

---

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Torres Figueroa, Ruth María; Vargas, Miguel Ángel. Desarrollo de una aplicación para la edición de elementos gráficos en ArcMap 9.2. 2009.

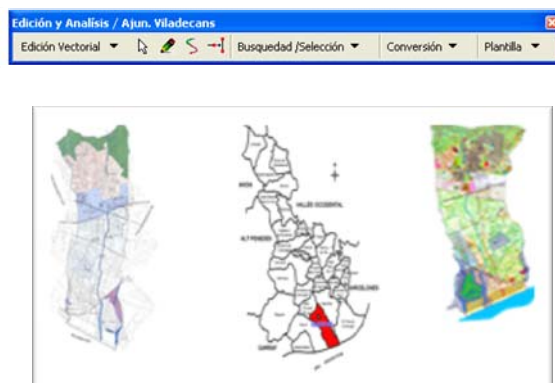
---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/50358>

under the terms of the  license

**PROYECTO FINAL DE MASTER EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**  
**10ª Edición**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA EL MANEJO DE ELEMENTOS GRÁFICOS**  
**EN EL ENTORNO DE ARCMAP 9.2**



Elaborado por: Ruth Torres  
Tutor Académico: Miguel Ángel Vargas, UAB.  
Tutor Empresarial: José Ignacio Herreras, Ajuntament de Viladecans.

**Agradecimientos:**

*Primeramente agradezco a Dios, por sus grandes bendiciones y por ser la fortaleza de mi vida.*

*A la Fundación Gran Mariscal de Ayacucho por brindarme la oportunidad de continuar mi formación académica.*

*Igualmente, quiero expresar mi agradecimiento al personal del Ajuntament de Viladecans, en especial al Lic. José Ignacio Herreras, tutor responsable de asistir y coordinar el proyecto.*

*También agradecer al personal del Laboratori d'Informació Geogràfica i de Teledetecció (LIGIT), que ha contribuido a la realización de este proyecto: José Quiroz Giménez por su colaboración en la estructuración y ejecución del código, a mi tutor académico Miguel Ángel Vargas por sus pertinentes observaciones y sugerencias.*

*Agradezco aquellos amigos y familiares que me han brindado su especial apoyo durante este tiempo de formación: A mis padres, a mi amiga y compañera Mariangela Pocaterra y mi novio a Marcos Gallego Prados por siempre brindarme su ayuda.*

*Por último dedico esta formación a mi gran amiga Irvanny Ortiz*



## Resumen

*El presente trabajo constituye la memoria del proyecto final del Máster en Tecnologías de la Información Geográfica 10º, organizado por el Departamento de Geografía de la Universitat Autònoma de Barcelona.*

*El mismo surge a partir del convenio de colaboración establecido entre el Ajuntament de Viladecans y la Universitat Autònoma de Barcelona a través del Laboratori d'Informació Geogràfica i de Teledetecció (LIGIT).*

*Este proyecto consiste en la creación y organización de comandos de edición y análisis dentro del entorno de ArcMap, agrupando una serie de funcionalidades creadas o preexistentes, en una nueva barra de herramientas.*

*En cuanto al desarrollo de la aplicación, la programación de barra se realiza íntegramente con VBA (Visual Basic for Applications) a través del editor integrando en ArcMap, haciendo uso de librerías ArcObjects. Por tanto, se trata de una personalización de la interface a nivel interno, ya que el código ha sido generado dentro del propio entorno de ArcMap y almacenado en el proyecto activo (Edición\_Viladecans.Mxd).*

*Por otra parte, los controles que integran la aplicación se han organizados según su funcionalidad: En primer lugar se integran en el menú **edición**, aquellos controles que realizan tareas de edición y análisis de vectores espaciales, luego aquellas funciones que permiten la selección de elementos que cumplen con una o varias condiciones de sus datos asociados se agrupan en el menú **selección**, mientras que los controles destinados a la transformación de elementos o clases de elementos, en el menú **conversión** y por último la función que permite la elección de la plantilla de salida en el menú **plantilla**.*

*A cada uno de los controles, se le asocia un código VBA, el cual permite que al momento del usuario pulsar sobre cada uno de ellos, aparezca una funcionalidad dentro de la vista de trabajo.*

*A continuación, se detalla el proceso llevado a cabo para la creación e implementación de la aplicación.*

## INDICE DE CONTENIDO

### Aspectos

1. Marco Conceptual.....	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Objetivos.....	7
2. Marco Metodológico.....	9
2.1 Fases del proyecto.....	9
2.1.1 Fase I : Diagnósis y análisis de la información disponible.....	10
2.1.2 Fase II: diseño Funcional .....	10
2.1.3 Fase III: Desarrollo de la aplicación .....	13
2.1.4 Fase IV : Implementación/Test de explotaciones.....	16
2.1.5 Fase V: Resultados y conclusiones.....	17
2.2 Plan de trabajo.....	18
3. Diseño funcional.....	19
3.1 Creación de herramientas y comandos a programar.....	19
3.2 Diseño operativo y gráfico de la aplicación.....	22
3.3 Funcionalidades y casos de uso.....	25
4. Desarrollo del Aplicativo: Programación e implementación.....	27
4.1 Proceso de programación.....	27
4.1.1 Programación en ArcObjects.....	27
4.1.2 El modelo de objetos en ArcObjects.....	28
4.1.3 El uso de las interfaces.....	30
4.2 Personalización de la interfaz de ArcMap.....	31
4.2.1 Creación de la barra de herramientas.....	31
4.2.2 Inserción de controles de usuario.....	32
4.3 Estructura y organización del código.....	36
4.3.1 Procedimientos.....	36
4.4 Implementación.....	39
4.4.1 Activación de la aplicación.....	39
4.4.2 Test de Explotaciones.....	40
5. Conclusiones.....	47
6. Referencias Bibliográficas.....	48
7. Anexos.....	49

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>	<b>Pág.</b>
1. Diagrama Fases de desarrollo.....	9
2. Programas utilizados en el desarrollo de la aplicación.....	10
3. Acceso al editor de VBA en ArcMap.....	11
4. Explorador de proyectos del editor de VBA.....	15
5. Estructura modular del proyecto.....	16
6. Cronograma de actividades.....	18
7. Diseño gráfico de la barra de herramientas.....	22
9. Tipos de clases en el modelo de Arcobjects.....	29
10. Vista de la ventana de personalización.....	31
11. Creación de la barra de herramientas.....	32
12. Tipos de controles de usuarios en ArcObjects.....	33
13. Proceso de creación de un nuevo control de usuario.....	34
14. Ejemplos de procedimientos para acceder a las propiedades de un control.....	35
15. Vista del formulario de la función buffer.....	38
16. Vista del formulario Generalizar.....	39
17. Vista del formulario merge.....	39
18. Activación de la barra de herramientas.....	40
19. Activación de la barra de herramientas de manera directa.....	40
20. Paso inicial para realizar los test de explotaciones.....	41
21. Implementación del formulario Buffer.....	42
22. Implementación de la función calcular centroide.....	43
23. Implementación de la función eliminar elementos ínfimos.....	43
24. Implementación de la función calcular área.....	44
25. Convertir features a gráficos.....	44
26. Implementación de la función convertir gráfico a features.....	45
27. Implementación de la función Cambiar Layout.....	46
28. Implementación del formulario Merge Múltiple.....	46

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°</b>	<b>Pág.</b>
1. Lista de botones contenidos en la aplicación.....	35
2. Lista de herramientas contenidas en la aplicación .....	36

## 1. 1 Introducción

*El presente trabajo se desarrolló en el marco del proyecto final de la 10ª edición del **Master en Tecnologías de la Información Geográfica 10ª edición**, organizado por el Departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona.*

*El mismo surge como una iniciativa de la oficina SIG del Ayuntamiento de Viladecans, el cual cuenta con completas aplicaciones para la gestión cartográfica de su ámbito municipal, algunas de ellas realizadas por asesores externos especializados en el área, y otras desarrolladas a nivel interno, bajo la plataforma de Arc/Info Workstation, empleando líneas código.*

*Recientemente esta institución ha iniciado el proceso de migración de la data cartográfica (del formato de coberturas a formato .shp) para ser trabajadas en el entorno de ArcMap versión Arc Editor de ArcGIS 9.2, sobre el cual han desarrollado algunas aplicaciones para optimizar los procesos de gestión de las bases cartográficas. A pesar de ello no contaban con una herramienta específica que facilitara la edición gráfica de la información espacial.*

*Es por ello que se planteó mediante la utilización de VBA (Visual Basic for Applications) dentro de ARCGIS versión 9.3, la programación de una barra de herramientas para la edición y análisis de vectores espaciales, que permitiera facilitar estos procesos sobre los elementos gráficos, adaptados a las necesidades individuales del **SIG Viladecans**.*

## 1.2 Objetivos del proyecto

### 1.2.1 Objetivos General

- *El principal objetivo del proyecto: Desarrollar una aplicación que facilite y optimice los procesos de edición de elementos gráficos dentro de ArcMap, de acuerdo a las necesidades del SIG Viladecans.*

-

### 1.2.2 Objetivos específicos

- *Elaborar el diseño operativo y funciones específicas a implementar en la barra de herramientas.*
- *Integrar la aplicación en la interficie de ArcGis versión 9.2 mediante ArcObjects y Visual Basic for Applications (VBA).*

### 1.2.3 Tareas Generales:

*El alcance de estos objetivos implicó la realización de una serie de tareas, las cuales se reseñan a continuación:*

- *Lectura y análisis de información previa*
- *Estudio de otras aplicaciones existentes.*
- *Inventario de las herramientas de edición ya existentes en ArcMap.*
- *Definición de las posibles herramientas a desarrollar.*
- *Diseño de la estructura funcional de la aplicación.*
- *Diseño de la interficie gráfica.*
- *Programación de las funcionalidades a implementar mediante Visual Basic for Applications, utilizando las librerías de ArcObjects.*
- *Integración de las funcionalidades de edición ya existentes (previamente seleccionadas) en ArcMap dentro de la nueva barra de herramientas.*
- *Almacenamiento de la aplicación en un proyecto de ArcMap (.mxd).*

## 1.3 Aspectos conceptuales:



*Es necesario considerar algunos aspectos teóricos que resultaron fundamentales para el desarrollo de la aplicación:*

### **Tecnología COM:**

*Esta tecnología no trata de un lenguaje de programación orientado a objetos sino una forma de protocolos de comunicación entre diferentes componentes de aplicaciones, independientemente del lenguaje de programación que se utilice.*

*De esta forma es posible desarrollar componentes reutilizables e intercambiables. Esta tecnología sigue un modelo de programación orientado a interfaces.*

### **ArcObjects:**

*Es la plataforma de desarrollo para ArcGis Desktop. Concretamente es una colección de objetos que se manejan a través de código VBA que se asocia a los botones, herramientas y menús que los programadores crean para automatizar tareas en las diferentes aplicaciones dependientes de ArcGis (ArcMap, ArcCatalogo, etc).*

*ArcObjects se apoya en la tecnología COM de Microsoft (1993).*

### **Programación Orientada a Objetos (POO):**

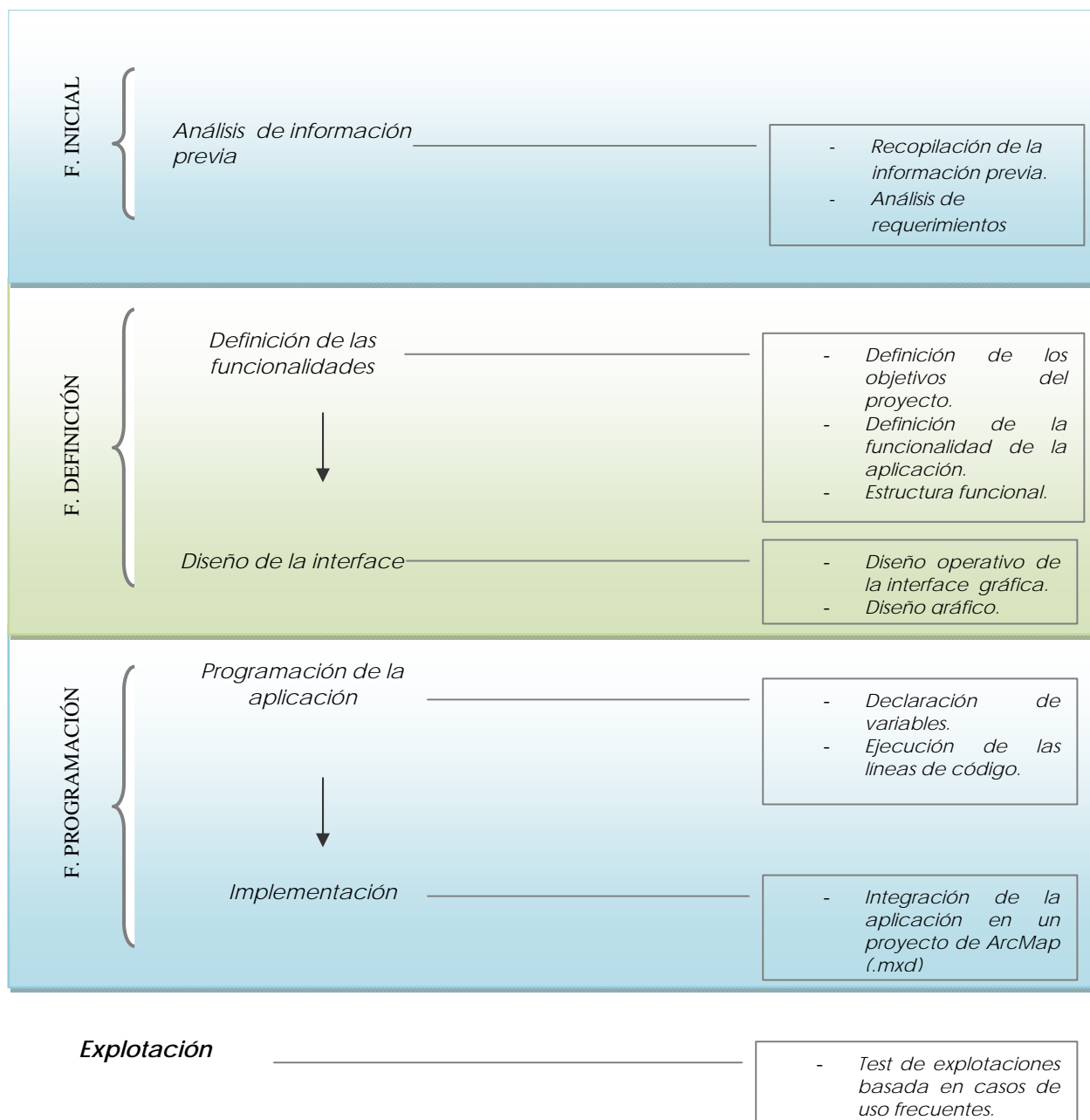
*Es un paradigma de programación que usa objetos y sus interacciones para diseñar aplicaciones y programas. Está basado en varias técnicas, incluyendo herencia, modularidad, polimorfismo y encapsulamiento.*

*Entre los lenguajes de programación que soportan la orientación a objetos, están: C#, Java, Visual Basic.Net, Visual Basic, Python.*

## II. Marco Metodológico

**2.1 Fases del proyecto:** La realización de este proyecto implicó varias etapas de desarrollo, las cuales se describen a continuación en forma de diagrama:

**Figura N°1. Diagrama: Fases de desarrollo.**



**Fuente:** Elaboración propia, año 2008.

### 2.1.1 Fase I: Diagnósis y análisis de información disponible

La primera fase consistió en analizar los datos de partida disponibles y las posibles utilidades del proyecto.

