandes que dispongan de otras bases de datos relacionales, una base de datos relacional es apropiada.

Por el contrario, cuando es necesario recrear la realidad y llevarla a la base de datos, se necesitará un modelo diferente como el **orientado a objetos**. El modelo orientado a objetos permite representar más fielmente la realidad mediante la inserción de características y comportamientos al objeto propiamente. Este modelo es mejor adaptado a ambientes cercanos a simulaciones tales como flujo de tráfico en determinados momentos, predicción en tiempo real sobre afectados por una inundación o cuando se necesita desarrollar aplicaciones en el sistema a lo largo de su existencia.

Un híbrido entre estos dos tipos de bases de datos, es el **relacional-orientado a objetos**. Las bases de datos **Geodatabase** son ejemplos de este tipo, las cuales integran el modelaje objetos los cuales pueden encapsular comportamientos y características. Este tipo de bases de datos suelen ejecutarse más rápidamente, permiten más herramientas de validación y no necesitan programación experta para modelar el comportamiento de los objetos. Sin emargo este modelo tiene también sus desventajas como la representación más limitada de comportamiento de objetos y la ausencia de encapsulación, propia de las bases de datos orientadas a objetos. La encapsulación permite guardar dentro del mismo objeto las características y comportamientos que serán usados para interactuar con otros objetos.

Una vez conocidos estos modelos conviene revisar las entidades relevantes a la institución que necesitarán ser representadas dentro de la base de datos. A estas entidades se le representará tomando en cuenta las necesidades y presupuesto de la institución, además de los asuntos que constriñen la adquisición y representación de los mismos. Según sea el tipo de base de datos se escogerá la manera de representar las características (atributos) de las entidades.

Determinar el formato de almacenamiento:

Conociendo entonces cómo serán los productos que se extraerán del sistema, o teniendo una idea más clara de ellos, entonces se debe proceder a escoger la estructura de datos más conveniente para los propósitos de la institución. Podrá escoger entonces entre información existente, la compra de datos, o la adquisición mediante otros medios como la fotogrametría, sistemas de posicionamiento global o imágenes satelitales, entre otros.

En este caso que se circunscribe al desarrollo de la base de datos, conviene mencionar los formatos que ESRI ofrece para la codificación de los datos geográficos. Existen opciones según el nivel de representación de datos y validación que se prefiera.

Formato vectorial sobre matricial:

Formato vectorial	Formato matricial
Se usa generalmente para representar datos	Es apto para representar datos geográficos
geográficos discretos. Esto es, el tipo de dato	que no tienen fronteras claramente definidas
que tiene fronteras claras entre sus vecinos.	o datos de difusión continua.
Ejemplos:	Ejemplos:
División parcelaria, calles, ríos	Temperatura, elevación, acidez del suelo

Validación de datos:

Validación gráfica: Topología

Tanto el formato de cobertura ArcInfo como la GeoDataBase tienen capacidad para relacionar topológicamente los objetos. La ventaja de la validación es obvia, pero en el caso de la GeoBase la topología es más flexible, permitiendo ciertas excepciones, según el usuario necesite.

La versión ArcView es la que menos opciones tiene, permitiendo solamente guardar topología solamente para un feature class sin relacionarlo con otros, como es el caso de las múltiples opciones que ofrecen ArcEditor y ArcInfo. Los shapefiles en cambio, no proveen opciones para topología. Frecuentemente se usan para intercambiar datos.

Ventajas de la Geodatabase:

Entre las ventajas que ofrece este formato se encuentran:

Expansible, (scalability) en el sentido que la base de datos puede ser transferida a otra de mayor capacidad, como las RDBMS de tipo corporativo. Estas bases de datos empresariales están diseñadas para ambientes multiusuarios.

Objetos personalizados, los cuales se basan en la arquitectura de programación COM. Estos pueden ser programados para que representen objetos del mundo real de una manera más certera.

Dominios y sub tipos, los cuales definen propiedades de los objetos que permiten la validación de datos no gráficos (tabulares). Los dominios y sub tipos no necesitan habilidades especiales de programación.

Redes geométricas, que se generan para el modelaje de la conectividad para hacer procedimientos de trazado de rutas, y búsqueda de caminos óptimos.

Topología, en el caso de las GDB son más flexibles, permitiendo escoger entre usarla o no, aceptar excepciones y definir reglas (reservado para licencias más allá de ArcView). La antigua estructura de cobertura ArcInfo no tiene estas opciones.

Diseño físico de la base de datos:

Este tiene que ver con la forma en que se construirá la base de datos en términos físicos. En esta se definirán y abrirán los espacios para colocar aquéllos datos relevantes a la institución. Entre los aspectos más importantes están:

Fuentes de datos – Cuáles serán las fuentes de datos necesarios para el funcionamiento de las operaciones. En muchas ocasiones se tendrá que buscar datos en otros lugares o comprarlos. Estos serán adoptados en la base de datos.

Diseño de conjuntos de datos individuales – En este aspecto, se hace el bosquejo final de cada conjunto de datos y cada tabla independiente. Esta es la traducción entre el diseño conceptual y la construcción física de los espacios a ser llenados por los datos.

- Se debe decidir de manera precisa cómo cada capa de información será guardada y cuáles serán los métodos de codificar sus nombres.
- Además se debe definir las relaciones entre tablas y los códigos de enlace entre las mismas.
- Determinar cuáles y cómo serán los dominios y sub tipos que se establecerán en esta base de datos.

Documentación – Servirá para establecer los estándares para el nombramiento de los datos, atributos y otros datos relacionados. Además se determinará cuál información será guardada como documentación para la base de datos y los procedimientos que se usarán para implantar la misma.

Esquema o bosquejo de la base de datos (Database schema):

Este bosquejo contiene la estructura en su totalidad. De forma análoga a la construcción de un edificio, el esquema es el equivalente a sus planos de construcción. Se supone, al igual que los planos de construcción, que todos los detalles de programación y almacenamiento en la base de datos estén plasmados en este esquema. Deben estar considerados otros asuntos como espacio físico de almacenamiento, seguridad, además de las necesidades de usuarios.

La idea principal es evitar que la base de datos sea modificada una vez se haya tomado tiempo y esfuerzo para diseñar este esquema. Todo el trabajo de planificación e investigación de necesidades y funciones de la institución debería sustentar este esquema.

Otros asuntos: Escoger el sistema de referencia geográfica

La selección del sistema de referencia depende del lugar en donde se encuentre el diseñador de la base de datos. Es necesario el conocimiento de estos sistemas de referencia y las proyecciones cartográficas para poder escoger la referencia que mejor se ajuste de acuerdo con la forma y área del territorio cartografiado.

Se debe considerar también si esta base de datos se distribuirá de alguna manera con áreas o lugares vecinos. A veces no es solamente la proyección cartográfica sino el marco de referencia, o datum el que es divergente entre áreas (en el caso de países diferentes). Tal vez estas consideraciones puedan cambiar el sistema de referencia con el propósito de lograr integrar otras bases de datos de lugares vecinos.

En nuestro caso por ejemplo, tenemos a escoger entre el uso de la proyección Cónica Conforme de Lambert y otras como la Universal Transverse Mercator, de amplia difusión en el gobierno federal norteamericano. Aconsejamos el uso de la proyección Lambertiana, por dos razones:

- 1) Está ajustada a una sola zona de coordenadas planas que incluye a Puerto Rico e islas Vírgenes
- 2) Es la proyección generalizada tanto en el gobierno como en el sector privado. Esta proyección se escogió porque se adapta mejor a la forma de la isla y a sus dimensiones.

La proyección UTM tiene la desventaja que divide a la isla en dos zonas (19 y 20). Aunque las nuevas versiones de los programas pueden reproyectar instantáneamente, esto es una carga adicional que se le añade al procesamiento, atrasando los procedimientos.

Otro sistema de coordenadas es el angular representado por latitud y longitud. En el futuro esperamos que este sistema vaya ganando terreno, porque ofrece una codificación globalizada. De este modo el usuario podría escoger la proyección deseada, aunque en nuestro caso no sería tan crítico escoger, porque este trabajo se hizo hace años.

Por último es recomendable que el diseñador de la base de datos esté al tanto de los últimos desarrollos en cuestiones de los marcos de referencia (datums) de estos sistemas de coordenadas. El datum Puerto Rico 1940 con sus revisiones, ha quedado en obsolescencia desde 1986. El mismo fue sustituido por otros datums globales (NAD83 y subsiguientes) basados en mediciones más exactas basadas en instrumentos electrónicos y GPS.

Plan de automatización:

Dentro del plan de automatización están contenidos los procesos de digitalización, adquisición de datos, conversión de formatos y si es necesario el agrego de los mismos para los propositos de producción de los productos que saldrán del sistema.

En este plan deben estar presentes los procedimientos de validación de los datos graficos sobre la topología, redes (si es factible) o algún otro de validación gráfica basada en criterios propios de la institución. Además de estos estan los criterios de validación de datos no gráficos como los dominios, subtipos y relaciones entre las tablas y feature classes.

Todo procedimiento y normas deberán estar documentados para propósitos de la construcción de la base de datos y el futuro desarrollo de la misma a través del tiempo.

El proyecto piloto:

Llevar a cabo al menos un proyecto piloto permite evaluar el diseño de la base de datos usando pocos recursos antes de pasar a la etapa de producción completa. El diseño debe ser probado en términos de funcionalidad, desempeño y flexibilidad.

Para este objetivo, el piloto debe tener en cuenta los tipos de tareas asignadas (procesos de la institución) las cuales el sistema estará requerido a hacer. Se debería usar también diferentes conjuntos de datos que aseguren que el diseño está trabajando en diversas circunstancias.

Metadatos:

Tratan sobre la documentación del contenido de la base de datos. Dada la necesidad de compartir información entre agencias de gobierno e instituciones, en los años 1990s el presidente Clinton designó un comité federal inter agencial para idear los mecanismos para mejorar la comunicación de datos entre agencias gubernamentales. De este modo se instituyó el Comité Federal sobre Datos Geográficos (<u>FGDC</u> en inglés).

Este comité, auxiliado por otras agencias, diseñó un esquema de comunicación de datos y su documentación los cuales fueron adoptados como estándares a finales de los años 1990. El concepto, es crear una red de datos geográficos digitalmente conectados, para facilitar el uso de los mismos. A esta red se le llama la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales o (NSDI) en inglés. La red no solamente incluye sistemas computadorizados sino también el personal y protocolos de documentación, reglas y estándares para la comunicación de este tipo de meta-información. La finalidad de esta red es además el ahorro de recursos basado en la comunicación de conocimientos y datos mediante la interacción entre agencias.

En el caso de una institución en particular, los metadatos son necesarios para mantener informados a posibles usuarios de los datos en la base de datos. La documentación es crucial para entender el contenido, procedimiento usado, confiabilidad, actualización y nivel de detalle de la información a utilizarse. Provee además la información necesaria para tomar decisiones de manera más responsable, porque se conoce entonces el alcance de estos datos.

En cuanto a ArcGIS, la documentación (metadatos) se produce y se modifica usando ArcCatalog. Esta aplicación contiene todos los formularios necesarios para llenar la información más importante al momento de documentar un conjunto de datos. ArcCatalog provee para documentar cualquier archivo, no solamente aquéllos en formato ESRI.

Los metadatos son guardados por ArcCatalog en formato XML. Este formato altamente difundido es muy parecido al HTML con la salvedad de que el XML puede ser personalizado mediante los llamados "custom tags" (etiquetas personalizadas).

Ejemplo de un extracto de archivo metadatos.	<pre>_ <geodetic></geodetic></pre>

Contenido de un archivo de metadatos:

En su forma estándar un archivo de metadatos debe contestar las siguientes preguntas:

- Identificación:
 - Nombre y título del conjunto de datos
 - Descripción del productor(es)
 - Propósito
 - o Actualización o periodo de tiempo que representa
 - Estatus de compleción (si está completo, qué áreas faltan)
 - Dominio geográfico
 - Restricciones de uso y de acceso
 - o Punto de contacto, persona o entidad contacto

• Calidad de la información

- Consistencia lógica (ausencia o presencia de contradicciones en la base de datos)
 - Consistencia geométrica: fidelidad a la estructura de datos geométricos: errores topológicos
 - Consistencia en atributos: Integridad en la información descriptiva
 - Integridad y compleción de códigos de enlaces Primary & foreign keys
 - Conformidad con los dominios de valores
- Informe de compleción
- Exactitud posicional: horizontal y vertical
- Linaje (cuáles son las fuentes de información: de dónde proviene)
- Denominador de la escala que sirvió como fuente de datos
- Pasos del proceso llevado a cabo para la producción de los datos
- Fechas de estos procesos
- Quiénes hicieron los procesos
- Organización de los datos geográficos
 - Geometría de los datos en términos del estandar: (Spatial Data Transfer Standard)
 - Sistema de referencia espacial
 - Proyección cartográfica
 - Parámetros (varios)
 - Modelo geodésico (Datum)
- Descripción de objetos (entidades), y atributos
 - Tipo de entidad (nombre del archivo)
 - Atributos: nombres y significado de cada atributo de la tabla asociada, dominios de valores.

• Información sobre el distribuidor

- Nombre y dirección del distribuidor de los datos
- o Responsabilidades del distribuidor
- Procedimiento para acceder a los datos
- Información sobre los propios metadatos
 - Quién llenó los formularios
 - Cuál es el estandar utilizado
 - Cuándo se completaron
Opciones de visualización de metadatos en ArcCatalog:

ArcCatalog ofrece múltiples maneras para examinar los metadatos. Estos formatos son llamados sytlesheets (hoja de formato) y algunos de ellos provienen del FGDC. Los otros son generados por ESRI que es el que se muestra por defecto. En algunos casos se muestra toda la información en una sola forma o en el caso de los formatos ESRI, solo se muestran algunos de los componentes de los metadatos.





El usuario puede también diseñar su propio estilo XML, según su necesidad.

Modificar metadatos:

Las opciones del Metadata toolbar proveen los medios para comenzar la entrada de datos de documentación mediante un formulario algo extenso, condensado en una caja que contiene varias pestañas (tabs):

Metadata						×
Stylesheet:	FGDC FAQ	M	P	ß	₩	⊒i

🚽 Editing 'Build	ing shapes, scale 1:5,000, Adjuntas Quadrangle, Puerto Rico CRIM Basemap Project, 1996-98.' 🏾 🔋
Identification	Data Quality Data Organization Spatial Reference Entity Attribute Distribution Metadata Reference
General Conta	act Citation Time Period Status Spatial Domain Keywords Browse Graphic Security Cross Reference
Description	Duilding Outlines from CPIM (Centre de Recendención de Ingresse Municipales in Spanish) Land Information Sustem
Abstract:	Project. Degraded from 1:2,000 to match a scale of 1:5,000.
Purpose:	To provide access to these data to federal agencies.
Language:	en
Supplemental Information:	
Access Constraints:	Only planimetric data that match 1:5,000 scale are available to federal agencies according to an agreement signed by CRIM and PR Office of Management and Budget.
Use Constraints:	For internal uses only. Not for commercial purposes or lending. Please see PR OMB License Agreement document.
Data Set Credit:	A •
Native Data Set Environment:	Microsoft Windows XP Version 5.1 (Build 2600) Service Pack 2; ESRI ArcCatalog 9.1.0.722
Native Data Set Format:	ArcInfo Coverage
	<u>Save</u> <u>Cancel</u> <u>H</u> elp

Debido a que en el caso de estos datos son compartidos con agencias del gobierno federal estadounidense, el documento está en inglés para cumplir con sus estándares.

Ajustes para las propiedades en el manejo y producción de metadatos:

Entre las opciones de ajuste (settings) están las siguientes:

- Formato por defecto (default stylesheet)
- Permite controlar cuándo renovar el contenido de metadatos. Aclaramos que ArcCatalog puede añadir información automáticamente. Esto se refiere solamente a los renglones de información interna de los archivos: tipo de geometría, sistema de referencia geográfica, nombres de atributos y algunos otros.



• Seleccionar el tipo de formulario (Editor) para crear o modificar metadatos. ArcCatalog incluye dos modelos: FGDC Editor (por defecto) y el ISO Metadata Wizard



Importar-Exportar contenido de metadatos:

En muchas ocasiones y por lo tedioso del proceso de documentación, es mejor crear plantillas que contengan información común y repetitiva. Para este propósito sirven las opciones de importar metadatos, los cuales pueden leer varios formatos tales como:

• SGML, TXT XML

Algunas veces se comienza con una aplicación genérica de entrada de metadatos, de las muchas que hay gratis en Internet, específicamente en el USGeological Survey, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército estadounidense, entre otras agencias federales. Luego estos archivos se importan dentro de ArcCatalog para que el programa actualice la parte geométrica y geográfica de los metadatos.

ArcCatalog permite también exportar los metadatos a otros formatos para diferentes propósitos. Entre los formatos para exportar están:

- FGDC CSDGM (Federal Geographic Data Committee Content Standard for Digital Geospatial Metadata)
 - FAQ, HTML, SGML y TXT
- HTML y XML







Capítulo 6 Proveer contenido a la base de datos

Trasfondo local:

Existen muchas fuentes de datos para las bases de datos geográficos en Puerto Rico. Las más frecuentes y de mayor cobertura son las que provee el gobierno en sus diferentes niveles: federal, territorial y municipal. La mayor ventaja de las fuentes de datos del gobierno federal en la mayor parte de los datos, es la ausencia de costo (o costo mínimo) y la obligación que tienen éstas de documentar los datos que producen.

