

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**"Manual para la aplicación del Sistema de Información
Geográfica SPRING en proyectos de Ingeniería Civil"**

**PRESENTADO POR:
SILSA KAREN ZEPEDA HERNÁNDEZ**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERA CIVIL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO DE 2011

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL :

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO :

ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR :

ING. MSc. FREDY FABRICIO ORELLANA CALDERÓN

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:
INGENIERA CIVIL

Título:

"Manual para la aplicación del Sistema de Información Geográfica SPRING en proyectos de Ingeniería Civil"

Presentado por:

SILSA KAREN ZEPEDA HERNÁNDEZ

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores:

ING. JORGE OSWALDO RIVERA FLORES

ING. MAURICIO ERNESTO VALENCIA

San Salvador, Enero de 2011

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores:

ING. JORGE OSWALDO RIVERA FLORES

ING. MAURICIO ERNESTO VALENCIA

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme tenido en el hueco de su mano en todo el desarrollo de este trabajo, por darme fortaleza para afrontar las adversidades, sabiduría para tomar las mejores decisiones y por haberme regalado vida para terminar una de mis metas.

Mis más sinceros agradecimientos a la universidad por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente, a todos los docentes que con su esfuerzo, profesionalismo y dedicación supieron proporcionarme las herramientas necesarias para mi formación académica y a todo el personal que forma parte de la Escuela de Ingeniería Civil

A mis asesores Ing. Jorge Oswaldo Rivera Flores e Ing. Mauricio Ernesto Valencia por haberme brindado su apoyo y ayuda cuando la necesité y por guiarme de la mejor manera para culminar esta carrera.

A mis amigos y familiares por siempre tener una palabra de aliento, lo que me dio fuerza y carácter para seguir formándome personal y profesionalmente hasta llegar a la culminación de esta carrera.

DEDICATORIA

A mi madre, Blanca Haydeé Hernández, por todo el sacrificio que ha realizado para poder brindarme la oportunidad de terminar mis estudios, por apoyarme en todas mis decisiones, por todos sus consejos, por creer y confiar en mí y sobre todo por su amor incondicional. Gracias madre, sin ti esto no hubiese sido posible, siempre estaré INFINITAMENTE AGRADECIDA.

A mi padre, Lemuel Zepeda Alvarado, por haber sembrado siempre en mi el deseo de superación y por el apoyo que me brindó.

A mi hermano, Kirlian, que fue el que me impulso a estudiar esta carrera, gracias por haber creído en mí y porque mientras estuviste aquí fuiste un apoyo y ejemplo para mi vida y ahora que ya no estás tu recuerdo me hace seguir adelante.

A mi hermana Zinnia, por ser un ejemplo de superación, una persona admirable, un modelo a seguir, por su apoyo incondicional y por todas sus oraciones llenas de amor.

A mi hijo Ariel, por ser mi fuerza en los momentos más difíciles, por ser quien me impulsa a querer salir adelante y ser una mejor persona, por llenar mi vida de alegría y por ser mi mayor bendición.

A mi Abuela y primos, por apoyarme en la etapa final de este proyecto y por todo su cariño.

A mis amig@s, por su amistad, por estar conmigo en la buenas y en las malas, por creer en mí, por todo su apoyo y por todas sus palabras de ánimo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN GENERAL	xxvii
----------------------------	-------

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.4. ALCANCES	6
1.5. LIMITACIONES	6
1.6. JUSTIFICACIONES.....	7

CAPITULO 2: INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

2.1. DEFINICIÓN DE SIG	11
2.2. COMPONENTES DE UN SIG.....	12
2.2.1. HARDWARE.....	13
2.2.2. SOFTWARE	13
2.2.3. DATOS.....	14
2.2.4. PERSONAL	14
2.2.5. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.....	15
2.3. FUNCIONES DE UN SIG.....	16
2.3.1. FUNCIONAMIENTO DE LOS SIG.	16
2.3.2. FUNCIONES DE LOS SIG DE APLICACIÓN GENERAL	18
2.4. VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE UN SIG	22
2.5. TIPOS DE DATOS.....	23
2.5.1. MODELO RASTER.....	24
2.5.2. MODELO VECTOR	25
2.5.3 EVALUACIÓN DE DATOS.....	26

2.6. COMPONENTES Y PROPIEDADES DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS	30
2.6.1. COMPONENTE ESPACIAL	30
2.6.2. COMPONENTE TEMÁTICA.....	31
2.6.3. COMPONENTE TEMPORAL.....	33
2.7. APLICACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	34
2.7.1. USOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	35
2.7.2. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	36
2.8. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL SALVADOR.....	44
2.8.1. SISTEMAS DE INFORMACION DE TIERRAS. PROYECTO CENTA-FAO-Laderas.....	44
2.8.2. SIG-PROCAFÉ	45
2.8.3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN DEL MAG.....	46
2.8.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL, SIA-MARN	47

CAPITULO 3:

DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING

3.1. INTRODUCCIÓN A SPRING	55
3.1.1. PRESENTACIÓN DEL SISTEMA.....	55
3.1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y OBJETIVOS.....	56
3.1.3. CONFIGURACIÓN NECESARIA PARA UTILIZAR SPRING.....	57
3.1.4. INTRODUCCIÓN AL GEOPROCESAMIENTO.....	61
3.1.5. MODELO CONCEPTUAL DE SPRING.....	68
3.2. CONCEPTOS CARTOGRÁFICOS BÁSICOS PARA EL USO DEL SPRING	82
3.2.1. SISTEMA DE COORDENADAS	82
3.2.2. PROYECCIONES CARTOGRAFICAS	87
3.2.3. DATUM	92
3.2.4. MODELOS DE ELIPSOIDE.....	92
3.2.5. ESCALA	96

3.3. MANIPULACION DE DATOS VECTORIALES EN SPRING	97
3.3.1. ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA VECTORIAL	97
3.3.2. REPRESENTACIONES VECTORIALES EN SPRING.....	100
3.3.3. TOPOLOGÍA	102
3.3.4. EDICION DE VECTORES	104
3.4. INTRODUCCIÓN A LA PERCEPCIÓN REMOTA	107
3.4.1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA PERCEPCIÓN REMOTA	107
3.4.2. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO	110
3.4.3. SISTEMAS SENSORES	117
3.4.4. NIVEL DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	120
3.4.5. SISTEMAS ORBITALES	122
3.5. PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES Y SUS TÉCNICAS	125
3.5.1. INTRODUCCIÓN.....	125
3.5.2. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES.....	127
3.5.3. CONCEPTOS DE MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)	137

CAPITULO 4:

MANUAL DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING

4.1. MENÚ ARCHIVO	165
4.1.1. BANCO DE DATOS.....	165
4.1.2. PROYECTO	170
4.1.3. MODELO DE DATOS.....	174
4.1.4. IMPORTAR	178
4.1.5. IMPORTAR TABLAS	186
4.1.6. IMPORTAR DEL SGI	189
4.1.7. IMPORTAR IMÁGENES REGISTRADAS	193
4.1.8. CONVERSIÓN ASCII-SPRING.....	196
4.1.9. IMPORTAR TIF/GEOTIFF	201
4.1.10. ABRIR IMAGEN CBERS.....	207
4.1.11. EXPORTAR	214
4.1.12. EXPORTACIÓN PARA TERRALIB	218

4.1.13. GUARDAR COMO IMAGEN JPEG.....	219
4.1.14. REGISTRO	220
4.2. MENÚ EDITAR	230
4.2.1. PLANO DE INFORMACIÓN.....	230
4.2.2. OBJETO	234
4.2.3. VECTORIAL	238
4.2.4. MOSAICO.....	257
4.2.5. TEXTOS.....	263
4.2.6. ENLACE ENTRE TABLAS	265
4.2.7. TABLA.....	267
4.3. MENÚ EXHIBIR	268
4.3.1. BARRA DE HERRAMIENTAS	268
4.3.2. BARRA DE ESTADO	269
4.3.3. BARRA VECTORIAL	269
4.3.4. BARRA MATRICIAL	271
4.3.5. CURSOR DE ÁREA	272
4.3.6. CURSOR DE PUNTO.....	273
4.3.7. CURSOR DE VUELO	274
4.3.8. CURSOR DE INFO.....	274
4.3.9. CURSOR DE MESA.....	275
4.3.10. CURSOR DE VENTANAS.....	275
4.3.11. PANEL DE CONTROL	276
4.3.12. GRAFICO	278
4.3.13. LEYENDA	278
4.3.14. AMPLIAR	279
4.3.15. VISUALIZACIÓN AUTOMÁTICA DEL PI CREADO.....	280
4.4. MENÚ IMAGEN.....	282
4.4.1. CONTRASTE.....	282
4.4.2. FILTRAJE.....	291
4.4.3. OPERACIONES ARITMÉTICAS	293
4.4.4. TRANSFORMACIÓN IHS<-> RGB	294
4.4.5. COMPONENTES PRINCIPALES	295

4.4.6. MODELO DE MEZCLA	296
4.4.7. SEGMENTACIÓN.....	298
4.4.8. CLASIFICACIÓN.....	299
4.4.9. MAPEO DE IMAGEN PARA CLASES TEMÁTICAS	300
4.4.10. ROTULACIÓN DE COMPONENTES CONECTADOS.....	301
4.4.11. ESTADÍSTICA	303
4.4.12. RESTAURACIÓN	305
4.4.13. ELIMINACIÓN DE RUIDO.....	306
4.4.14. LECTURA DE PÍXELES.....	307
4.4.15. MOSAICO.....	308
4.4.16. CORRECCIÓN DEL PATRÓN DE LA ANTENA	309
4.4.17. CONVERSIÓN SLANT GROUND RANGE	310
4.4.18. EDICIÓN MATRICIAL.....	311
4.4.19. SINTÉTICA-> RGB.....	315
4.5. MENÚ TEMÁTICO	316
4.5.1. EDICIÓN VECTORIAL	316
4.5.2. EDICION MATRICIAL.....	316
4.5.3. MOSAICO.....	316
4.5.4. CREACIÓN DE RÓTULOS	316
4.5.5. MEDIDAS DE CLASE	317
4.5.6. TABULACIÓN CRUZADA	319
4.5.7. MAPA DE DISTANCIAS.....	322
4.5.8. ROTULACIÓN DE COMPONENTES CONECTADOS	325
4.5.9. MATRIZ A VECTOR	325
4.5.10. VECTOR A MATRIZ	327
4.5.11. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN	329
4.6. MENÚ MNT.....	330
4.6.1. EDITAR	330
4.6.2. MOSAICO.....	338
4.6.3. SUAVIZACIÓN DE LÍNEAS.....	338
4.6.4. CREACIÓN DE RÓTULOS	340
4.6.5. CREACIÓN DE RETÍCULA RECTANGULAR.....	341

4.6.6. CREACIÓN DE RETÍCULA TRIANGULAR	343
4.6.7. CREACIÓN DE IMAGEN.....	346
4.6.8. PENDIENTE	347
4.6.9. DELIMITACIÓN DE INTERVALOS	348
4.6.10. CREACIÓN DE ISOLÍNEAS	350
4.6.11. VISUALIZACIÓN 3D	351
4.6.12. PERFIL.....	353
4.6.13. VOLUMEN	355
4.6.14. EXTRACCIÓN DE TOPOS.....	356
4.6.15. MAPA DE DISTANCIAS.....	357
4.6.16. PROCESOS HIDROLÓGICOS	357
4.7. MENÚ CATASTRAL	360
4.7.1. EDICIÓN VECTORIAL	360
4.7.2. MOSAICO.....	360
4.7.3. CREACIÓN DE RÓTULOS	360
4.7.4. MAPA DE DISTANCIAS.....	362
4.7.5. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN	362
4.8. MENA RED.....	362
4.8.1. EDITAR	362
4.8.2. MOSAICO.....	365
4.8.3. CREACIÓN DE RÓTULOS	366
4.8.4. MAPA DE DISTANCIAS.....	366
4.8.5. COSTO MÍNIMO.....	366
4.8.6. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA	367
4.8.7. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN	370
4.8.8. GEOCODIFICACIÓN DE DIRECCIONES	370
4.9. MENÚ ANÁLISIS	374
4.9.1. LEGAL.....	374
4.9.2. SOPORTE PARA DECISIÓN (AHP).....	375
4.9.3. ESTADÍSTICA ESPACIAL.....	379
4.9.4. GEOESTADÍSTICA	390
4.9.5. LINEAMIENTOS	405

4.10. MENÚ EJECUTAR.....	407
4.10.1. VISUALIZAR	407
4.10.2. ACERCAR	407
4.10.3. ALEJAR	407
4.10.4. ZOOM PI.....	407
4.10.5. ANTERIOR.....	408
4.10.6. RESTITUIR.....	408
4.11. MENÚ HERRAMIENTAS.....	408
4.11.1. POSICIONAR CURSOR DE PUNTO	408
4.11.2. CONFIGURAR AMBIENTE.....	408
4.11.4. OPERACIONES MÉTRICAS.....	410
MEDIR ÁREA Y PERÍMETRO DE POLÍGONOS EDITADOS	414
4.11.5. LIMPIAR VECTORES	415
4.11.6. CREACIÓN DE PUNTOS DE MUESTRA	418
4.11.7. RECORTAR PLANO DE INFORMACIÓN.....	421
4.11.8. INTERSECCIÓN DE PLANOS DE INFORMACIÓN	424
4.11.9. ESTADÍSTICA DE IMAGEN POR POLÍGONO.....	426
4.12. MENÚ AYUDA	428

CAPITULO 5:

APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING EN PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL

5.1. PROCEDIMIENTO PARA LA CREACIÓN DE BASE DE DATOS Y PROYECTO EN SPRING DE LOS PROYECTOS A DESARROLLAR.....	433
5.2. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING EN EL PROYECTO 1	437
5.3. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING EN EL PROYECTO 2	467
5.4. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING EN EL PROYECTO 3	489

CAPITULO 6:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES	523
6.2. RECOMENDACIONES	525
BIBLIOGRAFÍA	526
ANEXOS.....	527

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Figura 2. 1. Componentes de un Sistema de Información Geográfica.....	13
Figura 2. 2. Componentes mínimos fundamentales de un SIG.....	15
Figura 2. 3 Niveles temáticos.....	17
Figura 2. 4. Diseño relacional a través de tablas	20
Figura 2. 5. Análisis de superposición.....	21
Figura 2. 6. Visualización de resultados.....	21
Figura 2. 7. Superposición de información.....	24
Figura 2. 8. Representación de modelo raster.....	25
Figura 2. 9. Representación de modelo vector.	26
Figura 2. 10. Conjunto de datos en la misma proyección.....	28

CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING

Figura 3. 1. Comparación formato vectorial y matricial.....	64
Figura 3. 2. Representación mapa catastral.	65
Figura 3. 3. Representación de una red de geoprociamiento.	66
Figura 3. 4. Ejemplo de especialización.	70
Figura 3. 5. Ejemplo de agregación.....	71
Figura 3. 6. Fases del proceso de modelado.	71
Figura 3. 7. Universo Representativo.	75
Figura 3. 8. Jerarquía de clases para la representación matricial.	76
Figura 3. 9. Jerarquía de clases para representación vectorial.	79
Figura 3. 10. Ejemplo de definición de modelo de datos.....	82
Figura 3. 11. Representación del meridiano principal.	84
Figura 3. 12. Representación de los paralelos.	84
Figura 3. 13. Longitud de puntos "P" y "Q".	85

Figura 3. 14. Latitud de puntos "P" y "Q".....	85
Figura 3. 15. Sistema cartesiano.....	86
Figura 3. 16. Representación de proyección azimutal gnómica.....	87
Figura 3. 17. Proyección cónica Lambert.....	88
Figura 3. 18. Proyección Mercator.....	88
Figura 3. 19. Proyección Plana.....	89
Figura 3. 20. Proyección cónica.....	89
Figura 3. 21. Proyección Cilíndrica.....	90
Figura 3. 22. Ejes de un elipsoide de revolución.....	93
Figura 3. 23. Paralelo Padrón.....	96
Figura 3. 24. Punto "P" definido por un sistema cartesiano.....	98
Figura 3. 25. Representación de una línea en el sistema cartesiano.....	99
Figura 3. 26. Representación de área en un sistema cartesiano.....	99
Figura 3. 27. Polígono formado por arcos y nodos.....	100
Figura 3. 28. Representación de puntos.....	101
Figura 3. 29. Representación de isla.....	101
Figura 3. 30. Líneas poligonales.....	101
Figura 3. 31. Isolíneas con diferentes valores de Z.....	102
Figura 3. 32. Mapa temático.....	103
Figura 3. 33. Digitalización vía mesa.....	105
Figura 3. 34. Adquisición de datos por sensores.....	110
Figura 3. 35. Ondas electromagnéticas.....	111
Figura 3. 36. Espectro electromagnético.....	113
Figura 3. 37. Componentes del sistema sensor.....	118
Figura 3. 38. Niveles de adquisición de datos.....	120
Figura 3. 39. Histograma Max/Min.....	129
Figura 3. 40. Histograma con overflow.....	130
Figura 3. 41. Histograma lineal.....	131
Figura 3. 42. Histograma raíz cuadrada.....	132
Figura 3. 43. Histograma cuadrado.....	132
Figura 3. 44. Histograma logaritmo.....	133
Figura 3. 45. Histograma negativo.....	134

Figura 3. 46. Ecuación de histograma.....	135
Figura 3. 47. Histograma de intervalo normal.....	136
Figura 3. 48. Histograma de intervalo equidistribuido.....	137
Figura 3. 49. Histograma de intervalo en arcoiris.....	137
Figura 3. 50. Distribución de puntos.....	139
Figura 3. 51. Mapa de Isolíneas.....	140
Figura 3. 52. Superficie generada a través de una retícula rectangular.....	141
Figura 3. 53. Muestra vecino más próximo.....	143
Figura 3. 54. Muestreo N-vecinos más próximos.....	144
Figura 3. 55. Muestreo N-Vecinos por cuadrante.....	145
Figura 3. 56. Muestreo N-Vecinos por cuadrante y cota.....	146
Figura 3. 57. Generación de retícula rectangular a partir de TIN sin líneas de quiebre.....	148
Figura 3. 58. Generación de retícula rectangular a partir de TIN con líneas de quiebre.....	148
Figura 3. 59. Modelo de superficie generado a partir de retícula triangular.....	149
Figura 3. 60. Ventana de SPRING con imagen en niveles de gris.....	155
Figura 3. 61. Imagen sombreada.....	156
Figura 3. 62. Procedimiento para generar un mapa de declividad.....	157
Figura 3. 63. Intervalo de valores (“fatias”).....	158
Figura 3. 64. Isolíneas de altimetría del terreno.....	159
Figura 3. 65. Visualización en 3D en SPRING.....	160

CAPITULO 4:

MANUAL DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING

Figura 4. 1 Rectángulo envolvente.....	172
Figura 4. 2. Tabla interna del sistema.....	186
Figura 4. 3. Tabla de atributos de objetos.....	187
Figura 4. 4. Asociación de tablas.....	187
Figura 4. 5. Ventana Importar TIFF/GEOTIFF.....	203
Figura 4. 6. Selección de archivo.....	204
Figura 4. 7. Proyección y resolución de la imagen.....	204
Figura 4. 8. Reporte de datos de la imagen seleccionada.....	205

Figura 4. 9. Selección del tipo de dato a importar a SPRING	205
Figura 4. 10. Histograma para imágenes de más de 8 bits.....	206
Figura 4. 11. Asistente para importación imagen CBERS sin banco de datos activo.	208
Figura 4. 12. Selección de directorio para creación de banco de datos.....	208
Figura 4. 13. Selección de los archivos a importar	209
Figura 4. 14. Ventana resumen para importación de imágenes CBERS	209
Figura 4. 15. Ventana asistente CBERS cuando existe un banco de datos activo.....	210
Figura 4. 16. Selección de archivos que serán importados	210
Figura 4. 17. Informe del banco de datos activo.....	211
Figura 4. 18. Selección del proyecto para la importación de datos.....	212
Figura 4. 19. Selección de la categoría de datos	212
Figura 4. 20. Definición de planos de información	213
Figura 4. 21. Ventana resumen para la importación de imágenes CBERS	213
Figura 4. 22. Imagen de referencia.....	226
Figura 4. 23. Imagen de ajuste	226
Figura 4. 24. Imagen de ajuste con punto de control refinado	226
Figura 4. 25. Barra de herramienta Edición Vectorial	238
Figura 4. 26. Barra adicional para edición vectorial.....	239
Figura 4. 27. Simbología de puntos.....	243
Figura 4. 28. Ajuste de nodos.....	246
Figura 4. 29. Tolerancia para el ajuste de nodos	247
Figura 4. 30. Tolerancia en la digitalización de islas.....	247
Figura 4. 31. Muestras, isolíneas y puntos acotados.....	250
Figura 4. 32. Verificando polígonos.....	257
Figura 4. 33. Mosaico de imágenes	258
Figura 4. 34. Simplificación de líneas	262
Figura 4. 35. Enlace entre tablas	266
Figura 4. 36. Barra de herramientas modulo SPRING	268
Figura 4. 37. Barra de herramientas Modulo SCARTA	269
Figura 4. 38. Barra de herramientas modulo Impima	269
Figura 4. 39. Barra de estado.....	269
Figura 4. 40. Barra de Edición Vectorial.....	269

Figura 4. 41. Barra adicional para edición vectorial.....	270
Figura 4. 42. Barra de Edición Matricial	272
Figura 4. 43. Posiciones posibles para redimensionar un rectángulo.....	273
Figura 4. 44. Ventana de informe de datos.....	275
Figura 4. 45. Utilizando el cursor ventana.....	276
Figura 4. 46. Panel de control	277
Figura 4. 47. Presentación de leyenda en mapa temático	279
Figura 4. 48. Utilizando el botón Ampliar.....	279
Figura 4. 49. Ventana contraste.....	282
Figura 4. 50. Histograma de entrada y salida	284
Figura 4. 51. Parámetros para imágenes con composición de color	285
Figura 4. 52. Alterando de valores Min y Max para ajustar curva.....	287
Figura 4. 53. Procedimiento para rotulación de imágenes por componentes conectadas.....	302
Figura 4. 54. Edición matricial en áreas (polígonos).....	313
Figura 4. 55. Edición matricial de imágenes	314
Figura 4. 56. Edición matricial por clasificación de áreas	315
Figura 4. 57. Tabla de Tabulación cruzada de dos PIs	320
Figura 4. 58. Ejemplo mapa de distancias	322
Figura 4. 59. Caminos para generar un mapa de distancias.....	323
Figura 4. 60. Generación de imagen binaria.....	326
Figura 4. 61. Conversión vector a matriz	327
Figura 4. 62. Procedimiento conversión vector a raster.....	328
Figura 4. 63. Verificación de datos	338
Figura 4. 64. Suavización de líneas.....	339
Figura 4. 65. Generación de retículas rectangulares	342
Figura 4. 66. Retículas triangulares generadas a partir de parámetros diferentes	345
Figura 4. 67. Imagen en niveles de gris y sombreada.....	347
Figura 4. 68. Ejemplo de Delimitación de intervalos (Fatiamento).....	350
Figura 4. 69. Visualización de perfil	355
Figura 4. 70. Alineamiento de texto	361
Figura 4. 71. Segmento de Mapa red.....	363
Figura 4. 72. Análisis de patrones puntuales	379