A partir de este diagnóstico se realizó la conceptualización del mismo y se plantearon los objetivos y las tareas a realizar para dar cumplimiento a los mismos.

### 2.1.2 Fase II: Diseño Funcional

En esta fase se seleccionaron las herramientas de desarrollo que hicieron posible la realización del proyecto, se definieron las funcionalidades de la aplicación y la serie de tareas a programar.

Perfil del usuario:

El usuario final de la aplicación será el técnico de la oficina SIG del Ayuntamiento de Viladecans.

#### 2.1.2.1 Lenguaje de programación:

**Figura Nº 2 .Programas utilizados en el desarrollo de la aplicación.**

<b>Fase de programación</b>		
		Librerías de ArcObjects
<b>Fase de implementación</b>		Lenguaje: Visual Basic for Applications
		ArcMap (Entorno de trabajo).

La programación de barra de herramientas se realizó íntegramente con VBA (Visual Basic for Applications), utilizando el conjunto de componentes y objetos de ArcObjects.

VBA constituyó el lenguaje de programación y el entorno de desarrollo al mismo tiempo.

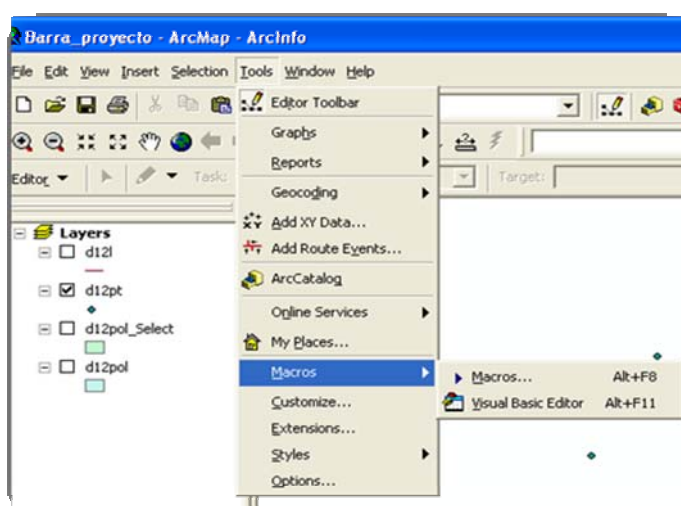
VBA, está formado por un subconjunto de Visual Basic y es muy utilizado en la programación de “Macros” en aplicaciones de Windows para la automatización de tareas cotidianas y el incremento de las capacidades de estas aplicaciones.

Éste lenguaje permite la programación de eventos y disfruta de algunas de las funcionalidades de un lenguaje orientado a objetos. Todas estas características han hecho que ESRI haya seleccionado este lenguaje para el desarrollo de aplicaciones dentro de ArcGis.

El desarrollo de una aplicación en VBA a nivel interno se lleva a cabo desde el entorno de desarrollo que ArcGis proporciona, el editor de VBA, un entorno de desarrollo muy similar al de VB y desde el cual se crearon los formularios, se añadieron controles y se escribió el código asociado a estos elementos.

Este editor es accesible para el caso de ArcMap desde la opción Tools >Macros >Visual Basic Editor.

**Figura Nº 3. Acceso al editor de VBA en ArcMap.**



*En cuanto al uso de ArcObjects, este constituye el conjunto de herramientas y funcionalidades que permitió desarrollar una aplicación SIG personalizada y extensión de la funcionalidad de ArcGis, al proporcionar la infraestructura para su desarrollo.*

*La combinación ArcObjects/VBA es una buena opción cuando se quiere desarrollar aplicaciones que se ejecutan en el entorno de ArcGis Desktop. Para la realización de este proyecto, se ha utilizado esta opción.*

### **2.1.2.2 Requisitos Funcionales:**

*Una vez precisadas las herramientas de desarrollo se definieron las funcionalidades de la aplicación, el diseño operativo y la serie de funciones a programar:*

*Formatos soportados:* *Shapefile, ya que este es el formato que habitualmente utiliza la oficina SIG para la elaboración de su cartografía digital y el almacenamiento de información espacial.*

*Funcionalidades:* *En cuanto a las funcionalidades la aplicación, la misma cuenta con funciones de visualización, edición y análisis de los elementos gráficos*

- *Selección/ Deselección de elementos*
- *Selección de elementos por cursor*
- *Selección de atributos.*
- *Selección por localización ("spatial query").*
  
- *Introducción de nuevos elementos gráficos*
- *Edición de elementos gráficos existentes*
- *Eliminación de elementos gráficos*
- *Operaciones de análisis.*
- *Operaciones con geometría.*

### **2.1.3 Fase III: Desarrollo de la aplicación**

*Esta fase consistió en la realización de una serie de rutinas de programación para desarrollar la aplicación.*

*La programación como se ha mencionado anteriormente se basó en la tecnología de ArcObjects, componentes de programación con funcionalidades SIG e interfaces programables mediante las cuales han sido desarrollado ArcGis y sus aplicaciones; en este caso específicamente se trabajó sobre ArcMap.*

*La realización de la personalización de ArcGis con ArcObjects, se realizó a través de Visual Basic para aplicaciones (VBA) aunque es posible utilizar otros lenguajes que cumpla con las especificaciones COM (Component Object Model). No obstante, fue elegido VBA por ser la forma más común que los desarrolladores utilizan para personalizar ArcGis, básicamente por tratarse de un lenguaje menos complejo.*

#### **2.1.3.1 Estrategia de personalización:**

*El primer paso a realizar durante esta fase fue definir la estrategia de personalización, considerando las diversas posibilidades de programación para la versión 9.2 de ArcGis.*

*Teniendo las siguientes opciones:*

*Programación dentro de ArcGis: Como se ha mencionado anteriormente dentro de ArcMap y ArcCatalogo se encuentra un entorno de desarrollo en VBA donde podemos manejar los objetos de ArcObjects; el modelo de objetos que gestiona el comportamiento de cada una de los componentes que forman estas aplicaciones*

*Los macros escritos en este entorno no funcionan fuera de él, ya que son dependientes de la aplicación y necesitan que la misma esté abierta.*

*Programación fuera de ArcGis: Al ser ArcObjects un conjunto de objetos COM, se pueden utilizar objetos programables o sus librerías dentro del entorno de desarrollo de otros lenguajes de programación, como VB, C ++, .Net o Python.*

Para estos casos se desarrollan aplicaciones independientes, por lo que no hace falta que ArcMap esté abierto pero sí que éste instalado ArcGis en la maquina donde se ejecuta el programa.

Además de estas opciones, existen unos niveles de personalización atendiendo a distintas cotas de complejidad, los cuales son:

Nivel Básico: El cual se restringe a organizar la interfaz gráfica de usuario, creando nueva barras de herramientas, botones o menús y asociándole a estos comandos ya existentes en ArcMap. Dentro de este nivel no es necesario programar.

Nivel avanzado interno: Además de construir nuevas barras de herramientas, botones o menús, podemos asociar a estos códigos escritos en VBA que se ejecutará sobre el comando correspondiente. El código generado se programa dentro del entorno de ArcMap y se guarda en el proyecto activo .mxd.

Nivel avanzado externo: El código de las rutinas creadas puede ser escrito en cualquier lenguaje que soporte COM, y crear aplicaciones independientes de ArcMap.

Analizando las ventajas e inconvenientes, así como la complejidad de las distintas opciones, se seleccionó como estrategia: Una programación dentro de ArcGis, con un nivel de personalización básico, se organizó en una nueva barra de herramientas algunos de los comandos ya existentes en ArcMap, para de esta manera aprovechar su macro.

Sin embargo, también se avanzó hasta el segundo nivel (avanzado interno) ya que se incorporaron nuevos comandos a los cuales desde la ventana del editor se les asoció el código respectivo.

### **2.1.3.2 Programación- Estructura del código:**

Una vez definidos el tipo de personalización se inicio el proceso de programación en el editor de Visual Basic:

- Definición de objetos y propiedades

- Declaración de variables
- Almacenaje y ejecución del código en un Map Document.

La estructura y organización del código se describe a continuación:

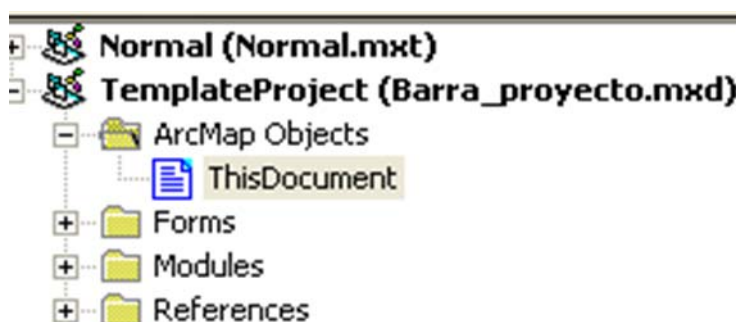
**Proyecto: Edición\_Viladecans (.mxd)**

## OBJETOS DE ARCMAP



**This Document:** Programación de los elementos de la barra de herramientas.

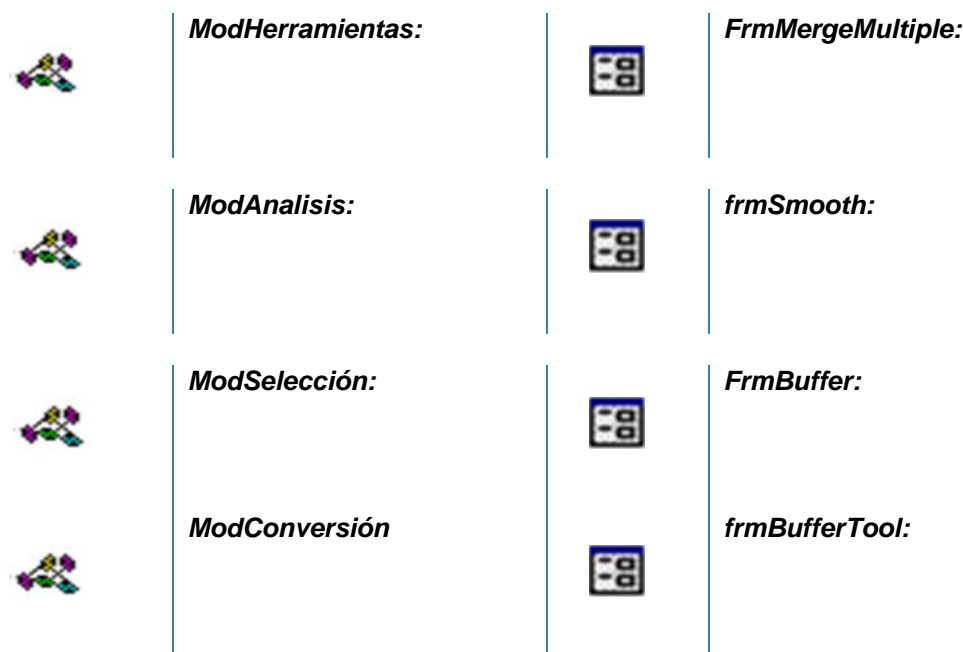
**Figura Nº 4 .Explorador de proyectos del editor de VBA**



### 2.1.3.2.1 Programación de procedimientos y formularios:

La aplicación está compuesta de cuatro módulos y 4 formularios, para los cuales se realizó la programación de los acontecimientos, a fin de que el para que el usuario interactué con estos.



**Figura Nº 5. Estructura Modular del proyecto**

#### 2.1.4 Fase IV: Implementación / Test de Explotaciones

En cuanto al almacenamiento de la aplicación, cuando se trabaja a nivel básico o avanzado interno como en este caso, existen varias opciones de distribución de la aplicación.

La primera opción es proporcionar el archivo .mxd con el código incluido: Esto es posible al realizar el almacenamiento de la información en el documento actual. El documento (extensión. Mxd) se refiere al proyecto que este activo en un momento determinado en ArcMap. Cualquier modificación de los ajustes o personalización puede ser guardada en el documento si lo indicamos de forma explícita, bien sea desde la ventana de personalización Tools > Customize > Commands > Save in, o bien desde el editor Tools> Macros > Visual Basic Editor. Esta forma de almacenamiento permite que las modificaciones solo sean visibles cuando se habrá el documento en concreto.

La segunda opción es el almacenamiento de la personalización en plantillas: Al abrir una sección de ArcMap o de ArcCatalogo por defecto todas las modificaciones serán guardadas en una plantilla llamada normal.mxt, por lo que si

*se desea que la aplicación VBA esté disponible para cualquier sección de ArcMap, solo es necesario escribir el código en el área de la ventana de proyecto reservada para la plantilla.*

*Para el desarrollo de la aplicación se utilizó la primera opción de almacenamiento. La personalización se almacena en un archivo .mxd al que llamamos Edición\_Viladecans, siendo posible transportar la misma a otras máquinas.*

*Una vez realizado el proceso de programación y definido el tipo de almacenamiento se procedió a la realización de pruebas o test de explotaciones a fin de examinar las funcionalidades implantadas y su operatividad.*

*Esta fase de ensayo consideró las operaciones habituales de edición desarrolladas por los técnicos del SIG Viladecans para la elaboración de la cartografía digital.*

### **2.1.5 Fase V: Resultados y Conclusiones**

*Una vez realizados la implementación de la aplicación y realizado los respectivos ensayos en la fase experimental a través de los test de explotación, se describieron los resultados y se formularon las conclusiones finales más relevantes en cuanto a operatividad, líneas futuras de trabajo y a nivel personal.*

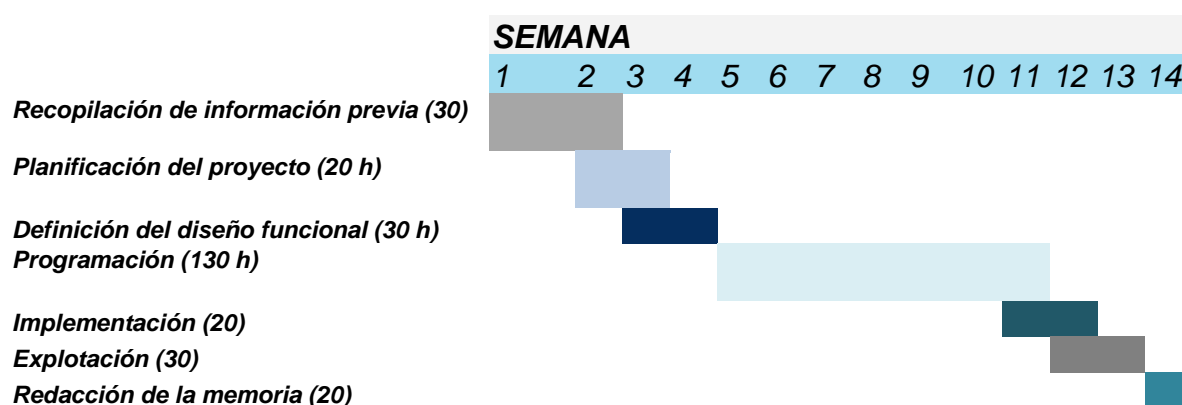
## 2.2 PLAN DE TRABAJO

El marco temporal en el que se desarrolló este proyecto fue un período de 14 semanas: Del 15 de septiembre al 19 de diciembre del año 2008.