Esto no quiere decir que estas fuentes de datos sean las más actualizadas y las más correctas. Las principales fuentes de información cartográfica topográfica (US Geological Survey y el US Census Bureau) contienen mapas topográficos y censales respectivamente los cuales están actualmente lejos de llenar las necesidades en términos de escala o niveles de detalle para nuestras aplicaciones actuales. (USGS Topographic Maps, TIGER Files US Census Bureau)

Por el lado de las agencias del gobierno central (local), existe una gran cantidad de información que ha estado recopilándose en la agencia central de planificación (Junta de Planes) desde hace más de 10 años. Dado a la relativa "novedad" de estos sistemas y la digitalización de datos geográficos, es posible encontrar datos de poca fiabilidad producidos por diversas agencias y municipios.

Muchos de estos datos carecen también de documentación, aunque afortunadamente, se están haciendo esfuerzos para capacitar a los técnicos geomáticos sobre técnicas de documentación (FGDC). Por ejemplo, la Junta de Planes, desarrolló un sistema que engloba tanto la visualización de datos geográficos, su documentación y un mecanismo tipo red en el cual las agencias pueden vaciar y recibir datos, además de someter documentación también. Mientras la situación vaya mejorando, se debe tener cuidado al obtener datos que en alguna medida pueden ser de dudosa validez.

Por su parte, el desarrollo de los SIG municipales ha sido un tanto desigual. Algunos prefieren invertir internamente para desarrollar un SIG en el marco de su Plan de Ordenación Territorial. Otros, para cumplir con los requerimientos del Plan, contratan consultores privados. Cualquiera sea el caso, es importante tener en cuenta los criterios de validación de datos tales como la validez gráfica y de los datos tabulares.

En resumen, es crucial conocer el origen y validez de los datos, previo a integrarlos a nuestra base de datos para no entrar en errores por falta de documentación.

En cuanto a este tutorial, el programa ArcGIS puede integrar datos de diversas fuentes y formatos. En términos amplios los datos pueden venir de:

- Fuentes cartográficas en papel
- Archivos provenientes de digitalizaciones previas
 - Digitalización de mapas en papel
 - Mapas producidos por métodos fotogramétricos
- Listas de direcciones físicas o listas de coordenadas absolutas
- Sistemas de posicionamiento global
- Productos digitales de sistemas de teledetección (espacial o aérea)

Algunos términos importantes relacionados a los métodos de entrada de datos en la base de datos geográficos:

Tablas digitalizadoras electrónicas – Se basa en el uso de una tabla que contiene una malla de cables en su interior que interactúa con un cursor (puck) que emite pulsos electrónicos para registrar las coordenadas. El usuario pulsa diferentes botones para la entrada de datos usando mapas en papel sobre esta tabla. Este método está perdiendo terreno sobre nuevas técnicas como el uso de los mapas previamente digitalizados mediante scáners.

Scanning – Se trata de un barrido electrónico de un mapa en papel el cual se registra en forma de copia digital. ArcGIS tiene un módulo opcional para tratar este tipo de datos digitales (ArcScan). Este método está ganando terreno sobre la digitalización mediante tablas electrónicas.

Heads up digitizing – Este método combina los procedimientos antes mencionados. Primero se registra el mapa digitalmente usando el scáner. Luego un técnico digitaliza o traza los elementos de interés sobre la copia digital del mapa en papel. En ocasiones el mapa puede proveer de otras fuentes como algún mapa digital en formato raster (matricial). En ese caso se decide también cuáles serán los elementos que se digitalizarán.

Sistemas de referencia geográfica:

Es un tema central dentro de la base de datos SIG. Simplemente, los datos necesitan estar dentro del marco del espacio geográfico. Este espacio se define mediante un sistema de referencia, el cual está definido por una proyección cartográfica y un sistema de coordenadas. Dicho sistema de coordenadas a su vez está referido a un sistema de referencia que ha sido construido previamente por agrimensores geodestas mediante mediciones precisas en el terreno.

Todos estos datos deberán estar correctamente posicionados en lo posible. Dado el hecho que los datos vendrán de diversas fuentes, es posible el intercambio entre proyecciones, sistemas de coordenadas, datums, etc.

ArcGIS provee varios medios para la manipulación de proyecciones, intercambio de datums además de la traslación de coordenadas-papel a coordenadas reales.

Dominio de las coordenadas:

Esta la amplitud de espacio en el cual se insertarán las coordenadas de las capas de información de la base de datos geográficos. Esta amplitud de espacio es siempre fija. <u>Una vez un feature</u> class ha sido definido usando un dominio espacial, el mismo no puede ser modificado.

La elección del dominio de coordenadas se debe hacer con cuidado, porque es posible que definamos un feature class que no esté dentro del marco de espacio de otras capas de información. Cuando queramos añadir información, (elementos geométricos) recibiremos un mensaje de error en el cual se nos notificará que las coordenadas que intentamos añadir están fuera de los límites (out of bounds).



El espacio que provee una geodatabase en ArcGIS cuenta con **2.14 billones** de celdas (no confunda con celdas ráster). Estas celdas son llamadas unidades de almacenamiento (storage units). Cuando se define un nuevo feature class en una geodatabase se puede especificar la precisión (grado de detalle) y la extensión del área de trabajo. La precisión es la que servirá de base para entrar datos correctamente posicionados.

Como se dijo antes, las geodatabases guardan las coordenadas hasta un valor máximo de 2.14 billones de unidades. Es deber del usuario definir las unidades y escoger la precisión en metros, centímetros, etc. Las unidades de almacenamiento se definen mediante la siguiente ecuación:

$$UA = USC / P$$

Donde:

UA = Unidades de almacenamiento (storage units) UCS = Unidades de sistema de coordenadas (coordinate system units) P = Precisión

Basado en la anterior ecuación, la precisión se define de la siguiente manera:

```
Precisión = 1 UCS / 1 UA
```

Por ejemplo, si escogemos el sistema State Plane, usando metros como unidades del sistema de coordenadas y decidimos que nuestra precisión debe aproximarse a una centésima de metro, la ecuación será: (primero convertimos el metro en 100 cms)

Precisión = 100 cms / 1 centímetro = 100

Si las unidades de	Ylas unidades de sistema de	Entonces, la precisión
almacenamiento son	coordenadas son:	debe ser:
1 cm	metros	100
1 mm	metros	1000
2 cm	metros	50
1 pulgada	Pies	12

ESRI recomienda seguir las siguientes opciones para establecer precisión

Además de esto, ESRI recomienda también que la precisión sea diez veces mayor, para proveer los medios para la llegada de datos que sean un poco más precisos.

La definición de la precisión debe responder a las necesidades de los instrumentos de entrada de datos como los GPS.

Método de colección	Unidades de SC	Precisión del equipo	Unidades de almacenamiento
Desde un mapa a escala 1:250,000	pies	+/- 416 pies	1 pie
GPS tipo "Profesional"	metros	+/- 0.5 metros	0.05 metros
Agrimensura con teodolito	metros	+/- 5 milímetros	0.5 milímetros

Por su parte también se provee la siguiente información relacionada a los métodos de colección de datos:

Método de colección	Unidades de	Unidad de	Precisión
	Sistema de	almacenamiento	
	Coordenadas	recomendada	
Desde un mapa a escala	pies	1 pie	1
1:250,000			
GPS tipo "Profesional"	metros	0.05 metro	20
Agrimensura con teodolito	metros	0.5 milímetro	2000

Según ESRI (white paper "Tips and tricks for using ArcGIS 8.3", es posible tener una precisión de ³/₄ de pulgada (1.866cm) para registrar una geobase que contenga la extensión completa del planeta usando coordenadas geográficas. Sin embargo, tener más precisión no siempre es lo más efectivo.

A mayor precisión, se necesita más espacio para guardar los dígitos extensos que demandan las altas precisiones. Mayor precisión entonces redunda en mayor espacio necesario en la geobase para guardar los archivos. Esto tendrá la consecuencia de tener que esperar más por:

- Los dibujados en monitor
- ✤ Mayor tiempo en operaciones de modificación
- Mayor tiempo de geoprocesamiento

Por estas razones es recomendable que adopte solamente la precisión necesaria. De este modo, su base de datos evitará la redundancia y será más ágil.

Centralización del Área de Trabajo:

Este paso, aunque opcional, es altamente recomendado para asegurar que las coordenadas alrededor de los bordes caigan totalmente dentro del espacio destinado para la geobase. De otro modo es posible que los elementos añadidos sean cortados por falta de espacio.



Sin centralizar



Para efectuar la traslación, el cómputo es sencillo: Primero se debe buscar el centro del área de trabajo:

Centro X = (MinX + MáxX) / 2Centro Y = (MinY + MáxY) / 2

Luego buscar el centro del espacio de la geobase:

CentroGDB = $\frac{MáxX}{2}$ Precisión

Usando estos números, podremos entonces hacer la traslación:

Traslación X = (Centro X – CentroGDB) TraslaciónY = (Centro Y – CentroGDB)

Finalmente use ArcCatalog para hacer los cambios (precisión, traslación) en el sistema de referencia geográfica. Se puede definir un archivo de referencia (con extensión .prj) el cual contenga la definición de proyección cartográfica, sistema de coordenadas, unidades de medida, datum, extensión geográfica, precisión y traslación.

En ArcCatalog:

Supongamos que se generará un Feature Data Set nuevo. <u>Para este ejemplo nos interesa definir</u> <u>la precisión de los datos sobre la extensión</u>. Definirá los parámetros al momento de la definición del archivo. Como se mencionó antes, una vez se defina, no hay vuelta atrás. Se deberá entonces definir el archivo nuevamente con la definición correcta de parámetros.

Un feature data set se compone de diferentes feature classes, todos ellos con la misma definición de extensión geográfica y coordenadas.

Antes de todo, debemos conocer la extensión de nuestra área de estudio. Para esto, lo más sencillo es abrir algún archivo en ArcCatalog o ArcMap:



Note cómo hemos dejado un espacio alrededor por si necesitamos añadir algunos datos fuera del área costera.

□ Para conocer la extensión, vaya a Tools | Options



- En el tab Geoprocessing, pulse el botón Environments
- □ En la forma Environment Settings, presione en el nombre General Settings.

🚳 Environment Settings	
	<u> </u>
× General Settings	
CUCRE Tutorial	<u>a</u>
Je. kur _ rutonar	
Scratch Workspace	
	2
Output Coordinate System	_
Same as Input	
J	
Default Output Z Value	
Output has Z Values	
Same As Input	
Output has M Values	
Same As Input	
Output Extent	
	e l
Left Right	
Bawan	
Bollom	
Snap Raster	
None	
OK Cancel S	how Help >>

□ Navegue hasta que vea la parte **Output Extent**.



- □ Guarde estos números en un archivo de texto. Los usará posteriormente para definir un feature dataset.
- Presione Cancel en esta forma y también Cancel en la próxima para salir. No es necesario cambiar nada.

Defina un nuevo *feature data set* que contendrá los parámetros necesarios de referencia geográfica.

□ Haga right click encima de una geobase existente y escoja New > Feature Dataset



□ Escriba el nombre de este feature data set

New Feature Dataset			×	
Name:	Parcelas			
Spatial Reference				

□ En la parte **Spatial Reference**, escoja el sistema de coordenadas que interesa para el

conjunto de feature classes. Esto se hace pulsando el botón Edit...

- □ En la forma **Spatial Reference Properties**, existen dos opciones:
 - 1. Pulsar el botón Select para escoger un sistema de coordenadas pre-definido.
 - 2. Pulsar el botón Import para tomar la definición geográfica de un archivo existente.

Edit...

Este puede ser cualquier formato ESRI con definición de sistema de coordenadas.

□ En este ejemplo usaremos el botón **Select**.

atial Reference	Properties	?
Coordinate System	X/Y Domain Z Domain M Domain	
Name: Unkno	own	
Details:		
	<u> </u>	
	-	
	<u></u>	
Select	Select a predefined coordinate system.	
Import	Import a coordinate system and X/Y, Z and M domains from an existing geodataset (e.g., feature dataset, feature class, raster).	
New 🔻	Create a new coordinate system.	
Modify	Edit the properties of the currently selected coordinate system.	
Clear	Sets the coordinate system to Unknown.	
Save As	Save the coordinate system to a file.	

□ Escoja el archivo que contiene el sistema de coordenadas que le interesa.



- □ Presione Add.
- □ Ya que ha regresado a la forma **Spatial Reference Properties**, escoja el tab XY domain. Verá la siguiente forma:

Spatial Reference	Properties			? ×	
Coordinate System	X/Y Domain Z	Domain M Do	main	1	
The coordinate range, or domain extent of the feature class, is dependent upon the minimum X & Y, maximum X & Y, and Precision values. The Precision is the number of system units per unit of measure, and therefore specifies the degree of resolution.					
Min X:	0000	Max⊻:	11474.83645		
Min <u>Y</u> : -10	0000	<u>M</u> ax Y:	11474.83645		
Precision: 10	0000				
A <u>b</u> out Settin	g the X/Y Domain				
	0	ок С	Cancel į	Apply	

Como se dijo, cambiaremos la precisión porque entre otras razones, deseamos que el desempeño en las operaciones de análisis sean más rápidas. Además no nos interesa tener toda la precisión posible porque nuestros instrumentos no son tan exactos: GPS no profesional con exactitud de 3 a 5 metros.

Se nos hace entonces razonable una precisión de un metro, pero podemos llevarlo a un decímetro o centímetro para prevenir la posibilidad de una posible obtención de equipo GPS más exacto (submétrico). De esta manera podemos escalar nuestros datos a un modelo más exacto en el futuro.

- En la caja de texto Precision escriba 100
 (1 = un metro, 10 = un decímetro, 100 = un centímetro, 1,000 = milímetro)
- □ Pulse entonces cualquiera de las otras cajas de texto. Notará que los números cambian.

5	ipatial Referenc	e Properties				? >
	Coordinate System	m X/Y Domain]	Z Domain	M Don	nain	
The coordinate range, or domain extent of the feature class, is dependent upon the minimum X & Y, maximum X & Y, and Precision values. The Precision is the number of system units per unit of measure, and therefore specifies the degree of resolution.						
	Min X:	10000	Max	∐:	21464836.45	
	Min <u>Y</u> :	10000	Max	Y:	21464836.45	
	Precision:	100				

Los números (data storage units) se ajustan a la precisión. No se puede alterar la precisión independientemente de la extensión. Recuerde la ecuación matemática **Precisión = 1 UCS / 1 UA**



A este momento, podemos imaginarnos, con una extensión -1,000 mínimo y 21,464,836.45 como máximo que nuestra extensión está bastante a la izquierda del espacio en unidades de almacenamiento. Recuerde que el espacio de almacenamiento no está en términos del sistema de coordenadas. *El espacio de almacenamiento es un mecanismo para mover todos los decimales al lado izquierdo y manejar así las coordenadas como números enteros*.



<u>Podemos dejar las cosas como están</u>. Sin embargo, es posible que podamos añadir datos alrededor de nuestra área de trabajo. Por esto es recomendable mover el espacio de trabajo en términos del espacio de almacenamiento.

Centralizaremos el área de trabajo, mejor dicho, moveremos el espacio de la geobase, de manera que aparezca centralizada el área de trabajo.



Para esto necesitamos conocer la extensión de nuestra área de trabajo. Moveremos entonces el espacio para centralizar. Recuerde: Las ecuaciones para mover el espacio (shifting) son:

Xshift = centro X del área de estudio – centro de la Geobase Yshift = centro Y del área de estudio – centro de la Geobase

El centro X, Y del área de estudio se obtiene:

(Mínimo X + máximo X) / 2 (Mínimo Y + máximo Y) / 2 En esta parte consiga el archivo de texto que contiene las coordenadas mínimas, y máximas X, Y. Centro X: (-11.943.479178 + 412.030.683843) / 2 =

(-11,943.479178 + 412,030.683843) / 2 = = 400,087.204665 / 2 = 200,043.6023325

Centro Y: (104,912.080159 + 384,028.404148) / 2 = = 488,940.484307 / 2 = 244,470.2421535 Top: (Y Max) **384,028.404148** Left: (X Min) **-11,943.479178** Right: (X Max) **412,030.683843** Bottom: (Y Min) **104,912.080159**

Ahora necesita saber el centro de las unidades de almacenamiento de la geobase, la cual cambia según la precisión.