Figura 4. 73. Grafico Vecino mas próximo versus distancia	384
Figura 4. 74. Grafico vecino más próximo con simulación	384
Figura 4. 75. Grafico función L.....	385
Figura 4. 76. Grafico función L con simulación.....	385
Figura 4. 77. Grafico semivariograma.....	394
Figura 4. 78. Malla regular.....	395
Figura 4. 79. Modelo de ajuste de semivariograma	398
Figura 4. 80. Informe de datos de ajuste semivariograma	399
Figura 4. 81. Diagrama espacial de error.....	401
Figura 4. 82. Estadísticas de error	402
Figura 4. 83. Valores observados contra estimados.....	402
Figura 4. 84. Resultados numéricos	403
Figura 4. 85. Retícula de salida	405
Figura 4. 86. Ventana medidas métricas.....	411
Figura 4. 87. Medida de áreas en polígonos	411
Figura 4. 88. Medida de líneas	412
Figura 4. 89. Muestra de datos en ventana medidas	412
Figura 4. 90. Midiendo distancia entre dos puntos	413
Figura 4. 91. Medidas por Edición	414
Figura 4. 92. Resultado medidas por indicación.....	415
Figura 4. 93. Eliminar fragmentos duplicados.....	416
Figura 4. 94. Eliminar líneas menores que un cierto valor	417
Figura 4. 95. Eliminar polígonos menores que cierto valor	417
Figura 4. 96. Polígonos catastrales	418
Figura 4. 97. Puntos centro de masa.....	419
Figura 4. 98. Puntos centroide.....	419
Figura 4. 99. Recorte de PI matricial.....	422
Figura 4. 100. Recorte de PI vectorial	422

CAPITULO 5:
APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A
TRAVÉS DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING EN PROYECTOS
DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 5. 1. Ventana Proyectos	434
Figura 5. 2. Ventana Proyecciones	436
Figura 5. 3. Puntos para la definición del Área del proyecto.	437
Figura 5. 4. Ventana principal del programa SPRING 5.0.6	438
Figura 5. 5. Proceso para la creación de la Base de Datos P1.....	439
Figura 5. 6. Banco de datos activo en SPRING.....	439
Figura 5. 7. Ventana para la creación de Proyectos.....	440
Figura 5. 8. Ventana Proyecciones de SPRING	440
Figura 5. 9. Creación del Proyecto con el nombre PROYECTO_UNO	441
Figura 5. 10. Activación del Proyecto PROYECTO_UNO y visualización del Panel de Control.	442
Figura 5. 11. Proceso para la creación de Categorías para el PROYECTO_UNO	444
Figura 5. 12. Creación y visualización de Planos de Información en el Panel de Control.	445
Figura 5. 13. Proceso para la importación de puntos de ubicación de taludes evaluados en Carretera San Salvador-Aeropuerto y Santa Tecla-Colon	447
Figura 5. 14. Visualización de puntos y texto importados al PI PUNTOS	448
Figura 5. 15. Ventana para la creación de objetos en el banco de datos.	449
Figura 5. 16. Asociación de objeto Aeropuerto 1-MD al punto identificado como Aeropuerto 1.	450
Figura 5. 17. Ventana de Importación de Tablas SPRING	451
Figura 5. 18. Selección de datos para la importación de tabla de atributos de la categoría PUNTOS_MENDOZA	452
Figura 5. 19. Verificación de atributos del objeto Aeropuerto 1-MD, realizada después de la importación de la tabla.	452
Figura 5. 20. Pasos a seguir para borrar texto del PI PUNTOS	454
Figura 5. 21. Selección de parámetros para la Creación de rótulos para objetos del PI PUNTOS	455

Figura 5. 22. Revisión de textos, existencia de superposición.....	455
Figura 5. 23. Resultado final de la Creación de Rótulos y modificación de textos.....	456
Figura 5. 24. Ventana para realizar consultas al banco de datos activo.....	457
Figura 5. 25. Visualización de tabla de atributos de objetos.....	457
Figura 5. 26. Proceso para introducir fotografías de referencia a objetos a través de la tabla de atributos.....	459
Figura 5. 27. Visualización de fotografía insertada para el objeto con ID Aeropuerto 1-MD. ..	460
Figura 5. 28. Creación de rótulos auxiliares del atributo SUM_ATRIB en la categoría catastral para la asociación de puntos a clases temáticas.....	461
Figura 5. 29. Ventana de Edición Vectorial para la asociación de puntos a clases temáticas. ...	462
Figura 5. 30. Cambio de Visual de Representación para la clase AMENAZA MUY ALTA, en la ventana de Edición de Clases Temáticas.....	463
Figura 5. 31. Visualización de puntos para realizar la asociación a una clase.....	463
Figura 5. 32. Selección de puntos asociados a la clase AMENAZA MUY ALTA (>10).....	464
Figura 5. 33. Visualización de clases del PI AMENAZA a través del botón "Zoom PI".....	465
Figura 5. 34. Visualización del acercamiento a un área del proyecto para la visualización de las clases temáticas.....	465
Figura 5. 35. Visualización de la leyenda de clases para la interpretación de los puntos contenidos en la pantalla activa.....	466
Figura 5. 36. Selección de visualización de clases en pantalla ayudante.....	467
Figura 5. 37. Creación y activación del Proyecto "PROYECTO_DOS".....	470
Figura 5. 38. Ventana para la creación de categorías.....	471
Figura 5. 39. Creación del plano de información "ZONA X".....	472
Figura 5. 40. Importación de datos al PI "ZONA_X" de la categoría catastral.....	474
Figura 5. 41. Activación de entidades para visualización de datos importados.....	475
Figura 5. 42. Ventana para creación de objetos.....	476
Figura 5. 43. Selección de área para realizar acercamiento.....	477
Figura 5. 44. Visualización en la pantalla principal del área seleccionada.....	477
Figura 5. 45. Asignación de rótulos y nombres a objetos y asociación a entidad polígonos.....	478
Figura 5. 46. Visualización de objetos creados y asociados.....	479
Figura 5. 47. Modificación de Visual para líneas del PI ZONA_X.....	479
Figura 5. 48. Ventana para la importación de tablas de atributos.....	481

Figura 5. 49. Selección de datos para la importación de la tabla de atributos de la categoría EDIFICIOS	481
Figura 5. 50. Ventana creación y selección de colección TODO, para la categoría de objetos EDIFICIOS	482
Figura 5. 51. Visualización de tabla de atributos de objetos de la categoría EDIFICIOS	483
Figura 5. 52. Ventana para la consulta por selección de atributos.	484
Figura 5. 53. Resultados de la consulta para el atributo Habitable	485
Figura 5. 54. Visualización de la colocación de marcas de color	486
Figura 5. 55. Marcas de color de acuerdo a la clasificación de habitabilidad	486
Figura 5. 56. Grafico de pastel, Clasificación de edificios de acuerdo a la Habitabilidad.	487
Figura 5. 57. Ventana colección en el modulo de consulta.	488
Figura 5. 58. Colecciones creadas en el modulo de consulta en función de las marcas de colores	488
Figura 5. 59. Visualización de datos de colección INSEGURA.....	489
Figura 5. 60. Ventana para la generación del nuevo Banco de Datos	491
Figura 5. 61. Generación de Banco de Datos "P3"	491
Figura 5. 62. Ventana para la creación de Proyectos.	492
Figura 5. 63. Ventana para la Creación del Nuevo Proyecto PROYECTO_TRES	493
Figura 5. 64. Activación de "PROYECTO_TRES"	493
Figura 5. 65. Ventana Modelo de datos, utilizada para la Creación de Categorías	495
Figura 5. 66. Ventana para la creación de Planos de Información	496
Figura 5. 67. Selección del Layer PUNTOS en la ventana Layers DXF	498
Figura 5. 68. Activación de entidades después de efectuar la importación de datos del archivo DXF.	499
Figura 5. 69. Visualización de puntos importados al PI "PUNTOS" de la categoría ALTIMETRIA	499
Figura 5. 70. Creación de Retícula triangular a partir de puntos acotados contenidos en el PI "PUNTOS", contenido en la categoría "ALTIMETRIA"	500
Figura 5. 71. Generación de la Retícula Triangular.	501
Figura 5. 72. Parámetros para la creación de isolíneas	502
Figura 5. 73. Generación de isolíneas a un archivo.	502
Figura 5. 74. Superposición de planos de información TIN e isolíneas.	504

Figura 5. 75. Ventana de selección de color de líneas, desplegada a partir de la ventana Visuales de Presentación.	504
Figura 5. 76. Visualización de los cambios realizados en la visual de la representación TIN ...	505
Figura 5. 77. Ventana para la definición de parámetros para la creación de la Retícula Rectangular.	506
Figura 5. 78. Retícula Rectangular generada a partir de una TIN	507
Figura 5. 79. Imagen en niveles de gris	508
Figura 5. 80. Imagen Sombreada.....	509
Figura 5. 81. Ventana para borrar Plano de Información.....	510
Figura 5. 82. Selección del Plano de Textura asociado a la categoría IMAGEN	511
Figura 5. 83. Parámetros considerados para la generación de una visualización 3D, a través de una proyección paralela.....	511
Figura 5. 84. Visualización en 3D, de un plano de textura de Imagen en niveles de gris	512
Figura 5. 85. Visualización en 3D, para un plano de textura de Imagen sombreada.....	512
Figura 5. 86. Ventana de Importación de datos	514
Figura 5. 87. Generación de Clases para el modelo de datos Temático	514
Figura 5. 88. Nodos ajustados	515
Figura 5. 89. Numero de polígonos encontrados.	516
Figura 5. 90. Edición de Clases Temáticas.....	517
Figura 5. 91. Realizando la Edición de Clases Temáticas del PI LOTES URBANOS, en la ventana de Edición Vectorial	517
Figura 5. 92. Corrección del polígono realizada a través de la opción juntar líneas.	518
Figura 5. 93. Edición de Clases completa.	518
Figura 5. 94. Selección de los polígonos para el calculo de volumen.....	519
Figura 5. 95. Resultados del calculo de volumen de corte y relleno para los polígonos seleccionados.	520

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 3:

DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING

Tabla 3. 1. Análisis espacial.....	62
Tabla 3. 2. Comparación entre formatos para mapas temáticos.....	64
Tabla 3. 3. Aplicaciones típicas del Geoprocesamiento.	73
Tabla 3. 4. Correspondencia entre universos de modelo.	81
Tabla 3. 5. Posibles proyecciones para trabajar en SPRING.	91
Tabla 3. 6. Parámetros de elipsoides de referencia.	94
Tabla 3. 7. Parámetros de la Tierra según WGS-84	95
Tabla 3. 8. Tabla topológica.....	103
Tabla 3. 9. Evolución de la teledetección.	108
Tabla 3. 10. Análisis comparativo de sensores fotográficos.....	119
Tabla 3. 11. Características de los sistemas orbitales.	122

CAPITULO 4:

MANUAL DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING

Tabla 4. 1. Alteraciones en planos de información.....	233
Tabla 4. 2. Representaciones transferidas de un PI a otro	259
Tabla 4. 3. Escala de valores AHP para la comparación pareada	376

CAPITULO 5:

APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING EN PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 5. 1. Gerenciadores de Base de Datos disponibles en SPRING 5.0.6	433
Tabla 5. 2. Sistemas de Proyección disponibles en SPRING 5.0.6.....	435
Tabla 5. 3. Modelos de Tierra disponibles en SPRING 5.0.6.....	436

Tabla 5. 4. Parámetros del Sistema de Proyección Cónico Conformal de Lambert para El Salvador	437
Tabla 5. 5. Definición de categorías PROYECTO_UNO.....	443
Tabla 5. 6. Tabla de Clases creadas para la clasificación de taludes de acuerdo al valor de la sumatoria de atributos del Método de Mendoza para la Estabilidad de Taludes, de la categoría MENDOZA del modelo TEMATICO.	460
Tabla 5. 7. Definición de categorías PROYECTO_TRES.....	494

INTRODUCCIÓN GENERAL

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido, gracias al desarrollo de los medios informáticos, en una potente herramienta de apoyo en gestión y desarrollo de proyectos. Uno de los principales desafíos técnicos superados a través de su implementación es la integración de los datos alfanuméricos y gráficos, además de poseer la capacidad automática y relacional de actualizar o modificar la información en cualquier momento que se requiera.

En este contexto es donde se desarrolla el trabajo de Graduación denominado “Manual para la aplicación del Sistema de Información Geográfica SPRING en Proyectos de Ingeniería Civil”, buscando generar una herramienta de apoyo que facilite el desarrollo de los proyectos la formación académica de estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, utilizando un programa de distribución libre.

El Capítulo 1 de esta investigación contiene los antecedentes, planteamiento del problema, justificaciones, objetivos, alcances y delimitaciones tomadas en cuenta para el desarrollo de este trabajo.

En el Capítulo 2 se desarrollan los conceptos de Sistemas de Información Geográfica, funciones, ventajas, definición de áreas de aplicación y su utilización en nuestro país.

En el Capítulo 3 se describe de forma general al software de licencia libre SPRING, además se desarrollan los conceptos necesarios para facilitar el uso del mismo.

El Capítulo 4 está formado por el Manual de utilización del programa, en el cual se describen todas las funciones posibles de realizar

En el Capítulo 5 se desarrollan las aplicaciones que poseen los Sistemas de Información Geográfica en tres proyectos de ingeniería Civil utilizando como herramienta el software SPRING

Y finalmente en el Capítulo 6 se encuentran las conclusiones y recomendaciones que surgen a partir de la elaboración y desarrollo de este trabajo de graduación.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

La historia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se remonta a la década de los 60, específicamente en el año 1964, en Canadá, donde se diseñó el primer Sistema de Información Geográfica destinado al mantenimiento de un inventario de recursos naturales a escala nacional.

En El Salvador hicieron su aparición a principio de los años noventa. Muchos de ellos fueron componentes de proyectos de cooperación técnica internacional, principalmente en las ramas de agricultura, medio ambiente, desarrollo energético, infraestructura vial y levantamientos catastrales. Los fenómenos climáticos, vulcanológicos y tectónicos, partiendo del catastrófico Huracán Mitch en el año 1998 hasta llegar a los terremotos del 2001, despertaron la necesidad de contar con sistemas de información que permitieran proyectar modelos esquemáticos georeferenciados con los datos recolectados durante y después de las catástrofes.

Estos sistemas han sido implementados en diferentes temáticas entre las cuales se encuentran gestiones municipales, gestión de riesgos y vulnerabilidad ambiental, educación universitaria, administración de tierras y agricultura. Éstos se situaban dentro de las estructuras gubernamentales relacionadas con estos temas. En los sectores privados había ciertas compañías distribuidoras de energía y de construcción que contaban con sistemas de información geográfica, los cuales eran operados básicamente por manejadores gráficos que utilizaban la georeferenciación sin realizar análisis de información alguna.

En 1994 los SIG fueron utilizados en nuestro país para el desarrollo del primer sistema a nivel mundial dedicado especialmente al cultivo del café, realizado con asesoría internacional en la Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café (PROCAFE). La introducción de esta tecnología dio lugar a la creación de poderosos sistemas en instituciones, cuyas acciones se basan en el uso de esta herramienta, tal es el caso del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), que cuenta con el Sistema de Información Ambiental (SIA); el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET); Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU) con el desarrollo del Plan de Ordenamiento Territorial; el Instituto Geográfico Nacional y Centro Nacional de Registros (IGN-CNR); el Ministerio de Agricultura y Ganadería

(MAG) con el Programa Ambiental de El Salvador (PAES) y la incorporación en el año 2000, de esta tecnología, en la Universidad de El Salvador con fines educativos y de investigación científica en la Facultad de Agronomía y el Departamento de Ciencias Físicas de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El poco uso de los SIG en El Salvador radica no solo en el hecho de la poca bibliografía disponible respecto al tema, sino que además se cuenta con pocos laboratorios especializados para aplicar este tipo de análisis; de igual forma no existe conocimiento a cerca de las utilidades y beneficios que este tipo de sistemas ofrece.

La falta de información, desconocimiento de la metodología y los tipos de herramientas a utilizar, sin olvidar los costos de una licencia para la utilización de un software de apoyo para la aplicación de los SIG, en el ámbito de la Ingeniería Civil en particular, genera una mala organización de los datos, lo que produce considerables pérdidas de tiempo y recursos en el análisis, planificación y desarrollo de proyectos; los cuales se podrían examinar de una forma más efectiva y eficiente con la aplicación de este tipo de metodología.

En la actualidad, a más de una década de la aparición de esta tecnología en el país, la implementación y desarrollo de ésta a nivel de educación superior se ve limitada a dos únicos laboratorios de SIG a nivel universitario: uno dentro de la Universidad de El Salvador (UES) y el otro en la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA), sin embargo su utilización es limitada para los estudiantes ya que esta temática no se encuentra dentro de los planes de estudio de las carreras afines impartidas en la universidad, que podrían utilizar los SIG como herramienta, ya que esta tecnología es impartida solamente a niveles de diplomado, post-grado o de maestría. En las restantes Universidades, tanto nacionales como privadas, la falta de recursos financieros principalmente para poder aplicar esta tecnología se ve como el principal obstáculo para la implementación y difusión dentro los marcos educativos. En este nivel las iniciativas tanto nacionales como privadas no se han hecho presentes, restándole un gran potencial de desarrollo técnico y científico al país y que pudiera fortalecer la educación a nivel universitario y nivel técnico vocacional.

Por lo tanto con el desarrollo del nuevo laboratorio de los SIG en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, que no cuenta con un software de apoyo para el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica, surge la importancia de la implementación del software de licencia libre SPRING como herramienta para el desarrollo de dichos sistemas en el análisis de proyectos.

1.3. OBJETIVOS

Objetivo General

- ✓ Aplicar los Sistemas de Información Geográfica a distintos proyectos de la Ingeniería Civil.

Objetivos Específicos

- ✓ Definir las diferentes áreas y usos que pueden tener los SIG en la Ingeniería Civil.
- ✓ Proporcionar a los estudiantes, docentes, profesionales y personas interesadas en general, una base teórica para la utilización de los SIG en el desarrollo de los diferentes proyectos relacionados con la Ingeniería Civil.
- ✓ Crear un manual de uso del Sistema de Información Geográfica SPRING para el Laboratorio de SIG de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador.
- ✓ Implementar la utilización del software de licencia libre SPRING, para la aplicación de los SIG en los proyectos relacionados con la Ingeniería Civil.
- ✓ Aplicar los SIG a tres proyectos específicos de la Ingeniería Civil, los cuales serán definidos en el transcurso del desarrollo de esta investigación.
- ✓ Fomentar el desarrollo del aprendizaje y la investigación de la aplicación de los SIG para el análisis de proyectos en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador en función de la evolución de la tecnología

1.4. ALCANCES

A través de esta investigación se desarrollarán los conceptos básicos para introducir al lector en la utilización los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis y planificación de diversos proyectos de ingeniería.

Además se presenta una guía práctica para la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica, mediante la utilización del software de licencia libre SPRING, diseñado por el INPE (Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil), ejemplificando su uso en tres proyectos afines a la Ingeniería Civil.

Dicha guía práctica está orientada a estudiantes, profesionales, técnicos y docentes relacionados con el área de la Ingeniería Civil, sin embargo, en una primera etapa será implementada en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica que actualmente se encuentra en proceso de formación dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador,

1.5. LIMITACIONES

- ✓ La disponibilidad de brindar la información sobre los antecedentes de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en las instituciones públicas y privadas, en los que han sido implementados, se encuentra a criterio de las mismas.
- ✓ Deficiencia en la formación académica de la carrera de Ingeniería Civil en el tema de análisis y planificación de proyectos aplicando los SIG, debido a que no se encuentra dentro de los planes de estudio.
- ✓ La guía se elaborará solamente para el software de licencia libre SPRING con la utilización del sistema operativo WINDOWS.
- ✓ Poca información de fuentes bibliográficas que desarrollen el uso de los SIG aplicados a proyectos específicos de ingeniería civil.

- ✓ En este Trabajo de Graduación solo se han desarrollado tres (3) proyectos con el desarrollo de las aplicaciones de los SIG en Ingeniería Civil.

1.6. JUSTIFICACIONES

Los mapas han sido utilizados tradicionalmente para explorar la superficie de la tierra y para explotar sus recursos. Los SIG como una expansión de las ciencias cartográficas, han mejorado la eficiencia y el poder analítico de dichos mapas.

Los SIG y las tecnologías relacionadas ayudan grandemente al manejo de grandes volúmenes de datos, éstos constituyen una herramienta cuyo gran potencial permite almacenar, consultar, analizar y desplegar la información estadística y geográfica que se considera relevante, así como desarrollar modelos y aplicaciones específicas, orientados a apoyar técnicamente los procesos de investigación y de toma de decisiones permitiendo un mejor manejo y control de las actividades humanas.

En la actualidad resulta de mucha importancia la implementación de los Sistemas de Información Geográfica y que éstos posean un adecuado funcionamiento, debido a que la correcta información geográfica ayuda en la toma de decisiones importantes y a que éstos permiten una búsqueda más rápida, económica y exacta para la toma de decisiones.

Debido a todo lo expuesto anteriormente, al avance tecnológico continuo a nivel mundial, y a que recientemente se adquirió el nuevo equipo que formará parte del Laboratorio de SIG que se encuentra en proceso de formación dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, se hace necesario contar con una guía de acción comprensible de estos sistemas, que desarrolle un software de licencia libre, para docentes, estudiantes, investigadores y personas interesadas; la cual sirva de apoyo en diversas aplicaciones de la Ingeniería Civil y que dicha guía a la vez pueda ser incorporada a los planes de estudio en la Carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de El Salvador, como valor agregado, en la formación de profesionales con conocimientos técnicos vanguardistas.

CAPITULO 2
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS
DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

2.1. DEFINICIÓN DE SIG

El concepto de SIG ha sido definido por muchos autores utilizando tres enfoques: *el global*, en el cual el concepto se generaliza sin ningún énfasis en particular; *el funcional* el cual enfatiza los objetivos y alcances del SIG y *el tecnológico* en el cual se destaca el uso de herramientas informáticas para su funcionamiento.

Después de haber consultado varias fuentes de información en relación a la definición de los SIG, se presenta un concepto resumen para cada enfoque a continuación:

Enfoque Global.

Un sistema de hardware, software y conjunto de métodos y herramientas diseñados para facilitar la obtención, gestión, administración, análisis, modelación y salida de datos espaciales y no espaciales(alfanuméricos) en forma de base de datos referidos a un sistema de coordenadas terrestres, integrándolo todo de una forma global con el fin de satisfacer múltiples propósitos.¹

Enfoque tecnológico.

Herramienta basada en un sistema de cómputo utilizado para obtener, almacenar, integrar, editar, analizar y representar la información geográficamente referenciada.

Enfoque Funcional.

Sistema de control de información que puede:

1. Recolectar, almacenar y recuperar información con base en su localización espacial.
2. Identificar localizaciones dentro de un ambiente dado que cumple criterios específicos.
3. Explorar relaciones entre conjuntos de datos dentro de un ambiente determinado.
4. Analizar y editar los datos relacionados espacialmente como ayuda para tomar decisiones respecto al ambiente en estudio.
5. Facilitar la selección y transmisión de datos a modelos analíticos de aplicación específica capaces de evaluar el impacto de alternativas en el ambiente escogido.
6. Exhibir el ambiente seleccionado grafica y numéricamente tanto antes como después del análisis ²

¹ MONOGRAFIAS.COM

² Hannigan 1988 citado por Paul Wolf y Russell Brinker

Además es una herramienta con la que los usuarios pueden crear búsquedas interactivas (búsquedas creadas por el usuario), analizar la información espacial, editar datos, trazar mapas, y representar los resultados de todas estas operaciones³.

De estas definiciones se puede extraer que la importancia de los SIG radica en que las soluciones para muchos problemas frecuentemente requieren acceso a varios tipos de información que sólo pueden ser relacionadas por geografía o distribución espacial. Sólo la tecnología SIG permite almacenar y manipular información usando geografía para analizar patrones, relaciones y tendencias en la información, todo destinado a contribuir a tomar mejores decisiones.

Finalmente y para evitar confusiones, conviene insistir en dos puntos acerca de lo que es y no es un SIG⁴

Un SIG no es solo un sistema informático para dibujar mapas, aunque permite realizar mapas a diversas escalas, con distintas proyecciones y con varios colores. Un SIG es una herramienta de análisis. La gran ventaja de un SIG es que permite identificar relaciones espaciales entre las distintas informaciones que contiene un mapa.