Con el propósito de organizar las tareas a desarrollar durante ese período y realizar un adecuado seguimiento y control del proyecto, se estableció un plan de trabajo en el que se delimitaron temporalmente cada una de las actividades a realizar en las distintas fases del mismo.

A continuación se muestra gráficamente la planificación y la distribución de horas por tareas específicas. Cabe destacar que algunas de las actividades dentro de las distintas fases se realizarán de forma paralela.

**Figura Nº 6. Cronograma de actividades**



Fuente: Elaboración propia, año 2008.

\*Total horas hombre: 280.









### III. Diseño Funcional




#### 3.1 Creación comandos y herramientas propias de edición.

Las diferentes funcionalidades que se desarrollaron para ser integradas en la aplicación, se organizan en grupo según su funcionalidad.

A continuación se exponen las funciones específicas que se ejecutan directamente desde la barra de herramientas:

<u>Herramientas Generales de edición</u>	
	<b>Selección:</b> Permite seleccionar un elemento mediante el cursor.
	<b>Activación de edición:</b> inicia el proceso de edición sobre el shapefile con el cual se trabajará.
	<b>Detener edición:</b> Finaliza el proceso de edición sobre el shapefile.
	<b>Salvar Edición:</b> Permite guardar los cambios realizados en la sección de edición.
	<b>Skecth:</b> Esta herramienta permite agregar nuevos elementos, realizar Split de líneas, intersecciones, etc.
	<b>Snap distancia:</b> Si durante el proceso de digitalización la línea se rompió y el extremo de la línea contigua se encuentra dentro de la distancia establecida, esta función permite el encaje automático (Unión de los extremos).

	<b>Extensión:</b> Prolongación de una línea en trazo recto hasta cortar con otras o extendiéndose a una distancia dada.
	<b>Ruptura (split) de línea:</b> La función corta las líneas a partir de un vértice.
<b>- Operaciones de análisis espacial:</b>	
	<b>Buffers simple:</b> Esta función permite crear buffers a partir de una distancia específica en torno a determinados puntos, líneas o polígonos previamente seleccionados.
	<b>Buffers con atributos:</b> Esta función permite crear buffers especificando parámetros.
	<b>Unión:</b> Permite la unión espacial, dando como resultado una nueva capa de información que Integra la información de las capas de entrada.
	<b>Dissolve:</b> Esta función crea una nueva cobertura por combinación de polígonos adyacentes, línea o regiones que tienen el mismo valor para un campo especificado.
	<b>Merge:</b> Esta función permite combinar los elementos o clases de elementos de entrada del mismo tipo de datos en una nueva capa.
	<b>Clip:</b> Esta función permite hacer el recorte de una capa en función de otra.
<b>Conversión:</b>	
<b>Features a Gráficos:</b> Convierte el elemento seleccionado a formato gráfico.	
<b>Gráficos a Features:</b> Convertir curvas, elipses, rectángulos en elementos vectoriales.	

<u>Selección o Búsqueda</u>	
	<b>Selección por atributos:</b> Mediante esta función se seleccionan elementos que cumplen con una o varias condiciones de sus datos asociados.
	<b>Selección espacial:</b> Mediante esta función se seleccionan elementos según criterios de localización.
	<b>Guardar Selección:</b> Esta función permite guardar la selección en una nueva capa de salida.

**Fuente:** Elaboración propia, año 2009.

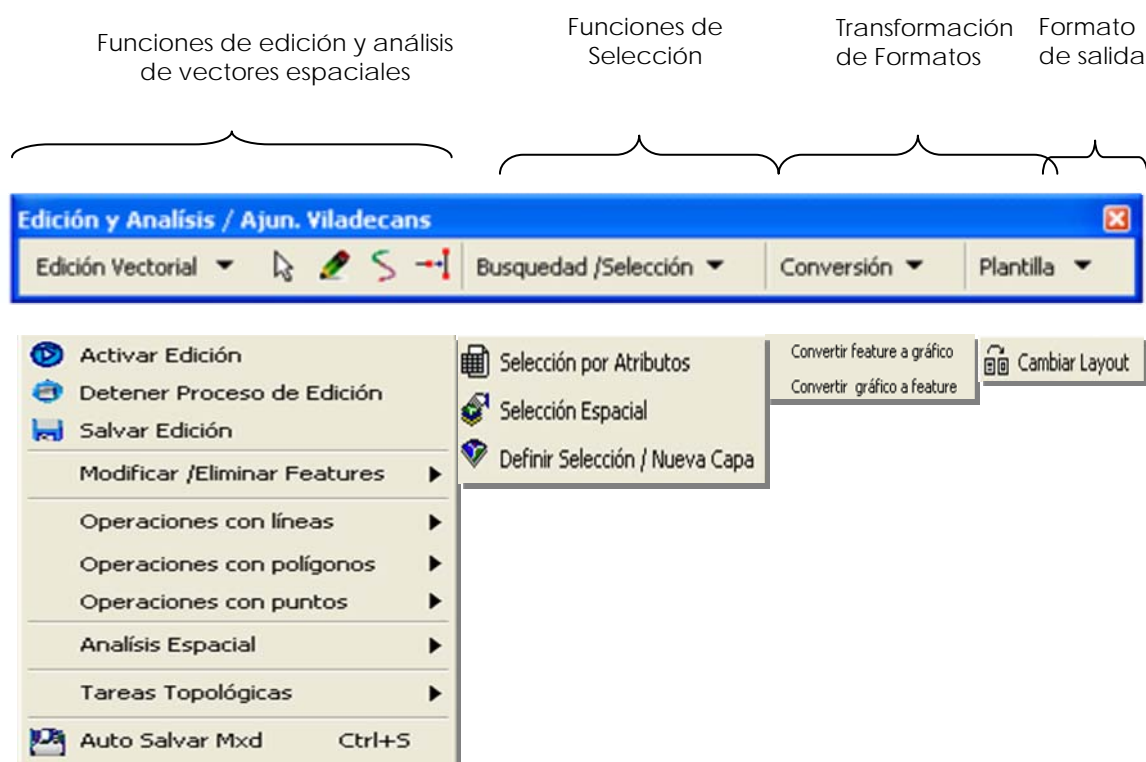
### 3.2 Diseño gráfico y operativo de la aplicación:

El diseño de la barra fue realizado considerando las funciones que llevan a cabo las herramientas. Las cuales podemos clasificarlas en cuatro grandes grupos: Funciones de edición y análisis de vectores espaciales, selección de elementos, transformación de formato y configuración de la plantilla o layout.

En cuanto a la operatividad la barra, la misma está integrada dentro de ArcMap. Por otra parte Al pulsar sobre sus controles se producirán las respectivas funcionalidades que fueron previamente programadas a través de código.

A continuación se muestra de manera gráfica el diseño grafico y operativo de la aplicación:

**Figura Nº 7. Diseño gráfico de la barra de herramientas.**



Tal como se aprecia en la figura anterior la barra de herramientas la conforman una serie de controles que se encuentran integrados en menús, que a su vez se dividen en submenús, los cuales poseen un icono que sólo está activo, es decir

está seleccionable, cuando la herramienta dispone de los datos necesarios para la ejecución de esa opción.

A continuación, se desarrolla cada uno de los menús- submenús, cuyas funcionalidades han sido descritas previamente:

*Menús principales de la aplicación:*

- **Edición:** Este menú contiene herramientas que permiten realizar procesos de edición simple o avanzada sobre los elementos y funciones de geo-procesamiento.

Algunos de estos controles han sido arrastrados de las herramientas ya existentes en ArcGis: Split, Extend, Dissolve, copy parallel y funciones tool: Merge, Dissolve, Union y Clip.

El resto de ellos corresponde a unos controles que han sido programados e integrados a la barra.

- o Activar

- o Detener

- o Modificar Features

- Eliminar polígonos ínfimos
- Romper Línea

- o Operaciones con líneas

- Crear líneas paralelas.
- Líneas centradas
- Generalizar

- o Operaciones con polígonos

- Calcular área
- Calcular Centroide

- o Operaciones con puntos

- Calcular distancia

- o Análisis Espacial

- Crear áreas de influencia
  - o Buffer con atributos
  - o Buffer sobre selección



- *Funciones de Geoprocesamiento*

- o *Merge*
- o *Merge Multiple*
- o *Union*
- o *Dissolve*
- o *Clip*

- o *Auto Salvar Mxd.*

- ***Búsqueda y Selección:*** *Funciones de selección y/o consulta de elementos que cumplen con unos parámetros específicos.*

- o *Selección por atributos*
- o *Selección Espacial*
- o *Definir Selección en nueva capa*

- ***Conversión:*** *Este menú contiene una serie de controles que permiten convertir elementos.*

- o *Convertir Feature a gráfico*
- o *Convertir gráfico a Feature*
- o *Convertir polígono a líneas*
- o *Convertir líneas cerradas a polígonos*

- ***Plantilla:*** *Este menú lo integra solo una función que está destinada a facilitar la elección de la plantilla de salida del mapa, entre una serie de formatos preexistentes.*

- o *Elegir Layout*

### 3.3 Funcionalidades y casos de uso

Los diagramas de caso de uso son lenguajes de comunicación entre usuarios y desarrolladores. Se trata de representaciones gráficas y esquemáticas que reflejan de manera detallada las funcionalidades de un proyecto y las habilitaciones del usuario.

Cada caso de uso muestra el comportamiento de la aplicación ante la interacción del usuario con alguno de los elementos que la integran, proporcionando uno o más escenarios que indican cómo debería interactuar el sistema con el usuario para conseguir un objetivo específico. Por lo tanto, representan la funcionalidad que ofrece el sistema en lo que se refiere a su interacción externa

#### 3.3.1 Componentes del modelo de casos de uso:

**Actores:** Un actor es cualquier entidad, como una persona u otro sistema, que realiza algún tipo de interacción con el sistema.

**Casos de uso:** Un caso de uso es una descripción de la secuencia de interacciones que se producen entre un actor y el sistema, cuando el actor utiliza el sistema para llevar a cabo una tarea específica.

**Relaciones:** Indica la invocación desde un actor o caso de uso a otra operación (caso de uso). Dicha relación se denota con una flecha simple.

**Figura Nº 8. Representaciones de los componentes del modelo de casos de uso**



Los casos de uso que a continuación se señalan, representa la forma en cómo un usuario, que constituye el actor, opera con este sistema.

El primer paso al que se recurre es el de cargar un capa o cartografía, siendo común para todos los comandos.

Las funciones de edición, conversión de features a graficos y conversión de gráficos a features requieren el inicio de una sección de edición y posteriormente es necesario que el usuario interactue con la pantalla para seleccionar el elemento a editar o transformar. Mientras que las funciones de geo-procesamiento y de selección requieren la implementación de un formulario en el que se especifican las rutas de enlaces y una serie de parámetros seleccionados.

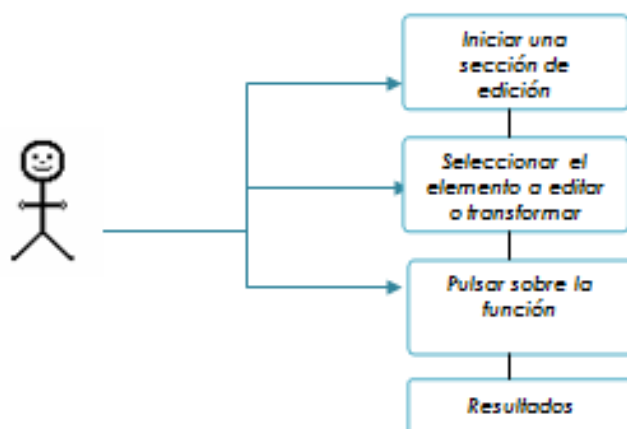


Diagrama de tipo de caso de uso  
-Funciones de edición

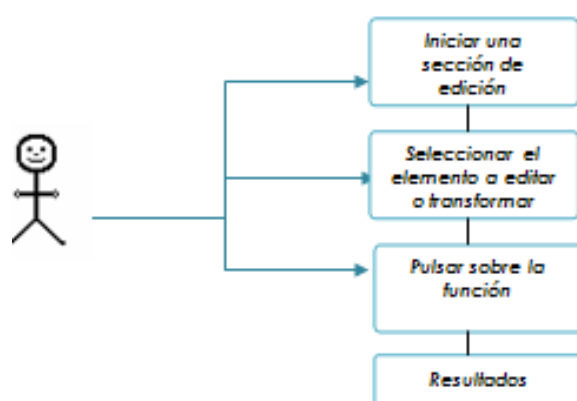


Diagrama de tipo de caso de uso  
-Funciones herramientas de  
geoproceso  
-Funciones de selección

## **IV. Desarrollo de la aplicación**

### **4.1 Proceso de programación**

*Este trabajo emplea los principios de la programación Orientada a objetos (Poo), un paradigma de programación que usa objetos y sus interacciones para diseñar aplicaciones y programas.*

*El elemento fundamental de la POO es el objeto, el cual puede ser definido como un conjunto complejo de datos, que en su interior contiene cierto número de componentes bien estructurados. Éste objeto forma parte de una organización jerárquica o de otro tipo y pertenece a una clase.*

*El objeto puede dividirse en tres partes:*

- **Propiedades:** *Son las que distinguen a un objeto del resto que forma parte de la organización, pudiendo ser estas propias o heredadas.*
- **Métodos:** *Son las operaciones que pueden realizarse sobre el objeto. Un método, también llamado comportamiento, realiza una acción específica.*
- **Relaciones:** *Permiten que el objeto se inserte en la organización y están formadas principalmente por punteros a otros objetos.*

#### **4.1.1 Programación en ArcObjects.**

*ArcObjects es un marco que le permite crear dominios específicos de los componentes de otros componentes. Proporciona una infraestructura para la aplicación de personalizaciones, con la finalidad de que por medio de estas pueda ajustarse a las necesidades específicas de sus clientes.*

*Todas las aplicaciones dependientes de ArcGis se desarrollan en base a los objetos de ArcObjects, ya que cada componente de éste tiene su correspondencia con una clase de ArcObjects.*

*Como se ha mencionado anteriormente existen distintos escenarios de programación en ArcObjects, los cuales van desde realizar aplicaciones*

*dependientes de ArcGis en colaboración con otras aplicaciones COM o totalmente independientes mediante ArcGis Engine.*

*En este caso, se trabajo dentro de ArcGis creando la aplicación desktop sobre ArcMap, utilizando VBA.*

#### **4.1.2 El Modelo de Objetos de ArcObjects**

*ArcObjects se compone de un modelo de datos geográficos orientado a objetos basado en las especificaciones COM (Component Object Model).*

*El proceso de programación se apoya en los diagramas de modelos de objetos también conocidos como DMO.*

*Estos representan una colección organizada de objetos y clases de objetos que marcan las relaciones entre las diferentes clases de objetos (mediante símbolos). Además describen las propiedades y métodos que pueden utilizarse con cada una de estas clases e indican como navegar a través de todo el conjunto de objetos.*

*Los DMO se basan en especificaciones UML o lenguaje unificado de modelado.*

*ArcObjects se compone de objetos y clases:*

*Un objeto representa una característica de tipo espacial como podría una carretera. Es una instancia de una clase, la cual es una serie de código que define a todos los elementos relacionados con ella.*

*Una clase por su parte, es un conjunto de objetos con similares atributos.*

*Para programar en ArcObjects es necesario conocer los siguientes fundamentos:*

*Las clases están almacenadas en archivos de código formando librerías. Los objetos se crean a partir de las clases y se almacenan en la memoria. Las*

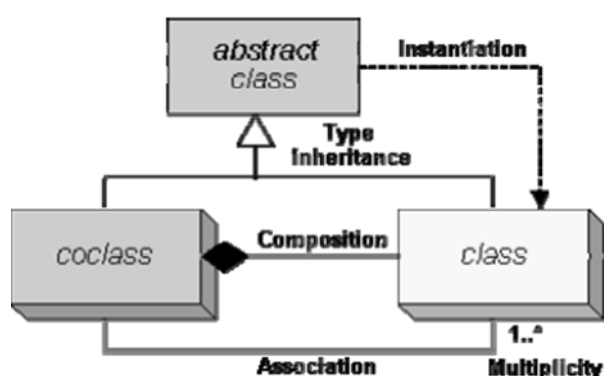
clases tienen interfaces de programación formadas por grupos de propiedades y métodos.