(Max X / 2) / Precisión

El máximo es: 2,147,483,648 (número máximo permitido) 2,147,483,648 / 2 =

1,073,741,824 / Precisión 1,073,741,824 / 100 (en centímetros) Centro de la geodatabase = **10,737,418.24** para una precisión de 100 (en centímetros)

Ahora se define el traslado (shifting):

Xshift = centro X del área de estudio – centro de la Geobase Yshift = centro Y del área de estudio – centro de la Geobase

200,043.6023325 - 10,737,418.24 = -10,537,374.6376675 244,470.2421535 - 10,737,418.24 = -10,492,947.9978465

Trasladamos estos números entonces a la forma Spatial Rederence Properties, Tab X/Y Domain

5	Spatial Reference Properties							
	Coordinate Syst	em X/Y Domain Z D	omain M D	omain				
	The coordinate range, or domain extent of the feature class, is dependent upon the minimum X & Y, maximum X & Y, and Precision values. The Precision is the number of system units per unit of measure, and therefore specifies the degree of resolution.				e,			
	Mjn X:	-10537374.6376675	Max⊻:	21464836.45				
	Min <u>Y</u> :	-10492947.9978465	<u>M</u> ax Y:	21464836.45				
	Precision:	67.1042272397098						

Note que la precisión cambió a **67.10**. Debemos cambiar este número a 100 para ajustarlo a nuestra precisión deseada.

□ Cambie el 67.10 por 100. Haga click encima de cualesquiera de las cajas de texto. Notará que los números cambian en el ámbito de los máximos X y Y:

- □ Si desea puede establecer los dominios para Z y M.
- □ Presione Apply u OK.
- □ Verá entonces la Forma New Feature Dataset:

New Feature Dataset	? ×
Name: Parcelas	
Spatial Reference	
Description:	
Projected Coordinate System: Name: NAD_1983_HARN_StatePlane_Puert	o_Rico_Virg
Geographic Coordinate System: Name: GCS_North_American_1983_HABN	
•	
Show Details	Edit
	<u></u>
ОК	Cancel

□ Presione OK

Podemos repetir el proceso para calcular distintas precisiones. Estas pueden guardarse para futuras ocasiones.

Comprobemos entonces si definimos bien el espacio en la Geobase:

- □ Importe un archivo, el mismo que contenía toda el área de Puerto Rico.
- □ Haga right click encima del nuevo feature dataset y escoja Import | Feature class (single)

Input Features					
C:\PRGISDAT	4\pr1\municip2k\po	lygon		- 🖻	
Output Locati	0.0			_	
C:\ArcTrainII\F	arcelas.mdb\Parcela	36		- 6	
Output Featur Puerto Bico	re Class Name			-	
r deno_rneo					
Expression (d	optional)				
				SQL	
Field Info (op	tional)			_	
FieldName	NewFieldName	Visible	SplitPolicy		
AREA	AREA	FAL	NONE		
MUNICIP2K#	MUNICIP2K#	TRUE	NONE		
MUNICIP2K	MUNICIP2K-ID	TRUE	NONE		
CNTY	CNTY	TRUE	NONE		
Ouput will co	ntain Measure (M) values	(optional)	-	
SAME_AS_TE	MPLATE				
Output will co	intain Z values (c	optional)	1400	-	
SAME_AS_TE	MPLATE			1	
Configuration	Keyword (option	nal)			

Este es un ejemplo de importación de una cobertura ArcInfo a un feature class de una geodatabase

- □ Presione **OK**. Cuando el proceso termine, pulse el botón **Close**.
- □ Ahora vaya dentro del nuevo feature dataset y visualice el feature class acabado de importar. Deberá ver lo siguiente:



ture Class To Feature Class	
ecuting Append	Cancel
===	<< Details
Close this dialog when completed successfully	
End Time: Fri Jul 21 18:14:54 20 (Elapsed Time: 1.00 seconds) Executing (Append): Append	06 <u>*</u>
<pre>\Parcelas.mdb\Parcelas\continent C:\ArcTrainII\Parcelas.mdb\Parce \continentes</pre>	es TEST las
Start Time: Fri Jul 21 18:14:54 Input feature 12: falls outside XYDomain.	2006 of output
C:\DOCUME~1\ISANTI~1\LOCALS~1\Te \world_borders1.fid contains the list of features not able to be	mp full copied.

Toda la extensión del territorio pudo ser recuperada.

De hecho, si se hace la prueba podemos importar un feature class de un área más grande (el continente americano).

Verá que le dará un mensaje de advertencia en verde, pero traerá la mayor parte de ambos continentes. No hay que reproyectar archivos siempre y cuando los datums sean compatibles.



lo

Active una sesión de modificación **Edit** | **Start editing**. Añada polígonos dentro y en los límites de esta área. Inspeccione las cajas de mensajes.

Esto muestra la extensión que tiene este feature dataset que se acabó de crear.

Fíjese cómo cabe casi todo el continente americano y Europa. Este es el radio de acción que tenemos en este feature dataset sin estar fuera de los límites "out of bounds".

Haga una prueba en ArcMap e intente siguiente: arrastre estos dos temas al Data view o la Tabla de contenido. Añada polígonos dentro y en los límites

De igual manera hay que mencionar que los mismos parámetros aplican para los dominios Z y M, siendo cada uno limitados a 2.14 billones de valores.

Futuras versiones:

A partir de la versión 9.2 no será necesario definir el dominio de coordenadas: <u>http://www.esri.com/news/arcnews/spring06articles/highlights-of-whats.html</u>

"All geodatabase data created with ArcGIS 9.2 is now stored in double precision. This eliminates inconsistencies in precision, unifies geometry processing in the product, and simplifies the geoprocessing of large overlays. This enhancement also makes it easier to define data because it eliminates the need to define spatial domains."

Dicho de otro modo, el registro de las geobases se hará mediante el tipo de datos numérico real de doble precisión. Esto eliminará las inconsistencias en precisión, unificará el procesamiento geométrico y simplificará el geoprocesamiento de solapes (overlays) de gran volumen. Este realce también hace más fácil la definición de los datos porque eliminará la necesidad de definir los dominios de coordenadas.

Mientras tanto, existen tres métodos para la definición de estos espacios de coordenadas:

- 1. Importar el dominio partiendo de un feature class existente (shapefile, cobertura)
 - El más sencillo. Solo necesita importar la definición de referencia espacial y amplitud usando el botón import:

ipatial Reference	Properties	? ×
Coordinate System	X/Y Domain	
Name: NAD_	1983_HARN_StatePlane_Puerto_Rico_Virgin_1:	
Details:		
Alias: Abbreviation:	<u> </u>	
Remarks: Projection: Lambe	ert_Conformal_Conic	
Parameters: False_Easting: 2	200000.000000	
False_Northing: Central_Meridiar	200000.000000	
Standard_Paral Standard_Paral	lel_1: 18.033333 lel_2: 18.433333	
Linear Unit: Mete	gin: 17.833333 r (1.000000) dirate Sustem	
La endrata a la compania com	unate system.	
Select	Select a predefined coordinate system.	
Import	Import a coordinate system and X/Y, Z and M domains from an existing geodataset (e.g., feature dataset, feature class, raster).	
New 🔻	Create a new coordinate system.	
Modify	Edit the properties of the currently selected coordinate system.	
Clear	Sets the coordinate system to Unknown.	
Save As	Save the coordinate system to a file.	
	OK Cancel	Apply

• Es posible también hacer que todas los próximos feature classes a definir tengan el mismo sistema de referencia y extensión. Esto se logra mediante la opción **Tools | Options** e ir al tab **Geoprocessing**.

Iptions
General File Types Contents Proxy Server Metadata
Geoprocessing Tables Raster CAD Data Interoperability
General
Overwrite the outputs of geoprocessing operations
I as assessment in a particular to a kister model
IV Log geoprocessing operations to a history model
My Toolboxes
Specify the location of the 'My Toolboxes' folder:
C:\ESRI\AdcToolbox\My Toolboxes 💕
<u>H</u> eset
Environment Settings
Change the second an investor the time. Environments
Change the current environment settings.
ModelBuilder
when connecting elements, gisplay valid parameters when more than one is available.

• Hacer click en **Environments**



En la caja Environment Settings, expandir la opción General Settings
 General Settings

• En Output Coordinate System, escoja la opción As Specified Below

Real Environment Settings	
☆ General Settings	<u> </u>
Current Workspace	
C:\GP_Tutorial	
Scratch Workspace	
J Output Coordinate System	
As Specified Below	💌 🖻
	t de la companya de l
Default Output Z Value	
Output has Z Values	
Same As Input	•
Outent has Millelines	
Same As Input	•
Output Extent	
Default	- 🖻
Bottom	<u>pric</u>
Shan Bacter	
None	
OK Cance	Show Help >>

• Pulse el botón de fólder

Output Coordinate System	
As Specified Below	Â

• Escoja el archivo fuente

Select a d	ataset to import the coord	inate system				×
Look in:	UsoCubiertaTerrenos	•	٤	۵ 📾 🗀		
🛛 usos_s	uelos, shp					
Name:					Add	
Show of t	pe: Geographic datasets			•	Cancel	

Presione **Add** y **OK** para aceptar los parámetros. En adelante, la referencia geográfica será la misma para todos los nuevos feature classes.

2. Definir la amplitud de espacio maximizando la precisión

• Este método maximiza la precisión mediante la reducción del espacio de trabajo. Se debe tener en cuenta que no será posible añadir coordenadas que estén fuera de este marco de espacio definido. Para esto se necesitará generar otro feature class con más espacio y con precisión diferente.

3. Definir la precisión deseada (modificará automáticamente la amplitud de espacio)

• Este método es usado especialmente para bases de datos tipo SDE la cual está fuera del alcance de este tutorial. En pocas palabras se trata de maximizar el uso de espacio en disco mediante un pareo entre precisión y extensión territorial, teniendo en cuenta la mínima precisión necesaria. Las tablas provistas anteriormente pueden ilustrar este concepto.

Organizar la geobase: Feature Data sets

Una manera de organizar la geobase por temas o para conformar topologías y redes, es el uso de los feature data sets. Estos sirven como contenedores de feature classes, a manera de subdirectorios dentro de la geobase.

Los feature data sets tienen dos limitaciones:

- 1) La definición de referencia espacial tiene que ser la misma.
- 2) La extensión geográfica deber ser también idéntica.

Los feature data sets son definidos desde ArcCatalog haciendo right click encima de la geobase y escogiendo **New | Feature Data Set**



Entrada de datos: Digitalización en ArcMap

Como se mencionara en el tutorial anterior, ArcMap provee una variedad de herramientas para la entrada de datos gráficos: herramientas de precisión tipo CAD, construcción por capas, habilidad para copiar y pegar (copy paste), además del uso del Field Calculator y los dominios de datos para la entrada de datos no gráficos.

Editing Options

ArcMap permite también al usuario definir las tolerancias tanto para añadir vértices, como para establecer el umbral en el cual los elementos se pegarán entre sí. En este gráfico podemos ver:

- La definición de despliegue de medidas usando tres espacios decimales,
- Tolerancia de enganche (Snapping tolerance) а elementos (9 píxels). Esta tolerancia puede ser definida en términos de unidades de mapa o píxel. Esto significa la tolerancia que puede establecerse en función del monitor o de unidades de mapa a conveniencia.
- General Topology Versioning Units Edit Tasks Annotation Display measurements using 3 decimal places Snapping tolerance: 9 pixels 10 map unit: Sticky move tolerance: Stretch geometry proportionately when moving a vertex Show snap tips Stream Mode Stream tolerance: 100 map units Group [points together when streaming ΟK Cancel
- Sticky move tolerance, que

permite restringir la movida no deseada de elementos. Se trata de restringir una movida, seleccionando un valor umbral. Cualquier movimiento menor a este umbral hará que el elemento movido vuelva a su lugar.

- Stretch geometry proportionately when moving a vertex significa que cuando movamos un vértice, movemos a su vez la forma del objeto (línea o área) de forma proporcional.
- Show snap tips ayuda a mostrar cuál es elemento encima del cual está posicionado el cursor.
- **Strem mode** ayuda a delimitar las tolerancias para la digitalización en modo continuo. Esto quiere decir que en vez de hacer click en cada vértice, podemos entrar múltiples vértices en una sola tirada, formando líneas más suavizadas.
- **Stream tolerance** define el umbral para la distancia entre vértices para formar las líneas. Mientras menor sea el número, más vértices se registrarán por línea, de modo que se debe tener cuidado de no añadir puntos innecesarios.
- Group n points together when streaming significa que podemos borrar en una sola operación n número de vértices. Muchas veces es mejor borrar un vértice a la vez.

? ×

La herramienta **Snapping Environment** ayuda a establecer prioridades de atracción a los elementos de otras capas al momento de digitalizar (snap to elements). Entre estos elementos se puede escoger los vértices, puntos de inicio/final (endpoints) y al borde (edge).

Layer Vertex Edge End PR52 ♥ ♥ □ expansion-ur ♥ □ ♥	Snapping Env
PR52 V V expansion-ur V V	Layer
	PR52 expansion-ur
Edit Sketch Edit sketch vertices Edit sketch vertices Edit sketch edges Perpendicular to sketch Raster Centerlines Corner Intersection Ends Solid Topology Elements Topology nodes	Edit S Edit S

Conversión e inserción de datos externos en la base de datos geográficos:

ArcGIS, en la versión ArcView, ofrece importar un número limitado de formatos. Debido al dominio del mercado geomático por parte de ESRI, una gran cantidad de datos están ya en formatos tales como el shapefile, la cobertura ArcInfo y su versión para exportar (e00). Otros formatos importantes son los llamados tipo CAD que también están difundidos en dos grandes grupos: Autodesk y Microstation. En menor medida, se permite importar archivos mif de MapInfo así como los archivos del antiguo programa AtlasGIS.

Por el lado de los datos raster, ArcView permite más opciones de lectura directa, tales como tiff, jpg, png, MrSID y otros. Además se puede visualizar formatos raster de ESRI como el GRID.

Por el lado de los GPS, ArcGIS también permite la entrada de datos desde estos aparatos tanto en forma directa *en vivo*, como el descargue de puntos a través de herramientas gratuitas disponibles en Internet tales como DNR Garmin.

Como se había mencionado antes, existen diferentes fuentes de información que están publicadas por distintos niveles del gobierno: federal, territorial y municipal. A nivel federal, algunas agencias usan sus propios formatos digitales para publicar tales como los *TIGER Files* del Negociado del Censo Federal o los mapas topográficos del US Geological Survey en formato *Spatial Data Transfer Standard*. Ninguno de estos formatos puede ser leído o importado directamente desde ArcView. Por el contrario, es necesario tener una licencia de ArcInfo o el módulo Data Interoperability (FME, Safe Software) para poder importar estos y otros formatos fuera de los de ESRI.

Estos programas ESRI son sumamente caros, de modo que es recomendable adquirir un programado que permita importar otros formatos. Existen opciones en Internet, así como también algunos programas de bajo coste que permiten importar múltiples formatos, tales como <u>Manifold System</u>.

Importar datos en la geobase:

Dentro de las limitadas opciones de importación están las que se proveen desde ArcToolbox.



Según sea la versión que se tenga, aparecerán más opciones para importar datos a otros formatos ESRI como la cobertura ArcInfo por ejemplo.

ArcInfo tiene múltiples rutinas de conversión desde diferentes formatos hacia la cobertura, la cual puede ser transportada fácilmente a shapefile o un feature class de una geodatabase.

También pueden verse las opciones de importación de formatos CAD, que como se mencionó antes, son muy difundidas porque usualmente proveen información cartográfica básica: mapas bases, derivados de procesos fotogramétricos, planos, etc.

La opción To Raster | DEM to Raster permite importar un modelo digital de elevaciones según publicados por el US Geological Survey en formato SDTS DEM.

Por otro lado, desde ArcCatalog también pueden ser importados distintos tipos de datos ESRI: shapefiles, feature classes de otras geobases. Además se puede importar diferentes tipos de rásters dentro de una geobase, tal como se ve al final de las opciones de importación.

XML Workspace Document trata sobre la exportación de datos a

				Nam	ie	Туре
AreasEst	3	Сору	Ctrl+C		nno_5_6	Perso
🖾 barrid		Pacto	Chrl+V		reasEstadisticas	Perso
Block .		Fasce	Same		so_suelo_shp	Perso
🖾 Tract	\sim	Delete			cu_sol	Perso
Ranno_5_		Rena <u>m</u> e	F2		unicipiosAnno	Perso
🔄 🖾 barriosCe	С.	Refresh			unicipios	Perso
🔄 🔿 CulebraR	·	-			ES_VIV	Perso
DES_VIV		New			ulebraRds_Anno	Perso
- 🖾 municipio - A municipio		Impor <u>t</u>		۲	Feature ⊆lass (single)	
 ⊡ ocu_sol		Export		۲	Eeature Class (multiple)	
uso_suel	0	Comp <u>a</u> ct Data	base	_	Ta <u>b</u> le (single)	
E SP pr_quads	_	Count		-	Table (multiple)	
	2	⊵earcn			Raster Datasets	
evp 626 flor		Disconnected B	Editing	►	Restor Detession	
	-	Properties		_	Raster Datasets (<u>m</u> osaic)	
grid_2k.shp -	:≝ ∩	Propercies			⊠ XML <u>W</u> orkspace Document	

formato XML de uso muy difundido sobre la Internet y en bases de datos en estos días. Para esta función se necesita licenciamiento aparte del que provee ArcView.

Utilidad Simple Data Loader:

Esta función permite hacer descargas desde múltiples archivos dentro de un solo feature class de una geodatabase. Note la caja final #4 con el mensaje de error. Esta dice que para cargar los archivos cada uno de estos debe tener la misma estructura de la tabla de atributos y tipo de geometría. No es necesario que los datos a cargarse estén en la misma proyección, pero recomendamos que tenga cuidado con el intercambio de datums.