Un SIG no almacena un mapa en forma convencional. Al contrario, un SIG, guarda los datos, a partir de los cuales se puede crear la presentación adecuada a un propósito específico o generar nuevos mapas mediante las herramientas de análisis del sistema.

Existen otras muchas definiciones de SIG, pero todas coinciden en referirse a un SIG como un *sistema integrado* para trabajar con información espacial, herramienta esencial para el análisis y toma de decisiones en muchas áreas vitales para el desarrollo.

2.2. COMPONENTES DE UN SIG

Los SIG están integrados por cinco componentes fundamentales: hardware, software, datos, personal y procedimientos.

³ D. Hodson 2007

⁴ ESRI, 1993, citado por Gutiérrez Puebla, J. Gould, M. 2000



Figura 2. 1. Componentes de un Sistema de Información Geográfica

2.2.1. HARDWARE

Se refiere a la computadora en la cual operará el SIG. Actualmente, estos sistemas pueden ser ejecutados en una amplia variedad de hardware, desde servidores de computadoras centralizados, hasta computadoras de escritorio utilizadas en configuraciones individuales o conectadas en red. Una organización requiere de un hardware específico para cumplir las necesidades de la aplicación. Algunas cosas que se deben considerar son: la velocidad, el costo, el soporte técnico, la administración y la seguridad. Es necesario además disponer de determinados periféricos para la captura de la información geográfica (Mesa digitalizadora, impresores, equipo GPS, escáner, otros)

2.2.2. SOFTWARE

El desarrollo del SIG, conlleva la utilización de software para la captura, análisis e interpretación de gran cantidad de datos. El software proporciona las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar información geográfica. Los componentes claves del software son:

- a) Un sistema de manejo de base de datos (SMBD)
- b) Herramientas para la entrada y manipulación de información geográfica

- c) Herramientas de soporte para consultas, análisis y visualización geográfica
- d) Una interface gráfica de usuario (GUI, por sus siglas en inglés) para un fácil acceso a las herramientas.

2.2.3. DATOS

El componente más importante de un SIG son los datos. Principalmente se requiere de buenos datos base. Lograr esto frecuentemente absorbe el 60-80% del presupuesto de implementación de un SIG. La recolección de los datos es un proceso largo que frecuentemente demora el desarrollo de productos que pueden utilizarse para justificar la inversión. La mayoría de los SIG emplean un sistema de manejo de bases de datos para crear y mantener una base de datos y para ayudar a organizar y manejar dichos datos.

Un SIG opera con datos geoespaciales, que son los que hacen referencia a un espacio geográfico cuya ubicación se conoce (bajo un sistema de coordenadas). Los SIG almacenan la LOCALIZACIÓN del dato, su relación espacial con otros datos (TOPOLOGÍA) y una descripción a través de sus ATRIBUTOS propios. Un SIG sin datos no es SIG, sino simplemente un software vacío.

2.2.4. PERSONAL

La tecnología de los SIG es de valor limitado sin el personal que maneje el sistema y desarrolle planes que se apliquen a los problemas del mundo real. Frecuentemente sin el personal adecuado los datos no se actualizan y se manejan equivocadamente; además, el hardware no se utiliza en todo su potencial. Sin embargo, los usuarios de SIG varían y van desde especialistas técnicos, que diseñan y mantienen los sistemas, hasta los que lo utilizan para ayudar a realizar sus tareas diarias.

Con el componente humano, el hardware se utiliza en todo su potencial y el software se mantiene “explorando”. Al igual que otras tecnologías modernas, el SIG necesita ser usado por un equipo humano, cuya preparación no debe limitarse al conocimiento de los SIG mismos, sino que debe cubrir razonablemente las diferentes áreas implicadas en los análisis y campos de aplicación, que esté en contacto con las bondades y capacidades que puede ofrecer un SIG. El recurso humano lo comprenden tanto las personas capaces de conceptualizar y manejar las utilidades de la tecnología SIG como también aquellas que actúan solamente en calidad de cliente.

2.2.5. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Un SIG exitoso opera de acuerdo a un plan bien diseñado y reglas de la actividad, que son los modelos y prácticas operativas únicas a cada organización. Los métodos o procedimientos se refieren a los pasos a seguir para obtener una respuesta mediante las operaciones de análisis de un SIG.

Los SIG, tienen como mínimo los componentes fundamentales siguientes:



Figura 2. 2. Componentes mínimos fundamentales de un SIG.

La Figura 2.2, representa:

ENTRADA, realiza la captura y transformación de datos análogos tales como mapas impresos, registros alfanuméricos en papel y observaciones de campo. Esto incluye el paso de información analógica, en papel, a formato digital a la computadora; lo que se puede realizar de varias maneras como digitalización, vectorización, importación y otras. Del mismo modo, convierte la información digital proveniente de sensores remotos u otros sistemas de información, a una plataforma compatible con lenguaje computacional del SIG.

Entre los dispositivos de entrada encontramos: Mesas o tableros digitalizadores, escáner o barredores, lectores magnéticos y láser, teclados, terminales y puertos, internet.

Respecto al **MANEJO**, es el subsistema que permite el almacenamiento, ordenación y recuperación de datos. Esta organización es posible gracias a programas conocidos como Sistemas Manejadores de Bases de Datos (SMBD) que permiten manejar datos espaciales

digitales. Mediante las bases de datos y los sistemas de manejo de bases de datos (SMBD) se obtiene una administración de datos que permiten su consulta, tratamiento de datos derivados y su retroalimentación. Entre los dispositivos de almacenamiento figuran: Discos duros, CD, DVD y unidades de compresión y zip-back up.

La interpretación, también denominada **ANÁLISIS**, permite utilizar el método científico para la elaboración de modelos espaciales, normas, monitoreos y poseer de manera versátil la información, desde la sencillez de la comparación de objetos según sus atributos, topología, consultas gráficas, alfanuméricas, superposición de planos e información, hasta complejos análisis de rutas eficientes en tiempo y distancia. El éxito de estas operaciones recae en la calidad y preparación de la información a ser analizada.

La **SALIDA** de la información es a través de los diversos productos que se requieren, depende de los datos que se necesiten para las investigaciones o para diversos usuarios. Finalmente, cabe señalar que en la fase de ENTRADA, se ingresará los datos con los que se dispone, en tanto que en la última fase (SALIDA), se obtendrá un valor agregado intelectual (información multidisciplinaria).

2.3. FUNCIONES DE UN SIG

2.3.1. FUNCIONAMIENTO DE LOS SIG.

SIG almacena información sobre el mundo como una colección de niveles temáticos que pueden relacionarse por geografía.

La construcción e implementación de un SIG en cualquier organización es una tarea siempre progresiva, compleja, laboriosa y continúa. En los SIG hay que considerar las características especiales de los datos utilizados y sus correspondientes procesos de actualización. Es indiscutible que los datos son el principal activo de cualquier sistema de información. Por ello el éxito y la eficacia de un SIG se miden por el tipo, la calidad y vigencia de los datos con los que opera.



Figura 2. 3 Niveles temáticos

Los esfuerzos y la inversión necesaria para crear las bases de datos y tener un SIG *eficiente y funcional* no son pequeños, aunque tampoco significa una gran inversión. Es un esfuerzo permanente por ampliar y mejorar los datos almacenados, utilizando las herramientas más eficientes para tal propósito.

La información geográfica contiene una *referencia territorial explícita* como latitud y longitud o una *referencia implícita* como domicilio o código postal. Las referencias implícitas pueden ser derivadas de referencias explícitas mediante geocodificación.

Las principales actividades que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

1. **Localización:** Preguntar por las características de un lugar concreto.
2. **Condición:** Cumplimiento o no de condiciones impuestas al sistema.
3. **Tendencia:** Comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
4. **Rutas:** Cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
5. **Pautas:** Detección de pautas espaciales.
6. **Modelos:** Generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Los diferentes tipos de análisis que un SIG debe realizar son:

- **Contigüidad:** Encontrar áreas en una región determinada.
- **Coincidencia:** Análisis de superposición de puntos, líneas, polígonos y áreas.
- **Conectividad.** Análisis sobre entidades gráficas que representen redes de conducción, tales como:

Enrutamiento: Como se mueve el elemento conducido a lo largo de la red.

Radio de acción: Alcance del movimiento del elemento dentro de la red.

Apareamiento de direcciones: Acople de información de direcciones a las entidades gráficas.

- **Análisis digital del terreno:** Análisis de la información de superficie para el modelamiento de fenómenos geográficos continuos. Con los modelos digitales de terreno (DTM: la representación de una superficie por medio de coordenadas X, Y, Z) que son la información básica para el análisis de superficies.
- **Operación sobre mapas:** Uso de expresiones lógicas y matemáticas para el análisis y modelamiento de atributos geográficos. Estas operaciones son soportadas de acuerdo con el formato de los datos (raster o vectorial)
- **Geometría de coordenadas:** Operaciones geométricas para el manejo de coordenadas terrestres por medio de operadores lógicos y aritméticos. Algunas de esas operaciones son: proyecciones terrestres de los mapas, transformaciones geométricas (rotación, traslación, cambios de escala), precisión de coordenadas, corrección de errores.

2.3.2. FUNCIONES DE LOS SIG DE APLICACIÓN GENERAL

Los SIG de aplicación general esencialmente realizan seis procesos o tareas:

Ingreso

Antes de que los datos geográficos puedan utilizarse en un SIG, deben ser convertidos a un formato digital adecuado. El proceso de convertir datos de mapas analógicos en papel a archivos de computación se llama digitalización. Tecnologías modernas de SIG tienen la capacidad de automatizar este proceso completamente para grandes proyectos; para proyectos menores se puede realizar alguna digitalización manual.

Manipulación

Es probable que los tipos de datos requeridos para un proyecto particular de SIG necesiten ser transformados o manipulados de alguna forma para hacerlos compatibles al sistema. Por ejemplo, la información geográfica está disponible en diferentes escalas (archivos de ejes de calles pueden estar disponibles a una escala de 1:100,000; códigos postales a 1:10,000, y límites de áreas censales a 1:50,000). Previo a que estos puedan superponerse e integrarse, deben ser transformados a la misma escala. Esto puede ser una transformación temporal con objetivos de visualización o una permanente requerida para análisis. Hay muchos otros ejemplos de manipulación de datos que se efectúan rutinariamente en SIG. Estos incluyen cambios de proyección, agregación de datos y generalización (limpiar los datos innecesarios).

Manejo/Administración

Para proyectos menores de SIG, puede ser suficiente almacenar información geográfica como archivos de computación. Se llega a un punto, sin embargo, cuando los volúmenes de datos son grandes y el número de usuarios de los datos se convierte en más que unos pocos, en que es mejor usar un sistema de manejo de bases de datos (SMBD) para ayudar a almacenar, organizar y manejar datos. Un SMBD no es más que un software para manejar una base de datos. Hay muchos diseños distintos de SMBD, pero en SIG el diseño relacional ha resultado más favorable. En el diseño relacional, los datos se almacenan conceptualmente como un conjunto de tablas. Campos comunes a diferentes tablas se utilizan para conectarlas. Este diseño tan sencillo ha sido tan ampliamente utilizado, principalmente por su flexibilidad y muy amplio desarrollo en aplicaciones tanto dentro como fuera de los SIG.

The image shows a database interface with two tables. The top table is 'Atributos de Regiones' and the bottom table is 'Ingresos por Region'. A bracket labeled 'Campos Comunes' (Common Fields) points to the 'id' column in both tables, indicating a common attribute used for joining the tables.

Atributos de Regiones				
id	Ciudad	Cant. pax	Sub-region	Dist. Reg
6001	1526	1	Pacific	1
6003	1384	3	Pacific	1
6005	1430	5	Pacific	1
6007	1053	7	Pacific	1
6009	1466	9	Pacific	1
6011	1139	11	Pacific	1
6013	1502	13	Pacific	0
6013	1472	13	Pacific	1
6015	636	15	Pacific	1
6017	1325	17	Pacific	1
6019	1783	19	Pacific	1
6021				

Ingresos por Region		
id	Ciudad	Ingresos
6001	Alameda	12468
6003	Alajuela	11039
6005	Amarillo	9365
6007	Buena Vista	9047
6009	Callefrias	9554
6011	Costa Rica	8791
6013	Contra Costa	14563
6013	Contra Costa	14563
6015	Del Norte	7554
6017	El Dorado	10827
6019	Fresno	9238

Figura 2. 4. Diseño relacional a través de tablas

Consulta

Se refiere a la selección, acceso y consulta a las bases de datos, realizando búsquedas selectivas, manipulación y extracción de información, que no modifican la localización geográfica de los objetos involucrados. Una vez que se tiene un SIG en funcionamiento, conteniendo la información geográfica, puede comenzar a realizarse las preguntas necesarias de la investigación.

Análisis de superposición

La integración de diferentes niveles de datos implica un proceso de superposición. En su forma más simple, esto podría ser una operación visual, pero operaciones analíticas requieren uno o más niveles de datos para ser unidos físicamente. Esta superposición, o unión espacial, puede integrar datos sobre suelos, pendiente, y vegetación, o posesión de tierras con análisis de impuestos, etc.

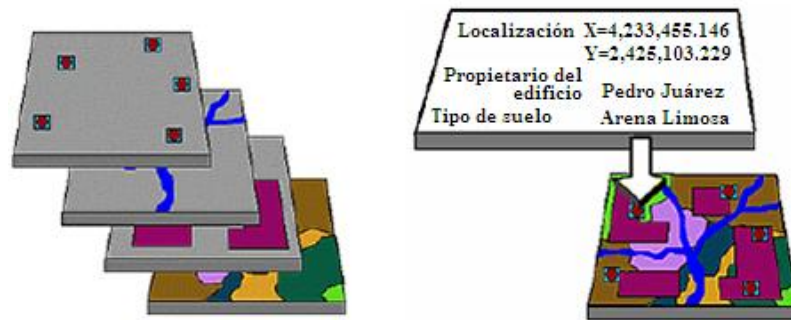


Figura 2. 5. Análisis de superposición

Visualización

Para muchos tipos de operaciones geográficas, el resultado final se visualiza mejor como un mapa o gráfico. Los mapas son muy eficientes para almacenar y comunicar información geográfica. Mientras que los cartógrafos han creado mapas por milenios, los SIG proveen herramientas nuevas y emocionantes para extender el arte y la ciencia de la cartografía.

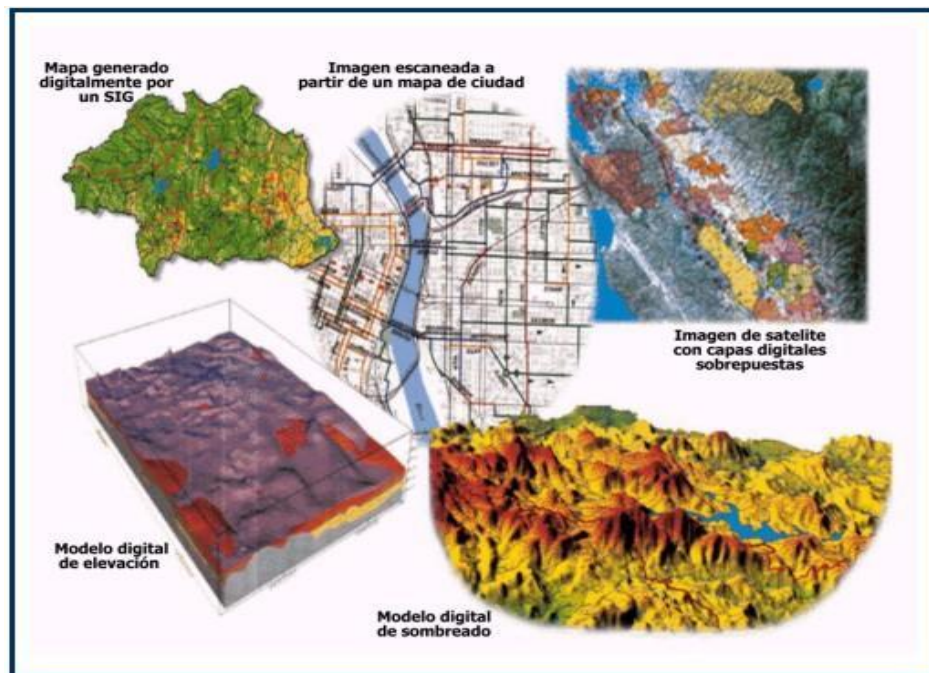


Figura 2. 6. Visualización de resultados

2.4. VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE UN SIG

El estudio de los proyectos muchas veces implica el manejo y análisis de grandes volúmenes de información estadística y geográfica en formatos digitales, la cual muchas veces es necesario organizar y en ocasiones editar.

Los Sistemas de Información Geográfica constituyen una herramienta cuyo gran potencial permite almacenar, consultar, analizar y desplegar la información estadística y geográfica que se considera relevante, así como desarrollar modelos y aplicaciones específicas, orientados a apoyar técnicamente los procesos de investigación y de toma de decisiones.

Algunas de las ventajas más conocidas del SIG son:

- a) Almacenamiento de información estadística y geográfica de manera rápida y eficiente.
- b) Capacidad de almacenamiento.
- c) Capacidad para actualizar y corregir la información de manera automática.
- d) Posibilidad de combinar el análisis estadístico con el mapeo de sus resultados.
- e) Manejo de la información, ya sea para la elaboración de las investigaciones o en su defecto para la actualización de la información.
- f) Producción de mapas de alta calidad en menor tiempo y a menor costo.
- g) Posibilidad de adecuar los datos a las necesidades específicas de los usuarios, tanto en términos de su contenido como de su representación gráfica.
- h) Capacidad para calcular automáticamente las características espaciales de los elementos y trabajar con su topología.
- i) Gran potencial como herramienta de análisis espacial, que multidisciplinariamente permite elaborar diversos modelos de desarrollo.
- j) Utilidad para evaluar diferentes alternativas sobre el territorio, sujetas a objetivos y criterios múltiples.
- k) Capacidad para el tratamiento digital de imágenes terrestres (fotografías aéreas, imágenes de satélite, etc.) y para elaborar modelos del territorio. Lo más importante radica en la habilidad del administrador para establecer la comunicación entre los datos espaciales y sus identificadores (ID) a fin de obtener su mejor utilización y manipulación.

- l) A diferencia de la cartografía digital, que no va más allá de la ubicación de los objetos, los SIG no sólo nos permiten manipular los elementos de un mapa sino relacionar cada objeto con una información más amplia y establecer relaciones espaciales y de carácter.
- m) Los SIG permiten análisis matemático y salidas gráficas para visualizar resultados parciales y finales de un trabajo
- n) Como los SIG manejan la base de datos por un lado y la presentación por otro, se pueden generar muchos mapas desde los mismos datos
- o) La naturaleza interdisciplinar que orienta los trabajos en SIG se hace más fácil pues existe una conexión entre la información temática elaborada de acuerdo a la prioridad por distintos especialistas y el manejo de un área de estudio.

2.5. TIPOS DE DATOS

Hoy en día el condicionante principal a la hora de afrontar cualquier proyecto basado en SIG lo constituye la disponibilidad de datos geográficos del territorio a estudiar, mientras que hace diez años lo era la disponibilidad de computadoras potentes que permitieran realizar los procesos de cálculo involucrados en el análisis de datos territoriales.

Pero además de ser un factor limitante, la información geográfica es a su vez el elemento diferenciador de un Sistema de Información Geográfica frente a otro tipo de Sistemas de Información; así, la particular naturaleza de este tipo de información contiene dos vertientes diferentes: por un lado está la vertiente espacial y por otro la vertiente temática de los datos. Mientras otros Sistemas de Información contienen sólo datos alfanuméricos (nombres, direcciones, números de cuenta, etc.), las bases de datos de un SIG integran además la delimitación espacial de cada uno de los objetos geográficos.

Por ejemplo, un lago que tiene su correspondiente forma geométrica plasmada en un plano, tiene también otros datos asociados como niveles de contaminación, flora, fauna, pesca y niveles de captación en relación a la temporada del año.



Figura 2. 7. Superposición de información

Otro ejemplo podría ser el contar con un suelo definido en los planos de clasificación de un plan maestro de desarrollo. Este suelo urbanizable tiene una serie de atributos, tales como tipo de uso, sistema de gestión, edificabilidad, características mecánicas, etc. Pero además, tiene una delimitación espacial concreta correspondiente con su propia geometría definida en el plano.

Por tanto, el SIG tiene que trabajar a la vez con ambas partes de información: su topografía perfectamente definida en plano y sus atributos temáticos asociados. Es decir, tiene que trabajar con cartografía y con bases de datos a la vez, uniendo ambas partes y constituyendo con todo ello una sola base de datos geográfica.

Hay dos tipos básicos de SIG diferenciados por la manera en que cada uno almacena y maneja los datos. De acuerdo a la representación gráfica de los datos en un SIG, funcionan con dos tipos diferentes de información geográfica: el modelo vector y el modelo raster.

2.5.1. MODELO RASTER

Consiste en un conjunto de mapas representados digitalmente en forma de retícula o rejilla que permite asociar datos a una imagen; es decir, se pueden relacionar paquetes de información a los píxeles de una imagen digitalizada.

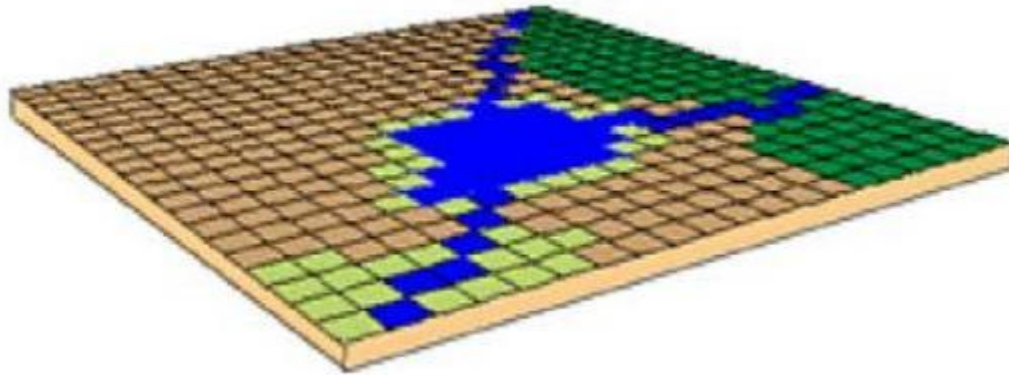


Figura 2. 8. Representación de modelo raster.

El *pixel* es la unidad mínima que puede mostrar un dispositivo en una pantalla. La cantidad de píxeles que se pueden representar en una pantalla indican la resolución de la misma, ya que las imágenes se forman por la iluminación de los distintos píxeles en una pantalla. Una imagen tendrá mayor resolución cuanto menor sea el tamaño de los píxeles con los que se represente.

El tamaño del pixel es un elemento esencial que establece la escala del mapa, es decir la relación que existe entre la longitud o superficie de la realidad (terreno) y su representación en el mapa.

Cuanto más pequeño sea el pixel, se necesitaran mayor número de filas y columnas para representar una misma porción de terreno, lo que conlleva a tener un mayor espacio para el almacenamiento del mapa y más complicado será su tratamiento y análisis. Por lo tanto es necesario establecer con cuidado la resolución necesaria para representar una región de la realidad. En principio el criterio básico para establecer la escala más pequeña de un mapa raster es: *la longitud del pixel debe ser la mitad de la longitud más pequeña que sea necesario representar* de todas las existentes en la realidad.

2.5.2. MODELO VECTOR

Está basado en la representación vectorial de la componente espacial de los datos geográficos. Los objetos espaciales están representados de modo explícito y, junto a la descripción digital de sus características espaciales, llevan asociados un conjunto de aspectos temáticos. En algunos casos los sistemas vectoriales están formados por dos componentes o programas informáticos: *el que maneja la base de datos espacial, y el que explota la temática*. Este sistema se denomina

sistema de organización híbrido, llamado así por unir una base de datos relacional para los aspectos temáticos, con una base de datos topológica.