*Tipos de clases:*

- El tipo más común es la **coclase**. Una coclase se puede utilizar para crear nuevos objetos. Un *FeatureClass* es una coclase que permite que nuevas características de la clase puedan ser como instancias de la coclase.
- El segundo tipo es la **clase abstracta**. Una clase abstracta no se puede usar para crear nuevos objetos, sino que existe para que otras clases (es decir, las subclases) puedan usar o compartir la propiedades y métodos que la clase soporte. Por ejemplo, *GeoDataset* es una clase abstracta.
- El tercer tipo es la **clase**. Una clase no se puede utilizar directamente para crear nuevos objetos; en su lugar, los objetos de una clase sólo pueden ser creados a partir de otra clase.

Las clases (definiciones de las propiedades y comportamiento de un tipo de objeto concreto) y las interfaces son a menudo denominadas el "qué" y el "cómo" de la COM. La interfaz define lo que un objeto puede hacer, mientras que la clase define el cómo se hace.

**Figura Nº 9 .Tipos de clase en el modelo de Objetos**



#### 4.1.3 El uso de las interfaces

La programación bajo las especificaciones COM implican trabajar con interfaces. Las interfaces son una agrupación lógica de métodos y propiedades dentro de una clase. De esta forma, para comunicarse con un objeto de una clase determinada (crearlo o instanciarlo) es necesario indicar hacia qué interfaz se apunta, es decir, qué métodos o propiedades del objeto se quieren utilizar.

*Por lo antes expuesto, cuando programamos con objetos en ArcObjects, no se trabaja directamente con el objeto, sino que se accede a él a través de una de sus interfaces.*

*Las interfaces en sí son de naturaleza abstracta, ya que no implementan código alguno, sino que sólo almacenan la estructura de las propiedades y métodos disponibles. La implementación del código se realiza a nivel de la clase que implementa dichas interfaces.*

*En este sentido varias clases pueden implementar (heredar) la misma interfaz, pero desarrollar un código diferente para la misma propiedad o método. A esto último es lo que se conoce como polimorfismo y es una de las características importantes de la programación orientada a objeto. En otras palabras, la interfaz decide qué puede hacer un objeto mientras que la clase decide cómo lo hace.*

*Una interfaz no contiene código, sino un listado con la definición de los métodos y propiedades.*

*Un objeto puede apoyar a dos o más interfaces y, además, el mismo objeto puede heredar interfaces de su superclase. Habida cuenta de múltiples interfaces, es posible para acceder a una interface a través de otro interfaz, o para saltar de una interfaz a otra.*

***Las principales interfaces utilizadas: IMap, Ilayer, IFeatureLayer, IFeature, Ielement, Ilayer, ItopologicalOperator, IDispatch.***

## **4.2 Personalización de la interfaz de ArcMap.**

*Todas las tareas básicas de creación o modificación de las barras de herramientas, botones o menús pueden controlarse desde la ventana de personalización (Customize).*

*En esta ventana aparecen tres pestañas:*

*- ToolBars (Barra de herramientas), desde la que se puede abrir o cerrar las barras de herramientas existentes o crear nuevas.*

- *Commands (Commandos)*, donde pueden seleccionarse herramientas ya existentes para añadirlas a las barras de herramientas.

- *Options (Opciones)* donde puede accederse a ciertas opciones de configuración.

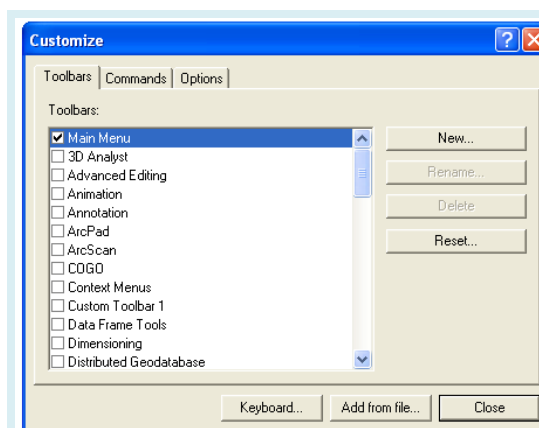
#### 4.2.1 Creación de la barra de herramientas:

La creación de la barra de herramientas se realizó a través de la caja de dialogo de personalización de ArcMap, a la cual se accede desde *Tools > Customize*.

No fue necesario escribir código, ya que esta ventana permite crear una nueva barra, insertar menús y añadir o borrar controles ya existentes en la aplicación o bien modificar sus propiedades.

La pestaña *ToolsBar (Barras de herramientas)* muestra todos los barras de herramientas disponibles en ArcMap.

**Figura N°10. Vista de la ventana de personalización: Customize.**



Por medio de esta ventana se creó la barra de herramientas en la que se organizaron de manera conjunta los comandos que suelen ser utilizados por el SIG Viladecans.

El procedimiento utilizado se describe a continuación:

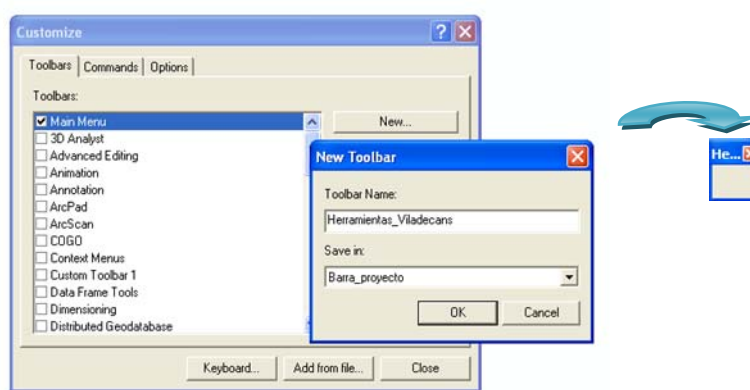
1.- Se selecciona la opción personalizar (*Customize*) en el menú Herramientas (*Tools*) en ArcMap.



2.- Una vez desplegado el cuadro de dialogo en la pestaña *Toolbars* se selecciona la opción **New** para insertar una nueva barra. Luego introducimos el nombre de la barra y salvamos los cambios, en este caso sobre el proyecto.mxd.

Una vez realizado este procedimiento una nueva barra de herramientas aparece ahora en ArcMap.

**Figura Nº 11. Creación de la barra de herramienta**



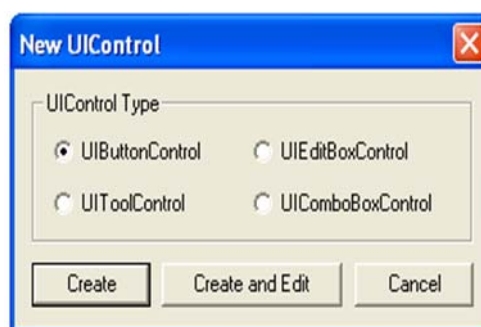
#### **4.2 Inserción de controles de usuarios**

Una vez creada la barra de herramientas según el procedimiento descrito anteriormente, el siguiente paso fue insertar los controles de usuarios ya existentes en ArcMap que estuviesen relacionados con tareas de edición y análisis vectorial.

Los controles de usuario son los objetos que se añadieron a la nueva barra de herramientas para interactuar con la misma.

Existen cuatro tipos de controles: Botones, herramientas, listas desplegables y cajas de textos, a los que se accede desde la pestaña *Commands* de la ventana de personalización: *Customize*.

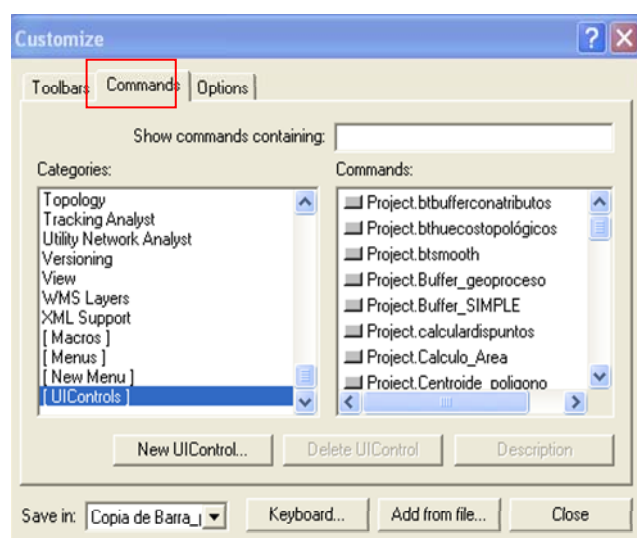
Para aplicación solo se utilizaron los dos primeros tipos de controles.

**Figura Nº 12. Tipos de controles de usuarios en ArcObjects.**

Para crear nuevos controles de usuario se seleccionó la opción [UIControls] en la caja de categorías. Al seleccionar esta opción, el botón New UIControl nos permitió la creación de un nuevo control.

El proceso general que se empleó para la integración de los controles a la barra se describe a continuación:

- Selección de la pestaña de comandos y desplazándose hasta la categoría [UIControls].

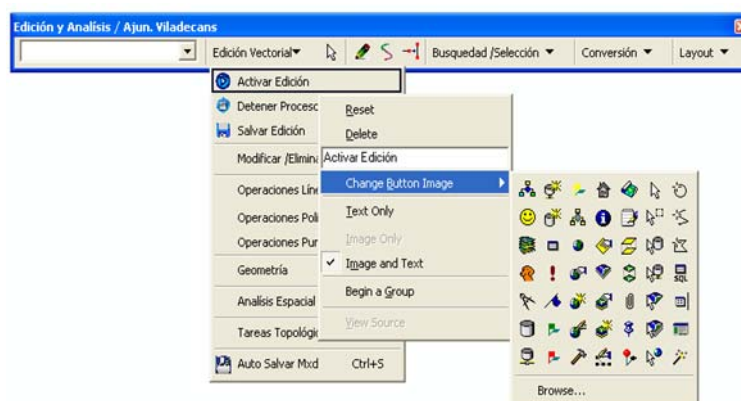
**Figura Nº 13 . Proceso de creación de un nuevo control de usuario.**

- Pulsando sobre New UIControl se accedió a los controles de usuario.

- Se seleccionó un tipo control de control de acuerdo a la funcionalidad de este.
- Se pulso sobre Create y el nuevo control fue añadido a la lista Commands. Luego se seleccionó y arrastro sobre la nueva barra de herramientas anteriormente creada.
- Con el botón derecho del ratón, se pulso sobre el nuevo control para acceder a sus propiedades.
- Luego se accedió a la opción Change Button Image para cambiar el icono asociado del control respectivo.

De la misma manera con el botón derecho del ratón, pulsando sobre el nuevo control se accede a la opción View Source, que despliega el editor VBA y la ventana de edición. En ella se escribió el procedimiento de evento y una función respectivamente.

**Figura N°14. Ejemplo de procedimiento para acceder a las propiedades de un Control: Botón Activar edición.**



Los tipos de controles de usuario que integran la aplicación son los siguientes:

**Botones (UIButtonControl).** Los botones tienen asociado código que se ejecutará nada más pulsar sobre el botón.

**Tabla Nº1. Lista de Botones contenidos en la aplicación.**

<b>Botones</b>	
<i>Btn_ActivarEdición</i>	<i>Btn_SalvarEdición</i>
<i>Btn_DetenerEdición</i>	<i>Btn_SuavizarLíneas</i>
<i>Btn_Guardar</i>	<i>Btn_CalculoÁrea</i>
<i>Btn_Bufferconatributos</i>	<i>Btn_Centroide</i>
<i>Btn_BuffersSelección</i>	<i>Btn_Dissolve</i>
<i>Btn_Clip</i>	<i>Btn_Merge</i>
<i>Btn_Unión</i>	<i>Btn_MergeMultiple</i>
<i>Btn_SelecciónAtributos</i>	<i>Btn_CrearParalelas</i>
<i>Btn_SelecciónESpacial</i>	<i>Btn_DividirLíneas</i>
<i>Btn_GuardarSelección</i>	<i>Btn_FeatureaGráfico</i>
<i>Btn_GráficoaFeature</i>	<i>Btn_DistanciaMínima</i>

*Herramientas (UiToolControl): Las herramientas tienen asociado código que no se ejecutará nada más pulsar sobre la herramienta, sino que necesitará que el usuario interactúe con algún elemento del ArcMap.*

**Tabla Nº 2. Lista de Herramientas contenidas en la aplicación.**

<b>Herramientas</b>	
<i>Tools_SelecciónCursor</i>	<i>Tools_ExtenderLínea</i>
<i>Tools_Split</i>	<i>Tools_Scketch</i>

#### **4.3 Estructura y organización del código:**

*La aplicación está conformada por un proyecto que a su vez contiene módulos, procedimientos y formularios.*

*A continuación se expone las tareas realizadas durante la fase de programación y la organización del código que compone la aplicación:*

- 1.- Se eligió donde escribir el código, que para este caso fue en el documento activo edición\_viladecans.mxd.
- 2.- Se insertaron los formularios
- 3.- Se añadieron los controles a los distintos formularios.
- 4.- Se añadió el código asociado a los eventos de cada control en el modulo de formulario correspondiente.
- 5.- Se insertan módulos estándar
- 6.- Se ejecutó el formulario

#### **4.3.1 Procedimientos:**

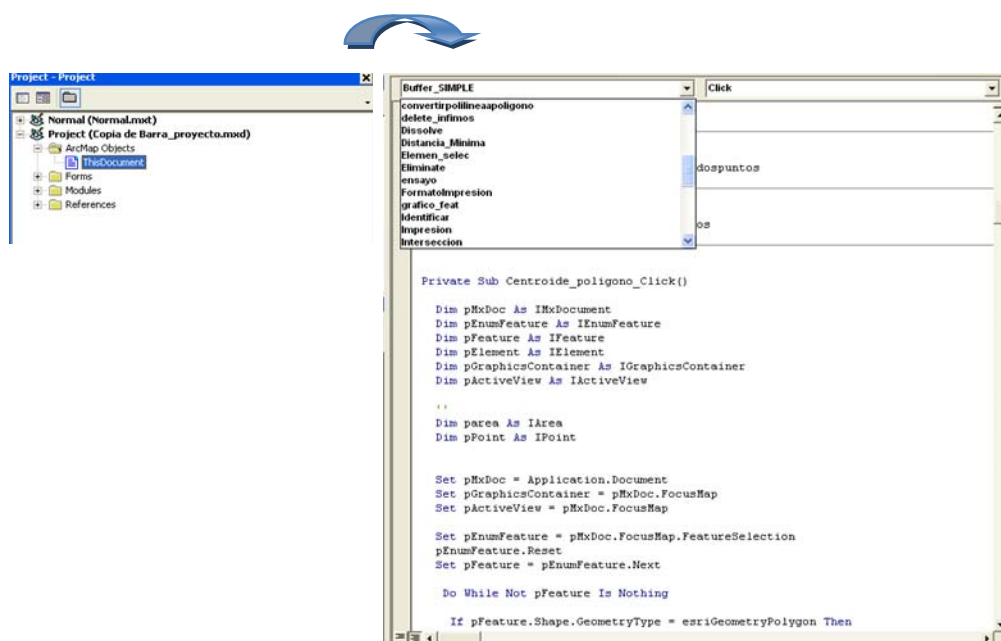
Los procedimientos son todos aquellos bloques de sentencia de código (Limitadas por una cabecera y un pie) destinadas a realizar tareas específicas dentro de la aplicación. Estos procedimientos (Que en la aplicación se denominan “Macros”), se agruparon dentro de módulos, por lo que cada modulo viene a ser una colección de procedimientos.