1:			2:
×	Contents Preview Metadata		Simple Data Loader
ZAnott VIVIENDAS.mdb VIVIENDAS.mdb OrreasEstadisticas	Name: barrios Type: Personal Geod	atabase Feature Class	This wizard will help you load data from a shape file, coverage teature class; geodabase feature class; dbASE_INFD or geodabase table into an existing featureclass or table
Signature Signa	F2		in a geodalabase.
Create Layer DES_V Create Layer Munici A munici Export J ocu s Load	Load Data		□ Skip this screen in the future
Ci ¹ pr_quads Review/Rematch Addr. To00MGric CrimPR_2k Properties	Esses 🖗 Load XML Record	set Document	< Back Next> Cancel
3:			4:
Simple Data Loader		×	Este error ocurre cuando las tablas
Enter the source data that you will be loading fro the list of source data to be loaded. You can loa	m. Click Add to add it to d from multiple data sets in		entre feature classes no son iguales.
the same operation if they share the same schen	na.		Data Source Error
Input data [C:\PRGISDATA\Delimitaciones\Estadisticas\E	3yOGP\pr_barrios2K		All data sources must have the same schema
List of source data to load	PungeNer, barring2K she		()
	your yijoonoser.shiji		
Add	e	_	
< <u>B</u> acl	k <u>N</u> ext > Cancel		

Otras fuentes de datos:

Una de las fuentes de información más usadas son las que provienen de los sistemas de posicionamiento global. ESRI vende también el programa ArcPad, el cual sirve para la colección de datos GPS y la entrada de datos en el campo. ArcPad permite una interfaz de programación que permite la personalización de formularios para agilizar la entrada de datos usando computadoras tipo iPAQ. Refiérase a la página web de ESRI sobre información del programa <u>ArcPad</u>.

También existen programas gratuitos en Internet para convertir datos obtenidos por aparatos GPS de bajo coste como el Garmin. Un ejemplo de esto es el programa <u>DNR Garmin</u> producido por la Universidad de Minnesota en los Estados Unidos.

🦉 M	N DNR	- Garmin								_	
Eile	Edit	GPS Waypoi	nt Track R	toute Real Time	Help						
GPG	Man7	6CS Softwa	e Version 3		Americas Auto	route 1.00					
Lat	mapi	Lon		. to tempman							
Alt		EPE							<<< Data Ta	able «	I
		🖲 Waypoin	ğ Tr	ack 🖱 F	Route 🔘 P	RTimeWpt					
		type	ident	lat	long	y_proj	x_proj	comment	display	sym	bo 🔺
93		WAYPOINT	001	18.36186983	-66.03794832	258544.34552299	241786.82196368		0	•	82
6	1 2	WAYPOINT	002	18.15148816	-66.10290874	235245.15852863	234963.41381084	13-JUL-05 11:04:20	0	•	82
_	:]	WAYPOINT	003	18.14794346	-66.10194717	234853.01014359	235065.87087280	13-JUL-05 11:06:58	0	•	82
-+	4	WAYPOINT	004	18.14780180	-66.10137334	234837.44100239	235126.61947361	13-JUL-05 11:08:24	0	•	82
×	1	WAYPOINT	005	18.13886234	-66.08638222	233850.95056703	236714.78995068	13JUL-05 11:14:16	0	•	8.
	<u> </u> _6	WAYPOINT	006	18.13862094	-66.08450669	233824.60916616	236913.31147975	13JUL-05 11:16:25	0	•	82
		WAYPOINT	007	18.13849588	-66.08380252	233810.90945916	236987.85404054	13JUL-05 11:18:10	0	•	8.
	<u> </u> _8	WAYPOINT	008	18.13353480	-66.07882024	233262.82457281	237516.14847114	13JUL-05 11:21:15	0	•	82
		WAYPOINT	009	18.13223141	-66.07466315	233119.42047767	237956.35218011	13JUL-05 11:23:47	0	•	82
	10	WAYPOINT	010	18.13157838	-66.07324242	233047.43741026	238106.84318609	13JUL-05 11:25:14	0	•	82
	11	WAYPOINT	011	18.13142264	-66.07134400	233030.59602338	238307.77846855	13JUL-05 11:26:36	0	•	8:
	12	WAYPOINT	012	18.12974324	-66.07135288	232844.71620280	238307.20617213	13JUL-05 11:28:36	0	•	82
	13	WAYPOINT	013	18.12946673	-66.07106404	232814.17220115	238337.83366943	13JUL-05 11:31:06	0	•	8.
	14	WAYPOINT	014	18.12885778	-66.07063355	232746.86308896	238383.52452543	13-JUL-05 11:32:26	0	•	82
	15	WAYPOINT	015	18.12834280	-66.07027816	232689.93903671	238421.24743294	13JUL-05 11:33:45	0	•	82
	16	WAYPOINT	016	18.12907127	-66.07070094	232770.47828549	238376.34604221	13-JUL-05 11:35:01	0	•	82
	17	WAYPOINT	017	18.31733686	-66.02780663	253617.62249567	242869.57471960	13JUL-05 12:18:50	0	•	82
	18	WAYPOINT	018	18.31716218	-66.02828851	253598.17560731	242818.67643308	13JUL-05 12:21:25	0	•	82
	19	WAYPOINT	019	18.31731088	-66.02689586	253614.96040354	242965.86146576	13-JUL-05 12:46:43	0	•	82
	20	WAYPOINT	020	18.31745429	-66.02724614	253630.75133111	242928.79705849	13-JUL-05 12:49:41	0	•	8.
	21	WAYPOINT	021	18.31870638	-66.02488403	253769.89204660	243178.19385403	13-JUL-05 12:53:23	0	•	82
	22	WAYPOINT	022	18.44425061	-66.06128714	267657.46266670	239301.70359417	16-NOV-05 10:32:28	0	•	82
	23	WAYPOINT	10.8	18.23290201	-66.01718525	244274.67022250	244013.63230463		0	•	82
	1	I WAYPOINT	CASA ABU	18.31879430	-66.14712009	253755.11373146	230256.31285589	03-JUL-05 20:04:23	0	•	8:┸
Conn	ected							0 of 2	29 Selected		

Además se puede extraer datos desde servidores especialmente dedicados a publicar información geográfica vía Internet. En muchos casos la información publicada puede ser una versión no actualizada de los datos. Este es el caso de las instituciones que deciden publicar, pero por diversas razones ponen al público información no actualizada.

Servidores de archivos geográficos en Internet: Internet Map Servers:

Hay diferentes maneras de acceder a servidores de mapas por Internet (Internet Map Servers) así como también diferentes formas de recibir la información. Refiérase al Consorcio de Datos Geoespaciales de Formatos Abiertos (<u>OGC</u>), el cual ha formulado ciertos protocolos de codificación para la comunicación de datos geográficos.

En ArcGIS es posible acceder a diferentes fuentes tales como La Red Geográfica (Geography Network) para datos de diferentes países. En nuestro caso local, diferentes agencias locales y municipales han optado por esta tecnología para publicar datos geográficos. La agencia catastral (de dominio municipal) ha publicado una página dedicada a la comunicación de estos datos catastrales. (http://cdpr.crimpr.net). El acceso es de tipo restringido, por lo cual es necesario contactar al Centro de Recaudación de Ingresos Municipales (CRIM) para pedir una autorización.

El gráfico inferior muestra el mapa parcelario del Municipio de Lares, en el límite con Adjuntas, cerca del poblado Castañer.



Manipulación de datos para la entrada a la base de datos: reproyección

En múltiples casos es necesario manipular los archivos geográficos para normalizarlos o estandarizar el sistema de referencia geográfica. Diferentes lugares utilizan sistemas de coordenadas locales, regionales, nacionales o mundiales.

En Puerto Rico, los datos se referencian al menos usando dos proyecciones cartográficas, Cónica Conforme de Lambert y la Transversal Universal de Mercator (UTM). En múltiples ocasiones también se usan los datos sin proyectar usando coordenadas geográficas (latitud y longitud). Muchos de los aparatos GPS registran coordenadas en latitud longitud usando el datum global WGS84.

Un datum es el espacio de referencia matemático donde descansan las coordenadas. Los datums se desarrollan a través de mediciones precisas hechas por geodestas en el terreno (entre otras importantes como las gravimétricas y de nivel de la marea). Sobre estas mediciones se proyecta matemáticamente la forma de la tierra mediante modelos llamados esferoide y geoide. Sobre estas mediciones se proyectan los datums, que pueden ser locales, en el caso de datums antiguos, o globales en el caso de uso más reciente. La diferencia estriba en el punto de origen, dado que los datums locales usan un punto de referencia dentro de la región o país, mientras que el datum global usa el centro de la tierra.

Los desarrollos en geodesia y agrimensura han traído cambios en los sistemas de coordenadas. El datum local viejo (PR 1940 alias NAD27) está obsoleto y se urge a las agencias que hagan la transferencia de coordenadas (shifting). Existe una ley local (<u>Ley 264 de 2002</u>) la cual establece el sistema de coordenadas, proyección cartográfica y datum oficial de las agencias de gobierno. Para más detalles refiérase a nuestro pasado tutorial en la parte de georreferenciación.





Capítulo 7 Validación de atributos y geometría para las geodatabases

Una de las actividades más importantes en la construcción y manejo de las bases de datos es la validación de los mismos. El valor y la utilidad de una base de datos son proporcionales al grado de validez (cercanía a la realidad) de los datos. ArcGIS provee herramientas para la validación de datos geométricos y los no gráficos (atributos).

Por la vertiente de la validación de atributos ArcGIS ofrece la opción de hacer listas de valores posibles, llamados **Dominios**. Otro mecanismo para la validación de datos es la creación de subtipos, (subtypes) los cuales se usan para organizar datos y a la vez asignarles listas de valores por grupos.

Una aplicación al uso de subtipos es la asignación de categorías por tipología de vías. Algunas vías pueden ser clasificadas como primarias, secundarias, ferrovías, etc. Cada una de estas puede tener distintos tipos de atributos. Los subtipos también ofrecen la ventaja de asignar valores por defecto a cada clase, a modo de herencia de atributos por subtipo. Esto contribuye notablemente a la validación al momento mismo de la entrada de datos.



Los subtipos solamente pueden ser definidos mediante una licencia de ArcEditor o ArcInfo. Los datos en subtipos pueden ser visualizados en ArcView, pero no es permitido hacer cambios a los mismos.

Dado a que este curso se centra en el uso de **ArcView**, no entraremos en muchos detalles sobre los subtipos.

Dominios:

Los dominios se usan para asegurar una lista válida de valores que serán usados para la entrada

de datos de atributos. Algunos dominios son generados por ArcGIS y otros pueden ser definidos por el usuario. Por ejemplo, antes de comenzar a digitalizar es recomendable que se definan todos los valores posibles.

El usuario que esté haciendo la entrada de datos no tendrá opción de añadir otro valor que no pertenezca a esta lista. Para esto será necesario volver a ArcCatalog y modificar el dominio para añadir este valor adicional.

Tipos de dominios:

Los dominios aceptan dos tipos de valores:

<u>Rango o amplitud de valores</u> – Esta opción se refiere a campos con datos numéricos en donde tenemos constancia del valor mínimo y máximo dentro de las características del objeto a modelarse. Por ejemplo en un país existe un

ase rropercies		<u> </u>
neral Domains		
Domain Name	Description	
AnnotationStatus	Valid annotation state values.	
BooleanSymbolValue	Valid values are Yes and No.	
HorizontalAlignment	Valid horizontal symbol alignment values.	
Primarias	Números de carreteras primarias	
VerticalAlignment	Valid symbol vertical alignment values.	
Domain Properties		
Field Type	Short Integer	
Domain Type	Coded Values	
Split policy	Duplicate	
opin poiloy	Dapacato	
Merge policy	Default Value	
Merge policy	Default Value	
Merge policy	Default ∀alue	
Merge policy	Default Value	
Merge policy	Default Value	
Merge policy Coded Values:		
Merge policy Coded Values: Code	Default Value	
Merge policy Coded Values: Code	Default Value Description Placed	
Merge policy Coded Values: Code 0 1	Default Value	
Merge policy Coded Values: Code 0 1	Default Value	
Merge policy Coded Values: Code Code 1	Default Value	
Merge policy Coded Values: Code 0 1	Default Value	
Merge policy Coded Values: Code Code 1 1	Default Value	
Merge policy Coded Values: Code Code 1 1 4	Default Value	
Merge policy Coded Values: Code Code 1 1	Default Value	

rango definido de elevaciones: 0 a 1338 metros en el caso de Puerto Rico. En carreteras, aquellas que sean primarias deberían llevar un rango numérico entre 1 y 99, etcétera.

<u>Valores codificados (coded values)</u> – Estos responden a datos de tipo nombre o categórico, aunque puede también albergar valores de tipo ordinal y numérico. Un ejemplo de datos categóricos puede ser la reglamentación del terreno, su ocupación, cubierta, tipo, etc. Para datos ordinales, pueden representarse datos de tipo binario (cierto, falso) como también una escala ordinal. Por ejemplo, las distancias a cierto cuerpo de agua pueden representarse por niveles relativos de susceptibilidad a inundación o sedimentación, etc.

Los dominios se definen a nivel de la geodatabase. De este modo se hacen disponibles para

cualquier feature class o tabla dentro de la misma. Es posible también importar tablas con distintos valores para convertirlas a dominios. Por ejemplo, se puede generar una lista única de valores traída de un mapa hecho previamente. Estas operaciones pueden hacerse desde ArcToolbox.



Reglas para la integración y división de elementos: (Domain properties)

<u>Split y Merge policy</u> se refieren a reglas pre definidas para albergar valores por defecto en momentos en que se dividan o integren elementos geométricos.

Split Policy tiene tres opciones:

<u>Default value</u> (Valor por defecto): en esta opción podemos determinar un valor que será asignado a los elementos cuando sean divididos.

<u>Duplicate</u>: copia el mismo valor del elemento original al momento de hacer la división. <u>Geometry ratio</u>: calcula la razón entre las dimensiones de los nuevos objetos creados.

Domain Properties-		
Field Type	Short Integer	▲
Domain Type	Coded Values	
Split policy	Duplicate	
Merge policy	Default Value	

Las siguientes reglas (policies) se aplican para la operación geométrica Merge:

<u>Default value</u>: el elemento geométrico obtendrá el valor por defecto. Esta regla aplica a campos numéricos y textuales.

<u>Sum values</u>: Sumará los valores de los componentes geométricos que participarán en la integración (merge). Aplica solamente a campos numéricos.

Geometry Weighted: Ponderará los valores según la proporción geométrica (área, longitud).

Uso de dominios en ArcMap:

Antes de usar un dominio para la entrada de datos en ArcMap es necesario crear la lista de valores. Es posible hacerlos directamente en ArcCatalog o usar las opciones de ArcToolbox



descritas arriba. :

□ Right click encima de la geobase. Escoja Properties

	Color Coding Description of hidrographic features	
	Description of hidrographic features	
l		
1	Level Description	
	Lake names	
		_ _
		▶
~~		
es		
T	ext	
С	oded Values	
D	efault Value	
D	efault Value	
		-
.	Description	
e trics	Description River Planimetrics	-
e trics	Description River Planimetrics Swamp	
e strics	Description River Planimetrics Swamp Ocean Planimetrics	
e trics netrics	Description River Planimetrics Swamp Ocean Planimetrics	
e trics	Description River Planimetrics Swamp Ocean Planimetrics	

- Luego escriba el nombre del dominio. En este ejemplo, el dominio Descript contiene los códigos (valores) que serán parte integral del mismo: River Planimetrics, Swamp, Ocean Planimetrics, etc.)
- De la misma manera existen los dominios numéricos Color, Level y YesNo (textual).
Para que la lista de valores aparezca en ArcMap al momento de la entrada de datos, es necesario asociar el dominio a uno o más atributos que contendrán los valores. Esto se hace desde ArcCatalog:

□ Haga right click encima de uno de los feature classes de la geobase. Escoja Properties.



Pulse el tab Fields y escoja el campo correspondiente al dominio de valores que se definió a nivel de la geobase. Este es el que aplicará para el campo. En este ejemplo asociaremos el dominio Descript al campo Descript, el cual contiene los valores de descripción de elementos hidrográficos: ríos, quebradas, pantanos, lagos, océano, etc.

Fier	d Name	Data Type
OBJECTID		Object ID
Shape		Geometry
Level_		Long Integer
Color		Long Integer
Descript		Text
Shape_Length		Double
Perennial		Text
Default Value	Creek Planimetric	5
Alias	Descript	
Allow NULL values	Yes	
Default Value	Creek Planimetric	<u> </u>
Domain	Descript	
Length		
	Nerne Leke	
	YesNo	
		Import
	he name into an empt	y row in the Field Name column,
o add a new field, type t		to tupo, then edit the Field
o add a new field, type t lick in the Data Type co	lumn to choose the da	ita type, then eait the held

- □ Repita el proceso para los demás campos. Escoja apply y OK.
- Ahora, en ArcMap traiga el feature class con dominios asociados usando la opción (Add Data)
- □ Active el Editor Toolbar 🤽 y use la opción Start Editing.