Se utilizan tres notaciones básicas para representar la posición espacial de los fenómenos geográficos: puntos, líneas y polígonos. En el modelo vector, la información sobre puntos, líneas y polígonos se almacena como una colección de coordenadas x,y. La ubicación de una característica puntual, puede describirse con un sólo punto x, y. Las características lineales, pueden almacenarse como un conjunto de puntos de coordenadas x, y. Las características poligonales, pueden almacenarse como un circuito cerrado de coordenadas.

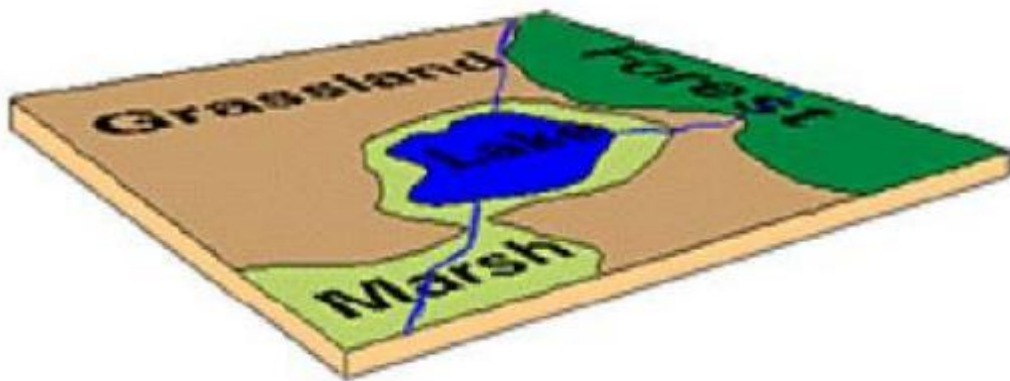


Figura 2. 9. Representación de modelo vector.

2.5.3 EVALUACIÓN DE DATOS

Sin importar cuál es la fuente de datos, debe evaluarse la calidad y propiedad de los mismos para la aplicación pretendida. Hay siete temas que deben considerarse al utilizar datos espaciales, tabulares o de imágenes para SIG y se describen a continuación:

Manejo de distorsión

El impacto de la distorsión causada por una proyección cartográfica sobre los datos espaciales depende de cómo se usará los datos y el tamaño del área que está siendo mapeada. Las mediciones que apoyan decisiones críticas deberían procesarse de tal forma que las distorsiones por proyección sean mínimas.

Las proyecciones no evitan ciertas distorsiones que, según como se proyecten, pueden afectar a la forma, al área, a las distancias o a los ángulos de los elementos representados, ya que en el

paso de la esfera al plano resulta imposible conservar simultáneamente las propiedades geométricas: ángulos, superficies y distancias, por lo cual es necesario decidir qué proyección se va a utilizar para minimizar esas distorsiones.

Es importante saber las características de proyección cartográfica que se está utilizando, especialmente cuando la aplicación implica comparar la forma, área o distancia de características cartográficas.

El SIG hace que sea fácil trabajar con datos espaciales de una variedad de fuentes al mismo tiempo. Para hacerlo, todos los datos en la base de datos del SIG necesitan estar en la misma proyección cartográfica, para poder utilizarlos y presentarlos todos juntos. Debido a la distorsión inherente en todas las proyecciones cartográficas, los datos no se alinearán debidamente salvo que se trate de la misma proyección. Incluso no podrán verse temas juntos si no están en la misma proyección. Por ejemplo, si los límites municipales están en una proyección cartográfica y los ríos están en una proyección distinta, las características podrían aparecer en una ubicación diferente cuando se muestren los dos temas al mismo tiempo. Los conjuntos de datos espaciales en la misma proyección pueden visualizarse juntos. Algunas veces, dos conjuntos de datos que están en la misma proyección pueden no superponerse correctamente, debido a algún error cuando cada conjunto de datos fue desarrollado. Esto consume tiempo, pero es un proceso válido y necesario para rectificar imprecisiones y así poder trabajar los datos obteniendo los resultados deseados.

Los SIG pueden almacenar la ubicación de características como coordenadas geográficas no proyectadas o como coordenadas x, y proyectadas. Tener datos no proyectados posee varias ventajas. Dado que los datos almacenados como coordenadas geográficas pueden presentarse en cualquier proyección, se pueden combinar con datos ya obtenidos que puedan estar en otra proyección diferente, siempre y cuando antes de ser utilizados se transformen a la proyección que está siendo utilizada de acuerdo a lo que es apropiado para cada aplicación, así como los datos que se utilizan para diferentes aplicaciones.

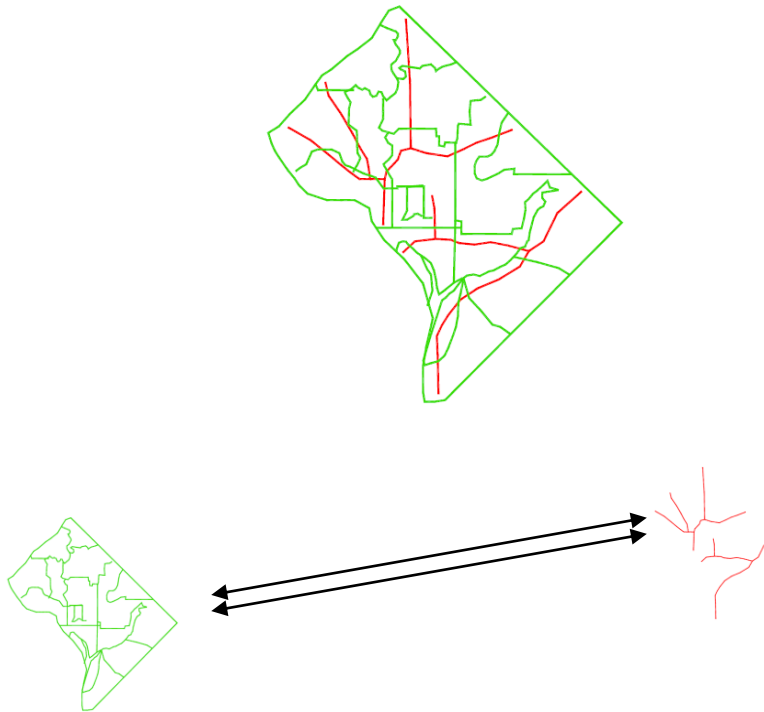


Figura 2. 10. Conjunto de datos en la misma proyección.

Cobertura del área del proyecto

Cuanto más específicamente se define el área geográfica que necesita ser cubierta, más precisamente puede definirse cuántos datos se necesitan.

Debe ser reconocido que lo que puede parecer como un territorio discreto puede de hecho ser parte de un territorio más grande requerido. Por ejemplo, los sistemas fluviales no toman mucha superficie terrestre, pero son influenciados e influyen una gran área. De esta forma, para sistemas fluviales, la meta debería ser una cobertura de toda la cuenca.

Obtención de suficiente detalle

El detalle requerido en datos espaciales depende de la información que necesita ser comunicada desde el SIG. Los datos detallados no son un requerimiento para mapeo a baja escala. Contrariamente, los datos generalizados no son suficientes para mapeo a gran escala.

La cantidad de detalle con que se dibujan los objetos geográficos también influye sus atributos. Cuando un río entero se dibuja como un área simple con un límite, todos los atributos conectados a esa característica describen al río como un todo. Si un río se muestra como un

conjunto de segmentos, cada uno con sus propios atributos, la información de atributo puede ser más detallada.

Cuando cuenta el tiempo

Mientras que las características físicas como montañas no cambian muy a menudo, otros objetos geográficos están en flujo constante. Si el interés es la calidad del agua a lo largo del río, se requiere de información actualizada. Si la aplicación trata con áreas censales, se necesitará los límites más actualizados. Lo mismo se aplica para los atributos.

Cuando cuenta la precisión

Algunos proyectos requieren un grado más alto de precisión de ubicación que otros. Los datos pueden ser suficientemente precisos para un uso, pero no para otro. Por ejemplo, si una característica lineal representando un río se mapea dentro de los 12.00 m de la ubicación real del río, puede no ser lo suficientemente preciso para un ingeniero de puentes, pero es más que aceptable para un viajero que usa el mapa como referencia visual.

Comprendiendo los códigos de atributos

Los datos de atributos se almacenan frecuentemente en formas encriptadas o abreviadas. Un nombre de atributo puede abreviarse en una tabla, o seis diferentes tipos de vegetación pueden codificarse como "a" a "f". Un catálogo que explica los datos se llama diccionario de datos. El diccionario de datos es donde se busca los nombres completos de atributos y los significados de códigos. El diccionario de datos puede también incluir otra información útil, como cuándo fue recolectada la información, la precisión de las ubicaciones, la escala de la fuente original de información y la proyección cartográfica utilizada. Los datos que no vienen con un diccionario de datos pueden no ser utilizables. Un diccionario de datos puede ser un documento en papel o computadora. Contiene información sobre los datos.

Compatibilidad de formatos

El formato de los datos elegido debe tener soporte con el SIG seleccionado. Programas robustos, tales como el ArcView, son el soporte de muchos tipos distintos de datos en su formato nativo (es decir, sin conversión).

2.6. COMPONENTES Y PROPIEDADES DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

2.6.1. COMPONENTE ESPACIAL

Hace referencia a la localización geográfica, las propiedades espaciales de los objetos y las relaciones espaciales que existen entre ellos⁵

Localización Geográfica.

"La localización geográfica o posición de los objetos en el espacio se expresa mediante un sistema de coordenadas, que debe ser el mismo para las distintas capas o estratos de la información" con que se presenta la realidad del área de estudio

Propiedades espaciales.

Los objetos que representan la realidad tienen ciertas propiedades espaciales. Los datos con los que se representa la realidad tienen ciertas propiedades espaciales de acuerdo con su naturaleza:

Puntos: la principal propiedad espacial del punto es su ubicación con respecto a las coordenadas terrestres medidas por latitud y longitud. Por ejemplo, ciudades, accidentes geográficos puntuales, hitos.

Líneas: entre las propiedades espaciales figuran longitud, forma, pendiente, y orientación y son objetos abiertos que cubren una distancia dada y comunican varios puntos o nodos, aunque debido a la forma esférica de la tierra también se le consideran como arcos. Líneas telefónicas, carreteras y vías de trenes son ejemplos de líneas geográficas.

Polígonos: son figuras planas conectadas por distintas líneas u objetos cerrados que cubren un área determinada, como por ejemplo países, regiones o lagos. Entre las propiedades de los polígonos se pueden identificar la superficie, el perímetro, la forma, la pendiente y la orientación. En el caso de objetos (3D), las características principales son volumen, superficie, orientación, pendiente, etc.

⁵ Gutiérrez y Gould, 1994

Los datos espaciales además se caracterizan por su naturaleza georeferenciada y multidireccional. La primera se refiere a que la posición relativa o absoluta de cualquier elemento sobre el espacio contiene información valiosa, pues la localización debe considerarse explícitamente en cualquier análisis. Por multidireccional se refiere a que existen relaciones complejas no lineales, es decir que un elemento cualquiera se relaciona con su vecino y además con regiones lejanas, por lo que la relación entre todos los elementos no es unidireccional. Es decir, todos los elementos se relacionan entre sí, pero existe una relación más profunda entre los elementos más cercanos.

Relaciones espaciales.

Los objetos espaciales mantienen relaciones entre sí basadas en el espacio como son: conectividad, contigüidad, proximidad, etc., algunas de ellas están almacenadas en un SIG otras deben ser calculadas cuando se requieran.

Las relaciones espaciales se pueden diferenciar en: relaciones topológicas (de tipo cualitativo) y relaciones geométricas (calculadas a partir de las coordenadas de los objetos).

"La topología expresa las relaciones entre los objetos de forma cualitativa: si dos polígonos son colindantes (contigüidad), si uno está contenido en el otro (inclusión), si dos líneas están conectadas (conectividad)" (Gutiérrez y Gould, 1994). El ser humano tiene distintas formas de conceptualizar el mundo real, pero al desplazarnos de un lugar a otro, utilizamos relaciones topológicas (cerca, lejos, dentro de, al norte de, etc.), nos orientamos por referencias relativas con respecto a un lugar conocido (cerca al parque Bolívar, junto a la alcaldía, etc.).

2.6.2. COMPONENTE TEMÁTICA

Son las características que se conocen como atributos de los objetos con los que representamos el mundo real. Cada objeto puede registrar un determinado valor para sus atributos, los cuales pueden presentar cierta regularidad en el espacio y en el tiempo y, además, pueden ser de distinto tipo y escala de medida⁶.

⁶ Gutiérrez y Gould, 1994

A. Variación de los valores temáticos en el espacio y el tiempo.

Autocorrelación espacial. "Los objetos temáticos tienden a ser más parecidos entre objetos próximos en el espacio que entre objetos situados lejos los unos de los otros".

Autocorrelación temporal. "Los datos próximos en el tiempo tienden a ser más parecidos entre sí que los más lejanos."

B. Tipos de Variables y escalas de medida.

Las variables que constituyen la información temática de las unidades espaciales pueden ser de distinto tipo y estar medidas en diferentes escalas.

a. Variables discretas y continuas

Atendiendo a los valores que pueden tomar, se distinguen dos tipos de variables: continuas o discretas.

Variable continua: "Es aquella cuyas modalidades pueden adoptar infinitos valores extraídos de una escala numérica". La superficie por ejemplo es un tipo de variable continua, ya que admite cualquier valor dentro de un determinado rango, inclusive el uso de decimales.

Variable Discreta. "Es aquella que adopta alguno de los números enteros posibles". Ejemplo población de un lugar⁷. Ya que sus valores solo pueden ser números enteros pero no decimales: un municipio puede tener una población de 144 o 145 habitantes, pero no de 144.5 habitantes

b. Variables fundamentales y derivadas

Esta distinción hace referencia al proceso de elaboración de las variables.

Variable Fundamental: "Son las generadas directamente por el proceso de medición. Son las observadas directamente o producidas por el empleo directo de un instrumento de medida (precipitación, altitud)". Por ejemplo el número de habitantes.

Variable Derivada. "Se obtiene al relacionar, mediante alguna operación aritmética o similar, dos o más variables fundamentales, medidas independientemente" Ejemplos: densidad de población, tasas de mortalidad, natalidad, etc.

⁷ Bosque, 1992

c. Escalas de Medida

Escala Nominal. "Establece simplemente una diferenciación, una clasificación de las unidades espaciales en categorías o clases". Por razones de tipo informático es frecuente asignar números a los valores nominales, pero sólo es por efectos de codificación. Por ejemplo los municipios de El Salvador se clasifican o diferencian por el departamento donde se ubican⁸. Un caso especial son las variables dicotómicas en las que sólo se admiten dos posibilidades. Ejemplo: un municipio tiene o no tiene hospital.

Escala Ordinal. No sólo se establece una diferenciación como en las variables nominales, sino también un orden jerárquico entre las distintas unidades espaciales⁹ (Gutiérrez y Gould, 1994). Ejemplo dentro de la jerarquía urbana se encuentra: metrópoli nacional, metrópoli regional, centro subregional.

Escala de Intervalo. "No sólo establece una diferenciación y una jerarquización sino que además indica la distancia que existe entre las distintas unidades espaciales"¹⁰ (Gutiérrez y Gould, 1994). Ejemplo: horas promedio sol multianual.

2.6.3. COMPONENTE TEMPORAL

Las distribuciones espaciales varían en el transcurso del tiempo y pueden afectar a la componente temática o espacial.

El cambio en las componentes espaciales y temáticas

- Las distribuciones espaciales se van modificando en el transcurso del tiempo. Las áreas urbanas se expanden, disminuyendo el espacio rural.
- La consideración de la dimensión temporal en un SIG supone la necesidad de almacenar y tratar grandes volúmenes de datos, ya que cada estrato, capa, o nivel de información se debe almacenar tantas veces como momentos temporales se consideren para el análisis del área de estudio¹¹

⁹ Gutiérrez Gould, 1994

¹⁰ Ídem 9

¹¹ Ídem 9

Representaciones de los procesos espacio-temporales.

Secuencias de Mapas. Equivale a la sucesión de mapas referidos a determinados momentos en el tiempo.

Mapas de Diferencias Temporales. Trata de expresar diferencias entre dos momentos temporales para las diferentes áreas de observación.

Mapa Animado. Permite seguir la dinámica espacial de forma casi continua en el tiempo, mediante una gran cantidad de cortes temporales¹²

2.7. APLICACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Se tienen dos tendencias en cuanto al uso de los SIG, procesamiento de tipo descriptivo, esto es *inventario* de la información, y procesamiento de tipo prescriptivo, *análisis y modelamiento de la información*, siendo los últimos los que mayor apoyo brindan a la toma de decisiones¹³

A. Inventarios

Muchas veces el primer paso para desarrollar una aplicación de un SIG es realizar un inventario de los atributos que se desea estudiar en un área geográfica; ejemplo: parcelas, uso de suelo, red hídrica, etc.

B. Aplicaciones para el análisis

Una vez se ha completado el inventario inicial, se pueden realizar algunos análisis complejos que involucran múltiples capas, usando técnicas de análisis espacial y estadístico.

C. Modelamiento de la información

El término modelamiento cartográfico se refiere a la utilización de las funciones de análisis de un sistema de información geográfica, bajo una secuencia lógica de tal manera que se puedan resolver problemas espaciales complejos. Un modelo es un conjunto de relaciones o

¹² Ídem 9

¹³ OIRSA, 2002

informaciones acerca del mundo real que simula e intenta predecir el comportamiento de los fenómenos que nos interesan¹⁴

Existen tres clases de modelos:

a. Modelos de simulación: muestran simplemente un escenario, no predicen ni recomiendan. Un mapa es el ejemplo más representativo.

b. Modelos de predicción: relacionan variables dependientes e independientes y permiten responder preguntas del tipo “¿Qué pasaría si...?”

c. Modelos de decisión: son aquellos que permiten plantear ciertas alternativas que conduzcan hacia la óptima solución de un problema.

Los más avanzados análisis espaciales y técnicas de modelaje, se requieren para soportar las decisiones de manejo de políticas actuales. Este desarrollo de modelajes, ha tenido énfasis para el manejo de bases cartográficas de datos y su manipulación, análisis y modelaje para resolver problemas del mundo real¹⁵

2.7.1. USOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Las áreas de usos prácticos de los SIG son muy variadas, desde el inventario de los recursos naturales humanos, hasta el control y la gestión de datos catastrales y de propiedad urbana rústica (catastro), la planificación y la gestión urbana de los equipamientos, la cartografía y el control de grandes instalaciones (red telefónica, redes de abastecimientos y evacuación de aguas, redes de transporte, etc.), etc. Los SIG son útiles en cualquier área donde sea necesario el manejo de información espacial.

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica, está ampliamente difundida entre profesionales e instituciones pertinentes al manejo de información de recursos naturales; desde sus inicios fue utilizada por profesionales informáticos, extendiéndose a profesionales de las ciencias agronómicas, biólogos, arquitectos, geólogos, entre otros.

¹⁴ Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1995

¹⁵ Medina Mendoza, R., 1997

2.7.2. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Los SIG se han aplicado a prácticamente todo campo de actividad, desde la ingeniería hasta la agricultura y desde la ciencia médica de la epidemiología hasta el control de la vida silvestre. A continuación se describen algunas de las aplicaciones que se pueden realizar a través de los Sistemas de Información Geográfica:

A. Estudio de Cuencas Hidrográficas

Cuando se pretende usar un sistema automatizado de información geográfica aplicado a inventarios, diagnósticos o manejo de recursos naturales en cuencas hidrográficas, es necesario conocer las características de información existente, ya que el manejo de un SIG nos permite obtener una visión amplia de cómo abordar el tema de los recursos naturales de una cuenca¹⁶

La ayuda que presta el SIG es muy variada y a veces muy compleja por la cantidad de información que pueden almacenar y manejar para obtener resultados.

Para realizar un inventario de los recursos en un SIG, primero se captura la información referente al espacio geográfico de la cuenca, que puede estar en formato digital o analógico: mapas de uso de suelo, fotografías aéreas, cuadrantes planialtimétricos, mapas de uso potencial de suelo, red hídrica y vial, etc.

Puede obtenerse el mapa de conflicto de uso de suelo, mediante el cruce de los mapas: de uso de suelo y de uso potencial del mismo. El mapa de conflicto de uso de suelo se podrá cuantificar e indicar áreas prioritarias de manejo del suelo.

Con la información de un SIG puede anticiparse la caracterización biofísica de la zona, el reconocimiento del campo, identificación del parte aguas y drenaje.

B. Medio Ambiente

Son aplicaciones implementadas por instituciones de medio ambiente, que facilitan la evaluación del impacto ambiental en la ejecución de proyectos. Integrados con sistemas de adquisición de datos permiten el análisis en tiempo real de la concentración de contaminantes, a fin de tomar las precauciones y medidas del caso. Facilitan una ayuda fundamental en trabajos tales como

¹⁶ Medina Mendoza, R. 1997

reforestación, explotaciones agrícolas, estudios de representatividad, caracterización de ecosistemas, estudios de fragmentación, estudios de especies, etc.

C. Recursos Mineros

El diseño de estos SIG facilitan el manejo de un gran volumen de información generada en varios años de explotación intensiva de un banco minero, suministrando funciones para la realización de análisis de elementos puntuales (sondeos o puntos topográficos), lineales (perfiles, tendido de electricidad), superficies (áreas de explotación) y volúmenes (capas geológicas). Facilitan herramientas de modelación de las capas o formaciones geológicas.

D. Biodiversidad

En el estudio de la biodiversidad, el SIG permite representar cartográficamente la distribución y la abundancia de las especies, tanto a nivel regional como nacional, lo que contribuye al conocimiento de las diferentes zonas biogeográficas y de las regiones con alta biodiversidad o con endemismos. Mediante los SIG se puede evaluar de una manera geográfica la información y el conocimiento acerca de la biodiversidad con que cuentan las diferentes zonas.

El “mapeo” de la biodiversidad facilita el reconocimiento de las regiones donde es prioritario establecer un programa de conservación, apoya las investigaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales y los estudios sobre aquellas regiones donde la información biológica es escasa. Con base a la distribución histórica de las especies y mediante diversos software de apoyo para los Sistemas de Información Geográfica se puede llegar a establecer modelos de la distribución potencial de animales, plantas y hongos, es decir, podría saberse cuales superficies son adecuadas para albergar a esas especies.

En los estudios de deforestación los SIG pueden ayudar a generar mapas que muestren la pérdida de masa forestal, describir la tasa de deforestación actual y predecir los escenarios donde la deforestación puede llegar a ser mayor o menor que la tasa actual. Esto permitiría desarrollar hipótesis acerca de la pérdida de la biodiversidad según diferentes tasas de deforestación.

Los SIG también pueden desempeñar una tarea importante en la creación y evaluación del sistema de Áreas Naturales Protegidas y de las Áreas Prioritarias para la Conservación, pues facilitan el análisis de estas áreas desde un punto de vista multitemático. Es decir, permiten combinar diversos temas, como la vegetación potencial de áreas rurales, la distribución de abundancia de especies, etc. De esta manera se pueden establecer los límites de dichas áreas y

también sugerir su ordenamiento ecológico y aconsejar la forma más adecuada para la explotación.