##### **4.3.1.1 Módulos:**

Como se ha mencionado anteriormente este proyecto consta de cuatro módulos y del modulo especial integrado en ArcObjects “This Document”.

En “This Document” se encuentra almacenado todo el código que hace referencia al proyecto y que interactúa directamente con la barra de herramientas. Mientras que en los módulos estándar se incluye el código almacenado en procedimientos o funciones genéricas.

### Módulo This Document.



**ModHerramientas:** Modulo que contiene un conjunto de códigos diferentes adaptados para crear funcionalidades diversas; todos ellos están vinculados al modulo ThisDocument.

**ModSelección:** modulo que contiene el código para la generación de consulta de datos o creación de nuevas capas de información a partir de una selección. Este modulo contiene herramientas de selección de atributos o de operaciones espaciales.

**ModAnalisis:** Modulo que contiene código para generar áreas de Influencia y hacer llamadas a las funciones de geo- proceso de ArcToolBox.

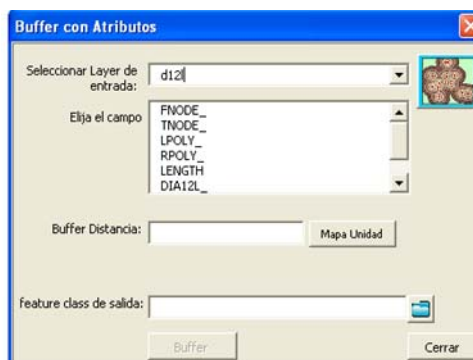
**ModConversión:** Modulo que contiene código para generar la conversiones de formato o geometría de elementos.

#### 4.3.1.2 Módulos de formularios:

Cada formulario generado tiene asociado su propio modulo de código. Desde la ventana de dicho modulo se accede a todos los controles que están insertados en el formulario y todos los eventos de cada control.

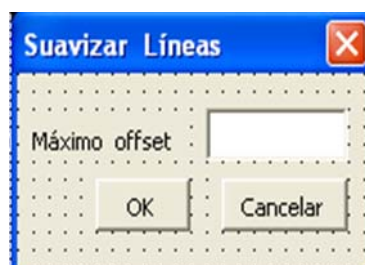
- *Frm Buffer con atributos*: Una vez que el usuario añada una capa de información, por medio de este formulario puede crear un buffer y definir sus parámetros: Campos a implementar, distancia, ubicación de salida de la nueva capa.

**Figura Nº 15. Vista del formulario de la función buffer con atributos (FrmBufferTools)**



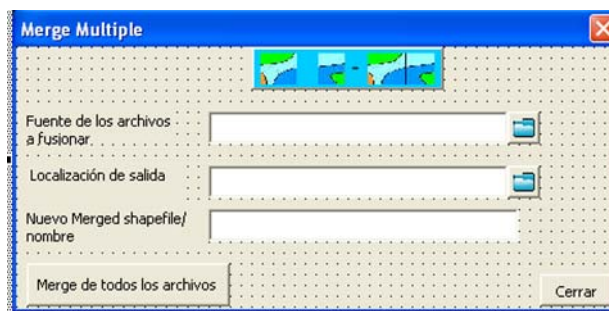
*Frm Generalizar líneas*: La finalidad de este formulario es que el usuario introduzca un valor máximo de offset, para Convertir la línea o polígono en una curva suave.

**Figura Nº 16 . Vista del Formulario de la función suavizar líneas (Frmgeneralizar)**



**Frm Merge Multiple:** La finalidad de este formulario es que el usuario seleccione una carpeta que contenga múltiples shapefile, podrá combinar todos ellos en una capa de salida.

**Figura Nº 17. Vista del Formulario de la función Merge múltiple (FrmMerge)**



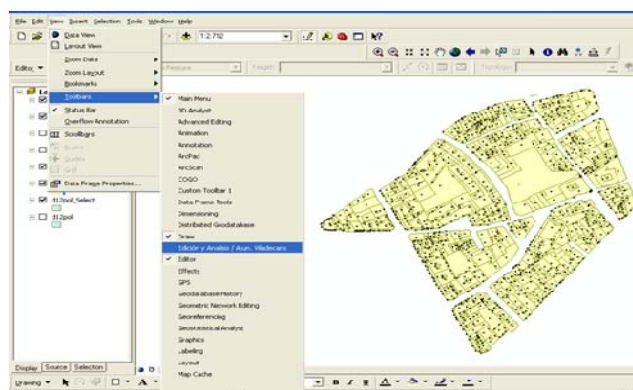
## 4.4 Implementación

### 4.4.1 Activación de la aplicación:

La nueva barra de herramientas es visible al abrir el documento Edición\_Viladecans.mxd.

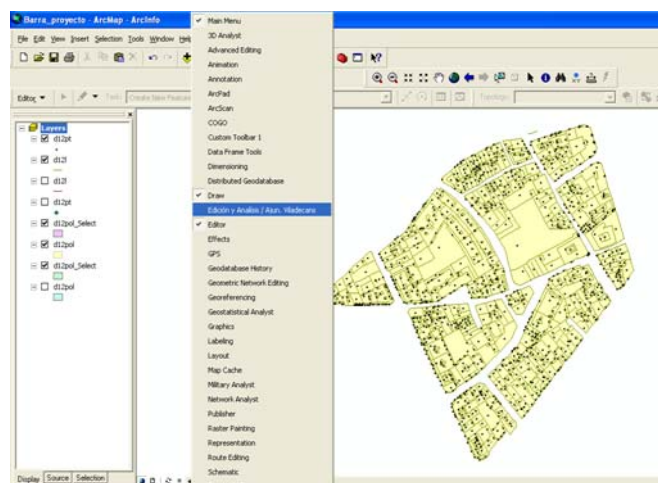
En caso que el usuario no la encontrase o deseara cerrarla puede hacerlo desde menú **View> Toolbars>**, tal como se muestra en la siguiente figura:

**Figura Nº 18 . Activación de la barra de herramientas a través de la pestaña view. (Opción 1)**





**Figura N° 19. Activación de la barra de herramientas de manera directa.(Opción 2)**



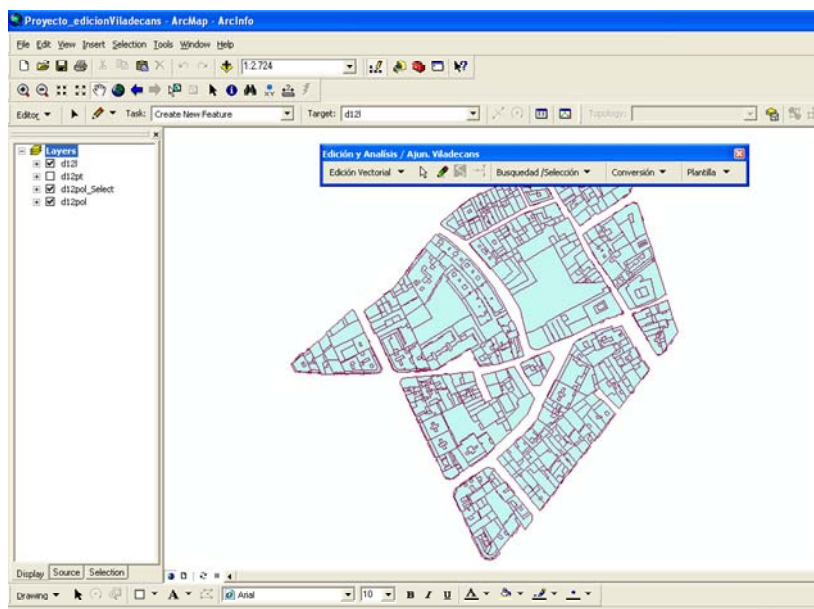
#### 4.4.2 Test de explotaciones:

Se han realizado pruebas para verificar el correcto funcionamiento de los distintos controles que se han integrado en la barra de herramienta, a fin de verificar su operatividad y realizar un control de calidad.

A continuación se reseña e ilustra a su vez el proceso seguido para comprobar las funcionalidades incorporadas. Cabe destacar que estas pruebas fueron realizadas únicamente para las nuevas herramientas programadas:

*En primer lugar, se agregan aquellas capas de elementos sobre las que se desea trabajar. En este caso se utiliza como muestra un sector de Viladecans.*

**Figura Nº 20. Paso Inicial para realizar los test de explotaciones-Agregación de capas.**

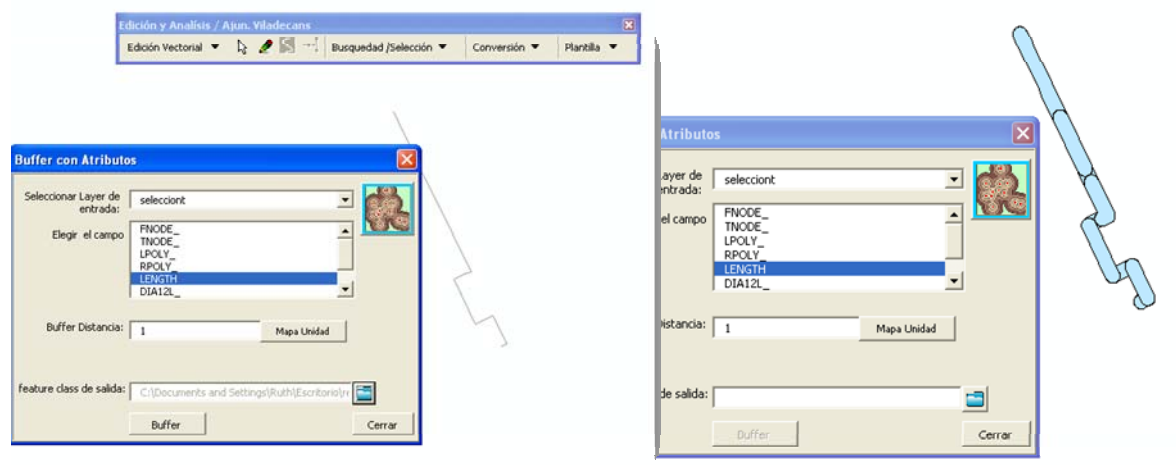


#### **4.2.2.1 Función Buffer con atributos:**

Al hacer clic sobre el botón "buffer con atributos, Se presenta un formulario que le permite definir los parámetros del buffer: Campo de entrada, distancia, ubicación de salida, entre otros.).

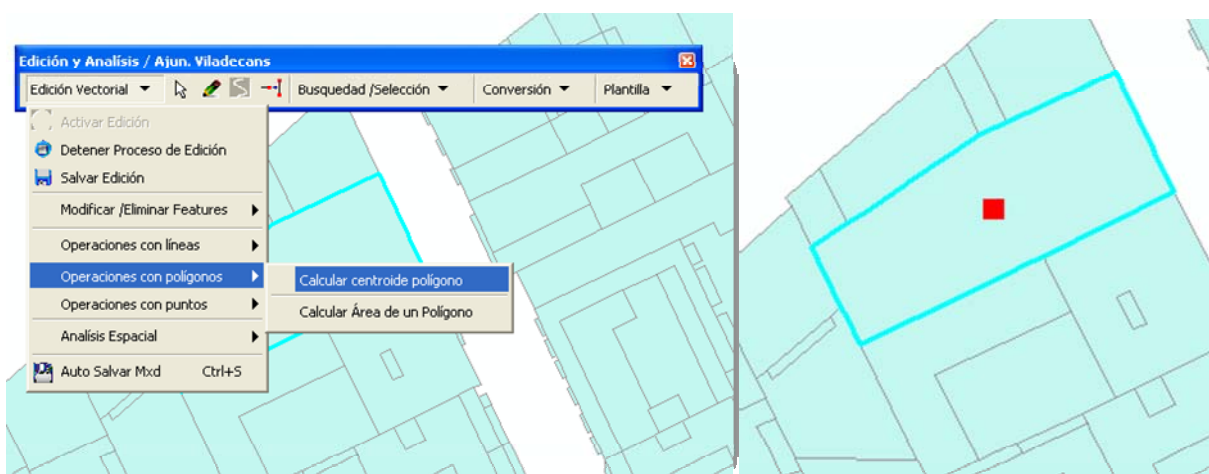
Dentro del formulario es posible elegir si se utilizan las unidades originales de la base de datos, o las mismas unidades del mapa, por medio del botón de comando Mapa Unidad.

Al implementarse el formulario el resultado es un buffer de salida, pudiendo ser este un nuevo Shapefile o un Feature Class (Personal Geodatabase) que incorpora los atributos de la capa de entrada.

**Figura Nº 21. Implementación del formulario buffer con atributos- Resultado.**

#### 4.2.2.2 Función Calcular Centroide de un polígono:

Por medio de esta función se obtiene el centroide de uno o más polígonos, para lo que es necesario primeramente seleccionar un elemento y posteriormente hacer clic sobre el botón de la función “calcular centroide de un polígono”. El resultado es un elemento gráfico que posteriormente puede ser integrado en una capa vectorial.