El siguiente gráfico muestra una selección de un elemento lineal. Se activó el botón para modificar los valores de la tabla. Podrá ver la lista de valores posibles para describir los elementos hidrográficos. Este ejemplo muestra las orillas de la Represa Luchetti en el Municipio de Yauco.



En el caso de los dominios por amplitud de valores (range domains) es algo diferente. Al momento de la entrada de datos se permite cualquier valor.

En este ejemplo, el dominio va desde 0 a 1,338 metros, lo cual corresponde a la amplitud de valores de elevación en Puerto Rico. Añadimos un punto y le asignamos el valor 1,500. Este valor fue aceptado.

Para validarlo (saber si está permitido o no) es necesario usar la opción **Validate Features**. Si existen múltiples ocurrencias de violaciones a la amplitud permitida por el dominio, los



elementos permanecerán seleccionados para que el usuario haga las correcciones necesarias.

Como siempre, es necesario corresponder el tipo de dato numérico del atributo con el dominio. Por ejemplo para este atributo usado (elevación) hay valores decimales, por lo tanto es necesario definir un

dominio que albergue valores decimales (floating, double).

Cuándo usar subtipos o dominios:

Es mejor usar subtipos cuando los atributos se agrupan en clases que tienen a su vez diferentes atributos. El ejemplo que más se usa es el de las vías. Existen diferentes tipos de vías y cada uno de estos tipos tiene igual cantidad de atributos pero diferentes valores por tipo. El subtipo es definido desde ArcEditor o ArcInfo y puede a su vez usarse para modelar (representar) comportamiento (behavior). Para generar comportamientos es necesario tener una licencia ArcInfo.

En cuanto a los dominios de valores, estos se prestan más para proveer listas de valores posibles: códigos de reglamentación, rangos de valores, etc. Estos dominios hacen que la validación de datos se haga comenzando en la entrada de datos, lo cual los hace muy útiles. Esta funcionalidad está disponible para las licencias ArcGIS, incluyendo las de ArcView.

Validación geométrica: Topología

La topología en ArcGIS cumple una doble función: establecer relaciones entre los objetos geométricos en un espacio definido y la validación de los datos geométricos por medio de una variedad de reglas.

Primero entraremos a discutir las propiedades básicas y funcionamiento de la topología usando una licencia ArcInfo. Luego explicaremos cómo construir topología básica (map topology) para licencias de ArcView.

Se debe aclarar que la funcionalidad topológica es limitada según la licencia ArcGIS que se posea. La licencia de menor funcionalidad es la que corresponde a ArcView, la cual solamente permite la función **Map Topology**. La misma se limita a cada sesión de modificación (edit session) de ArcMap y no puede ser guardada en la geodatabase.

Por otro lado, las licencias de ArcEditor y ArcInfo tienen la capacidad de creación de topologías en forma de archivos guardados en la geodatabase.

En este capítulo veremos además las bondades de un programado especializado para ArcGIS, el cual facilita de gran manera la entrada de datos y el geoprocesamiento. Se trata de ET GeoTools. Aquellos interesados pueden visitar la página ET GeoTools y ET GeoWizards en el sitio web <u>http://www.ian-ko.com</u>. Aunque tiene ciertas limitaciones, este programa provee múltiples herramientas que tienen muchísima utilidad. Su discusión se reservará al final de este apartado.

Topología para geodatabases – Licencias ArcEditor/ArcInfo

En ArcGIS la topología cumple dos funciones: validación y la posibilidad de analizar datos geográficos partiendo de las relaciones que muestran los mismos en un espacio definido. Los análisis de adyacencia, proximidad y contienencia pueden ser hechos gracias a la topología.

Topología – Ciencia matemática que estudia las relaciones de objetos en el espacio.

Según la enciclopedia en línea Wikipedia:

La **Topología** es una disciplina <u>Matemática</u> que estudia las propiedades de los <u>espacios topológicos</u> y las <u>funciones continuas</u>. La Topología se interesa por conceptos como *proximidad*, *número de agujeros*, el tipo de *consistencia* (o *textura*) que presenta un objeto, comparar objetos y <u>clasificar</u>, entre otros múltiples atributos donde destacan <u>conectividad</u>, <u>compacidad</u>, <u>metricidad</u>, etcétera.

Los matemáticos usan la palabra *topología* con dos sentidos: informalmente es el sentido arriba especificado, y de manera formal se refieren a una cierta familia de <u>subconjuntos</u> de un <u>conjunto</u> dado, familia que cumple unas reglas sobre la unión y la intersección. Este segundo sentido puede verse desarrollado en el artículo <u>espacio topológico</u>.

http://es.wikipedia.org/wiki/Topolog%C3%ADa

La topología no es un concepto nuevo en ESRI. La misma ha sido un tema central desde la instauración del programa ArcInfo a mediados de los años 1980. El formato digital que contenía esta topología se usa aún y se le llama "cobertura" (ArcInfo coverage). Este formato permitía guardar eficientemente las capas de información y a la vez permitía el análisis geográfico mediante las operaciones topológicas: adyacencia, proximidad, solape.



De esta manera se estructuraba la cobertura en donde los segmentos lineales (arcos) cerrados podían formar las áreas (polígonos). Las relaciones topológicas se guardaban en los archivos PAL (polygon arc list) que se refería a una lista de segmentos con orden y dirección para conformar el área cerrada y el archivo LAB que guardaba los puntos que daban información temática a los polígonos o áreas. (ESRI White Paper J9469, julio 2005, p. 2-3)

Este modelo es muy eficiente en términos de necesidad de espacio, pero tenía también sus desventajas. Por ejemplo:

- La topología debía construirse cada vez que se modificara la cobertura
- Solamente un usuario a la vez podía modificar una cobertura

Shapefiles:

El desarrollo y el abaratamiento de la cantidad de espacio y memoria en las computadoras junto con el deseo de ESRI de "universalizar" la información geoespacial, hicieron que se desarrollara otro tipo de archivo con geometría más simple que la cobertura ArcInfo. Para la primera parte de los años 90 se desarrolló entonces el shapefile, el cual fue el formato más usado para difundir información geográfica digital. Debido a su simplicidad y formato abierto, muchas empresas de desarrollo de programas SIG comenzaron a escribir funciones de conversión.

Sin embargo, pese a la simplicidad y rapidez de manipulación, los shapefiles tienen la desventaja de no tener la estructura topológica de las coberturas. Por ejemplo, la modificación de los shapefiles puede ser frustrante, especialmente en el caso de los polígonos. Debido a que cada borde de un área contigua debe repetirse, se pueden cometer errores al momento de modificar o entrar datos.

Muchas instituciones o agencias usaban una metodología híbrida: entrada de datos y modificación en formato ArcInfo coverage (o PC ArcInfo, ya descontinuado) y difundir los datos en formato shapefile. Esto sin embargo trae sus problemas de actualización, porque se está añadiendo un paso adicional en la producción.



La geodatabase:

Los feature classes de los geodatabases pueden tener topología asociada. Esto depende del interés del usuario y del tipo de licencia ArcGIS que posea. Desde la versión 8.3, ArcGIS tiene la capacidad de mantener topología dentro de la geodatabase. De esta manera, se eliminó la funcionalidad de modificar coberturas ArcInfo desde ArcMap. Si el usuario quiere modificar una cobertura tendrá que convertirla a shapefile, o un feature class de una geodatabase o usar Workstation ArcInfo.

La topología en la geodatabase es algo diferente de la topología en ArcInfo. (ESRI White Paper J9469, julio 2005, p. 7)

- No se guarda internamente en un feature class. La topología se guarda **dentro de un feature data set** (topology class) y se asocia a uno o más feature classes.
- Permite ser activada cuando se necesite.
- Tiene una variedad de reglas (25) para representar las relaciones entre elementos geométricos, tanto intra feature class como entre feature classes.
- Habilidad para difundir topología en aplicaciones personalizadas para desktop, en servidores o aún sobre la Web.
- Soporte a múltiples usuarios para modificar topologías mediante el uso de bases de datos tipo empresarial (RDBMS): Oracle, MS SQL, DB2, etc.
- El uso de RDBMS permite el almacenamiento de enormes cantidades de datos, guardar versiones históricas y replicación de datos.
- Herramientas para la validación geométrica de los datos:
 - o Identificación
 - Modificación
 - Solución simultánea de la versión topológica como la geométrica subyacente. En otras palabras, la topología no es parte integral de un feature class, sino que es guardada aparte en la geobase. Recuerde que un feature class topológico puede involucrar la interacción con múltiples feature classes.
- Herramientas lógicas de navegación dentro de la topología. Se puede obtener listas de áreas contiguas por un borde común (edge) así como también por un nodo.

Topology class de una geodatabase:

Como se mencionó antes la topología se guarda como una clase topológica (topology class) dentro de un feature dataset. Recordemos también que dentro de un feature dataset los feature classes deben tener la misma referencia espacial (todos representan un lugar común) con diferentes temáticas.

Una clase topológica tiene las siguientes características:

- Guarda una lista de los feature classes participantes
- Registra los parámetros de:
 - Tolerancia (cluster tolerance), rango o nivel de importancia (rank), además de las reglas (topology rules)
- Retiene una lista de los errores encontrados y excepciones a los mismos y las llamadas áreas sucias (dirty areas) que encierran zonas donde existen las violaciones a las reglas topológicas.

Estas áreas se guardan como geometrías especiales aparte y pueden ser presentadas como puntos, líneas y polígonos, según sea el caso.

- Genera y hace cumplir las relaciones topológicas
 - Pega o engancha (snaps) coordenadas que estén dentro del límite de la tolerancia
- Remplaza las antiguas herramientas de manejo topológico tales como
 - Shared edit tool
 - Integrate

Flujo de trabajo para la gestión de validación topológica:



Parámetros topológicos: Cluster Tolerance:

La tolerancia es la distancia en la cual las coordenadas que conforman los objetos se consideran como idénticas. Dentro de este umbral definido, las coordenadas que estén dentro de esta distancia se pegarán unas a otras dependiendo del nivel de importancia (*rank*) de un feature class.



Podemos notar entonces cómo se pegan los vértices que están dentro del umbral de tolerancia (cluster tolerance) y cuál es la prioridad. La línea gruesa superior tiene prioridad y "atrae" los vértices de la linea cercana. Se puede ver cómo los vértices que están fuera del umbral no son atraídos por el feature class de rango mayor.

Ahora bien, la tolerancia debe definirse como una décima parte (1/10) **de la precisión** del feature class más preciso dentro del conjunto de feature classes del feature dataset (contenedor de feature classes). Este parámetro se define en unidades registradas en el feature dataset (metros, pies, etc.).

Parámetros topológicos: Ranks: Niveles de importancia:

Se usan para manejar cuáles serán los objetos que serán modificados durante la aplicación del proceso de validación. El movimiento de coordenadas se efectuará dependiendo de la prioridad que se le otorgue a cada feature class. Por ejemplo, damos por sentado que una serie de puntos tomados por un GPS sub-métrico fueron corroborados y están dentro de los parámetros de precisión aceptables. Esta será entonces nuestra base para construir nuestra cartografía. Usando estos puntos podemos trazar las líneas que a su vez definirán un área de un lote.

Los niveles de importancia (ranks) serán

- 1: Los puntos GPS
- 2: Los segmentos de líneas que conforman el lote, parcela, o área de interés.
- 3: El polígono (lote) que se forma con la unión de estos segmentos
 - Los ranks (niveles) se definen solamente por feature classes.
 - Los niveles con cifra menor tienen mayor importancia: (desde 1 hasta 50)
 - 50 tiene menor importancia
 - 1 tiene **mayor** importancia
 - Los vértices pertenecientes a niveles de menor importancia se moverán hacia los vértices de niveles mayor importancia.



Fíjese cómo el movimiento de vértices es de cierto modo al azar cuando no se especifica nivel de importancia. Recuerde que el umbral de tolerancia debe ser escogido con cuidado. Este movimiento de coordenadas es generalmente imperceptible, pero aún así se debe estar conciente de los efectos que puede causar la definición de una tolerancia demasiado grande. Por el contrario una tolerancia demasiado pequeña no producirá los esperados enganches (snaps) entre vértices que sabemos que deben estar unidos.

Parámetros topológicos: Reglas

Sirven para validar las relaciones topológicas entre los objetos geométricos. Existe un total de 25 reglas, las cuales pueden definirse para uno más feature classes de iguales o distintas geometrías. También pueden definirse reglas para los subtipos entre un mismo feature class o entre varios feature classes.

Las reglas son revisadas durante el proceso de validación. Las violaciones a estas normas son almacenadas en la clase topológica (topology class) definida para la validación como una especie de feature class especial. Estas reglas pueden ser definidas en cualquier momento. No necesariamente tienen que definirse al principio. Si tiene acceso a la Web, visite el site de ESRI, en el cual encontrará un gráfico (en inglés) el cual explica gráficamente cada una de estas reglas. http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm?TopicName=Topology%20rules%20poster

<u>0</u>		
Norma para puntos:	Norma para líneas:	Norma para polígonos:
(punto en polígonos)	(línea a línea en un mismo	(polígono-polígono, polígono-
	feature class)	línea, polígono-punto)
Must be properly inside:	Must not have dangles:	Must not overlap:
(Debe estar apropiadamente	(No puede tener líneas sin	(No pueden solaparse)
dentro)	conectar)	Este aplica en ocasiones a
Cualquier punto que esté fuera	Registrará todo aquel segmento	distintas jerarquías en límites
de un polígono o que esté en los	que no esté conectado con otro	administrativos. Un barrio
límites se registrará como una	segmento de línea dentro de la	pertenece a un municipio: no
violación y pasará a guardarse	lista de violaciones al momento	debe solapar a otro barrio ni
en la clase "topología".	de la validación topológica.	tampoco debe solapar a otro
Aclaramos que la cercanía al		municipio.
borde de un polígono se define		-
por el umbral de tolerancia.		
Procedimientos para corregir	Procedimientos para corregir	Procedimientos para corregir
situación:	situación:	situación:
• Mover punto(s)	• Snap (pegar manualmente)	• Rehacer límite usando
• Borrarlo(s)	• Extender la línea	herramientas topológicas
× ′	• Cortar (trim)	en segmentos compartidos
	,	• Rehacer el polígono

Entre las venticinco reglas presentamos unos pocos ejemplos que aplican a distintos niveles de geometría:

Una regla topológica que debe existir siempre que se usan líneas y polígonos es <u>Must be larger</u> <u>than cluster tolerance</u> (el objeto a permitirse tiene que ser más grande que la tolerancia). De esta manera se podrán identificar los objetos que estén por debajo de este umbral. Aclaramos que los objetos que violan las reglas no son eliminados. Se mantienen en una lista y el usuario toma la decisión de borrarlos o modificarlos según su criterio.

Para otros detalles sobre las reglas topológicas (en inglés) refiérase a la ayuda en línea de ESRI para ArcGIS 9.1:

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm?id=1680&pid=1677&topicname=Topology%20rules

Procesamiento Topológico: Dirty Areas (áreas sucias)



Según esta parte del diagrama ya hemos pasado por la definición de los parámetros de tolerancia, rangos o niveles de importancia de los FC y definimos las reglas topológicas, que pueden también ser modificadas o añadir otras más.

Una vez generado el FC especial topology class, toda la extensión se vuelve un dirty area que necesitará ser validado (Validate topology). Para aligerar el proceso de revisión, ArcGIS valida solamente las dirty areas, dado a que se supone que las demás partes estén validadas con sus correcciones y/o excepciones.

Análogamente a cuando se trabajaba en ArcInfo, cada vez que se modifica un FC participante en la topología se genera una zona sucia que debe ser validada.

Validar la topología:

La topología puede ser validada tanto en ArcMap como en ArcCatalog. Sin embargo, es necesario decir que los procesos en ArcCatalog no son reversibles (no hay undo). Siguiendo entonces los parámetros determinados por el usuario, ArcGIS comenzará a mover vértices y hacer los enganches (snaps) que sean pertinentes dentro de la tolerancia.

A diferencia del antiguo comando *Clean* de ArcInfo, los segmentos de línea no son partidos en cada intersección de líneas. Por el contrario, se mueve el vértice afectado por la tolerancia y se crea lo que ESRI llama "*cracking*" que no necesariamente quiere decir rompimiento sino la inserción de un vértice. Una vez generado el vértice, entonces se enganchan o pegan vértices entre sí (otra vez, según el umbral de tolerancia, rangos y reglas). Este proceso es llamado *Clustering* conglomerar.



Note cómo se engancha el vértice nuevo al punto de inicio de la línea de mayor importancia en negro más oscuro.

Pasos para generar un feature class especial para topología (topology class):

Aunque nuestro enfoque ha sido dirigido al uso de las licencias ArcView, nuestra intención es también cubir, al menos en el aspecto teórico las topologías en la geodatabase. Muchos de nuestros usuarios son (somos) novicios en cuanto a la nueva generación de topología fuera de las coberturas ArcInfo. Por esto incluimos una serie de pasos para el lector que tenga una licencia de ArcEditor o ArcInfo y desee conocer los pasos básicos para generar topología.

Recuerden que la topología se define dentro de un feature data set, el cual es una especie de subdirectorio dentro de la geodatabase.



Dentro de este comenzaremos con datos reales provenientes del Centro de Recaudación de Ingresos Municipales (parcelas) y dos feature classes de reglamentación (calificación y clasificación) del Plan de Ordenación del Municipio de San Sebastián, localizado en el centronoroeste de Puerto Rico.