E. Aplicaciones Forestales

Esta es una aplicación característica en la que el SIG supone una ayuda para la conservación y la explotación del recurso bosque, indicando que áreas forestales merecen la máxima preservación y donde resulta más adecuado un uso sostenible de este recurso, atendiendo criterios tanto económicos como ecológicos. Otra aplicación de los SIG en este campo, es la prevención de incendios forestales (Gutiérrez Puebla, J; Gould, M. 2000)

Los planificadores forestales pueden utilizar los SIG para vigilar los efectos de la deforestación y para planificar la coordinación del sistema de ordenación maderera basándose en la información sobre tipos de suelo, especies requeridas, crecimiento y productividad y pueden incluso evaluar los efectos visuales de la extracción de madera en zonas apreciadas por su belleza natural (FAO 1999)

F. Estudios de Impacto Ambiental

La implantación de nuevas infraestructuras (carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, presas hidroeléctricas, etc.) o desarrollo de proyectos, conlleva siempre un impacto ambiental que puede ser muy importante por lo que puede ser previamente evaluado utilizando un SIG. Lógicamente las bases de datos deben contener información sobre aquellas variables que son de interés para el estudio, como los usos de suelos, vegetación, fauna, tipos de suelo, hidrología, patrimonio arqueológico, etc. El SIG puede mostrar cuales son los usos de suelo en el espacio, que va ser ocupado físicamente por el proyecto, además puede indicar si resulta afectada alguna zona protegida o algún yacimiento arqueológico; o contestar cuantas personas van a ser afectadas, etc.¹⁷

En estos estudios se requiere realizar muchos tipos de superposiciones o traslapes de información correspondientes a diferentes mapas temáticos (ej. uso del suelo, zonas protegidas, topografía, geología, hidrología, etc.), que por lo general se encuentran a diferentes escalas. Mediante la herramienta del SIG, toda esta información se incorpora en forma digital y con el mismo sistema de coordenadas, lo cual permite realizar todos esos tipos de traslapes de manera muy sencilla y en poco tiempo, con la ventaja adicional de que todos los nuevos mapas

¹⁷ Gutiérrez Puebla, J; Gould, M. 2000

resultados de este proceso, son generados automáticamente. En los sistemas convencionales esto significaría la utilización de más horas dibujante para obtener el mapa final.

G. Simulación de Efectos Ambientales

La gran versatilidad para manejar gran cantidad de variables le da a los SIG amplias cualidades para la simulación de procesos. De esta manera por ejemplo, se podría determinar la pluma de contaminación en el subsuelo de una refinería, o estimar el área de influencia de un derrame en el mar, conociendo datos sobre corrientes marinas, dirección preferencial de los vientos, salinidad, temperatura, etc.

H. Agricultura

Las posibles aplicaciones del SIG en la agricultura son casi infinitas. Por ejemplo para determinar los mejores lugares potenciales para producir ciertos cultivos comerciales con base a un tratado de libre comercio, el planificador agrícola puede utilizar bases de datos geográficos los que se combine la información sobre suelos topografía, clima, red vial, red hidrológica, para determinar el tamaño y potencial de las zonas biológicamente adecuadas, también se puede superponer sobre otras bases de datos con información sobre tenencia de tierras, infraestructura de transportes, disponibilidad de mano de obra y distancia del mercado para hacer más completa la información. Se pueden cambiar continuamente las características de los distintos datos descriptivos a través del tiempo para determinar las posible repercusiones de las circunstancias cambiantes, como son los efectos de la sequia y el aumento o descenso de los precios nacionales o mundiales (FAO 1999)

I. Riesgos, Desastres y Catástrofes

Una de las tareas de los SIG es la construcción de una base de datos georeferenciada orientada a la prevención, preparación y atención de desastres, poniendo a disposición información bajo la forma de mapas electrónicos sobre los cuales se vuelcan gran cantidad de datos temáticos de gran apoyo utilizados como instrumento de análisis y de consulta para fines de formulación de planes de desarrollo, planificación, programas y acciones relativas a la prevención de desastres mediante metodologías, estudios e investigaciones aplicadas a diferentes niveles, o simplemente para realizar consultas. Villanueva, C.E.E.; Vílchez, J.L. 2003

Los SIG constituyen una herramienta eficaz para la prevención de riesgos de muy distintos tipos y para la toma de decisiones ante las catástrofes. Con la ayuda de un SIG se puede abordar cuestiones como la determinación de la distribución exacta de los focos y zonas de riesgos, también la identificación de la población potencialmente afectada, la selección de las redes de transporte utilizables para facilitar una eventual evacuación. Conviene recordar que los focos de riesgo pueden ser naturales (inundación de zonas adyacentes a ríos, riesgo volcánico, terremotos) o producto de la actividad humana.

J. Planificación de la respuesta para emergencias

Capacidad para combinar todo lo referente a infraestructura, red vial, servicios (Cruz Roja, Bomberos, etc.), recursos y otros muchos elementos más utilizados en los procesos de toma de decisiones para la planificación y atención de las emergencias.

K. Selección de Rutas Óptimas

Mediante el análisis de diferentes tipos de variables, las cuales pueden ser clasificadas como restricciones o factores, el sistema puede determinar cuál podría ser la ruta de menor costo para una obra determinada (ej. líneas de transmisión eléctrica, acueductos, etc.).

L. Gestión Territorial

Son aplicaciones SIG dirigidas a la gestión de entidades territoriales, permiten un rápido acceso a la información gráfica y alfanumérica, y suministran herramientas para el análisis espacial de la información. Facilitan labores de mantenimiento de infraestructura, mobiliario urbano, etc.

M. Desarrollo Local

En cuanto al desarrollo municipal, cada vez es mayor el número de municipios que poseen un SIG en el que se almacena y gestiona información relativa al planeamiento, la propiedad de los bienes inmuebles y los impuestos que sobre ellos recaen. El SIG se utiliza en tareas muy diversas como la gestión de los impuestos municipales, el control del cumplimiento de la normativa urbanística, la localización de nuevos equipamientos, la mejora del transporte, etc. Además los SIG municipales, pueden jugar un papel en el proceso de la revisión de planes generales de urbanismo y normas subsidiarias, como herramienta para la selección de zonas aptas para canalizar los nuevos desarrollos residenciales, determinación de zonas sensibles desde

el punto de vista ambiental, localización de espacios abiertos, etc. (Instituto Geográfico Codazzi, 1997).

N. Equipamiento Social

Implementación de aplicaciones SIG dirigidas a la gestión de servicios de impacto social, tales como servicios sanitarios, centros escolares, hospitales, centros deportivos, culturales, lugares de concentración en casos de emergencias, centros de recreo, entre otros y suministran información sobre las sedes ya existentes en una determinada zona, además ayudan en la planificación en cuanto a la localización de nuevos centros. Un buen diseño y una buena implementación de estos SIG aumentan la productividad al optimizar recursos, ya que permiten asignar de forma adecuada y precisa los centros de atención a usuarios cubriendo de forma eficiente la totalidad de la zona de influencia.

Ñ. Ordenamiento Territorial

El ordenamiento territorial involucra tres estrategias básicas: la planificación del uso de la tierra, el logro de un equilibrio espacial en los proyectos de inversión social y económica y la organización funcional y administrativa óptima del territorio. En los análisis del plan de ordenamiento territorial se obtienen grandes cantidades de datos de diferentes fuentes como lo son: interpretación de fotografías aéreas e imágenes, observaciones, encuestas socioeconómicas y análisis de la información. En este sentido, el SIG ha pasado a ser una herramienta importante en el desarrollo de proyectos de ordenamiento territorial, partiendo de una estructuración mental que queda plasmada en el sistema de bases de datos que permiten seguir una evolución y evaluación, para facilitar la toma de decisiones en las diferentes etapas del Plan de Ordenamiento Territorial¹⁸

O. Catastro

En varios países se ha emprendido la ambiciosa tarea de informatizar el catastro con el soporte de un SIG. El catastro de bienes inmuebles (rústicos y urbanos) se convierte en una base de datos computarizada que contiene información territorial al mayor grado de resolución sobre el terreno nacional¹⁹

¹⁸ Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1997

¹⁹ Mas, 1993, citado por Gutiérrez Puebla, J; Gould, M 2000

El catastro contiene información espacial (localización, límites, superficie) y temática (cultivos, aprovechamiento, calidades, valores) sobre parcelas, y debe ser actualizado constantemente. Aunque su función primordial es la de servir de base para la gestión de diversos impuestos, la información que ofrece puede ser de gran utilidad para un sin fin de aplicaciones. De hecho un sistema de información catastral, es una herramienta para la toma de decisiones en los ámbitos legal, administrativo y económico, y una ayuda para la planificación y el desarrollo²⁰

Mediante la utilización de un SIG se puede manipular toda la información referente a las servidumbres, desde el plano catastral de la propiedad, hasta la base de datos de atributos (nombre del propietario, longitud de la servidumbre, referencias del registro, estado actual, etc.) para cada una de las servidumbres.

P. Cartografía Automatizada

Las entidades públicas han implementado este componente de los SIG en la construcción y mantenimiento de planos digitales de cartografía. Dichos planos son puestos a disposición de las empresas a las que puedan resultar de utilidad estos productos, con la condición de que estas entidades se encargan posteriormente de proveer versiones actualizadas de manera periódica. La planimetría tiene como objetivo la representación bidimensional del terreno proporcionándole al usuario la posibilidad de proyectar su trabajo sobre un papel o en pantalla sin haber estado antes en el sitio físico del proyecto. El fin de la planimetría es proporcionar un fácil acceso a la información del predio; por ejemplo, saber qué cantidad de terrenos desocupados se encuentran en el lugar, o qué cantidad de postes telefónicos necesita para ampliar su red, o qué cantidad de cable necesita para llegar hasta un cliente, emplearlo en soluciones móviles, utilizarlo como plataforma de archivos GIS. En otras palabras, permite visualizar de forma clara y con gran exactitud la información que se encuentra dentro del proyecto.

Q. Cartografía Digital 3D

Este tipo de información tridimensional de construcciones civiles, es requerida para realizar, por ejemplo, la planeación de la cobertura de las ondas de radio en una población ubicando los rebotes de ondas radiales entre antenas, optimización de redes, ubicación de antenas, interferencias de radio frecuencia, tendido de líneas de transmisión en 3D; o en el caso de la planeación de un aeropuerto este modelado tridimensional permitiría realizar el estudio de los

²⁰ Dale, 1991, citado por Gutiérrez Puebla, J; Gould, M 2000

espacios aéreos que intervienen en el proceso de diseño referenciado, en su caso, la viabilidad técnica de su construcción.

R. Infraestructura

Algunos de los primeros sistemas SIG fueron utilizados por las empresas encargadas del desarrollo, mantenimiento y administración de redes de electricidad, gas, agua, teléfono, alcantarillado, etc.; en este caso, los sistemas SIG almacenan información alfanumérica de servicios relacionados con las distintas representaciones gráficas de los mismos. Estos sistemas almacenan información relativa a la conectividad de los elementos representados gráficamente, con el fin de realizar un análisis de redes.

La elaboración de mapas, así como la posibilidad de realizar una consulta combinada de información, ya sea gráfica o alfanumérica, son las funciones más comunes para estos sistemas, también son utilizados en trabajos de ingeniería, inventarios, planificación de redes, gestión de mantenimiento, entre otros.

S. Ingeniería de Transito

Sistemas de Información Geográfica utilizados para modelar la conducta del tráfico determinando patrones de circulación por una vía en función de las condiciones de tráfico y longitud. Asignando un costo a los puntos en los que puede existir un semáforo, se puede obtener información muy útil relacionada con análisis de redes.

T. Demografía

Se evidencian en este tipo de SIG un conjunto diverso de aplicaciones cuyo vínculo es la utilización de las variadas características demográficas, y en concreto su distribución espacial, para la toma de decisiones. Algunas de estas aplicaciones pueden ser: el análisis para la implantación de negocios o servicios públicos, zonificación electoral, etc. El origen de los datos regularmente corresponde a los censos poblacionales elaborados por alguna entidad gubernamental.

U. Geomarketing

La base de datos, de los clientes potenciales de determinado producto o servicio, relacionada con la información geográfica, resulta indispensable para planificar una adecuada campaña de

marketing o el envío de correo promocional, se podrían diseñar rutas óptimas a seguir por comerciales, anuncios espectaculares, publicidad móvil, etc.

Banca

Los bancos son buenos usuarios de los SIG debido a que requieren ubicar a sus clientes y planificar tanto sus campañas como la apertura de nuevas sucursales incluyendo información sobre las sucursales de la competencia.

V. Apoyo en etapas de Diseño y Construcción de Nuevas Obras

Los SIG tienen la capacidad de manejar gran cantidad de variables que son consideradas a la hora de tomar las decisiones en los procesos de diseño y construcción de nuevas obras. Estas variables pueden incluir tanto lo relacionado con el entorno (topografía, tipo de suelo, hidrología, infraestructura adyacente, zonas protegidas, red vial, etc.), así como las características propias de la obra, incluyendo la incorporación de los planos constructivos ya existentes dibujados en otros sistemas como AutoCad o Microstation.

2.8. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL SALVADOR.

Los aportes de los SIG en las temáticas ambientales y desarrollo agrícola en El Salvador se pueden catalogar como exitosos desde el punto de vista del usuario, dado que los productos de estos sistemas han tenido el concepto de innovación y de análisis, tan necesario para el planeamiento técnico que da respuestas a un sin fin de necesidades provenientes de los sectores demandantes de información. Así también el impacto se ve reflejado en los programas de apoyo que gestionan proyectos de cooperación internacional los cuales incluyen en sus componentes el uso de la información georeferenciada a través de los sistemas de información geográfica.

2.8.1. SISTEMAS DE INFORMACION DE TIERRAS. PROYECTO CENTA-FAO-Laderas.

Uno de los más exitosos programas a nivel de gestión agrícola se vio reflejado en el proyecto “*Agricultura Sostenible en Zonas de Laderas*” ejecutado por la FAO-Holanda y el Centro

Nacional de Tecnología Agropecuaria, CENTA. Durante la ejecución de este programa se elaboraron mapas de uso de los suelos en las zonas o sitios de desarrollo del programa basados en delimitaciones de cuencas y microcuencas de dichas zonas.

Básicamente los objetivos específicos perseguidos durante el desarrollo de este proyecto fueron la elaboración de estudios de zonificación agrológica y socioeconómica, diseñar escenarios de desarrollo agrícolas sostenible en los usos actuales y potenciales (Sloot, Castillo, Engles, Van Wambeke, 1996)²¹ de las zonas de influencia que comprendían los departamentos de Morazán, Cabañas y la parte norte del departamento de Usulután. La información y las bases manejadoras fueron desarrolladas por los expertos internacionales y nacionales, logrando la sinergia de tierras, SIT, que comprendía desde el levantamiento digital hasta la creación de bases manejadoras de datos, necesarias para que después de terminado el proyecto las se pudiera dar seguimiento y fortalecimiento del Sistema de Información de Tierras.

Además, como un aporte nacional, este proyecto desarrolló conjuntamente con el Proyecto de Protección del Medio Ambiente²² el primer mapa de conflicto de uso de suelo utilizando información sobre el uso de las tierras desarrollado por la Dirección General de Economía Agropecuaria el Ministerio de Agricultura y Ganadería, DGEAMAG, y el mapa de clases agrológicas del país realizado con metodología del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, elaborado por la Dirección General Recursos Naturales Renovables del mismo Ministerio, DGRNR-MAG, y digitalizado por el Proyecto CENTA-FAO-Holanda. Ambos mapas fueron sobrepuestos y basándose en una matriz de criterios para la determinación del conflicto de uso, se determinaron las áreas del país que presentaban un uso agrícola inadecuado; siendo este el primer mapa temático resultado del análisis con SIG presentado en el país.

En la actualidad el sistema de información de tierras establecido por la cooperación FAO-Holanda en el CENTA se encuentra aun funcionando pero su aporte es mínimo y en algunos casos sin trascendencia nacional.

2.8.2. SIG-PROCAFÉ

La Fundación Pro Café, Procafé, desarrolló en sus inicios un sistema de información geográfica, llamado SIG-Procafé, con énfasis a la delimitación de las zonas cafetaleras del país y además

²¹Sistemas de información de Tierras y la Zonificación Agroecológica en el Proyecto, GCP/ELS/004/NET, El Salvador

²² Proyecto Protección del Medio Ambiente USAID 519-0385, Abt Associates Inc. (Green Project).

aportar la delimitación de las propiedades, clasificación de las categorías del café y la productividad de este importante rubro agrícola del país. Los usos del SIG-Procafé se diversificaron debido a su calidad en la elaboración de la información teniéndose frutos como levantamiento de las redes viales terrestres a nivel nacional y el mapa de la red Hídrica también a nivel nacional. Como consecuencia de la reestructuración y cambio de visión institucional, este pionero sistema de información geográfica desapareció quedando solamente como una unidad de elaboración o reproducción de información utilizando programas computacionales similares a los SIG pero que carecen del análisis gráfico y tabular de la información.

2.8.3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN DEL MAG

Las Direcciones Generales de Economía Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, ambas dependientes del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, desarrollaron también sus sistemas de información geográfica. Ambos sistemas desarrollaban y levantaban la información concerniente a su enfoque direccional teniéndose así que el SIG-DGEA se encarga del desarrollo de la información con respecto al uso de los suelos y en el desarrollo de los anuarios agropecuarios que detallaban la producción agrícola nacional. Como aporte significativo de este SIG se encuentra la determinación del “Uso Actual del Suelo” de 1986, basado en la interpretación de imágenes de satélite LandSat 5TM 1993/1994 en combinación con las bandas de falso color 3, 4 y 5 que fueron georeferenciadas y clasificadas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, con sede en Costa Rica.

Este fue uno de los aportes significativos que hizo evolucionar e iniciar el uso de las teledetecciones remotas generadas por las imágenes de satélite en el país. El producto generado, si bien fue significativo, tuvo sus fallas y vacíos que al correr del tiempo y con su aplicación, a la hora de tomar decisiones, dejaban cierta discrecionalidad para su uso. Por su parte el SIG-DGRNR, llamado también SIG-PAES²³, desarrolló información básica para los objetivos del Programa Ambiental de El Salvador, el cual se estaba desarrollando un modelo para la implementación de la agricultura sostenible en la cuenca alta del río Lempa. Este componente de SIG se vio muchas veces truncado por decisiones gerenciales teniendo un pobre desarrollo con respecto a los demás.

²³ Programa Ambiental de El Salvador, PAES.

2.8.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL, SIA-MARN

A partir de la aprobación de la Ley de Medio Ambiente en 1998 se creó el Sistema de Información Ambiental, SIA, cuya finalidad es la de reunir, levantar y distribuir toda la información de la gestiones ambientales que se realicen en el país. Esta unidad especializada ha tenido grandes aportes en el uso de los SIG en El Salvador. Entre éstos se puede mencionar la generación del Mapa de Cuencas a escalas 1:50,000 para todo el país y parte de Honduras y Guatemala, ya que el trabajo incluyó las cuencas trinacionales como la del Río Lempa, Río Paz y Río Goascorán. La generación del primer mapa de vulnerabilidad a inundaciones y deslizamientos de tierras fue otro de los aportes desarrollado por el SIA. Paralelamente a este esfuerzo se desarrolló la creación del primer disco compacto de la gestión ambiental, el cual contiene toda la información tanto ministerial como de los proyectos de índole ambiental ejecutados en el país. Estas versiones se fueron desarrollando y actualizando hasta dar la versión de doble disco el cual contiene en uno de ellos todos los mapas y sus bases de datos así como también el programa de distribución gratuita Arc-Explore para que usuarios e interesados en la temática ambiental pudieran hacer uso de la información contenida. La distribución y reproducción se realiza sin costo alguno para los que lo soliciten por lo que éstos han tenido una gran difusión tanto local como internacionalmente.

Las gestiones internacionales para la generación de información fue otro punto fuerte para el desempeño de esta unidad ya que se cuentan con proyectos regionales como el Corredor Biológico Mesoamericano para el cual se firmó un Memorando de Entendimiento entre la CCAD²⁴ y la NASA²⁵ a partir del cual se generaron talleres de capacitación sobre interpretación de datos de sensores remotos e imágenes de satélite, así como intercambio de información y tecnología con las contrapartes gubernamentales de la región centroamericana. Así también en 1998, a través de la cooperación internacional del Banco Mundial, se desarrolló el Mapeo de Vegetación y Ecosistemas Terrestres y Acuáticos de cada país centroamericano. Esta información representó una mejor aproximación a la realidad nacional respecto a datos como porcentajes de cobertura boscosa. Brindó también nuevos reportes de ecosistemas que no se

²⁴ Comisión Centro Americana de Desarrollo

²⁵ National Aeronautic and Space Administration, USA.

habían hecho a nivel nacional y regional. Las instituciones beneficiadas quedaron comprometidas para darle una constante actualización a esta información.

A raíz de las catástrofes causadas por los terremotos de enero y febrero de 2001 que sacudieron todo el territorio salvadoreño el SIA tuvo una participación fundamental en el desarrollo y levantamiento de toda la información sobre los eventos causados por los movimientos telúricos. El apoyo directo y disponibilidad de la información a los organismos nacionales componentes del Comité de Emergencia Nacional, COEN, y a las entidades internacionales que respondieron al llamado de solidaridad del gobierno salvadoreño facilitó en cierta medida la acciones a ser consideradas por parte de los tomadores de decisión ante la situación de emergencia surgida. Teniéndose una demanda de información que en cierta forma sobrepasaba la capacidad de infraestructura (hardware) con que contaba la unidad. Como resultado en esta etapa del SIA la información generada sirvió para los planes de reconstrucción, planes de adecuación y mitigación de riesgos, identificación de zonas de desastres, de vulnerabilidad y otros. Además de la generación de esta información y a raíz de la necesidades de información la NASA donó al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN, las primeras imágenes del satélite Ikonos que tienen una resolución de un metro. El espacio o área que abarcaban estas imágenes comprende toda la región metropolitana de San Salvador, siendo el primer país de la región en poseer toda su capital y ciudades circunvecinas a esta resolución. Esta información es utilizada por técnicos del MARN para la elaboración de los informes técnicos que avalan o en su caso deniegan la realización de proyectos sean estos habitacionales o industriales, así como para el establecimiento de zonas vulnerables a inundaciones o deslizamientos en la capital. Además de las escenas de alta resolución se obtuvieron otras de tipo LandSat 5 que abarcaban todas las zonas que reportaron daños a consecuencia de los terremotos, las cuales fueron utilizadas para identificar aquellas zonas con daños de gran envergadura.

A consecuencia de los terremotos y anteriores desastres naturales que han azotado al país, como el huracán Mitch de octubre de 1998, develando una realidad de alta vulnerabilidad no sólo a nivel de país sino a nivel regional, el contar con información geográfica precisa y rápida se fue tornando una urgente necesidad, la cual no provenía solamente del nivel gubernamental si no a nivel de comunidades, alcaldías, que urgidos para responder adecuadamente ante las emergencias vieron la utilidad de contar con un sistema de información que solventara eficaz y rápidamente esa carencia y poder así en cierto grado aminorar los daños y maximizar los esfuerzos en futuros eventos. Esto originó la aparición de pequeños sistemas de información

geográfica en proyectos de cooperación internacional enfocados al desarrollo de gestiones comunales en las alcaldías, las cuales se dedicaron a desarrollar información de interés para la comuna.

Es necesario mencionar que en el desarrollo de estos SIG comunales el SIA ha jugado un papel de capacitador y proporcionador de datos, con lo cual se ha podido tener un intercambio de información y conocimiento. Esta sinergia no sólo se ha experimentado con los SIG comunales si no también con otras entidades gubernamentales interesadas, entre las que destacan el Ministerio de la Defensa Nacional, el Instituto Geográfico Nacional y el Ministerio de Obras Públicas. Por otra parte el sector gubernamental dio origen al Servicio Nacional de Estudios Territoriales, unidad especializada anexa al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual reuniría todos los servicios de estudio, monitoreo y comportamiento de los fenómenos naturales.

El establecimiento del Sistema Nacional de Medio Ambiente, Sinama, es uno de los proyectos de gran envergadura que desarrolló el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales por mandato de ley. A grandes rasgos, los objetivos del Sinama se resumen en la creación de Unidades Ambientales, UA, en cada dependencia gubernamental y gobierno comunal del país "con la finalidad de establecer, poner en funcionamiento y mantener en las entidades e instituciones del sector público los principios, normas, programas, dirección y coordinación de la gestión ambiental del estado" (artículo 6 de la Ley del Medio Ambiente).