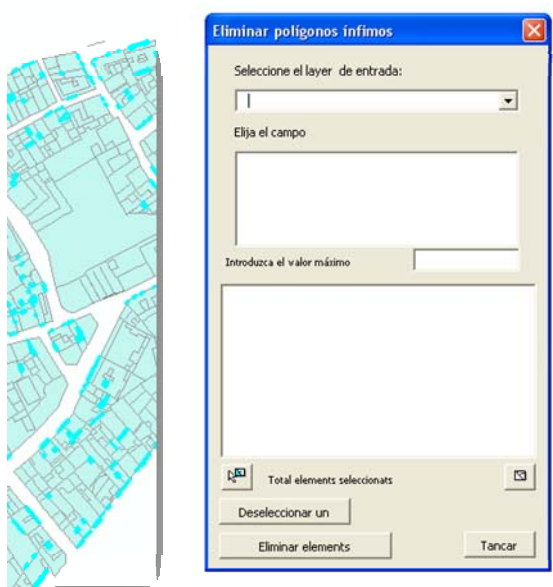
**Figura Nº 22. Implementación de la función calcular centroide - resultado.**

#### 4.2.2 Función eliminar elementos ínfimos:

Esta función permite la eliminación de los polígonos inferiores a la unidad mínima de mapeo o bien eliminar todas las líneas inferiores a la mínima longitud permitida para una línea en una capa.

Se accede al botón de la función “Eliminar elementos ínfimos” y el mismo despliega un formulario en el que es necesario establecer la de entrada, el campo a considerar para realizar la selección, introducir en la caja de texto el valor mínimo permitido y finalmente hacer clic sobre el comando eliminar.

**Figura N° 23. Implementación del formulario Eliminación de elementos ínfimos**



#### 4.2.2.3 Función calcular área de un polígono:

Luego de seleccionar un elemento cuya geometría es de tipo polígono, se accede a al submenú “operaciones con polígonos”, posteriormente al hacer click sobre el botón “calcular área de un polígono”, este despliega un mensaje con la información del área y del número de polígonos seleccionados.

**Figura Nº 24 Implementación de la función Calcular área - Resultado.**

#### 4.2.2.4 Función convertir features a gráficos:

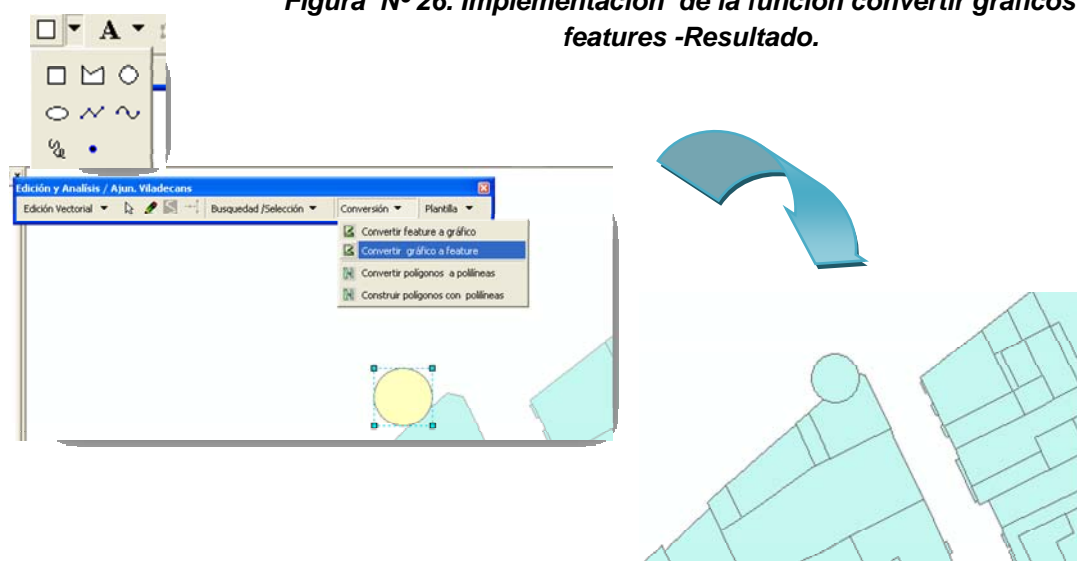
Luego de seleccionar un elemento se accede al menú “conversión” y posteriormente al hacer clic sobre el botón “convertir Feature a gráficos”, se obtiene como resultado un nuevo gráfico.

**Figura Nº 25. Implementación de la función convertir features a gráficos-Resultado.**

#### 4.2.2.5 Función convertir gráficos a features:

Se inserta un nuevo elemento gráfico por medio de la opción Draw de la ventana de ArcMap, luego pulsando sobre la función convertir gráficos a features, el elemento gráfico pasa a formar parte de la capa activa en la sección de edición.

**Figura Nº 26. Implementación de la función convertir gráficos a features -Resultado.**

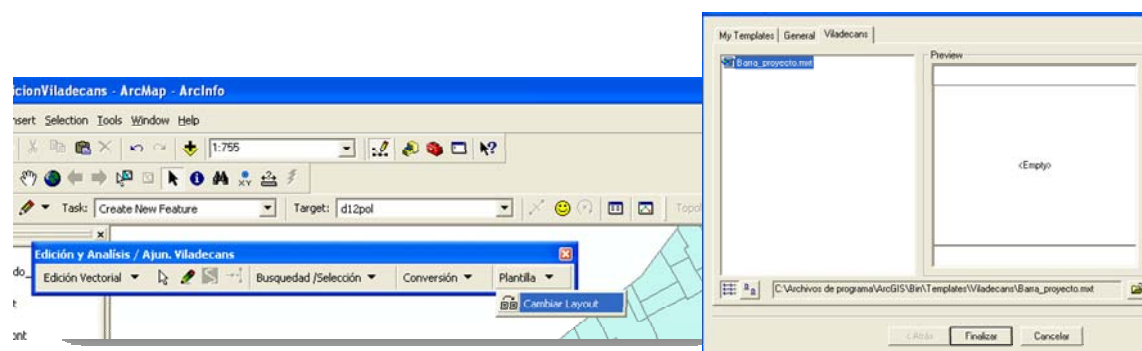


#### 4.2.2.6 Función Cambiar Layout:

Permite cambiar el diseño del layout por una selección de plantillas pre-existentes en ArcMap.

Para este proyecto se agregó una nueva carpeta (Viladecans) donde se almacenarán las plantillas u formatos de salida usualmente utilizados por la oficina SIG.

**Figura Nº 27. Implementación de la función Cambiar layout.**



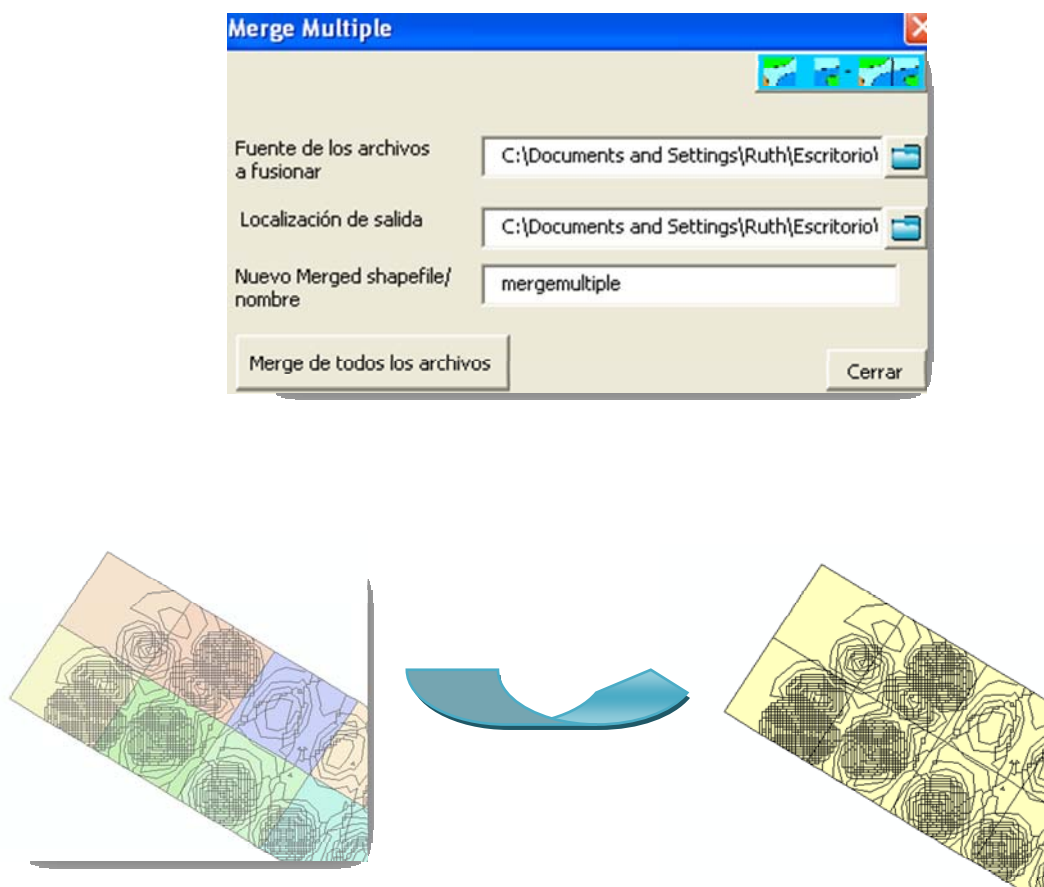


#### 4.2.2.7 Función Merge de múltiples archivos:

La implementación del formulario merge múltiple permite combinar todos los archivos shapefile ubicado en una carpeta.

Es necesario establecer la ruta de la carpeta de entrada, el output y el nombre de la capa de salida.

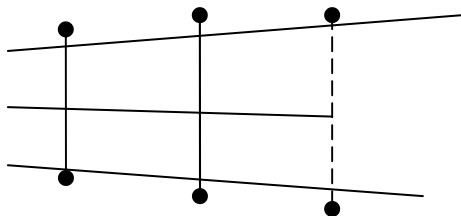
**Figura N° 27. Implementación del formulario Merge Múltiple- Resultado.**



#### 4.2.2.8 Crear Líneas centradas:

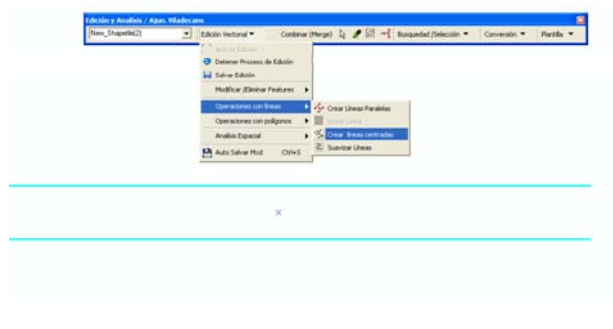
Para crear líneas centradas esta función divide la línea de menor longitud en 10 segmentos de igual tamaño. Luego corta la línea de mayor longitud hasta el valor de la primera, de esta manera ambas líneas tienen el mismo número de vértices.

Posteriormente crea un punto medio entre el vértice 1 de la primera línea y el vértice 1 de la segunda línea, así sucesivamente hasta llegar al vértice 10. Luego construye una línea que representa la colección de puntos medios



Para crear las Centerlines se seleccionan las dos líneas y se accede a la función.

**Figura Nº 28. Implementación de la función crear líneas centradas.**





## 5. Conclusiones:

*Se ha conseguido desarrollar una aplicación que cumple con los objetivos propuestos inicialmente, aunque adaptándose a ciertas características que aún estaban sin definir al inicio del proyecto.*

*Una de las principales limitaciones para el desarrollo de la aplicación fue el poco conocimiento y falta agilidad en el área de programación, lo que supuso una gran inversión de tiempo para sobreponer estas restricciones. Por ello, es recomendable para desarrollar una aplicación similar, profundizar en el conocimiento y manejo de programación especialmente orientada a objetos, tener claro el manejo de las funcionalidades de ArcMap y la organización de los objetos dentro del mismo.*

*En cuanto a la operatividad de la aplicación, se trata de una herramienta sencilla y específica, de fácil manejo para el usuario, permitiéndole realizar las tareas de edición en el entorno de ArcMap, de una forma ágil.*

*Dado que los comandos usualmente utilizados, han sido organizados en un solo entorno de trabajo, la barra de herramientas puede ser utilizada por un operador poco familiarizado con ArcMap, disminuyendo la inversión de tiempo.*

*En lo referente a futuras líneas de trabajo, es necesario continuar trabajando sobre la aplicación. Posiblemente este proyecto sirva de apoyo para crear otros aplicativos con nuevas y mejores funcionalidades. Esto será posible ya que la barra de herramientas es independiente del resto de objetos de ArcMap, lo cual permite que la misma pueda modificarse futuro. Esta aplicación es un buen punto de partida para próximas versiones.*

*La nueva barra de herramientas ha sido incorporada en un proyecto de ArcMap (Edición\_Viladecans.mxd), lo que permite que la misma sea fácilmente transportable a otras máquinas.*

## **VI. Bibliografía**

### **6.1 Referencias Bibliográficas:**

- Zeiler, M., 2001 *Exploring ArcObjects*, Vol. 1, ESRI Press (ED.)
- Burke, R., 2003. *Getting Started with ArcObjects in ArcGis. Training Course*. Esri Redlands, California.
- iñ
- *ArcObjects y VBa en ArcGis DesKtop*. Editorial UPV.

### **6.2 Referencias Web:**

- ESRI Support Center: (<http://www.support.esri.com>)
- ArcObjects Online (<http://edndoc.esri.com/arcobjects/8.3/>)
- Ejemplos de código (<http://edn.esri.com/>)
- Scripts (<http://arcscripts.esri.com/>)
- Ejemplos VBA (<http://www.xltoday.net/>)

## VII. Anexo

### 7.1 Manual de Usuario

A continuación se desarrolla una guía rápida sobre cómo usar las funciones principales que integran la aplicación.

#### 7.1.1. Acceso y operatividad de la aplicación:

Se ha creado una barra de Herramientas dentro de un proyecto de ArcMap, la cual ha sido desarrollada a través del editor de VBA (Visual Basic For Applications).

Esta aplicación se encuentra activa desde el mismo momento en que se abre el proyecto (Edición\_Viladecans.mxd).

En cuanto a la operatividad de la barra, resulta un proceso sencillo, ya que distribución de la misma se ha realizado atendiendo a las distintas funcionalidades de los comandos, agrupándolos según éstas, a fin de facilitar el proceso operativo.

La imagen que a continuación se observa refleja la interface principal de la nueva barra de Herramientas:



Herramientas y botones de edición de elementos o clases de elementos

Comandos que permiten realizar búsquedas avanzadas

Herramientas que permiten transformar elementos

Configuración del layout.

La aplicación la conforman dos tipos de comandos: Botones y herramientas.

En el caso de los controles de tipo botón, para acceder a la funcionalidad de éstos solo es necesario pulsar sobre ellos y los mismos realizarán una acción determinada.

En cuanto a las herramientas es necesario interactuar con la pantalla. Tal es el caso de las funciones Split, extender y selector por cursor.