El mapa de calificación representa una reglamentación del terreno más específica y detallada: áreas destinadas al comercio, residenciales, conservación, etc. La clasificación es un esquema de reglamentación territorial más generalizada que el de calificación.

Comencemos desde ArcCatalog para generar la topología.

Haga right click encima del feature data set. Escoja New | Topology...



Aparecerá el wizard (programa guiado) que le llevará paso a paso en el proceso.

□ Presione **Next** y vaya al próximo paso.



□ En el próximo paso, escriba el nombre del feature class especial de topología y el umbral de tolerancia.

nter a <u>n</u> ame for your topology: opoReglam nter a cluster <u>t</u> olerance: 1025 meters	
opoReglam nter a cluster tolerance: 1025 meters	
nter a cluster tolerance: 1025 meters	
nter a cluster tolerance: 1025 meters	
1025 meters	
.025 meters	
ne cluster tolerance is a distance range in which all vertices and oundaries are considered identical, or coincident. Vertices and ndpoints falling within the cluster tolerance are snapped together.	
ne default value is based on the precision defined for the spatial ference of the feature dataset.	
< <u>B</u> ack <u>N</u> ext> Can	ncel

En este caso se escogió dos centímetros y medio como umbral de tolerancia (cluster tolerance) que servirá para enganchar unos vértices con otros. Estos se moverán si están dentro de este parámetro.

Presione Next y pasemos a seleccionar los feature classes que participarán en la topología. Solamente escogeremos dos feature classes por el momento.

iew Topology	? ×
Select the feature classes that will participate in the topology: Image: Calificacion Image: Classificacion Image: Classi	<u>?</u> ×
< >	
<pre></pre>	incel

En esta parte, defina primero el número de rangos (*ranks*) para los niveles de importancia de los feature classes. Recuerde que <u>el más importante es 1</u> hasta el máximo permitido: 50. En este ejemplo usaremos del 1 al 2.

the rank, the less the features will	move. The highest rank is	s 1.
Enter the number of <u>r</u> anks (1-50):	2	Z Properties
Specify the rank for a feature clas	s by clicking in the Rank	column:
Feature Class	Rank	
Calificacion	2	
Lotes	1	

El feature class de parcelas es el más importante. Queremos que el feature class Calificación se ciña a los límites de las parcelas.

Los rangos se definen en la columna rank usando la lista disponible al hacer click encima del número.

Presione Next para comenzar la sección de añadir reglas (*topological rules*) que se usarán junto con la tolerancia para encontrar errores. La definición de reglas es opcional pero *si no se definen reglas no se encontrarán errores*.

Se nos hace lógico que las zonas de reglamentación sigan los bordes de las parcelas. Para esto añadiremos la regla "**Area boundary must be covered by boundary of**" la cual sirve para detectar áreas que sobrepasan los límites de otras. Se supone entonces que todos los bordes del feature class de Calificación deberán seguir los bordes de las parcelas. Para más información, refiérase a la ayuda en línea y al PDF que contiene el afiche con las reglas topológicas.

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm?id=1680&pid=1677&topicname=Topology%20rules

\Box Presione Add Rule.

New Topology				? ×
Specify the r <u>u</u> les	for the topology:			
Feature Class	Rule		Feature Class	Add Rule Remove
•				Load Rules
		< <u>B</u> a	ck Next	> Cancel

□ En este caso escogimos el feature class de Calificación primero porque éste es el que deberá seguir los límites de las parcelas (FC San Sebastián).

Auu Rule		
Eeatures of feature class: Calificacion Rule: Area Boundary Must Be Covered By Bour Fgature class: Lotes	Rule Description	The boundary of an area feature in one layer must be covered by the boundary of area feature(s) from another layer. Any area boundary in the first layer that is not covered by the boundary of area feature(s) in the second layer is an error.
		OK Cancel

- Presione OK y continúe añadiendo las reglas que entienda necesarias.
 La más importante ahora saber que se nos presenten los polígonos insignificantes para borrarlos o modificarlos. La regla Must be larger than cluster tolerance, la cual significa que nos presentará cualquier polígono que sea más pequeño que el umbral de tolerancia definido anteriormente. Esta regla se aplica automáticamente.
- Presione Add Rule otra vez y añada otra regla. Podemos añadir la regla que muestra los espacios vacíos entre polígonos. Esta regla se puede aplicar dentro de un feature class para detectar dichos espacios vacíos.

Para el feaure class de parcelas añadiremos la regla Must not have gaps.

Add Rule		<u>?</u> ×
Eeatures of feature class: Lotes Rule: Must Not Have Gaps	Rule Description	A void can not exist between areas in the same layer. The boundary of any void that does exist is an error.
Fgature class:	Show Errors	
		OK Cancel

Dedemos repetir la regla para el feature class de Calificación.

Add Rule		<u>?</u> ×
Features of feature class:	- Rule Description	
Calificacion		A void can not exist
Pule:		layer.
Must Not Have Gape		The boundary of any void
		that does exist is an error.
Feature class:		
		
	Show Errors	
	Г	OK Cancel
	L	

Podemos guardar estas reglas en archivos aparte para usarlas después. (Save rules)

Feature Class	Rule	Feature Class	- Add Rula
Calificacion .otes Calificacion	Area Boundary Mus Must Not Have Gaps Must Not Have Gaps	Lotes	<u>R</u> emove
			Load Rules

□ Presione Next para ver el resumen de los parámetros.

Summary:			
Name: TopoReglam			<u> </u>
Cluster Tolerance: 0.025			
Z Cluster Tolerance: 0			
Feature Classes: Calificacion, Rank:2 Lotes, Rank:1			
Rules: Calificacion - Area Boundary Must Bi Lotes - Must Not Have Gaps Calificacion - Must Not Have Gaps	e Covered By Bou	ndary Of - Lotes	
			T
			T
			V

Presione Finish para terminar. Aparecerá un mensaje de barra para apercibirlo del procesamiento.

New Topology	•	×
Creating new topology		
	Cancel	1

Aparecerá entonces la opción que se ofrece para comenzar la validación.

lew Topology		×
The new topology has been created	l. Would you l	ike to validate it now?
<u>[Y</u> es	No	

En este ejemplo se escogió la opción Yes, pero el usuario escoje si quiere validar los feature classes para mostrar las violaciones.

□ Navegue dentro del feature data set y notará la aparición del feature class topológico.

Catalog Tree	×
📄 🦲 ArcTrainII	
😟 🕤 AddressMatPR.mdb	
🖻 🗇 Parcelas.mdb	
🖻 🖓 Parcelas	
🔤 Calificacion	
Clasificacion	
🔤 🖬 Lotes	
Municipios	
🔣 TopoReglam	-
	•

A este punto tenemos la topología validada. Esto no quiere decir que los datos están corregidos automáticamente. Ahora queda de parte del usuario corregirlos o dejarlos como excepciones a las reglas escogidas.

□ Si desea, podrá entonces hacer las modificaciones usando ArcMap. Necesitará activar el toolbar Topology Toolbar:



Validación topológica:

Entraremos en la parte posterior a la validación: Buscar errores, corregirlos, modificar objetos y hacer las respectivas excepciones que sean necesarias.



□ Traeremos el feature class topológico:

Add Data	3		×
Look in:	Parcelas		## ## ##
TopoR	Reglam		
	apios :		
🖾 Clasifi	icacion		
Calific	tacion		
Name:	TopoReglam		Add
Show of I	type: Datasets and Layers (*.lyr)	•	Cancel
	. ,		

Aparecerá el mensaje:

Adding Topology Layer			×
Do you also want to add all feature classes l	that participate i	n 'TopoReglam' to the map	9?
<u>Y</u> es	No		

El mensaje le previene para que traiga también los feature classes asociados a la topología. Presione **Yes** si quiere traerlos.



Esta es la lista de los elementos de la topología y los feature classes involucrados en la misma.

□ Si queremos ver el contenido de la lista de violaciones y errores, debemos abrir una sesión de modificación (Edit session).

Busque el Editor Toolbar y escoja Editor | Start Editing.



Recuerde que el Editor Toolbar puede ser activado usando el botón del Standard Toolbar

Una vez abierta la sesión de modificación se activarán los botones del Topology toolbar.
 Si no le aparece esta barra de manejo de topología, búsquela en View | Toolbars y navegue hacia abajo hasta encontrar Topology.

Mostramos entonces el contenido del **Data view** con los feature classes relacionados a esta topología:



- □ Presione el botón Error Inspector 💀 para acceder a la lista de violaciones.
- □ Cuando aparezca la siguiente forma,

Error In:	spector						×
Show:	<pre><errors all="" from="" rules=""></errors></pre>	>	•				
	Search Now	🔽 Errors 🗖 Excepti	ons 🔽 Visible Extent only				
Rule T	уре	Class 1	Class 2	Shape	Feature 1	Feature 2	Exception

Presione el botón **Search now** para que aparezcan las violaciones en el listado. Note que puede escoger el tipo de regla o todas a la vez. (al lado del label Show).

Esta es la lista de violaciones para este conjunto de datos de prueba:

W: <pre></pre> <pre><pre>/W: </pre><pre></pre><pre>/W: </pre><pre>/</pre><pre>/W: </pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>//</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>//</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>///</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>///</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//</pre><pre>//<th></th><th></th><th>▼ 16 errors</th><th></th><th></th><th></th></pre></pre>			▼ 16 errors			
Search Now	Errors	Exceptions 🔽 Visible E	xtent only			
ule Type	Class 1	Class 2	Shape	Feature 1	Feature 2	Exception
ust Not Have Gaps	Calificacion		Polyline	0	0	False
rea Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	3	0	False
rea Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	4	0	False
rea Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	7	0	False
Area Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	1	0	False
Aust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
Aust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
Aust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
Aust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
Aust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
Aust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
Aust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
Aust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
Area Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	6	0	False
Area Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	2	0	False
tree Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	5	0	Ealse

□ Veamos el primer ejemplo de la lista. La seleccionamos y hacemos right click para activar el menú de contexto.

Rule Type		Class 1	
Must Not H	ava Cane	Calificacion	
Area Bou	Zoom To		
Area Bou	Pap To		
Area Bou	Eanto		
Area Bou	Select Features		
Must Not 🗌	chan pula para		
Must Not	Show Rule Desc	ription	
Must Not	Crosta Eastura		
Must Not	Create Feature		
Must Not	Mark ac Evcenti	00	
Must Not	Mark as Excepti	on	
Must Not	Mark as Error		Г 7
Must Not	The second se		Escogeremos Zoom

□ Nos mostrará este error:



El cual es un espacio vacío detectado por el proceso de validación topológica.

□ Volvamos a la lista de errores y escojamos **Show Rule Description**

Error Inspector					×
Show: <errors all="" from="" rules=""></errors>	Exceptions Visible Extent	16 errors only			
Rule Type Class 1	Class 2	Shape	Feature 1	Feature 2	Exception
Must Not Have Gans Calification		Polyline	0	0	False
Area Boundary Mu Zoom To	Lotes	Polyline	3	0	False
Area Boundary Mu	Lotes	Polyline	4	0	False
Area Boundary Mu Pan To	Lotes	Polyline	7	0	False
Area Boundary Mu Select Features	Lotes	Polyline	1	0	False
Must Not Have Ga		Polyline	0	0	False
Must Not Have Ga Show Rule Description.		Polyline	0	0	False
Must Not Have Ga		Polyline	0	0	False
Must Not Have Gaj Create Feature		Polyline	0	0	False
Must Not Have Ga		Polyline	0	0	False
Must Not Have Gaj Mark as Exception		Polyline	0	0	False
Must Not Have Gaj Mark as Error		Polyline	0	0	False
Must Not Have Ga		Polyline	0	0	False
Area Boundary Must Be Co Calificacion	Lotes	Polyline	6	0	False
Area Boundary Must Be Co Calificacion	Lotes	Polyline	2	0	False
Area Boundary Must Be Co Calificacion	Lotes	Polyline	5	0	False
•					

Esta es la descripción de la regla.

Rule Des	cription	<u>? ×</u>
Rule:	Must Not	Have Gaps
	5	A void can not exist between areas in the same layer.
	•	The boundary of any void that does exist is an error.
Q		
🔽 Show	v Errors	

Podemos generar un polígono para rellenar esta área o dejarla como una excepción a la regla. Escogeremos la opción para rellenar (Create Feature):

Error Inspector						×
Show: <a>Show: <a>Sho	all rules>	xceptions 🔽 Visible E	16 errors xtent only			
Rule Type	Class 1	Class 2	Shape	Feature 1	Feature 2	Exception
Must Not Have Gaps	Calification		Polyline	0	0	False
Must Not Have Gap	Zoom To		Polyline	0	0	False
Must Not Have Gap			Polyline	0	0	False
Must Not Have Gap	<u>P</u> an To		Polyline	0	0	False
Must Not Have Gap	Select Features		Polyline	0	0	False
Must Not Have Gap -			Polyline	0	0	False
Must Not Have Gap	Show Rule Description		Polyline	0	0	False
Must Not Have Gap			Polyline	0	0	False
Must Not Have Gap	Create Feature		Polyline	0	0	False
Area Boundary Mus		Lotes	Polyline	3	0	False
Area Boundary Mus	Mark as Exception	Lotes	Polyline	4	0	False
Area Boundary Mus	Mark as Error	Lotes	Polyline	7	0	False
Area Boundary Mus_	mark as grot	Lotes	Polyline	1	0	False
Area Boundary Must B	Be Co Calificacion	Lotes	Polyline	6	0	False
Area Boundary Must B	Be Co Calificacion	Lotes	Polyline	2	0	False
Area Boundary Must B	Be Co Calificacion	Lotes	Polyline	5	0	False
•						



I <errors all="" from="" rules=""></errors>	, 					
Search Now	M Errors	Exceptions M Visible E	xtent only			
tule Type	Class 1	Class 2	Shape	Feature 1	Feature 2	Exception
lust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
lust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
lust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
lust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
lust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
lust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
lust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
lust Not Have Gaps	Lotes		Polyline	0	0	False
rea Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	3	0	False
rea Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	4	0	False
rea Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	7	0	False
rea Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	1	0	False
rea Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	6	0	False
rea Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	2	0	False
rea Boundary Must Be Co	Calificacion	Lotes	Polyline	5	0	False



Fíjese que el polígono vacío se rellenó. El nuevo polígono adoptará los atributos por defecto. Si no se especificó ninguno, mostrará el valor <Null> en cada campo que no sea calculado de forma automática. Quedan otros espacios vacíos que podemos continuar llenando.

 Dejaremos por ahora las violaciones en los lotes. Pasaremos a la regla Area Boundary Must Be Covered by Boundary of, la cual se usa para detectar áreas cuyos bordes no coinciden con los bordes del otro feature class (Los bordes de Calificación no coinciden con los de las parcelas o lotes).

Recuerde activar el **Snapping Environment** para asegurar el enganche con los vértices. En este ejemplo serán los bordes del feature class de lotes y los de las parcelas.

- Usaremos la herramienta Fix Topology Errors, ¹² teniendo a la vez activado el botón Error Inspector.
- □ Acercaremos a un área y usaremos el cursor (flecha) para escoger el borde con error en el mapa de calificación.



Usaremos las herramientas topológicas para escoger los nodos coincidentes del mapa de clasificación, harcer que sigan el borde de la parcela. El nodo escogido mostrará otro color.

Usando esta herramienta, presiona la tecla N para escoger nodos Puede también usar las opciones Reshape edge o Modify edge, combinando con Trace en la manera de lo posible usando objetos seleccionados previamente.

Una vez usadas las herramientas para mover nodos y bordes, validamos la topología en la extensión corriente:



El resultado muestra la desparición de la línea gruesa roja.



En este caso era necesario hacer coincidir los vértices de los lotes con aquéllos del feature class de calificación.

□ Lo restante es repetir el proceso con los demás errores. En este ejemplo, los errores encontrados en el feature class Lotes, corresponden a espacios vacíos que representan el área destinada a la red vial. Recuerde que la regla era para encontrar espacios vacíos entre polígonos (**Must not have gaps**). Las violaciones son mostradas a nivel de los bloques, pero esto no es necesariamente un error.

Si hubiéramos encontrado marcas entre lotes, entonces habríamos detectado un error.

Por lo tanto, los errores serán seleccionados en su totalidad y marcados como

excepciones.

Error Inspector		-			×
Show: Lotes - Must Not Have Gaps		✓ 4 errors			
Search Now 🔽 Errors	Exceptions 🔽 Vi	isible Extent only			
Rule Type	Class 1	Class 2	Shape	Feature 1	Feature 2
Must Not Have Gaps Must Not Have Gaps Must Not Have Gaps Must Not Have Gaps	Lotes Lotes Lotes Lotes		Polyline Polyline Polyline Polyline	0 0 0 0	0 0 0 0
Zoom To					
Pan To					
Select <u>F</u> eatures	_				
Show Rule Description					
Create Feature					
Mark as E <u>x</u> ception					
Mark as Error					
•					Þ

En este ejemplo, seguirán apareciendo errores donde sea que no coincidan los límites del feature class Calificación con el de los Lotes. Recuerde que los lotes tienen espacios vacíos que representan los espacios de la red vial.