Para esto se formularon dos etapas para su establecimiento; como primera fase se desarrolló un plan piloto con dos instituciones identificadas como críticas en la gestión ambiental nacional, siendo éstas la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado ANDA y el Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal, ISDEM. La primera, ANDA, está vinculada a la administración y aprovechamiento del recurso agua y la segunda, ISDEM, al desarrollo de las gestiones de los gobiernos municipales del país.

En la primera etapa se vio poco apoyo de parte de las entidades beneficiarias, cumpliéndose solamente con el fortalecimiento institucional y equipamiento necesario para el funcionamiento de las unidades ambientales. En la actualidad las UA de ANDA e ISDEM están prácticamente abandonadas y no ejercen su función.

La segunda fase involucra a entidades como la División de Medio Ambiente de la Policía Nacional Civil, Fiscalía Nacional de la República, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Obras Públicas y dos gobiernos

municipales: la Alcaldía Municipal de Berlín y la Alcaldía Municipal de Izalco. Se ha proyectado que cada UA desarrolle su sistema de bases de datos y ponga disponible a través de la página Web la información que a criterio de cada UA considere para uso público. Si bien es cierto que la ley de Medio Ambiente demanda la creación de las UA en todas las dependencias gubernamentales y gobierno locales, esto no puede ser llevado a cabo en su totalidad ya que el esfuerzo es gigantesco y la demanda de recursos financieros extralimita a los existentes en la actualidad para el MARN.

Aporte del SIA en las emergencias nacionales de enero y febrero 2001.

El 13 de enero del 2001, las tierras salvadoreñas fueron sacudidas por un movimiento telúrico cuya magnitud fue de 7.9 en la escala de Richter. El epicentro de este fenómeno se localizó aproximadamente a 53 kilómetros de la costa salvadoreña.

Debido a su magnitud, los servicios de energía eléctrica y de comunicaciones colapsaron. Así también, la actividad industrial y comercial se vio paralizada. Los reportes de los daños tanto materiales como humanos empezaron a ser dados a conocer tanto a la población como al gobierno.

La instalación del Comité de Emergencia Nacional, COEN, junto a otras entidades gubernamentales fue ordenada por el Gobierno Nacional. Como resultado de este mandato, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de su titular, ordenó el traslado del Sistema de Información Ambiental, SIA, tanto personal técnico como capacidades infraestructurales (hardware y software) a disposición del COEN para suplir de la información geográfica necesaria a todas las entidades involucradas en la emergencia.

Se conformaron equipos evaluadores con técnicos del MARN y de otros ministerios, con la misión de verificar los eventos de deslizamientos de tierras, grietas y derrumbes ocasionados por el terremoto. Se fueron recopilando informaciones para lo cual el SIA creó una base de datos con la información de campo, logrando así la georeferenciación de esta información resultante. Además de captar en forma descriptiva el evento por medio de la boletas de campo, los técnicos tomaban fotografías las cuales eran anexadas a la información espacial en el SIG. Dicha información fue dibujando la magnitud del desastre a nivel nacional, reportándose entre los más destacados los deslizamientos de tierras y derrumbes y en menor proporción las grietas y represamientos de ríos.

Los daños humanos y en infraestructura no se registraban con grandes proporciones a excepción de la catástrofe ocurrida al oeste de la región metropolitana de San Salvador, donde el derrumbe de tierra de una de las laderas colindantes de la Cordillera del Bálsamo sepultó las viviendas de un populoso sector habitacional, causando considerables pérdidas humanas.

Muchas áreas del país registraron deslizamientos mucho más grandes en volumen y dimensión que el ocurrido en la región metropolitana de San Salvador pero tanto el daño humano como material fue mínimo.

Este análisis de comparación se logró mostrar usando la herramienta SIG dando como resultado la evacuación de aquellas zonas que se estimaron más vulnerables. Se consideraron especialmente aquellas colindantes a un accidente geográfico y que presentaban agrietamiento o deslizamientos de tierras leves o pequeños, pero que con la continuidad de replicas tectónicas, éstas podrían transformarse en grandes y peligrosas. Además se empezaron a tomar medidas preventivas para la temporada lluviosa en las zonas identificadas como de alto riesgo

Los daños al sistema vial del país se presentaron como uno de los más abundantes dado que las principales carreteras se vieron obstruidas por derrumbes, grietas o daños en su capa asfáltica. El sólo mostrar la ubicación georeferenciada de éstos, si bien mostraba los lugares afectados a nivel local, no era suficiente, tomándose la decisión de hacer más interactiva la información lográndose presentar tanto la ubicación en coordenadas geográficas utilizando sistemas de posicionamiento global, GPS, y la dimensión del daño por medio de fotografías así como sus datos descriptivos (tabla de base de datos).

Esto permitió al SIA presentar, a nivel del Consejo de Ministros y Presidente, los primeros datos extraoficiales de los daños a causa de los fenómenos telúricos, logrando así influir en los tomadores de decisiones sobre las medidas paliativas ante la crisis presente durante la emergencia. Dada la existencia de un Comité de Emergencia Nacional que agrupaba los diferentes cuerpos de socorro, los datos de pérdidas humanas no fueron anexados a la base de datos del SIA, registrándose en ésta solamente aquellos eventos que se produjeron de índole ambiental.

CAPITULO 3
DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE
LICENCIA LIBRE SPRING

3.1. INTRODUCCIÓN A SPRING

3.1.1. PRESENTACIÓN DEL SISTEMA.

El programa SPRING (Sistema para Procesamiento de Informaciones Georeferenciadas) es un banco de datos geográfico de segunda generación, desarrollado por el *INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)* (en español Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales) de Brasil para ambientes UNIX y Windows con las siguientes características:

- Opera como un banco de datos geográfico sin fronteras y soporta un gran volumen de datos (sin limitaciones de escala, proyección y huso), manteniendo la identidad de los objetos geográficos a lo largo de todo banco;
- Administra tanto datos vectoriales como datos matriciales (“raster”), y realiza la integración de datos de sensores remotos en un SIG;
- Proporciona un ambiente de trabajo amigable y poderoso, a través de la combinación de menús y ventanas con un lenguaje espacial fácilmente programable por el usuario (LEGAL - Lenguaje Espacial-Geográfico basado en Álgebra).
- Consigue un escalonado completo, o sea, es capaz de operar con toda funcionalidad en ambientes que varían desde microcomputadoras hasta estaciones de trabajo RISC de alto desempeño.

Para alcanzar estos objetivos, SPRING se basa en un modelo de datos orientado a objetos, del cual se derivada su interfaz de menús y el lenguaje espacial LEGAL. Algoritmos innovadores, como los utilizados para indexación espacial, segmentación de imágenes y creación de retículas triangulares, garantizan el desempeño adecuado en las más diversas aplicaciones.

Otra característica, considerada extremadamente importante, es que la base de datos es única, o sea, la estructura de datos es la misma cuando el usuario trabaja en un microcomputador (IBM-PC) y en una máquina RISC (Estaciones de Trabajo UNIX), no habiendo necesidad alguna de conversión de datos. Lo mismo ocurre con la interfaz, la cual es exactamente la misma, de manera que no existe diferencia en el modo de operar SPRING.

3.1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y OBJETIVOS.

El desarrollo de una nueva generación de sistemas de procesamiento de imágenes y geoprocamiento en el INPE se inició en 1991, y tuvo su primer resultado concreto en 1993, con el lanzamiento de la versión 1.0 del SPRING (Sistema para procesamiento de Informaciones Georeferenciadas). La evolución del sistema SPRING durante varios años llevó al lanzamiento en 1996 de la versión 2.0, y en mayo de 1998 de la versión 3.0 (Windows), en octubre de 1998 la versión 3.1.1, en enero de 1999 la versión 3.2 (Windows), en mayo de 1999 la versión 3.3 (Windows), en mayo de 2000 la versión 3.4 (Windows) y en marzo de 2001 la versión 3.5 (Windows y Linux), en agosto de 2003 la versión 4.0 (Windows), en julio de 2004 la versión 4.1 (Windows), en marzo de 2005 la versión 4.1 (Linux), en setiembre de 2005 la versión 4.2 (Windows) y en julio de 2006 la versión 4.3 (Windows y Linux) y actualmente se encuentra en desarrollo la versión 5.0 (Windows y Linux).

SPRING es un sistema innovador, proyectado inicialmente para redes de estaciones de trabajo basadas en la arquitectura RISC y ambiente operacional UNIX. Desarrollado usando técnicas avanzadas de programación, SPRING combina una interfaz altamente interactiva, usando el "X Windows System" y el padrón de presentación OSF/MOTIF.

La motivación básica para el desarrollo del SPRING se basa en dos premisas: *integración de datos y facilidad de uso*.

Los objetivos del sistema SPRING son:

- Integrar las tecnologías de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica.
- Utilizar modelos de datos orientado a objetos, que reflejan mejor la metodología de trabajo de estudios ambientales y catastrales.
- Proveer al usuario de un ambiente interactivo para visualizar, manipular, editar imágenes y datos geográficos.

SPRING tiene como objetivo también preservar la inversión de los usuarios de los sistemas SITIM y SGI, una vez que todos los datos generados en estos sistemas pueden ser totalmente aprovechados (inclusive con topología) en el nuevo ambiente.

3.1.3. CONFIGURACIÓN NECESARIA PARA UTILIZAR SPRING

Las exigencias mínimas de software y hardware para usar el producto SPRING correctamente son descritas a continuación.

A. Plataforma PC

Como software SPRING requiere:

- Windows 95/98/NT/2000 /XP/ Vista o W7.
- Linux compatible con Red Hat 9.0.

La plataforma mínima de hardware debe ser:

- Microcomputadora IBM/PC Pentium 200 MHz o superior
- Memoria RAM de 64 Mbytes (recomendado 128)
- Disco rígido de 1 Gbytes
- Monitor de vídeo en colores SVGA, 14" NI, dp 0.28 mm
- Unidad de CD-ROM.

B. Periféricos

Periféricos como mesa digitalizadora, trazadores gráficos compatibles con **HPGL-2 o HPRTL** e impresoras en colores compatibles con **PostScript** también son soportados y pueden ser integrados al sistema.

Para la comunicación del SPRING con mesas digitalizadoras algunos formatos de datos más comunes soportados son:

1. MicroGrid ASCII Counts;
2. MicroGrid ASCII High Resolution;
3. GTCO Low Resolution ASCII;
4. GTCO High Resolution ASCII;
5. GTCO MULTICAD ASCII;
6. Calcomp Format 3 ASCII;
7. SUMMASKETCH Low Resolution ASCII;
8. SUMMASKETCH High Resolution ASCII.

Los modelos de mesa digitalizadora en las cuales el SPRING ha sido probado son:

- Digigraf (Vangogh, Davinci);

- Digicon 3624
- Calcomp - Drawing Board III
- Kurta - XLC36x48
- Summagraphics - Summagrid III, IV e V

C. Documentación en línea de SPRING

SPRING ofrece el sistema de ayuda en línea para auxiliar el trabajo con los menús y ventanas de diálogo. Todas las páginas fueron elaboradas en HTML y las figuras son imágenes en formato GIF.

La Ayuda de SPRING fue preparada para ser utilizada a través del explorador (Browser) que se encuentra instalado en la máquina. La Ayuda de SPRING puede ser ejecutada de dos maneras.

D. Modos de acceso a la Ayuda:

- Cuando se esté usando una ventana que posea un botón **Ayuda**, **presionar** el mismo para exhibir las informaciones sobre cómo trabajar con la ventana, o;
- **Escoger** el menú Ayuda de la barra del menú principal en cualquier pantalla del aplicativo (módulos) que se esté utilizando.

E. Módulos del SPRING

El programa **SPRING** (*Sistema de PProcesamiento para Informacion Georreferenciada*) está estructurado en tres módulos; "**Impima**", "**Scarta**" y "**Spring**", con el objetivo de facilitar su uso y también compartir las funciones.

a. IMPIMA

El módulo "**Impima**" se utiliza solamente para obtener una imagen en el formato GRIB, a través de la lectura de imágenes en dispositivos como; CD-ROM, CCT (Computer Compatible Tapes), "streamer" (60 ó 150 megabytes) y DAT (Digital Audio Tape - 4 ó 8mm) adquiridas a partir de los sensores TM/LANDSAT-5, HRV/SPOT y AVHRR/NOAA, o imágenes en los formatos TIFF, RAW y SITIM.

La versión Windows solamente lee imágenes a través de CDROM o del propio sistema de archivos del computador.

b. SPRING

En el módulo "SPRING", están disponibles las funciones relacionadas a la creación, manipulación de consulta al banco de datos, funciones de entrada de datos, procesamiento digital de imágenes, modelaje numérico de terreno y análisis geográfico de datos. Es el módulo principal de entrada, manipulación y transformación de datos geográficos.

Las funciones de la ventana principal, en la *barra de menú*, del SPRING están divididas en: Archivo, Editar, Exhibir, Imagen, Temático, MNT, Catastral, Red, Objetos, Ejecutar, Herramientas y Ayuda. Para cada opción hay un menú asociado con operaciones específicas.

En la opción **Archivo**, se relacionan todas las actividades referentes a manipulación de Banco de Datos, Proyectos y Esquema Conceptual de un banco; la importación y exportación de datos de otros formatos y softwares, además del registro de nuevas imágenes que formarán parte de un proyecto.

La opción **Editar** permite al usuario definir los Planos de Informaciones de un Proyecto específico. La entrada de datos vectoriales, vía mesa digitalizadora o vía mouse es realizada en el ítem Vectores. Toda la conversión interna de datos entre proyectos, o sea, el intercambio de datos entre planos de información es realizada en el ítem Mosaico. En la opción Editar es posible también crear álgebra de campos a través del ítem Legal.

La opción **Exhibir** permite al usuario exhibir, o no, el Panel de Control. En el Panel de Control son presentadas solamente las categorías a las cuales existe asociado por lo menos uno de los planos de información, o sea, solamente los datos del proyecto activo.

La opción **Imagen** presenta funciones exclusivas de procesamiento de imágenes, como Realce de Contraste, Filtraje, Operaciones Aritméticas, Principales Componentes, Modelo de Mezcla, Clasificación, Segmentación, Transformación IHS-RGB, Restauración TM, Lectura de Pixel, Eliminación de Ruido y Estadística de Imágenes. Esta opción permite también procesamientos específicos para Imágenes de Radar como son la Corrección de Patrón de la Antena y la Conversión Slant to Ground Range.

En la opción **Temático** se encuentran las funciones de Cálculo de Área, Tabulación Cruzada, Mapa de Distancias, Análisis de Lineamientos, Medidas, Conversiones Raster - Vector y Vector - Raster.

En la opción **MNT** (Numérico), se encuentran funciones para modelaje numérico o digital del terreno, tales como Generación de Retícula Regular y Triangular, Delimitación de Intervalos,

Generación de Imagen, Generación de Isolíneas, Cálculo de Pendiente, Perfil, Volumen y Visualización en 3D.

En la opción **Catastral** y **Redes** se encuentran operaciones de Edición, Mosaico y Mapa de Distancias.

En la opción **Objetos** se encuentra la manipulación de objetos y consulta.

En la opción **Herramientas** se encuentran las operaciones de Calibrar Mesa, Operaciones Métricas y Configurar Ambiente.

c. SCARTA

El módulo "SCARTA " presenta funciones para que un mapa generado en el módulo principal SPRING pueda ser presentado como el producto final de un documento cartográfico. Están disponibles opciones para editar un mapa y generar un archivo para impresión.

El usuario tiene la opción de editar textos, símbolos, leyendas, líneas, cuadros y retículas en coordenadas planas o geográficas. Permite la exhibición de mapas en varias escalas en formato raster o vector, a través del recurso "Lo que usted ve es lo que usted tiene"

F. Uso de botones que se repiten en las ventanas

El usuario debe notar que en las ventanas y cuadros de diálogos existen botones como "Activar", "Ejecutar", "Crear", "Borrar", "Cerrar" y "Ayuda" que aparecen en casi todas las pantallas.

- **Activar** - ejecuta un proceso como cargar un Proyecto y cierra la pantalla;
- **Ejecutar** - ejecuta una determinada función pudiendo o no cerrar la pantalla
- **Crear** - crea un nuevo dato y no cierra la pantalla.
- **Borrar** - elimina del disco un determinado dato y no cierra la pantalla.
- **Cerrar** - cierra cualquier cuadro de diálogo o ventana, incluso la aplicación si es el caso de la pantalla principal.
- **Ayuda** - ejecuta la ayuda en línea.

G. "Funciones no activas"

SPRING fue proyectado de modo que en todas las ventanas y cuadros de diálogo existan botones, menús o cuadros de texto que en determinado momento pueden no estar habilitados.

Esto ocurre en función del Plano de Información Activo en el momento o por que debe ser efectuado otro procesamiento antes del deseado.

H. Guardado Automático

En el módulo principal "**SPRING** " el usuario no se tiene que preocupar con la operación de guardar sus datos, ya que todo lo que es ejecutado, es automáticamente almacenado en disco. El guardado automático es válido para cualquier función que el usuario encuentre en los cuadros de diálogo a través de los menús, a excepción de cuando se edita un programa en Legal, muestras para clasificación o en la selección de puntos de control en el registro.

3.1.4. INTRODUCCIÓN AL GEOPROCESAMIENTO.

El geoprocésamiento puede ser definido como el conjunto de tecnologías orientadas a la recopilación y tratamiento de informaciones espaciales con un objetivo específico. Así, las actividades que envuelven el geoprocésamiento, son ejecutadas por sistemas específicos para cada aplicación comúnmente llamados *Sistemas de Información Geográfica* (SIG).

Un sistema de geoprocésamiento está destinado al procesamiento de datos referenciados geográficamente (o georeferenciados), desde su recopilación hasta la creación de salidas en forma de mapas convencionales, informes, archivos digitales, etc.; debiendo poseer recursos para su almacenamiento, gerenciamiento, manipulación y análisis.

Con la evolución de la tecnología de geoprocésamiento y de softwares gráficos, varios términos surgieron para las diferentes especialidades. El nombre *Sistemas de Información Geográfica* (o *Geographic Information System - GIS*) es muy utilizado y en muchos casos es confundido con geoprocésamiento. El geoprocésamiento es un concepto más amplio y representa cualquier tipo de procesamiento de datos georeferenciados, mientras que un SIG procesa datos gráficos y no gráficos (alfanuméricos) con énfasis en análisis espaciales y modelado de superficies.

A. Conceptos de Espacio y Relaciones Espaciales

El principal aspecto de los datos tratados en un SIG es la naturaleza dual de la información: un dato geográfico posee una *localización geográfica* (expresada como coordenadas en un mapa) y *atributos descriptivos* (que pueden ser representados en un banco de datos convencional). Otro aspecto importante es que los datos geográficos no existen aislados en el espacio: tan importante como localizarlos, es descubrir y representar las relaciones entre los diferentes datos. Algunos

ejemplos de los procesos de análisis espacial típicos de un SIG se muestran en la tabla 3.1 (adaptada de Maguire, 1991).

Análisis	Pregunta General	Ejemplo
Condición	¿Qué es lo que está...?”	¿Cuál es la población de esta ciudad?”
Localización	¿Dónde está...?	¿Cuáles áreas tienen una pendiente superior a 20%?
Tendencia	¿Qué cambió...?	¿Esta tierra era productiva hace 5 años?
Ruteo	¿Por dónde ir...?	¿Cuál es la mejor ruta para recolección de basura?
Patrones	¿Cuál es el patrón....?	¿Cómo es la distribución del dengue en Usulután?
Modelos	¿Qué ocurre si...?	¿Cuál es el impacto en el clima si se desforesta el volcán de San Salvador?

Tabla 3. 1. Análisis espacial.

B. Tecnologías Asociadas

El geoprocusamiento puede ser considerado una ciencia multidisciplinaria que tiene la contribución de muchas áreas. De forma general, las tecnologías que más contribuyen son:

- a. Cartografía** : contribuye con técnicas de confección de mapas;
- b. CAD** (Computer Aided Desing) y Computación Gráfica: contribuye con software, hardware, técnicas para la entrada de datos, exhibición, visualización, representación en 2D y 3D, manipulación y representación de objetos gráficos, etc.;
- c. Sistema de Gerencia de Banco de Datos** (SGBD o DBMS): constituyen modelos de datos, estructura de datos, seguridad y procesos de manipulación de grandes volúmenes de datos;
- d. Percepción Remota**: posee técnicas de adquisición y procesamiento de imágenes, con facilidades para la obtención de datos sobre cualquier lugar del globo terrestre, ya sea a través de sensores orbitales (satélites) o sensores fotográficos (aerotransportados);
- e. Inteligencia Artificial**: tecnología que usa la computadora para simular la inteligencia humana. La computadora actúa como especialista en las funciones de diseño, mapeo, clasificaciones, generalización de las características de los mapas, etc. Así, la inteligencia artificial proporciona modelos y técnicas de sistemas de diseño y análisis;

- f. **Estadística:** proporciona modelos y métodos de análisis de los datos, sean gráficos o no gráficos. Las técnicas estadísticas son utilizadas para verificar la calidad durante el preprocesamiento, para hacer el resumen de un archivo, como un informe de gerencia de los datos, para crear datos derivados de análisis, etc.;
- g. **Informática:** además de cubrir algunos de los ítems ya mencionados, la ciencia de la informática también contribuye con técnicas de desarrollo de sistemas, evolución de la tecnología de hardware para soportar grandes volúmenes de procesamiento de datos y la tecnología de redes de computadoras que permite el intercambio de informaciones entre equipos de forma local o remota.

C. Tipos de datos en Geoprocesamiento

Un sistema de Geoprocesamiento almacena la geometría y los atributos de los datos, que están georeferenciados, o sea, localizados en la superficie terrestre en una proyección cartográfica. Los datos manipulados en geoprocesamiento tienen como principal característica la diversidad de las fuentes generadoras y de los formatos existentes.

a. Mapas temáticos

Contienen regiones geográficas definidas por uno o más polígonos. Por ejemplo los mapas de uso del suelo y la aptitud agrícola de una región. Estos datos, obtenidos a partir del levantamiento de campo, son insertados en el sistema por digitalización o de una forma más automatizada, como es a partir de la clasificación de imágenes.

Para permitir una representación y análisis más precisa del espacio geográfico, la mayor parte de los sistemas almacena estos tipos de mapas en forma de arcos (límites entre regiones), incluyendo los nodos (puntos de intersección entre arcos) para montar una representación topológica. La topología construida es del tipo *arco-nodo-región*: arcos se conectan entre sí a través de nodos (puntos inicial y final) y arcos que circundan un área definen un polígono (región).

Un mapa temático también puede ser almacenado en formato matricial ("raster"). En este caso, el área correspondiente al mapa es dividida en celdas de tamaño fijo. Cada celda tendrá un valor correspondiente al tema más frecuente en esa localización espacial.

La opción entre la representación matricial y la vectorial para un mapa temático depende del objetivo en cuestión. Para la producción de mapas y en operaciones donde se requiere mayor

precisión, la representación vectorial es la más adecuada. Las operaciones de álgebra de mapas son realizadas con mayor facilidad en formato matricial. Sin embargo, para el mismo grado de precisión, el espacio de almacenamiento requerido por una representación matricial es sustancialmente mayor. Esto se ilustra en la figura 3.1.

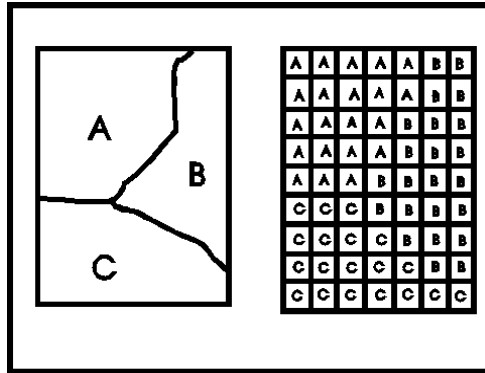


Figura 3. 1. Comparación formato vectorial y matricial

La tabla 3.2 presenta una comparación entre las ventajas y desventajas del almacenamiento matricial y vectorial para mapas temáticos. Esta comparación considera varios aspectos como relaciones espaciales, análisis y almacenamiento.