Comandos por menús

<b>Edición:</b>	Activar edición Detener edición Modificar Features Eliminar polígonos ínfimos Romper Línea Operaciones con líneas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear líneas paralelas.</li> <li>- Líneas centradas</li> <li>- Generalizar</li> </ul> Análisis Espacial <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear áreas de influencia</li> <li>- Buffer con atributos</li> </ul> Buffer sobre selección	Operaciones con polígonos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcular área</li> <li>- Calcular Centroide</li> </ul> Operaciones con puntos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcular distancia</li> </ul> Funciones de Geoprocesamiento: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Merge</li> <li>- Merge Multiple</li> <li>- Union</li> <li>- Dissolve</li> <li>- Clip</li> </ul> Auto Salvar Mxd.
<b>Selección</b>	Selección por atributos Selección Espacial Definir Selección en nueva capa.	
<b>Conversión:</b>	Convertir Feature a gráfico Convertir gráfico a Feature	
<b>Plantilla:</b>	Elegir Layout	

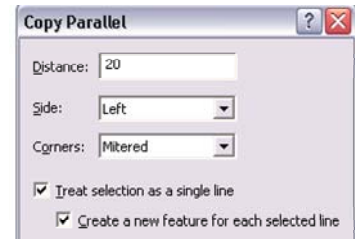
**7.1.2 Procedimientos – Funciones de edición:**

- Abrir el proyecto de ArcMap Edición\_Viladecans.Mxd e incorporar aquellas capas de elementos que se quieren editar.
- Activar la barra de herramientas **Edición y Análisis /Ajun.Viladecans**, en caso de que no estuviese activa acceder al documento.
- Seleccionar el menú Edición Vectorial > activar edición para iniciar la sección de edición.
- Luego se selecciona el elemento a editar y función específica que se desea aplicar.
- Una vez realizado este proceso, es necesario acceder al menú Edición Vectorial > Salvar edición para resguardar los cambios.

### 7.1.2.1 Operaciones con líneas - Función copiar paralela

Procedimientos:

- Seleccionar la línea que desea copiar.
- Haga clic en la función copiar paralelo.
- Establecer la distancia y los parámetros.



### 7.1.2.2 Operaciones con líneas - Función romper líneas:

Procedimientos:

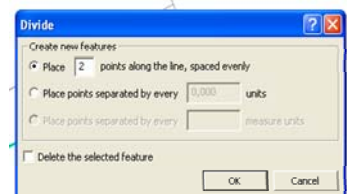
- Seleccionar la línea que desea editar, haciendo doble clic sobre la misma.
- Seleccionar la herramienta.
- Luego interactuar con el elemento: Marcamos el punto o vértice donde se desea cortar la línea.



### 7.1.2.3 Operaciones con líneas – Dividir líneas:

Procedimientos:

- Seleccionar la línea que desea editar, haciendo doble clic sobre la misma.
- Seleccionar la función Edición vectorial >Operaciones con líneas >dividir línea.
- Se despliega un formulario en el que se especifica el número de veces en que queremos dividir el elemento.



### 7.1.2.1.4 Operaciones con líneas – Generalizar líneas:

Procedimientos:

- Seleccionar la línea que desea editar, haciendo doble clic sobre la misma.



- Seleccionar la función *Edición vectorial > Operaciones con líneas > Generalizar líneas*.
- Se despliega un formulario en el que se especifica el número de offset.
- Se pulsa ok para ejecutar la función.

#### **7.1.2.5 Operaciones con polígonos -Función Calcular Centroide:**

- Seleccionar un elemento.
- Acceder al botón de la función “calcular centroide de un polígono”.
- El resultado es un elemento gráfico, centroide, que posteriormente puede ser integrado en una capa vectorial a través de la función *convertir gráficos a Feature*.

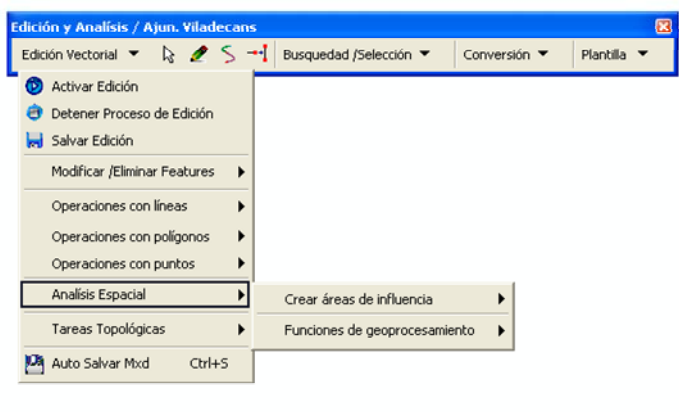
#### **7.1.2.6 Operaciones con polígonos -Función Calcular área:**

- Seleccionar un elemento cuya geometría sea de tipo polígono.
- Se accede al menú *Edición vectorial > operaciones con polígonos > calcular área de un polígono*
- Se despliega un mensaje con la información del área y del número de polígonos seleccionados.

#### **7.1.2.7 Procedimientos – Funciones de análisis:**

- Abrir el proyecto de ArcMap *Edición\_Viladecans.Mxd* e incorporar aquellas capas de elementos que se quieren analizar.
- Activar la barra de herramientas **Edición y Análisis /Ajun.Viladecans**, en caso de que no estuviese activa acceder al documento.
- Seleccionar el menú *Edición Vectorial > Operaciones de análisis > función específica que se desea aplicar*.
- Para cada función es necesario establecer una serie de parámetros, los cuales se describen a continuación:

### Acceso a los controles de análisis espacial.



#### 7.1.2.8 Procedimiento para las funciones de creación de áreas de influencias- Buffer sobre selección:

- Seleccionar previamente un elemento.
- Acceder la función.
- Se despliega el formulario, en el que:
  - o Introducimos el valor de la distancia del buffer
  - o Se pulsa enter para ejecutar la función.

#### Función buffer sobre selección.

Acceder a la función



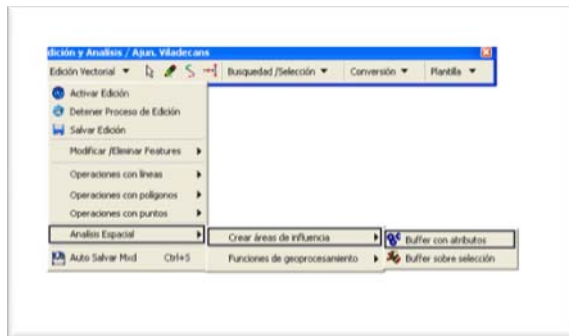
Introducir el valor del buffer



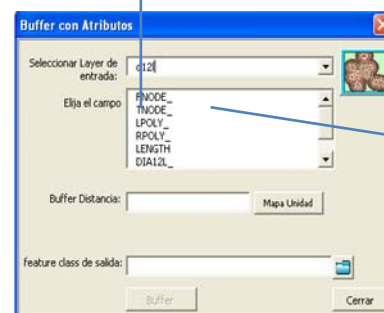
#### 7.1.2.8 Procedimiento para las funciones de creación de áreas de influencias-- Función Buffer con atributos:

- Seleccionar la función y al momento se despliega un formulario.
- En el formulario es necesario establecer:
  - o Ruta de enlace de donde se extraerán los datos (Input).
  - o Seleccionar el campo a considerar para realizar el buffer.
  - o Introducir en la caja de texto el valor de la distancia.
  - o Establecer la ruta de enlace, donde se quiere dirigir datos (Output).
  - o Finalmente, pulsar sobre el botón buffer para crear la nueva capa con atributos heredados de la capa de entrada.

#### **Función buffer con atributos.**



Selección de la capa de entrada

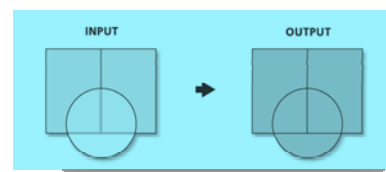


7.1.  
2.9  
Pro

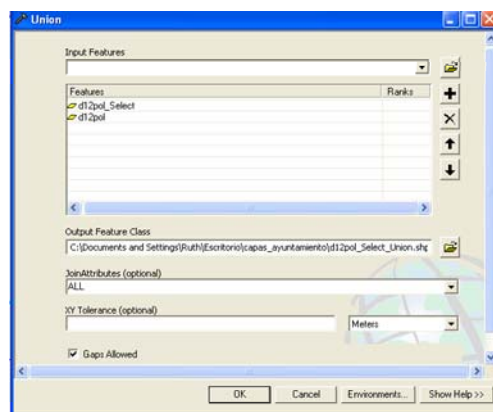
**cedimiento para ejecutar la función de geoprocésamiento- Union:**

Introducir el valor del buffer

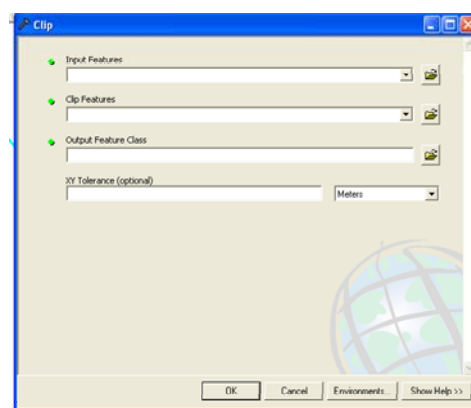
- Se accede a la función (Edición>Operaciones de análisis >funciones de geoprocésamiento> Union) y se despliega un formulario.
- En el formulario es necesario establecer :
  - o Ruta de enlace de donde se quiere extraer los datos (Input).
  - o Ruta de enlace donde se quiere dirigir datos (Output).
  - o Elegir parámetros opcionales como join de atributos, tolerancia, entre otros.
  - o Presionar el botón OK para ejecutar la función.





**Formulario Función Union.****7.1.2.9 Procedimiento para la función de geoprocesamiento- Clip:**

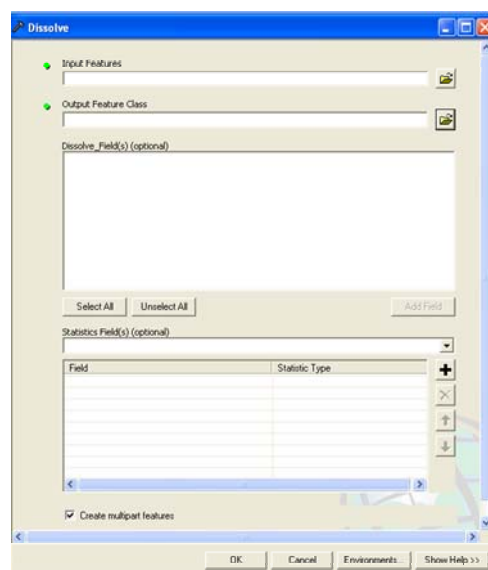
- Se accede a la función (Edición>Operaciones de análisis >funciones de geoprocesamiento>Clip), al momento se despliega un formulario.
- En el formulario es necesario :
  - o Establecer la ruta de enlace de las capas de entrada (Input).
  - o Seleccionar la capa de corte (Clip).
  - o Establecer la ruta de enlace donde se quiere guardar la capa resultado (Output).
  - o Presionar el botón OK para ejecutar la función.

**Formulario función Clip.**

### 7.1.2.10 Procedimiento para la función Dissolve

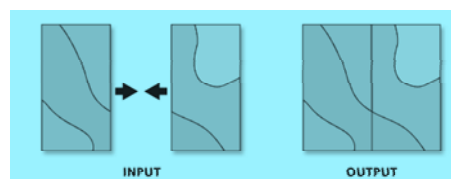
- Se accede a la función : Edición Vectorial > Operaciones de análisis > Dissolve.
- Se despliega un formulario en el que se establece:
  - o Ruta de enlace de la data de entrada (Input).
  - o Ruta de enlace donde se quiere guardar la capa resultado (Output).
  - o Presionar el botón OK para ejecutar la función.

**Formulario función Union.**

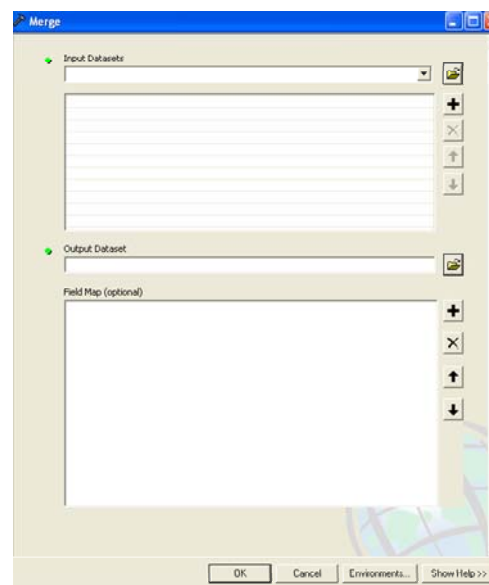


### 7.1.2.11 Procedimiento para la función de geoprocésamiento- Merge

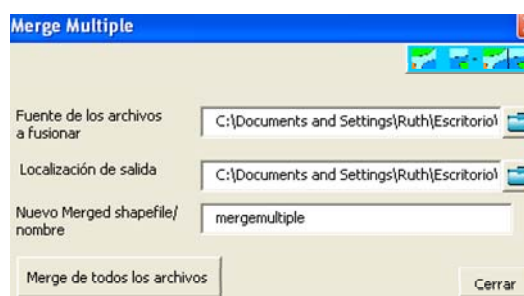
- Se accede a la función: Edición vectorial > Operaciones de análisis > funciones de geoprocésamiento > Merge.



- Se despliega un formulario en el que es necesario establecer :
  - o Ruta de enlace de las capas de entrada (Input)
  - o la ruta de enlace donde se quiere guardar la capa resultado (Output)
  - o Presionar ok para finalizar.

**Formulario función Merge.****7.1.2.12 Procedimiento para la función de geoprocésamiento- Merge múltiples archivos:**

- Se accede a la función Edición Vectorial >operaciones de análisis >funciones de geoprocésamiento >merge mutiple
- Se despliega un formulario en el que se establece la ruta de la carpeta de entrada donde se almacenan los shapefiles, la ruta output y el nombre de la capa de salida.

**Formulario función Merge múltiple.**

### 7.1.2.13 Procedimiento para eliminar elementos ínfimos

- Se accede al botón de la función: Edición Vectorial > Modificar/Eliminar Features > Eliminar elementos
- Se despliega un formulario en el que es necesario establecer:
  - o Capa de entrada.
  - o Campo a considerar para realizar la selección.
  - o Valor mínimo permitido, introduciendo este valor en la caja de texto.
- Haciendo clic al botón seleccionar, se despliega una lista de elementos que cumplen con el criterio establecido.
- Al seleccionar un elemento de la lista, se ejecuta una función que realiza un zoom sobre el mismo, siendo posible marcar como excepción algún caso específico utilizando la opción deseleccionar.
- Para eliminar los elementos ínfimos se utiliza la función eliminar elementos.
- Para salvar los cambios de manera definitiva, posteriormente a la implementación del formulario es necesario salvar la sección de edición.