□ Finalmente veremos la regla **Must be larger than cluster tolerance**, la cual mostrará cualquier polígono (o línea, según el caso) que sea menor que este umbral de tolerancia.

Error Inspector 🗾								
Show: Must Be Larger Than Cluster Tolerance								
	Search Now Errors Exceptions Visible Extent only							
Rule T	уре		Class 1	Class 2	Shape	Feature 1	Feature 2	
41								

- □ Presionamos el botón **Search now**, y notamos que no aparece ninguno en la lista y suponemos que todos los polígonos son más grandes que el umbral de tolerancia.
- □ Como último ejemplo, mostraremos cómo mover bordes sin crear espacios vacíos (gaps) entre áreas.



Vemos en el gráfico que por razones cosméticas, debemos doblar la línea seleccionada y crear una esquina que siga más o menos perpendicular al bloque de parcelas.

□ Hay diferentes maneras de hacerlo. Podemos escoger de la lista de tareas (**Task list**) la opción **Modify Edge** o **Reshape Edge** bajo **Topology Tasks**



□ Otra opción es producir un nodo en algún lugar de la línea y luego moverlo.



□ Luego, presionamos y mantenemos la tecla S para mover el nodo al lugar que designemos.



Entonces, procedemos a validar la topología, en este ejemplo, Validate in current extent, solamente para la extensión corriente
 (la que se nos presenta en el Data View).



 \Box Este es el resultado que se nos muestra:



La línea sigue apareciendo en rojo, como error, porque esta modificación no implica que los bordes vayan con los de las parcelas. Esta es una excepción, porque sabemos que hay espacios vacíos entre bloques de parcelas.

La manera de modificar es básicamente la misma, con excepción del movimiento de bordes, que se asemeja un poco al permitido por ArcInfo, pero mucho más limitado. Sería ideal que existiese una opción que sirviera para forzar la adopción de la regla en determinados lugares, por ejemplo algo como "Enforce Rule".

Otros detalles para el manejo de la topología de geodatabases:

- Recuerde que en la topología se modifican bordes compartidos entre feature classes (múltiples) e intra feature class (uno solo).
- Los bordes son modificados con la herramienta Topology Edit Tool.



Seleccionamos un borde: lo movemos,



Lo soltamos...



Hacemos el cambio al feature class

Se aclara que los cambios hechos en la topología no se hacen directamente al feature class (u otros, en el caso de múltiples feature classes). Se necesita validar (usando las herramientas de **Validate**) para transmitir esos cambios al feature class.

• La opción **Show Shared Features** 🕅 le muestra los objetos pertenecientes a los distintos feature classes. Cuando se selecciona un borde se tiene la opción de desplegar cuáles se seán los bordes adyacentes (y subyacentes).



Además tenemos la opción de dejar fuera de alcance los objetos que no queremos que sean modificados. El número en () paréntesis representa el FeatureID number o número identificador interno.

• **Split edges**: Se permite también partir temporeramente los bordes para efectuar cambios. Hay distintas opciones. Se puede hacer interactivamente usando el ancla del objeto (**Split Edge at Anchor**) la cual se representa como una "x".



También puede picarse un borde mediante la herramienta Split Edge at Distance,



la cual partirá el borde a la distancia requerida, partiendo del origen o el punto final del borde.

En el caso de haber tenido un feature class lineal que representara los límites de las parcelas, podemos usar la herramienta Construct Features. Solo necesitamos conectar las líneas que conforman el área y generar el polígono usando esta herramienta.

Para recapitular:

- La topología tipo **Geodatabase** reside dentro de un **feature data set**. Refiérase al capítulo 6, sobre cómo definir un feature data set, su sistema de refrencia geográfica y precisión.
- No es posible incluir dentro de la topología a feature classes que estén **fuera** del feature data set
- Validación: <u>la topología es una herramienta de validación para la integridad de los datos</u>. Por lo tanto, es necesario definir los parámetros de:
 - **Tolerancia** (cluster tolerance)
 - Niveles de importancia (ranks) de los feature classes
 - Reglas topológicas
- Los parámetros pueden ser modificados antes o después de la validación.
- Se puede validar en ArcCatalog, pero esta interfaz no es la más adecuada. Es preferible usar **ArcMap**.
- Existen **25 reglas**, las cuales aplican a distintos niveles geométricos. Hay reglas para feature classes puntuales, punto en línea, punto en polígono, y todas las demás combinaciones. Refiérase a la ayuda en línea ESRI para obtener explicaciones gráficas sobre cada una de las reglas.
- La regla topológica por defecto es **Must be larger than cluster tolerance**. Esto ayuda a identificar objetos insignificantes dentro del feature class.
- Es necesario tener una licencia **ArcInfo** o **ArcEditor** para producir topologías de geodatabases.
- Las licencias ArcView por su parte, solamente pueden acceder a una funcionalidad limitada: **Map Topology**. La misma se define dentro de una sesión de modificación en ArcMap y no es guardada en la geobase.
- La funcionalidad **Map Topology** permite el uso de feature classes en diferentes lugares (stand alone) y shapefiles conjuntamente. Esto no es posible con la topología de la geobase.

La herramienta Map Topology:

Esta herramienta permite una limitada funcionalidad de validación topológica. Esta es la única opción de esta clase para las licencias ArcView. Esta licencia permite visualizar feature clases participantes en la topología pero no permite su modificación. A continuación se presenta una comparación entre las funciones topológicas Map Topology y Geodatabase Topology.

Comparación funcionalidad Map Topology y Geodatabase Topology					
Map topology	Geodatabase topology				
Puede usar conjuntamente shapefiles y stand alone	Solamente permite feature classes que residan				
feature classes.	dentro de un feature data set.				
Los feature classes deben estar en una sola	Feature classes: solo los que están dentro de un				
geodatabase. Los shapefiles deben estar en el	feature data set.				
mismo directorio.					
Persiste solamente dentro la sesión de	Es guardada permanentemente en la				
modificación de ArcMap.	geodatabase como un feature class especial.				
Solamente se puede escoger una topología por	Múltiples topologías en una sesión de				
sesión <map layers="">.</map>	modificación.				
Requiere dos parámetros:	Requiere definir tolerancia, niveles de				
umbral de tolerancia y los feature classes	importancia (ranks) y hasta 25 opciones de				
participantes.	reglas topológicas.				
Las herramientas de validación del Topology	Todas las herramientas de validación están				
toolbar no están disponibles.	disponibles.				

Las licencias de **ArcEditor** proven dos funciones más para el uso de **Map Topology** (además de poder generar topologías para una geodatabase):

- 1. **Planarize lines** la cual sirve para dividir líneas que se cruzan las cuales pueden servir para la construcción de áreas.
- 2. **Construct features** de uso posterior a la herramienta Planarize, es usado para la construcción de áreas (polígonos) basados en líneas que formen figuras cerradas.

Para aquellos que tengan una licencia de **ArcEditor** y estén interesados en ver un ejemplo de estos dos comandos, presentamos entonces un ejemplo sencillo:

□ Comenzamos por dibujar una serie de líneas en un shapefile o feature class que se crucen y que formen polígonos:



Necesitamos también haber creado un shapefile o feature class de polígonos. Este feature class será el que reciba los polígonos que se generarán mediante los comandos **Planarize** y **Construct Features**.

□ Ahora seleccionamos las líneas con la herramienta de selección ►:

Editor 👻 🕨 🗹 Task: Create New Feature	▼ Target: lineas	
	Topology Topology:	2 🚷 🗱 击 翊 🖽 🖗 🗣
Table of Contents Image: Source Selection		×
	A second	

- \Box Una vez seleccionadas haga click en el botón **Planarize Lines** \blacksquare :
- □ Aparecerá una caja de entrada (input dialog) la cual le pedirá que escriba el umbral de tolerancia o dejarlo como está.



D Presionamos OK

Ahora estas líneas están listas para generar polígonos. En otros casos esto dependerá en cómo están dispuestas las líneas, si forman figuras cerradas. <u>Además deberá asegurarse que el Target</u> Layer sea el feature class de polígonos que recibirá los nuevos objetos.

Edito <u>r</u> 🔻	▶ 🖉 ◄	Task: Create New Feature	•	Target: poligonos	•
	Seleccionam	os otra vez las líneas 🕨 :			

- Presionamos el botón Construct Features S:
- □ Otra vez le pedirá que defina el umbral de tolerancia (**Cluster tolerance**):



□ Presionamos **OK**

Tenemos la opción de considerar solamente los objetos que aparecen en la extensión corriente. Lo dejaremos como está.

Entonces aparecerán los polígonos, solamente donde existan líneas que formen figuras cerradas.



Para crear una instancia de Map topology:

Tal como se mencionó anteriormente, una instancia de map topology persiste solamente durante el ambiente de modificación y dentro de un archivo mxd. Entonces es necesario tener los feature classes o shapefiles en la tabla de contenido.

□ Se procede a activar una sesión de modificación haciendo click en Edit | Start Editing localizado en el Editor Toolbar.



□ Localice el **Topology Toolbar** y presione el botón para activar la herramienta **Map Topology**.



□ Seleccione entonces los shapefiles o feature classes de una geobase que participarán en esta instancia de **Map topology**. Recuerde: al incluirlos estará moviendo simultáneamente los bordes coincidentes.



□ Presione **OK**.

Supongamos que queremos que estos bordes de ambos mapas se ciñan a los límites parcelarios.

- Necesitamos añadir un mapa de parcelas a la tabla de contenido.
- No añadiremos el mapa parcelario en la lista de feature classes que participen en la instancia de map topology.

Debido a que esta no puede instrumentar rangos, el movimiento de coordenadas es igual para todos. Por esto debemos dejar fuera las parcelas.


• Debemos entonces, usar el ambiente de enganches (**Snapping Environment**) y mover el feature class de parcelas al inicio de la lista.



Podemos ver también que debemos marcar las opciones de enganche de elementos topológicos (**Topology Elements**), como los nodos y las opciones Edit Sketch. La opción "Perpendicular to sketch" es para hacer trazados perpendiculares (es opcional).

- □ Presione el botón **Topology Edit** tool [™] para comenzar a modificar bordes.
- □ Map topology se activa para la extensión visible:



□ El resto ahora es modificar, moviendo, arrastrando nodos, etcétera. Los nodos y bordes se mueven usando las opciones topológicas localizadas en el Task Bar:



Úselas para mover y modificar los bordes. Los nodos se seleccionan con la tecla N o posicionándose directamente encima del nodo y haciendo click.

Los cambios serán guardados una vez se active la opción Edit | Save Edits.



Otras herramientas de modificación: Advanced Editing

ArcMap 9.1 trajo otras herramientas, también tipo CAD, para la construcción de círculos, cuadrados, así como las de ayuda para el trazado conectado de líneas.



Algunos de estos no están disponibles para todas las licencias. Por ejemplo, las herramientas de generalización y suavizado (**Generalize**, **Smooth**) no están activas en **ArcView**. Al lado izquierdo se muestran herramientas relacionadas al dibujo tipo CAD tales como:

Fillet, la cual suaviza esquinas,

Extend conecta una línea con otra próxima, y

Trim corta un segmento que sobrepasa otra línea.

Las herramientas al centro están más relacionadas con las de tipo **Coordinate Geometry** útiles para agrimensores o topógrafos. Si su disciplina es la agrimensura, existe un módulo aparte **Survey Analyst** diseñado para la integración de datos de campo de mensuras topográficas a la base de datos SIG.

Herramientas ET GeoTools:

Existe una variedad de programas producidos por terceros. ET GeoTools y ET GeoWizards son módulos diseñados para entrada de datos y manejo de los mismos, producidos ambos por ET Spatial Techniques en Sudáfrica. El precio es razonable para la cantidad de funcionalidades que añade a las licencias ArcView, así como también para las demás licencias de ArcEditor y ArcInfo. Si interesa más detalles visite el sitio web: <u>http://www.ian-ko.com</u>.

Nos dedicaremos a mostrar algunas de las opciones que provee el módulo ET GeoTools.



El programa se complementa bien con ArcMap para el trabajo de validación cuando no se tienen las opciones de la topología de geodatabases. Trae incluso algunas herramientas para identificar espacios vacíos y solapes entre polígonos.

- **Draw overlaps** (dibuja solapes)
- The Clean overlaps (valida limpia solapes)
- Draw gaps (dibuja espacios vacíos)
- Fill gaps (rellena espacios vacíos)



Otras herramientas nos ayudan a visualizar la localización de nodos de distinta clase y vértices tanto en líneas como en polígonos.

Inicia las opciones de ajuste para modificar y presentar polígonos y líneas.



for Muestra los nodos según se definen en la interfaz ET GeoTools Settings.



Muestra la dirección en la que se digitalizó el segmento.

Muestra los vértices. La cantidad de vértices dibujados, además del tipo, tamaño y layer a representar se definen usando la interfaz para ajustes (ET GeoTools Settings):

 DrawVertices
 Color
 Marker style:
 Square
 MarkerSize:
 1
 ▼

 Layer:
 Select layer
 ✓
 Max auto draw features:
 100000
 ✓

Las siguientes herramientas tienen el propósito de ayudar en la digitalización, modificación y validación de los objetos geométricos.

Extend. Conecta líneas en un solo paso.

Intersect. Se usa ante la preparación automatizada de polígonos. Es el equivalente a la herramienta **Planarize** disponible solamente para licencias ArcEditor y ArcMap.

Clean Dangles. Borra los segmentos de línea no deseados que sobrepasan otros segmentos.

Remove redundant nodes. Sirve para colapsar múltiples nodos en uno solo.

Flip. Invierte la dirección de un segmento.

Clean pseudonodes. Elimina nodos conectados que pueden pertenecer a un mismo segmento.

Remove duplicates. Quita líneas que estén duplicadas. Extremadamente útil cuando importamos e integramos dibujos CAD a la base de datos SIG.

• • • • Offsets. Se puede copiar líneas a uno o dos lados de una línea fuente.

Reshape. Equivalente a la herramienta clásica Reshape de ArcMap. A diferencia de ésta, la misma no necesita redibujar todo el contorno del polígono para rellenar un espacio vacío. En el web site de ET GeoTools se muestra un video sobre este tema.

ET Commands▼ 12 ▼ 60

ET Build Polygons ET Build Polygons. Genera polígonos hacia un feature class destinatario, basado en líneas cerradas seleccionadas.

Attributes toolbar – Contiene la funcionalidad de escoger objetos y copiar todos los atributos del objeto escogido a otro objeto del layer recipiente. Este es extremadamente útil y complementa a la interfaz de transferencia de atributos de ArcMap. Provee control sobre cuáles son los elementos a los cuales se les transfieren los atributos.

E	T Copy-Ed Attributes	it-Paste Attri Layers Admi	ibutes in	ET Attributes	×	ET Copy-E Attributes	dit-Paste Attributes	×
		Paste T	o Selec	ted		Source	ron laud	
	Source Field	I Target Field	Use	Value		Jource.	luur uvo	
	Level_	Level_		47				
	Color	Color		30				
	Descript	Descript	\checkmark	River Planimetrics				
	Perennial	Perennial		Y				
L	NAME	NAME		Río Grande de Ma		Target:	mn_hyd	•
I								
Ľ								

El botón Paste to Selected	Paste To Selected	transfiere los
	1 1 1 1	

atributos a múltiples objetos seleccionados de antemano.



Herramientas de agrimensura:

ET COGO, incluido en el paquete ET GeoTools contiene tres herramientas para estas tareas.



COGO Traverse – Se usa para generar líneas basadas en mensuras topográficas (ángulos y distancias, delta x, delta y, y coordenadas). Es funcional para todas las licencias ArcGIS.

COGO Inverse – Hace lo contrario. Para un segmento, calcula los atributos tipo COGO en la tabla de atributos. Para crear atributos COGO se debe usar la herramienta **Add COGO Fields**.

Add COGO Fields. Añade atributos COGO en la tabla de atributos de los segmentos de línea.

Herramientas ET GeoWizards:

Otro conjunto de herramientas de gran utilidad que sirven principalmente para el análisis, manejo y validación de datos geométricos. A continuación se presentan unos screenshots de la interfaz y sus opciones.

	Para	objetos	con	geometría	puntual.
--	------	---------	-----	-----------	----------

ET GeoWizards		×			
ETG	Point Wizards Select a function				
Clean Point Layer	C Clean Point Layer C Global Snap Points				
Create Point Grid	Point Angle and Position				
Point Distance	C Reverse Geocoding				
C Point Intersection	C Measure Points				
C Create station points					
		Help			
		GO			
Point Polyline Polygo	n <u>Convert</u> Surface Geoproc	essing Basic LinRef About			

Para objetos de geometría lineal:

ET GeoWizards		×			
<mark>ک</mark> ر Geo ۱	Polyline Wizards Select a function				
C Clean Polyline Layer	C Clean Polyline Layer C Export Nodes				
C Clean Dangling Nodes	C Clean Dangling Nodes C Renode Polylines				
C Clean Pseudo Nodes	C Clean Pseudo Nodes C Generalize				
C Split Polyline With Layer	🔘 Densify				
C Split Polyline	C Smooth				
C Global Snap Polylines	C Flip Polylines	Help			
C Get Z Characteristics					
	GO				
Point Polyline Polygon Co	nvert Surface Geoproc	essing_Basic_LinRef_About			

Para objetos de geometría areal:

E	T GeoWizards	×	
	E 丁 Geo	Polygon Wizards Select a function	
	C Clean Polygon Layer		
	C Eliminate	Get Adjacent Polygons	
	Clean Gaps		
	C Advanced Merge		
	Dissolve Polygons		
	Build Polygons		Help
			GO
Ţ	Point Polyline Polygon	Convert Surface Geoproc	essing Basic LinRef About

Para aquéllos acostumbrados al manejo de coberturas ArcInfo o PC ArcInfo, el comando **Clean Polygon Layer** les será familiar. Se trata del mismo concepto, aplicado a los shapefiles y los feature classes de una geodatabase. Se necesita definir el umbral de tolerancia y el proceso termina con otro shapefile topológicamente "limpio". Build Polygons también es muy similar al comando Build de ArcInfo y PC ArcInfo.