Aspecto	Formato Vectorial	Formato Raster
Relaciones espaciales entre objetos	Relaciones topológicas entre objetos disponibles	Relaciones espaciales deben ser deducidas
Conexión con banco de datos	Facilita asociar atributos a elementos gráficos	Escasamente asocia atributos a las clases del mapa
Análisis, Simulación y Modelaje	Representación indirecta de fenómenos continuos Álgebra de mapas es limitada	Representa mejor fenómenos con variación continua en el espacio Simulación y modelaje más fácil
Escalas de trabajo	Adecuado tanto a grandes, cuanto a pequeñas escalas	Más adecuado para pequeñas escalas (1:25.000 y menores)
Algoritmos	Problemas con errores geométricos	Procesamiento más rápido y eficiente.
Almacenamiento	Por coordenadas (más eficiente)	Por matrices

Tabla 3. 2. Comparación entre formatos para mapas temáticos.

b. Mapas catastrales (mapas de objetos)

Un mapa catastral se diferencia de un mapa temático, porque cada uno de sus elementos es un objeto geográfico, que posee atributos y puede estar asociado a varias representaciones gráficas. Por ejemplo, los lotes de una ciudad son elementos del espacio geográfico que poseen atributos (dueño, localización, valor de venta, etc.) y que pueden tener representaciones gráficas diferentes en mapas de escalas diferentes.

La parte gráfica de los mapas catastrales es almacenada en forma de coordenadas vectoriales, con la topología asociada. No es usual representar estos datos en forma matricial.

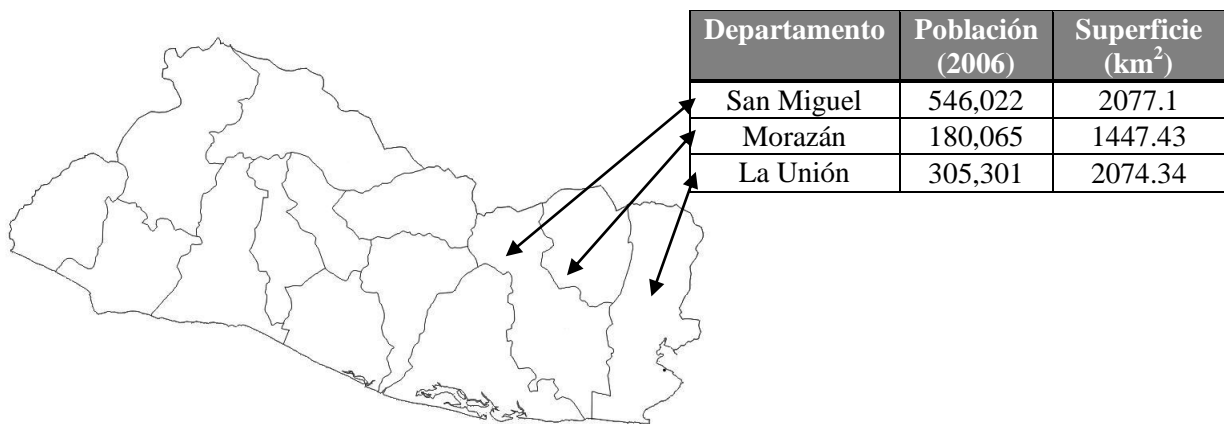


Figura 3. 2. Representación mapa catastral.

c. Mapa de Redes

En Geoprocusamiento, el concepto de "red" denota las informaciones asociadas a:

- Servicios de utilidad pública, como agua, luz y teléfono;
- Redes de drenaje (cuencas hidrográficas);
- Carreteras.

En el caso de redes, cada objeto geográfico (ej.: cable telefónico, transformador de la red eléctrica, conductora de agua) posee una localización geográfica exacta y está siempre asociado a atributos descriptivos, presentes en el banco de datos.

Las informaciones gráficas de redes son almacenadas en coordenadas vectoriales, con topología *arco-nodo*: los arcos tienen un sentido de flujo y los nodos atributos (pueden ser fuentes o sumideros). La topología de redes constituye una grafía, que almacena informaciones sobre recursos que fluyen entre diferentes localidades geográficas, como ilustra la figura 3.3.

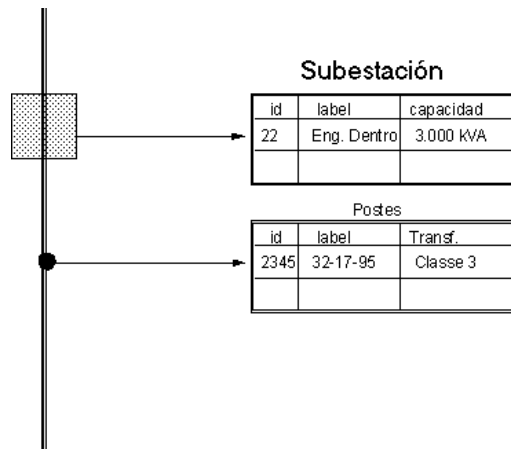


Figura 3. 3. Representación de una red de geoprocesamiento.

Como ejemplo, una red eléctrica, que tiene entre otros componentes: postes, transformadores, subestaciones, líneas de transmisión. Las líneas de transmisión serán representadas topológicamente como los arcos de una grafía orientada, estando las otras informaciones concentradas en sus nodos. Los algoritmos de cálculo de propiedades de la red pueden, en su gran mayoría, ser resueltos con la topología de la red y de sus atributos.

A diferencia de los otros tipos de datos, las redes son el resultado directo de la intervención humana sobre el medio ambiente. Cada aplicación de red tiene características propias y con alta dependencia cultural (por ejemplo, el ancho de las autopistas en los EUA es diferente del usado en El Salvador).

En el caso de aplicaciones en redes, la conexión con el banco de datos es fundamental. Como los datos espaciales tienen formatos relativamente simples, la mayor parte del trabajo consiste en realizar consultas al banco de datos y mostrar los resultados de forma adecuada. El área de redes es aún una gran motivación para innovaciones en SIG, destacándose en:

- Integración de datos
- Segmentación dinámica
- Lenguaje de visualización
- Capacidad de adaptación

La integración de datos es necesaria en aplicaciones como redes, donde se desea crear una base cartográfica continua a partir de informaciones dispersas en varios mapas. Usualmente, las redes (eléctrica, telefónica, agua potable y alcantarillado) están interconectadas en toda la malla

urbana. Pocos sistemas consiguen almacenarlas de forma continua, dando origen a particiones que no reflejan la realidad y que dificultan la realización de análisis y simulaciones.

Como las características de los elementos de la red son almacenados como atributos en bancos de datos, es necesario disponer de medios para visualizar esta información. Para ello, los SIG deben disponer de lenguaje de representación, que les permita controlar la simbología asociada a los componentes de la red, que varía conforme la escala de ploteo.

El paquete mínimo disponible en los sistemas comerciales consiste típicamente en el cálculo del camino óptimo y crítico. Este paquete básico es insuficiente para realizar la mayoría de las aplicaciones, pues cada usuario tiene necesidades completamente diferentes. En el caso de un sistema telefónico, una interrogante puede ser: "¿Cuál es el número de teléfonos servidos por un determinado terminal?". Por otra parte, para una red de agua, la pregunta puede ser: "Si adicionamos un determinado porcentaje de cloro en el tanque de agua de una colonia, ¿cuál será la concentración final en las casas?"

De este modo, un sistema de modelaje de redes solo tendrá utilidad para el cliente después de ser debidamente adaptado para sus necesidades, lo que puede llevar varios años. Esto impone una característica básica para esta aplicación: los sistemas deben ser versátiles y maleables.

d. Imágenes

Obtenidas por satélites, fotografías aéreas o "scanners" aerotransportados, las imágenes representan formas de captura indirecta de la información espacial. Almacenadas como matrices, cada elemento de imagen (denominado "pixel") tiene un valor proporcional a la reflectancia del suelo para el área de la imagen.

Por la naturaleza del proceso de adquisición de imágenes, los objetos geográficos están contenidos en la imagen y para individualizarlos, es necesario recurrir a técnicas de fotointerpretación y de clasificación automática.

Características importantes de las imágenes de satélite son: el número de bandas del espectro electromagnético (resolución espectral), el área de la superficie terrestre observada instantáneamente por cada sensor (resolución espacial) y el intervalo entre dos observaciones del satélite del mismo lugar (resolución temporal).

D. Clases de proyectos en Geoprocesamiento

La base de datos espacial es el componente de mayor costo en un sistema de Geoprocesamiento.

El alcance de los trabajos realizados permite distinguir entre dos tipos de ambientes:

- Proyectos de análisis espacial sobre regiones de pequeño y medio tamaño;
- Inventarios espaciales sobre grandes regiones.

Como ejemplo del primer caso, se puede tomar los Informes de Impacto Ambiental, como en el caso de la construcción de una presa hidroeléctrica o de una vía férrea. En el segundo caso, se ubican los levantamientos sistemáticos, como los realizados para el mapeo de la deforestación en alguna zona.

a. Proyectos de Análisis Espacial

Éstos usualmente requieren gran flexibilidad y alcance en las funciones de un SIG, para cantidades limitadas de datos, pero para una gran variedad de los mismos. Como ejemplo se pueden citar:

- Estudio de cuencas: con diferentes tipos de datos (geofísico, mapa geológico, fotos aéreas), y gran cantidad de datos derivados (conversión de DTM para imágenes, transformaciones IHS-RGB, entre otros).
- Zonificación de la áreas: con mapas de pendientes, uso del suelo, geomorfología, dirección de los vientos, localización de especies, locales accesibles para el turismo, entre otros.

b. Proyectos de Inventario espacial

En el caso de inventario, el mayor énfasis está en el tratamiento de grandes bases de datos, siendo que los mismos procedimientos son repetidos para todos los datos.

En los casos de inventario, el trabajo se resume, en muchos casos, a las fases de interpretación de los datos, integración a la base de datos espacial y ploteo de los resultados.

3.1.5. MODELO CONCEPTUAL DE SPRING

A. Modelo de Datos

Un *modelo de datos* es un conjunto de herramientas conceptuales utilizado para estructurar datos en un sistema computacional. Aspecto fundamental en el proyecto de un SIG, el modelo describe

como la realidad geográfica será representada en la computadora. Ninguna otra decisión limita tanto el alcance y el crecimiento futuro del sistema como la selección del modelo de datos.

A través de la Orientación a Objetos en Geoprocesamiento, Visión General del Proceso de Modelaje y la Definición de Modelo de Datos de SPRING se describe como la realidad geográfica se representa en el sistema. Las contribuciones más relevantes del modelo son:

- Integrar imágenes de Sensores Remotos y Modelos Numéricos del Terreno con mapas temáticos, mapas catastrales y de redes.
- Definir una cartografía entre los objetos geográficos y sus localizaciones permitiendo más de una información gráfica estar asociada a la misma entidad del mundo real.
- Engendrar una interfaz de alto nivel con contenido semántico.
- Permitir la coexistencia de las representaciones vectorial, matricial y retículas en un mismo sistema.

B. Orientación a Objetos en Geoprocesamiento

El término “*orientación a objetos*” denota un modelo de trabajo que viene siendo utilizado de forma amplia para el proyecto e implementación de sistemas computacionales.

La idea general del abordaje de orientación a objetos a un problema es aplicar las técnicas de clasificación. Los dos conceptos fundamentales en orientación a objetos son los conceptos de **clase** y **objeto**.

Un objeto es una entidad que posee una descripción (atributos) y una identidad.

Una clase reúne objetos que comparten propiedades comunes.

Para un análisis más completo, es muy útil reconocer subclases, derivadas de una clase básica, que permite un análisis más detallado. A este mecanismo se le da el nombre de **especialización**. Así, podemos decir que la clase “Primates” es una especialización de la clase “Mamíferos”. Este proceso puede continuar, y se puede definir además una clase “Hombres” como especialización de la clase “Primates”.

En el proceso de especialización, las clases derivadas heredan las propiedades de las clases básicas, acrecentando nuevos atributos que serán específicos de estas nuevas clases. En consecuencia, vale la aseveración “todo hombre es un mamífero, pero todo mamífero no es un hombre”.

El otro mecanismo fundamental de la teoría de orientación a objetos es la **agregación** (o **composición**). Un objeto compuesto es formado por el agrupamiento de objetos de tipos diferentes. Analizando el caso de una “computadora” se puede pensar en ella como un objeto compuesto, formado por CPU, memoria, disco duro, teclado, monitor y mouse.

a. Modelación orientada a objetos. Se aplica de forma natural al Geoprocésamiento. Cada uno de los tipos de objetos espaciales presentes será descrito a través de clases, que pueden obedecer a una relación de jerarquía, donde subclases derivadas heredan el comportamiento de clases más generales.

En Geoprocésamiento, la idea de **especialización** (también llamada de "is-a" o “es un”) es utilizada normalmente para definir subclases de entidades geográficas. Por ejemplo, en un mapa catastral, la clase de objetos indicada como universidad puede ser dividida por especialidad en universidad pública y universidad privada. Los atributos de la clase universidad son heredados por las subclases universidad pública y universidad privada, que pueden tener atributos propios.

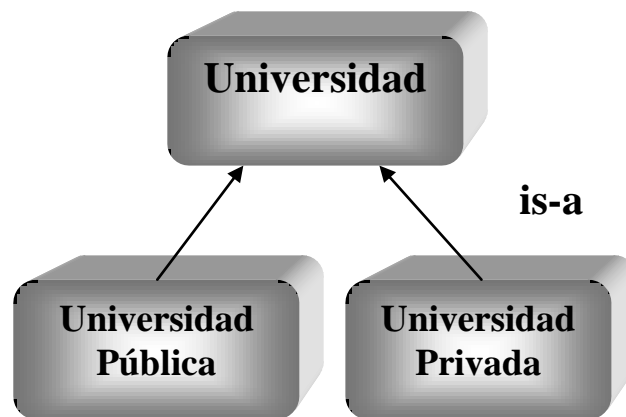


Figura 3. 4. Ejemplo de especialización.

La relación de **agregación** (también llamada relación "part-of") permite combinar varios objetos para formar un objeto de nivel semántico mayor donde cada parte tiene funcionalidad propia. Como ejemplo, una red eléctrica puede ser definida a partir de sus componentes como: postes, transformadores, subestaciones y líneas de transmisión.

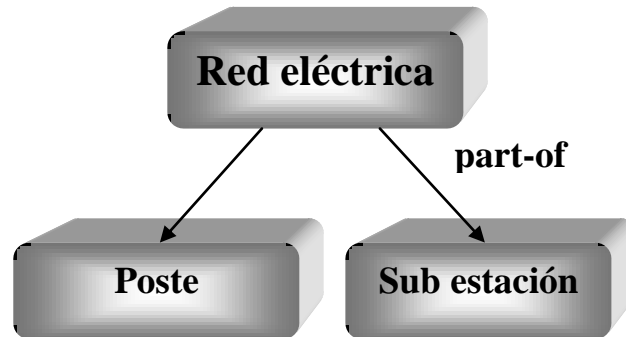


Figura 3. 5. Ejemplo de agregación.

C. Visión General del Proceso de Modelado

El proceso de Modelado es una característica propia al *diseño* de sistemas gráficos y de imágenes, y es posible distinguir cuatro universos (niveles de abstracción):

- El universo del *mundo real*, que incluye las entidades de la realidad a ser modeladas en el sistema.
- El universo *matemático (conceptual)*, que incluye una definición matemática (formal) de las entidades a ser incluidas en el modelo.
- El universo de *representación*, donde las diversas entidades formales son cartografiadas para la representación gráfica utilizada en el modelo.
- El universo de *implementación*, en donde las estructuras de datos y algoritmos para las operaciones con los datos geográficos son escogidos, basados en consideraciones como desempeño, capacidad del equipamiento y tamaño de la masa de datos. Es en este nivel que acontece la codificación.

La visión general del proceso de modelado está ilustrada en la figura 3.6.

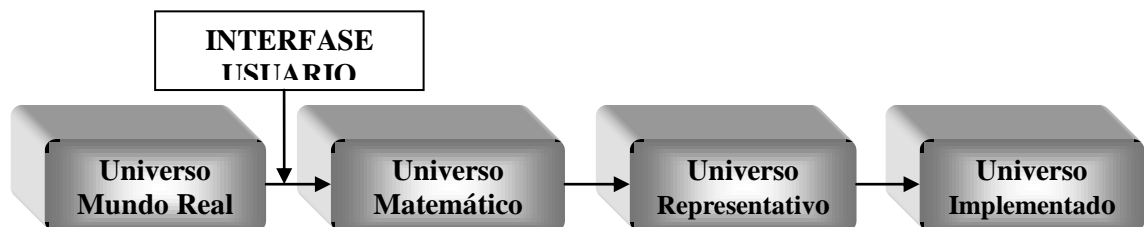


Figura 3. 6. Fases del proceso de modelado.

La visión de modelado presentada no se limita a sistemas de Geoprocesamiento.

- En el universo del *mundo real*, se encuentran los tipos de datos a ser representados (mapas de suelos, catastro urbano y rural, datos geofísicos y topográficos).
- En el *universo conceptual*, se puede distinguir entre las grandes clases formales de datos geográficos (campos y objetos), y especializar estas clases en los tipos de datos geográficos utilizados comúnmente (mapas temáticos y catastrales, modelos numéricos del terreno, imágenes de satélite).
- En el *universo de representación*, las entidades formales son asociadas a representaciones geométricas, que pueden variar conforme la escala y proyección cartográfica escogida. Aquí se distingue entre las representaciones matriciales (“raster”) y vectoriales, que pueden también ser especializadas.
- El *universo de implementación* es donde las estructuras de datos son escogidas y el sistema es codificado.

Este análisis indica también que la interfaz usuario de un SIG debe reflejar, tanto cuanto es posible, el universo conceptual y esconder detalles de los universos de representación e implementación

a. El Universo del Mundo Real

El modelo de SPRING no está limitado a un área particular de aplicación del Geoprocesamiento y puede incorporar aplicaciones tan diversas como Estudios Ambientales, Agricultura, Geología y Redes.

Algunas áreas de aplicación del Geoprocesamiento, en función de los tipos de datos utilizados se ilustran en la tabla 3.3.

Aplicaciones	Escalas típicas	Tipos de datos	Representaciones Gráficas	Operaciones
Bosques	1:10,000 a 1:500,000	Catastro rural (parcelas)	Matricial, vectorial	Clasif. imágenes, consulta espacial
Agricult.	1:25,000 a 1:250,000	Datos temáticos, P. Remota, MNT	Matricial, vectorial, retículas, TIN	Análisis espacial, pendiente
Geología	1:100,000 a 1:2,500,000	MNT, datos temáticos, imágenes	Matricial, retículas	Transf. IHS, visualiz. 3D
Redes	1:1,000 a 1:10,000	Redes lineales (topología)	Vectorial	Consulta espacial, cálculos dedicados
Estudios Urbanos	1:1,000 a 1:25,000	Redes, catastro urbano	Vectorial	Consulta espacial

Tabla 3. 3. Aplicaciones típicas del Geoprocesamiento.

b. El Universo Conceptual

En Geoprocesamiento, el espacio geográfico es modelado según dos visiones complementarias: *los modelos de campos y modelos de objetos* (Worboys, 1995). El *modelo de campos* ve el espacio geográfico como una superficie continua, sobre la cual varían los fenómenos que son observados, según diferentes distribuciones. Por ejemplo, un mapa de vegetación describe una distribución que asocia a cada punto del mapa, un tipo específico de cobertura vegetal.

El *modelo de objetos* representa el espacio geográfico como una colección de entidades diferentes e identificables. Por ejemplo, un catastro especial de los lotes de un municipio identifica cada lote como un dato individual, con atributos que lo distinguen de los demás.

Igualmente, se podría pensar como geobjetos los ríos de una cuenca hidrográfica o los aeropuertos de un país.

Las aplicaciones de Geoprocesamiento tratan con estos dos grandes tipos de datos:

- **Campos:** variaciones espaciales continuas (aproximadas y discretas); son usados para magnitudes distribuidas espacialmente, tales como tipo de suelo, topografía y contenido de minerales. Corresponden, en la práctica, a los datos temáticos, imágenes y modelos numéricos del terreno.
- **Objetos geográficos:** objetos individuales que tienen identificación con elementos del mundo real, como lotes de un mapa catastral y postes de una red eléctrica. Estos objetos tienen atributos no espaciales y pueden estar asociados a más de una representación gráfica. La localización pretende ser exacta y el objeto es distinguido de su entorno.

El aspecto fundamental de la distinción entre campos y objetos es la cuestión de la identidad. Los objetos existen independientemente de su representación en un mapa; en un sistema de Geoprocesamiento, son usualmente creados a partir de sus atributos y sólo después localizados en el espacio. Por ejemplo, es posible hablar de los objetos “escuelas de San Salvador” y especialmente de la “Escuela José Simeón Cañas”.

b.1. Clases del Universo Conceptual

Inicialmente, es importante establecer la base geométrica sobre la cual las clases del modelo son definidas. A partir de una región continua de la superficie terrestre, se puede definir el concepto de *región geográfica* (o reticulado geográfico).

“Se define una región geográfica R como una superficie cualquiera perteneciente al espacio geográfico, que puede ser representada en un plano, en dependencia de una proyección cartográfica apropiada.”

La *región geográfica* R sirve de soporte geométrico para localizaciones geográficas, pues toda una localización geográfica será representada por un punto de R . El uso de un conjunto discreto de puntos facilita una definición formal de las clases de datos geográficos y de las operaciones asociadas. La definición de región geográfica propuesta no restringe la selección de la representación geométrica (matricial o vectorial) asociada a los objetos geográficos.

Las clases básicas del modelo son:

- **Geocampos:** *Un geocampo representa la distribución espacial de una variable que posee valores en todos los puntos pertenecientes a una región geográfica.*

- **Geobjetos:** *Un geo-objeto es un elemento único que posee atributos no espaciales y está asociado a múltiples localizaciones geográficas. La localización pretende ser exacta y el objeto es distinguido de su entorno.*
- **Mapa de Geobjetos**
- **Plano de Información**
- **Objeto no espacial**
- **Banco de Datos Geográfico**

c. Universo de Representación

Al discutir el universo de representación, se indica cuáles estructuras serán utilizadas para construir un sistema de Geoprocesamiento.

El concepto básico utilizado es el de REPRESENTACIÓN GEOMÉTRICA. Una representación define una descripción geométrica de un plano de información, que puede ser especializado en:

- **Representación matricial:** incluye diferentes formas de almacenamiento de datos geográficos en matrices.
- **Representación vectorial:** incluye las diferentes topologías de almacenamiento vectorial.

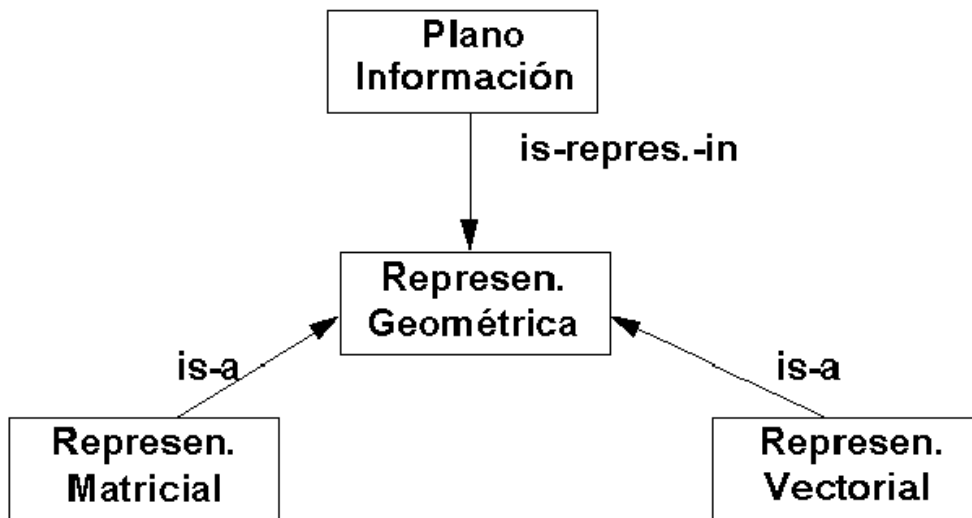


Figura 3. 7. Universo Representativo.