#### Formulario función Eliminar elementos ínfimos

Selección de la capa de entrada

Seleccionar campo

Elementos seleccionados

Seleccionar

Total elements seleccionats

Deseleccionar un

Eliminar elements

Tancar

**7.1.2.14 Procedimiento Funciones de Conversión- convertir gráficos a features:**

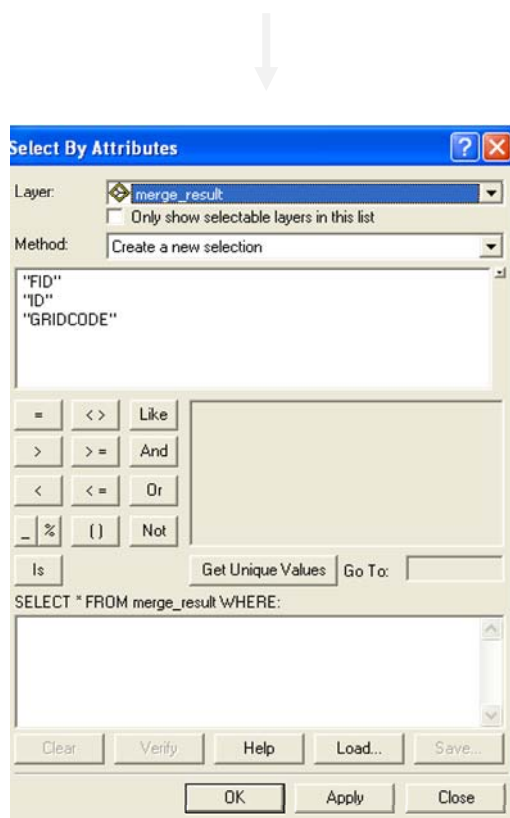
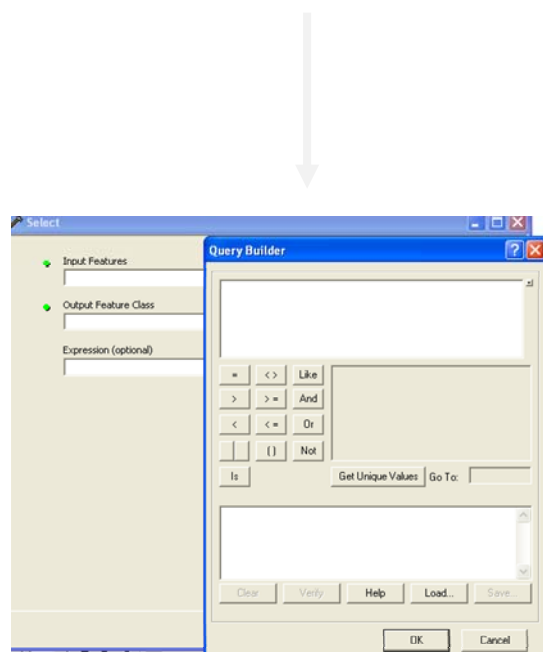
- Inserta un nuevo elemento gráfico por medio de la opción Draw de la ventana de ArcMap.
- Acceder a la función: Conversión > convertir gráficos a Feature.
- Resulta: un elemento grafico (polígono, elipse, curva) pasa a formar parte de la capa activa en la sección de edición.

**7.1.2.15 Procedimiento Funciones de Conversión- convertir features a gráficos:**

- Seleccionar un elemento
- Acceder a la función: Conversión > convertir Feature a gráficos
- Resultado: Un nuevo gráfico.

**7.1.2.16 Procedimiento Funciones de Selección (Selección por atributos y Guardar selección en nueva capa):**

- Acceder a las respectivas funciones.
- Se despliega un formulario en el que se debe:
  - o Especificar sobre que layer se realizará la selección.
  - o Establecer los criterios de selección a través de un "Query"
  - o Luego aplicar (Ok) para el caso de selección por atributos.
  - o El mismo procedimiento aplica para la función guardar selección en una nueva capa, solo que adicionalmente se debe establecer la ruta de la nueva capa (output).

**Formulario función selección por atributos****Formulario función Guardar selección****7.1.2.17 Procedimiento Funciones de Selección - Selección espacial:**

- Acceder a la función. Selección > Selección por localización.
- Se despliega un formulario en el que se debe:
  - o Especificar sobre que layer se realizará la selección.
  - o Seleccionamos el método ( el tipo de operación).
  - o Se establece el valor de la distancia.
  - o Luego hacemos clic en el botón Ok para ejecutar la función.

**Formulario función Selección espacial****7.1.2.18 Procedimiento – Función Cambiar Layout:**

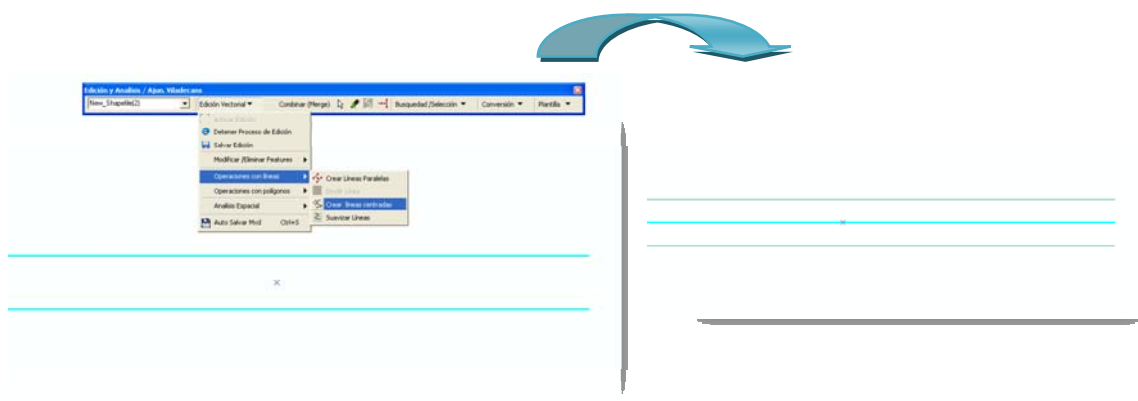
- Se selecciona la plantilla de las opciones contenidas en la carpeta Viladecans, donde se encuentran almacenados los formatos a escala generalmente usualmente utilizados por la oficina SIG.

**7.1.2.19 Procedimiento – Crear Centerlines:**

Existen dos opciones para crear líneas centradas.

La primera de ellas es la función que ha sido programada e integrada dentro de la barra de herramientas edición\_Viladecans, a la cual se accede desde: Edición Vectorial > Operaciones con líneas> Crear líneas centradas

### Procedimiento para crear líneas centradas



*El procedimiento para crear líneas centradas se describe a continuación:*

- Iniciar una sección de edición.
- Seleccionar en el combo box la capa sobre la cual se desea trabajar.
- Posteriormente seleccionar dos líneas (la función no permite un número menor o mayor de elementos) y luego acceder al botón crear líneas centradas, a continuación se crea una centerline con misma extensión que la línea de menor longitud.
- La nueva línea será el último registro de la tabla de atributos.

*La segunda opción es utilizar la herramienta del editor de ArcMap MidPoint,*

*El procedimiento a seguir es el siguiente:*

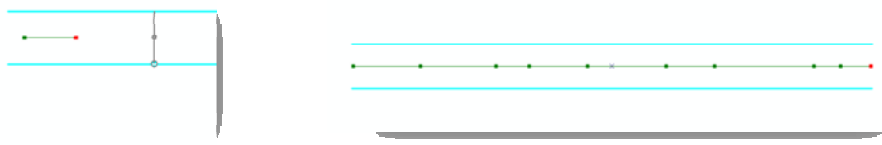
- Iniciar una sección de edición.
- Seleccionar dos líneas.
- Seleccionar la herramienta Midpoint en la barra de herramienta.
- Comenzar a construir los puntos medios, haciendo clic en los bordes de ambas líneas.
- Hacer doble clic para finalizar o seleccionar la opción finish sketch haciendo clic derecho con el ratón.



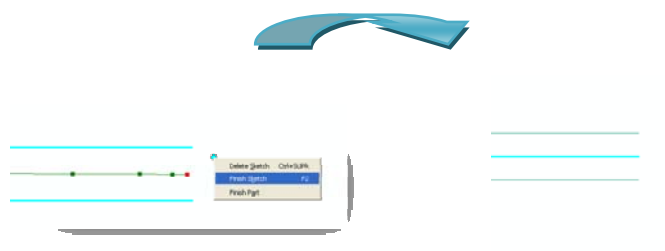
### Herramienta Punto Medio



*Construimos los puntos medios haciendo clic en el borde de la línea superior y luego en el de la inferior*



*Una vez finalizado haciendo clic derecho seleccionamos la opción finish sketch y se obtiene la centerline.*



## 7.2 Manejo de la topología en Shapefiles – ArcMap 9.2.

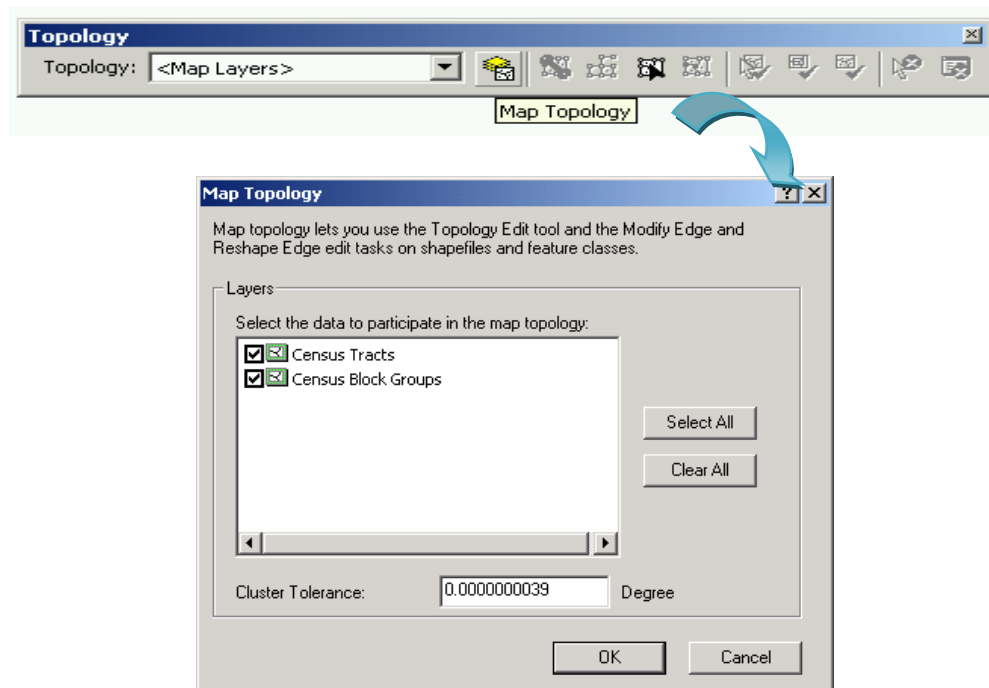
*El formato Shapefiles es más simple que el de coberturas porque no almacenan en pleno asociaciones topológicas entre los elementos.*

*El propósito principal de una topología es definir las relaciones espaciales entre los elementos. Las principales relaciones espaciales que se pueden utilizar en el modelo de topología son la adyacencia, coincidencia, y la conectividad.*

*A través de una topología de mapa, una topología simple que se crea durante un período de sesiones de edición en ArcMap es posible identificar las relaciones espaciales entre los elementos.*

*Los tipos de geometría que se tienen en cuenta son los bordes, nodos, y pseudo-nodos.*

**Vista de la Barra Topology**



*En el map topology, el cluster tolerance define el valor de tolerancia entre elementos, a fin de ser considerados como coincidente. El valor por defecto es el mínimo posible basado en la precisión y el alcance espacial de los datos.*

Una vez que haya creado el mapa de topología, las relaciones espaciales se manifiestan sobre el mapa actual. Sin embargo, estas relaciones descubiertas durante una sesión de edición son temporales, no persisten después de dejar de la edición.

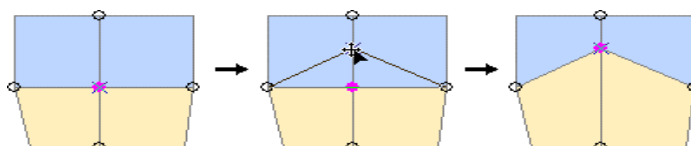
A su vez ya creada la map topology, se tiene acceso otras herramientas de edición de topología en ArcMap.



Topology Edit tool se utiliza para modificar la geometría coincidente de dos o más elementos. Identifica que elementos comparten un borde seleccionado o nodo, además permite eliminar temporalmente un elemento de la topología si no se desea que las modificaciones lo afecten.

### 7.2.1 Edición de nodos

#### Procedimiento para editar nodos

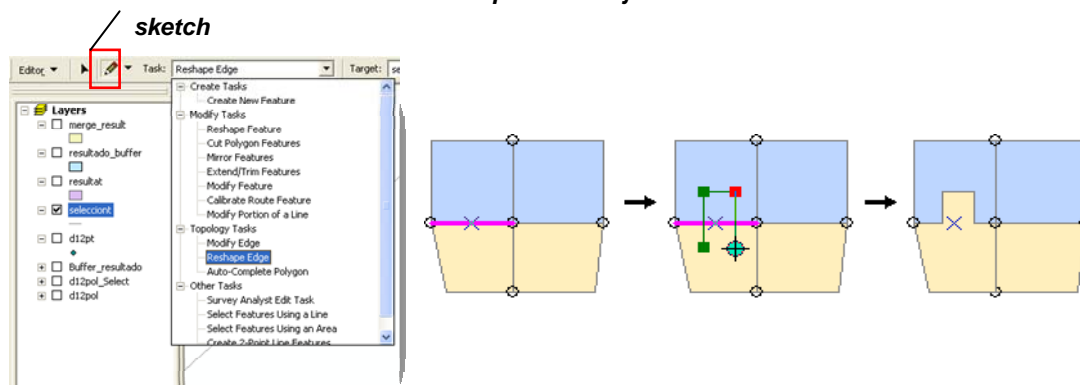


Se utiliza la herramienta Topology Edit tool para seleccionar y arrastrar un nodo a una nueva ubicación. Los bordes desplazados mantienen la coincidencia.

### 7.2.2 Redibujar un borde

Para redibujar el borde seleccionando se selecciona de la lista desplegable de tareas del editor (Task) la opción Reshape Edge, la herramienta Topology Edit se utiliza para seleccionar el borde y el Sketch herramienta se utiliza para remodelar la misma.

#### Procedimiento para redibujar un borde

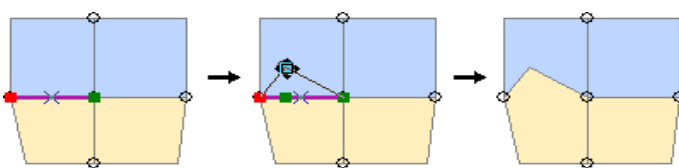


### 7.2.3 Modificar un borde

Para modificar un borde se selecciona de la lista desplegable de tareas del editor (Task) la opción Modify Edge.

Esta función visualiza los vértices y luego es posible añadir un nuevo vértice mediante un menú contextual (Clic derecho Insert Vertex) y mover el mismo.

#### Procedimiento para modificar un borde



#### Ejemplo de utilidades de map topology