Rutinas de conversión:

ET O	GeoWizards		×
	<mark>]</mark> ဥ丁Ge	Conversion Wizards Select a function	
	Polygon To Polyline	C Shape Z (M) to Shape	1
(🕽 Polygon To Point		
0	Dolyline To Point		
0	🖱 Polyline To Polygon	C Point Z (M) to Point	
(🖹 Point To Polyline	C Point to Polygon Z (M)	
	🕽 Point To Polygon	C Point to Polyline Z (M)	Help
0	🖱 Multipoint To Point		
(🖹 Cogo Inverse	GO	
Po	int Polyline Polygon	Convert Surface Geopro	ocessing Basic LinRef About

Rutinas para producir y analizar datos en tres dimensiones:

ET GeoWizards		×			
ET Geo	ြည်ကြ Geo Wizards				
PolygonZ TIN functions	PolygonZ TIN functions				
C Build TIN	C Build Thiessen Polygons				
C Analyze TIN	C Features to 3D				
C Interpolate Contours					
C Interpolate Z for points					
C Calculate Surface Area		Help			
C Triangulate Polygons					
		GO			
Point Polyline Polygon	Convert Surface Geoproc	essing Basic LinRef About			

Aclaramos que para <u>visualizar</u> las superficies en 3 dimensiones necesitan tener el módulo **3D Analyst**. Sin embargo, es útil para generar superficies y obtener información derivada (**Analyze TIN**), la cual genera características de los triángulos que conforman la superficie TIN: elevación mínima y máxima, media de elevación, pendiente, orientación, y sombreado topográfico.

ET GeoWizards × Geo Wizards **Geoprocessing Wizards** 2〕 Select a function Clip Transfer Attributes C Spider Diagram Batch Clip Closest Feature Distance C Erase Batch Erase C Remove Exact Duplicates Merge Layers Help Split By Attributes Split By Location GO Geoprocessing Basic LinRef Point Polyline Polygon Convert Surface About

Manipulación de archivos:

E	T GeoWizards							
	ႜၟၟၟၯႄ Geo '	Basic Wizards Select a function						
	Create New Shapefile	C Delete Multiple Fields						
	C Export To Shapefile	C Redefine Fields						
	 Ungenerate (export to text) 	Order Fields						
	 Generate (import from text) 	Copy Fields from layer						
	C Explode multi-part features	Move Shapes						
	Vector Grid	C Rotate Shapes	Help					
	Sort Shapes	G0						
Ţ	Point Polyline Polygon Co	onvert Surface Geoproc	essing Basic LinRef About					

Entre estos destacamos **Vector Grid**, el cual sirve para generar cuadrículas definidas por el usuario. Se pueden definir tanto en geometría lineal como areal.

Rutinas básicas de Geoprocesamiento:

Referencia lineal:



Esta serie de funciones comparan con las funciones del módulo Network Analyst de ArcGIS.

Limitaciones de las herramientas ET Geo:

Aunque estas herramientas tienen una gran funcionalidad, las mismas tienen por lo menos dos limitaciones. <u>Primero los layers deben compartir el mismo sistema de referencia geográfica</u>. Aquellos layers (feature classes o shapefiles) con distintos sistemas de coordenadas serán rechazados por las herramientas ET. <u>Segundo, según nuestra experiencia, las herramientas ET son más lentas que las convencionales de ArcGIS</u>. No empece a estas limitaciones, ciertamente estas herramientas son de gran ayuda y funcionalidad extra, sin tener que pagar miles de dólares por licencias ArcEditor o ArcInfo.





Capítulo 8 Opciones de rectificación de layers vectoriales y ráster

En ocasiones es posible que obtengamos datos que provienen de fuentes gráficas que no necesariamente tienen referencia geográfica. Esto se aplica tanto a fotos aéreas sin corregir como planos de un lugar en particular y en distintas escalas, y donde la orientación no necesariamente es al norte.

ArcMap da al usuario herramientas para compensar la falta de referencia geográfica, diferencia de escala u orientación de estas fuentes de información que en ocasiones pueden ser de gran valor.

En esta parte mostraremos dos funcionalidades para la rectificación y corrección geométrica de capas de información vectoriales. Para la rectificación y asignación de coordenadas geográficas (planas o esféricas), ArcMap provee la interfaz **Spatial Adjustment**.

Sp	atial Adjustment									×
S	patial Adjustment 👻 📘 📐	4	7		⊞	Ħ	×	==	j∰	₽*
	Set Adjust Data									
	Adjustment <u>M</u> ethods	►								
Ц.	<u>A</u> djust									
	Preview Window									
	Links	►								
	Attribute <u>T</u> ransfer Mapping									
	Options									

Esta interfaz además nos da alternativas para la transferencia de atributos de un archivo a otro. Esto se consigue a través del comando **Attribute Transfer Mapping**...

Attribute Transfer Mapping	? ×
Source Layer	Target Layer
tgr007rds 💌	ab_tcl
FNODE TNODE LPOLY TGR007PL1 TGR007PL11 RT VERSION	Level Descript
Add	Auto <u>M</u> atch
LENGTH CFCC FENAME	LENGTH CFCC FENAME
Transfer <u>G</u> eometry	<u>R</u> emove
	OK Cancel

En este diagrama, queremos parear los atributos censales con un mapa de vías geométrica mente más correcto. Los campos FENAME (Feature Name) y CFCC (Census Feature Class Code) contienen los nombres de vías y clasificaciones según el Negociado Federal del Censo.

En el caso que solamente queramos transferir atributos sin geometría, debemos quitar la marca check al lado de Transfer Geometry.

El siguiente gráfico muestra la interfaz de transferencia, y el cursor en forma de flecha representa la transferencia entre valores de atributos de uno a otro layer (TIGER File Censal al mapa planimétrico de vías.

Editor 👻 🕨 🖍 🔽 Task: Mo	dify Edge	▼ Target:	tgr007rds	
/ /			4	
1		Spatial Adjustment		X
		Spatial Adjustment 🔻	┡ ᅷ ⊅ � ≞	▋▆▕▓▕▇▏ ▋
Identify Results			×	
Layers: <top-most layer=""></top-most>		•		ab_tcl : Edge
⇒ ab_tcl B Secondary road	Location: (234997, Field Value FID 983 Shape Polylin Level 24 Descript Secor LENGTH 50.27 FENAME Calle F CFCC A41	606784 246986.495766) indary road 77 Padre Quiñones		
Table of Contents	×	fl		
 				

Notamos entonces cómo se llenan los campos FENAME y CFCC con los valores correspondientes "Calle Padre Quiñones" y "A41" respectivamente.



Alternativas de ajuste geométrico:

El pasado gráfico muestra los comandos disponibles para el ajuste geométrico. Entre estos se

encuentran los comandos para añadir **Displacement links** \checkmark \checkmark (enlaces para desplazamiento) los cuales se usan para registrar la transferencia de coordenadas de un lugar a otro (ajuste).

Los **Identity links** \boxplus \bowtie sirven para limitar el área de ajuste. Es posible ajustar solamente una sección del feature class y por ende no cambiar la restante extensión.

El comando **View Link Table** es usado para ver la lista de enlaces de desplazamiento. Esta permite hacer cambios uno o más enlaces para poder variar el error estimado RMSE (Root Mean Square Error).

Link T	able					?	×	
ID	XSource	YSource	× Destination	Y Destination	Residual Error	Delete Lir	nk	
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	234931,147002 234992,066455 234841,752366 234836,957335 234832,163504 234822,575482 234812,995721 234803,703713 234793,129190 234977,707340 234956,964833 234990,221544 234921,686588 234902,715853	246972.455413 246969.290345 246978.343309 246977.809895 246977.809895 246977.809895 246977.8038215 246977.724325 246978.782846 246980.243341 246981.703836 246826.443909 246826.443909 246828.479264 246830.418494 246832.357724	234943,428671 235001,305805 234840,745788 234836,137262 234831,531852 234826,928400 234822,326866 234817,726323 234813,126569 234803,922933 234799,314236 234966,367036 234949,375812 234932,367011 234915,361637 234988,358076	246984,690022 246985,026927 246985,026927 246985,213482 246985,721915 246986,711915 246986,711915 246986,7126163 246987,126163 246987,498667 246987,498667 246988,045378 246988,045378 246836,431553 246837,864364 246837,38440 246840,834090	6.052653 0.913827 3.341456 2.534246 1.733699 1.116549 1.047473 1.068989 1.295874 1.241520 0.672197 1.225750 5.267191 2.608561 0.060219 2.680514 5.345182	Close		El RMS Error se computa mediante la raíz cuadrada de la suma de todos los errores residuales al cuadrado $\cdot e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + e_n^2)^{1/2}$
RMS Erro	or: 2.839140						//.	

Si hacemos click en el nombre de la columna **Residual Error**, podremos ordenar ascendente o de forma descendente.

El comando **Edge Match** facilita la correspondencia entre los extremos de mapas adyacentes.

El siguiente ejemplo muestra un ejercicio previo a la activación del comando Adjust.

El área que será ajustada geométricamente es la que está encerrada en el polígono gris. Aclaramos que la opción para ajustar en áreas limitadas solamente está disponible cuando se usa el método de ajuste **Rubbersheeting**.





Debe existir una sesión abierta de modificación (Edit Session).

Para hacer el ajuste por área se deben seleccionar solamente los elementos que estén dentro del polígono.



Aquí se muestra entonces el resultado después del ajuste limitado (TIGER File > Planimetría de vías).

Por su parte, si nos interesa ajustar todo el archivo podemos usar los otros métodos de

1	1		I II II
	Adjustment <u>M</u> ethods	►	Transformation - Affine
	🛱 <u>A</u> djust		Transformation - Projective
	Preview Window		Transformation - Similarity
	Links	•	 Rubbersheet
ajuste:	Attribute Transfer Manning	1	Edge Snap

Agregar datos:

Como un proceso posterior al ajuste, es posible que se necesite insertar los objetos ajustados a determinado feature class. Este caso es muy frecuente en el mantenimiento de un mapa parcelario el cual está continuamente cambiando, a medida que se reciben dibujos de segregaciones de parcelas para desarrollo de viviendas. La mayoría de estos dibujos se reciben en formato CAD o scans en papel. El técnico SIG los ajustará y necesitará integrarlos. He aquí varios métodos:

Copy/Paste – Esta es la manera que nos parece más natural. Simplemente se seleccionan los elementos nuevos, se copian con el comando **Edit** | **Copy** y hacer **Edit** | **Paste**, tomando en consideración haber activado antes el layer que recibirá los objetos (**Target Layer**). Esto se hace en una sesión de modificación (**Edit session**).

Simple data loader – Provee una interfaz sencilla para llenar un feature class existente con datos provenientes de otros archivos.

Object loader – Es parecido al Simple data loader, pero permite además la integración de objetos compuestos como bases de datos con versiones (versioned databases) o redes. Este comando se activa mediante la interfaz Customize y arrastrándo la herramienta a la interfaz gráfica (GUI) de ArcMap.



Append tool – Es usado cuando se desea combinar feature classes adyacentes en otro con más espacio territorial. Las siguientes condiciones necesitan respetarse:

C

- Igual nivel de geometría (polígono polígono, línea linea, punto punto.)
- Deben tener el mismo sistema de referencia espacial.

Merge – Esta función está disponible durante las sesiones de modificación y permite combinar dos o más objetos en uno solo. El resultado tabular de la integración depende de las reglas impuestas en las propiedades de los dominios de la geodatabase que apliquen a los campos de un feature class. Existe la regla de duplicar el valor, adopción del valor por defecto (que puede ser nulo), y otras operaciones matemáticas como sumatorias y media ponderada (weighted average).

eneral Domains	
Domain Name	Description
Zonificación	Reglamentación del terreno
Codigos	
	~
-} ▲	▼ ▶
-↓ ▲ - Domain Properties	× •
- - Domain Properties - Field Type	Long Integer
-↓ - Domain Properties Field Type Domain Type	Long Integer
Domain Properties Field Type Domain Type Minimum value	Long Integer
- Domain Properties - Field Type Domain Type Minimum value Maximum value	Long Integer
Oomain Properties Field Type Domain Type Minimum value Maximum value Split policy	Long Integer Ange Control Cont
Domain Properties Field Type Domain Type Minimum value Maximum value Split policy Merge policy	Long Integer Range 0 0 Default Value Weighted Average
Domain Properties Field Type Domain Type Minimum value Maximum value Split policy Merge policy	Long Integer Range 0 0 0 Default Value Weighted Average V
Domain Properties Field Type Domain Type Minimum value Maximum value Split policy Merge policy Coded Values:	Long Integer Range 0 0 0 Default Value Weighted Average V Default Value Sum Values

Corrección geométrica de archivos ráster.

Al igual que la rectificación de archivos vectoriales, es posible corregir geométricamente archivos raster en ArcMap. Los ejemplos más usados para la corrección geométrica son las fotos aéreas (antiguas o modernas) y los scans de mapas existentes.

El proceso busca primero establecer una correspondencia entre el layer ráster y otro layer con un sistema de coordenadas existentes. La correspondencia se establece de forma manual, ya que el

usuario tendrá que definir los enlaces \checkmark entre los puntos correspondientes para la corrección. Cada uno de los enlaces que establecen esta correspondencia $(X_1, Y_1) = (x_{mapa}, y_{mapa})$ se guarda en una tabla \blacksquare , la cual se usa para inspeccionar y modificar los enlaces. En dicha tabla se mostrará el **Error medio cuadrático** (RMSE) que se explicó anteriormente en el apartado sobre la corrección geométrica de feature classes vectoriales.

El cómputo de la correspondencia tiene algunas variantes. La más basica es la correlación lineal entre ambas muestras de puntos, generada por una ecuación lineal simple. Este método se aplica más sobre áreas con muy poca variación topográfica o en mapas topográficos digitalizados que necesitan la asignación de coordenadas.

Para áreas menos homogéneas o mapas más difíciles de conciliar con el archivo fuente de coordenadas geográficas, se utilizan polinomios de segundo o tercer grado, según se pueda percibir el ajuste hecho por el programa.

Posteriormente a la asignación de enlaces de correspondencia,

elección del ajuste polinómico y eliminación o modificación de enlaces o puntos de control, se pasa al proceso de transvase, que en algunos textos llaman resampling. Para hacer el transvase, se crea un archivo vacío con coordenadas correctas, luego cada píxel viejo es acomodado a la matriz nueva, según el algoritmo de transvase escogido. Existen varias opciones:

Nearest neighbor (vecino más cercano) – asigna el valor del píxel viejo según la posición más cercana. Se presta más para archivos rásters con datos categóricos: uso de suelo, tipo de suelo, etc.

Bilinear Interpolation – Asigna el valor a la nueva matriz utilizando los valores de los cuatro vecinos más cercanos del archivo viejo calculando un valor promedio entre ellos.

Cubic o Bicubic interpolator – Es similar al anterior, con la salvedad de que se utilizan ocho o más píxels para la interpolación.

Estas dos últimas opciones son las más recomendadas para archivos ráster con valores heterogéneos como las fotos aéreas. En este programa se llama ajuste (**Adjust**) a un transvase temporero. El usuario tiene la opción de transvasar de manera permanente el archivo mediante el comando **Rectify**.

Georeferencing Toolbar:

El RMS Error se computa mediante la raíz cuadrada de la suma de todos los errores residuales al cuadrado

 $\cdot e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + e_n^2)^{1/2}$ Recuerde que el RMSE es una medida de ajuste del error residual. Es una especie de valor de error promedio.

Esto no quiere decir que todas las localizaciones tengan la misma magnitud de error que el RMSE calculado.

Esta barra de botones tiene la funcionalidad necesaria para acomodar los archivos raster sin rectificar. Los botones al lado derecho sirven al usuario para la asignación de enlaces y su manejo.



Rectificación de fotos antiguas: Isla de Vieques, poblado Isabel IIa, 1936

Antes:



Las líneas azules gruesas representan los enlaces (**links**) o puntos de correspondencia entre foto y mapa. Las cruces verdes marcan el **origen** (foto) y las cruces **rojas** marcan el **destino** (mapa correcto).



El comando **Rectify** sirve para guardar de forma permanente el resultado de esta rectificación geométrica.

Los datos vectoriales datan de 1996-98 (planimetría de vías). Podemos notar que el centro urbano de este poblado está casi intacto en sus límites después de 70 años.





Capítulo 9 Operaciones de análisis espacial para datos vectoriales -EN PROCESO-