Jerarquía de Representaciones Matriciales

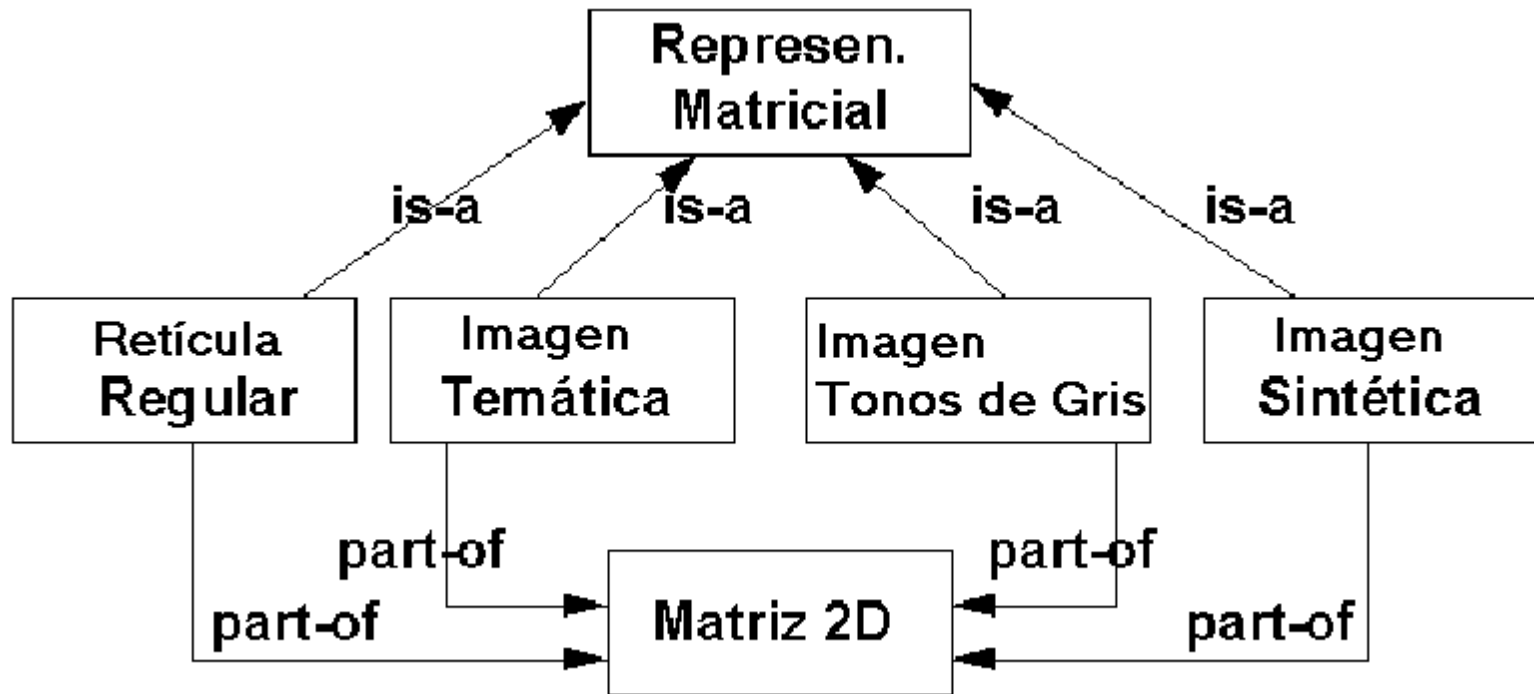


Figura 3. 8. Jerarquía de clases para la representación matricial.

Las clases derivadas de la REPRESENTACIÓN MATRICIAL son:

1. RETÍCULA REGULAR: una retícula regular es una matriz de números reales.
2. IMAGEN EN TONOS DE GRIS: imagen representada a través de una matriz donde los valores de la matriz representan los valores de gris de la imagen.
3. IMAGEN TEMÁTICA: representación matricial de un geocampo TEMÁTICO, Por ejemplo, en una imagen temática, un elemento de la matriz de valor 2 puede estar asociado al tema “Bosque Ombrófilo”.
4. IMAGEN SINTÉTICA (o CODIFICADA): representación de una imagen en colores, utilizada para mostrar imágenes en una composición en colores, en placas gráficas de falso color.

Jerarquía de Representaciones Vectoriales

Para definir esta jerarquía, se necesita inicialmente precisar mejor lo que se entiende por primitivas geométricas: *coordenadas 2D*, *coordenadas 3D*, *nodo 2D*, *nodo red*, *arcos*, *arcos orientados*, *isolíneas* y *polígonos*.

Dada una región geográfica R, es posible definir:

1. COORDENADA 2D: Es un objeto compuesto por una localización singular (x_i, y_j) pertenece a la región geográfica R.
2. COORDENADA 3D: Es un objeto compuesto por una localización singular (x_i, y_j, z) , donde (x_i, y_j) pertenece a la región geográfica R.
3. PUNTO 2D: Es un objeto que posee atributos descriptivos y una *coordenada 2D*.
4. LÍNEA 2D: Posee atributos e incluye un conjunto de *coordenadas 2D*.
5. ISOLÍNEA: Contiene una *línea 2D*, asociada a un valor real (cota).
6. ARCO ORIENTADO: Contiene una *línea 2D*, asociada a una orientación de recorrido.
7. NODO 2D: Incluye una *coordenada 2D* (x_i, y_i) que pertenece a R y una lista L de líneas 2D. Se trata de la conexión entre dos o más líneas, utilizada para mantener la topología de la estructura;
8. NODO DE RED: Contiene un *nodo 2D* y una lista de arcos orientados, donde a cada instancia se asocia una impedancia y un costo de recorrido;
9. NODO 3D: una instancia de esta clase contiene una *coordenada 3D* (x_i, y_i, z) y una lista L de *líneas 2D*. Se trata de la conexión entre tres o más líneas de una retícula triangular;

10. POLÍGONO: Un polígono contiene una lista de *líneas 2D* y una lista de *nodos 2D*, que describen las coordenadas del área externa y de las áreas internas que componen el polígono.

Una vez definidas las primitivas geométricas vectoriales, se puede establecer la jerarquía de representaciones geométricas vectoriales, como se muestra en la figura 3.9.

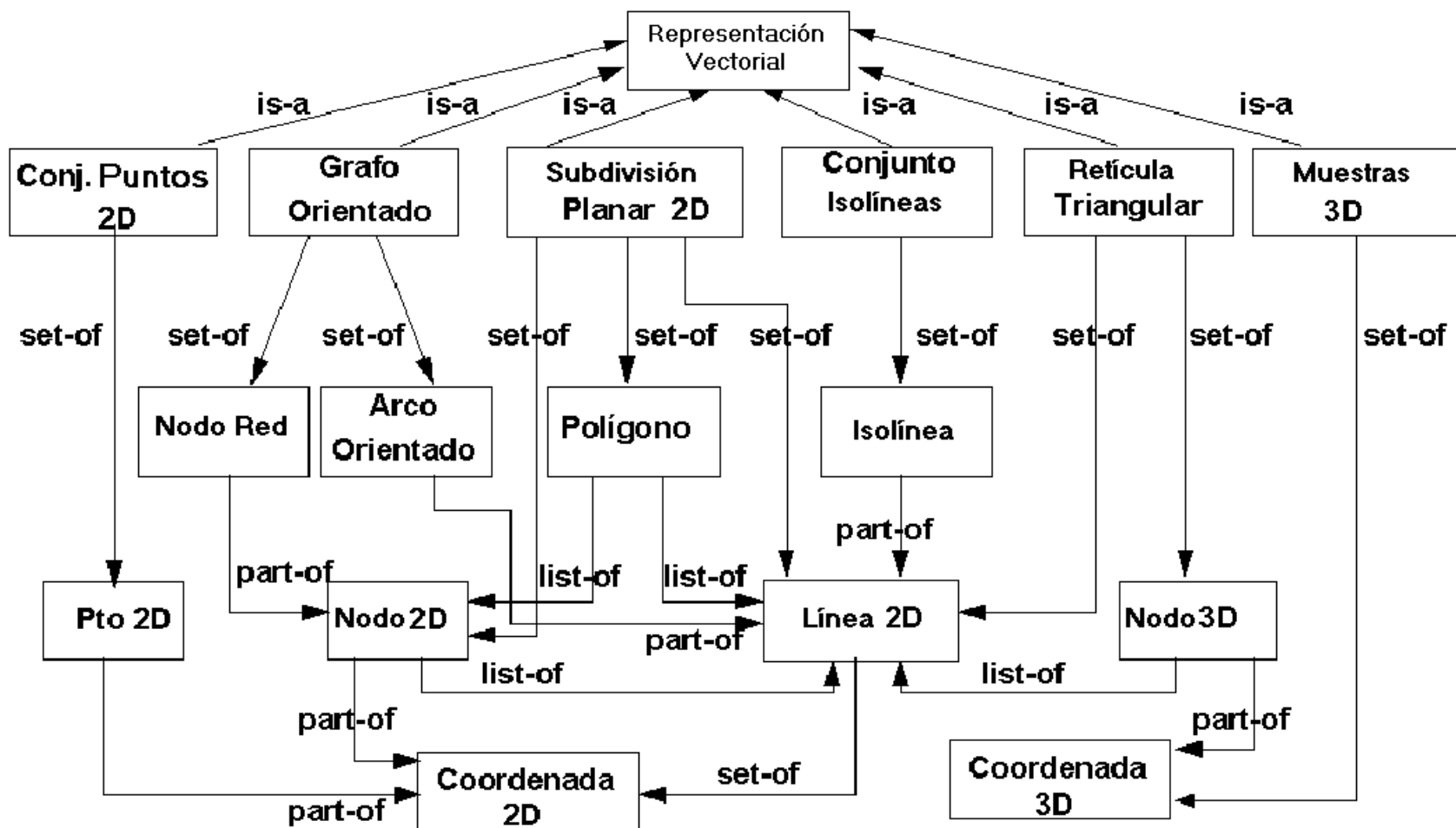


Figura 3. 9. Jerarquía de clases para representación vectorial.

En la figura 3.9, se distinguen las relaciones de especialización (“*is-a*”), inclusión de una instancia (“*part-of*”), inclusión de un conjunto de instancias (“*set-of*”) e inclusión de una lista de identificadores de instancias (“*list-of*”). Esta última relación será utilizada para mantener la topología 2D.

Especializaciones de REPRESENTACIÓN VECTORIAL:

1. CONJUNTO DE PUNTOS 2D: utilizado para guardar localizaciones aisladas en el espacio (Ejemplo: es el caso de pozos de petróleo).
2. CONJUNTO DE ISOLÍNEAS: Es un conjunto de *líneas*, donde cada línea posee una cota y las líneas no se interceptan.
3. SUBDIVISIÓN PLANAR: dada una región geográfica R, una instancia de esta clase contiene un *conjunto Pg de polígonos*, *L de líneas 2D* y *N de nodos 2D*.
4. GRAFO ORIENTADO: Es una representación, compuesta de un conjunto de *nodos red* y de un conjunto de *arcos orientados 2D*.
5. RETÍCULA TRIANGULAR: Contiene un conjunto de *nodos 3D* y un conjunto L de *líneas 2D* tal que todas las líneas se interceptan, en sus puntos iniciales y finales.
6. MAPA PUNTOS 3D: Es un conjunto de *coordenadas 3D*. Se trata de un conjunto de muestras 3D.

d. Universo de Implementación

Al discutir el universo de implementación, se indica cuales estructuras de datos deben ser utilizadas para construir un sistema de Geoprociamiento. Aquí se trata con decisiones concretas de programación y que pueden admitir un gran número de variaciones. Estas decisiones pueden tomar en cuenta las aplicaciones para las cuales el sistema está dirigido, la disponibilidad de algoritmos para el tratamiento de datos geográficos y el desempeño del hardware.

Uno de los aspectos principales a ser tomados en cuenta en el universo de implementación es el uso de estructuras de indexación espacial. Los métodos de acceso a datos espaciales se componen de *estructuras de datos* y *algoritmos de búsqueda y recuperación* y representan un componente determinante en el desempeño total del sistema.

Resumen

Para comprender mejor la relación entre los diferentes universos (niveles) del modelo, la tabla 3.4 muestra varios ejemplos de entidades del mundo real y sus correspondientes en el modelo.

CORRESPONDENCIA ENTRE UNIVERSOS DE MODELO			
Universo del mundo real	Universo conceptual	Universo de representación	Universo de implementación
Mapa de vegetación	Geocampo Temático	Imagen temática Subdivisión Planar	Matriz 2D Líneas 2D
Mapa altimétrico	Geocampo Numérico	Retícula regular, Retícula triangular, Conjunto Puntos 3D, Conjunto Isolíneas	Matriz 2D, Líneas 2D y Nodos 3D, Puntos 3D, Líneas 2D
Lotes urbanos	Geobjetos		
Mapa de lotes	Catastral	Subdivisión Planar	Líneas 2D
Red eléctrica	Red	Retícula Orientada	Líneas 2D

Tabla 3. 4. Correspondencia entre universos de modelo.

D. Definición del Modelo de Datos del SPRING

El proceso de definir el esquema conceptual de un banco de datos geográficos en el SPRING, consiste en extender la jerarquía de especialización definida por el modelo, creando clases derivadas de **GEOBJETO**, **CATASTRAL**, **RED**, **TEMÁTICO**, **MODELO NUMÉRICO DEL TERRENO** y **DATO SENSOR REMOTO**.

Como ejemplo, se considera la siguiente definición de modelo de datos para un banco de datos geográficos para catastro rural (ver figura 3.10):

- Una clase **HACIENDAS**, especialización de **GEOBJETO**, que puede también ser subespecializada en **LATIFUNDIO** y **MINIFUNDIO**.
- Una clase **MAPA DE PROPIEDADES**, especialización de **CATASTRAL**, que define un mapeo para los objetos de la clase **HACIENDAS** y sus especializaciones.
- Una clase **MAPA DE SUELOS**, especialización de **TEMÁTICO**, cuyas instancias almacenan los tipos de suelo para las áreas de estudio;

- Las clases ALTIMETRÍA y PENDIENTE, especializaciones de MODELO NUMÉRICO DEL TERRENO, cuyas instancias guardan (respectivamente) la topografía y la pendiente del área de estudio;
- Una clase DATOS LANDSAT, especialización de DATO SENSOR REMOTO, cuyas instancias contienen las imágenes del satélite LANDSAT sobre la región de estudio.

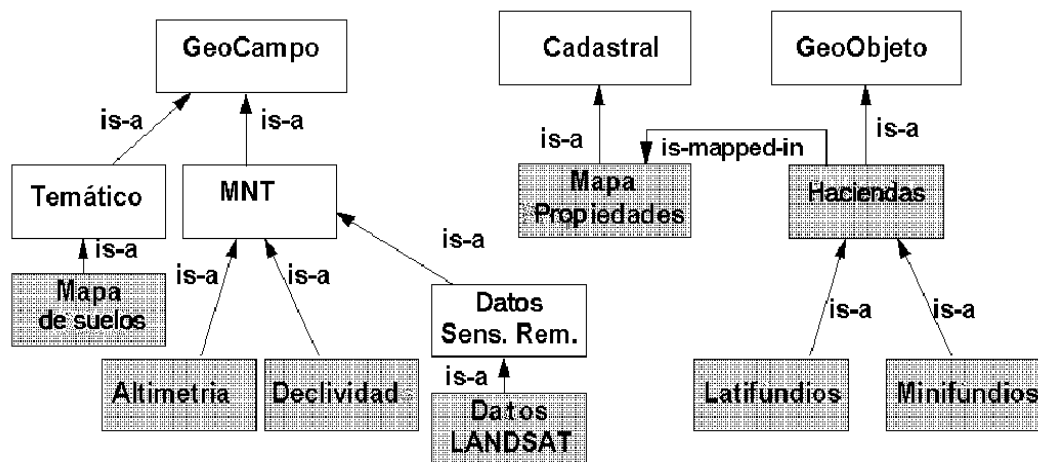


Figura 3. 10. Ejemplo de definición de modelo de datos.

La interfaz del SPRING implementa este mecanismo de definición del esquema conceptual a través de menús. Los pasos que se deben seguir son:

1. Definir cuáles son los tipos de datos que se quieren utilizar en el estudio (las “categorias”) e indicar cuáles son las categorías básicas de cada uno;
2. Crear un proyecto;
3. Crear planos de informaciones (PI) asociados a las categorías definidas en el banco y;
4. Editar (digitalizar o importar) los PIs.

3.2. CONCEPTOS CARTOGRÁFICOS BÁSICOS PARA EL USO DEL SPRING

3.2.1. SISTEMA DE COORDENADAS

Un objeto geográfico cualquiera, como una ciudad, la desembocadura de un río o el pico de una montaña, solamente podrá ser localizado si es posible describirlo en relación a otros objetos con

posiciones conocidas. Se trata de determinar su localización en una red coherente de coordenadas.

Cuando se dispone de un sistema de coordenadas como referencia, se puede definir la localización de cualquier punto en la superficie terrestre. SPRING trabaja con los sistemas de **coordenadas geográficas y planas**.

A. Sistema de Coordenadas Geográficas

Es el sistema de coordenadas más antiguo. En este cada punto de la superficie terrestre es localizado en la intersección de un meridiano con un paralelo.

Sobre la esfera terrestre, los meridianos son los círculos máximos que van del Polo Norte al Polo Sur (ver figura 3.11). Los polos definen el eje de rotación terrestre, que es perpendicular al plano ecuatorial.

Los paralelos son círculos de la esfera cuyo plano es perpendicular al eje de los polos (ver Figura 3.12). El Ecuador es el paralelo que divide la Tierra en dos hemisferios (Norte y Sur) y es considerado como el paralelo de origen (0°). Partiendo del ecuador en dirección a los polos se tienen varios planos paralelos al ecuador, cuyos tamaños van disminuyendo hasta tornarse un punto en los polos Norte ($+90^\circ$) y Sur (-90°). Existen, por tanto, infinitos paralelos y meridianos. A partir de estos elementos, se establece el sistema de coordenadas geográficas, que se compone de dos ángulos que determinan de forma única la posición de cualquier punto sobre la Tierra. Por un lado, la latitud, que procede de la palabra latina *latus*, que significa ancho, y por otro la longitud, que proviene del latín *longus*, que significa largo.

Se denomina **Latitud** geográfica de un punto, al ángulo formado por la vertical a la Tierra en dicho punto y el plano del Ecuador (ver Figura 3.14). La vertical en un punto se considera la recta que une ese punto con el centro de la Tierra.

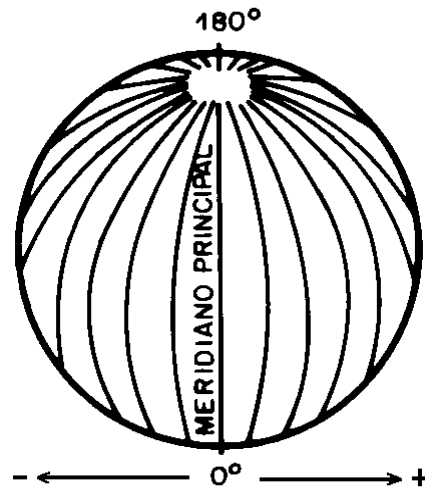


Figura 3. 11. Representación del meridiano principal.

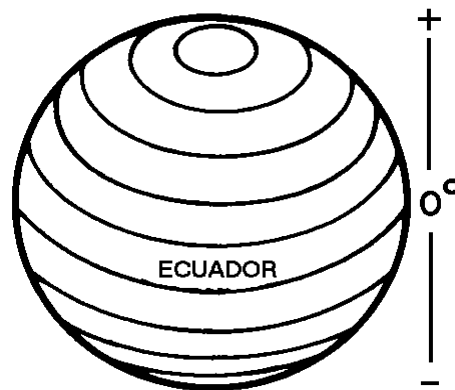


Figura 3. 12. Representación de los paralelos.

Se representa un punto en la superficie terrestre por un valor de latitud y longitud; donde la **Longitud** de un lugar es la distancia angular entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el meridiano inicial o de origen, medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto. Actualmente se toma como origen el Meridiano que pasa por el observatorio astronómico de Greenwich(ver Figura 3.11), escogido convencionalmente como origen (0°) de las longitudes sobre la superficie terrestre y como base para el conteo de los husos horarios. Al Este de Greenwich los meridianos son medidos por valores crecientes hasta $+ 180^\circ$. Al Oeste, sus medidas son decrecientes hasta el límite mínimo de $- 180^\circ$. Éste se adoptó como referencia en una conferencia internacional celebrada en 1884 en Washington.



Figura 3. 13. Longitud de puntos "P" y "Q".

Latitud es la distancia angular entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y la línea del Ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto.

El origen de latitudes es el Ecuador, y el valor de la latitud oscila entre los 0° de este plano ecuatorial y los 90° en los polos. La latitud se considera positiva cuando el punto se encuentra en el hemisferio Norte y negativa en el Sur. La colatitud es el valor del ángulo complementario de la latitud, es decir, 90° menos la latitud del punto.

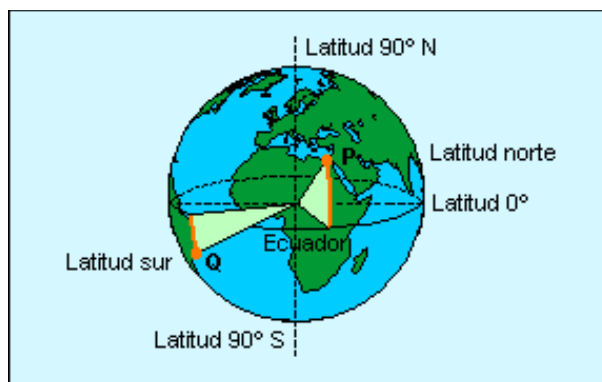


Figura 3. 14. Latitud de puntos "P" y "Q".

Por ejemplo, la ciudad de San Salvador se encuentra al norte del Ecuador y al oeste de Greenwich, teniendo latitud positiva y longitud negativa.

Como la latitud y la longitud son ángulos, sus medidas son tradicionalmente representadas en grados, minutos y segundos. Las coordenadas geográficas de El Salvador son:

- 13° 41' 24" N: latitud norte
- 89° 11' 24.01" W: longitud oeste

Por ser un sistema que considera desvíos angulares a partir del centro de la tierra, el sistema de coordenadas geográficas no es un sistema conveniente para aplicaciones donde se buscan distancias o áreas. Para estos casos, se recomienda el uso de un sistema de coordenadas más adecuado, como, por ejemplo, el sistema de coordenadas planas, descrito a continuación.

B. Sistema de Coordenadas Planas

El sistema de coordenadas planas, también conocido por sistema de coordenadas cartesianas, se basa en la selección de dos ejes perpendiculares, usualmente los ejes horizontal y vertical, cuya intersección es denominada origen, establecida como base para la localización de cualquier punto del plano. El origen normalmente tiene coordenadas planas $(0, 0)$, mas puede, por convención, recibir valores diferentes, denominados offsets. Así, se puede tener el origen con coordenadas $(\text{offset}_x, \text{offset}_y)$.

En ese sistema de coordenadas, un punto es representado por dos números: uno correspondiente a la proyección sobre el eje x (horizontal), normalmente asociado a longitud, y otro correspondiente a la proyección sobre el eje y (vertical), normalmente asociado a latitud.

Los valores de x e y son referenciados conforme un sistema cartesiano.

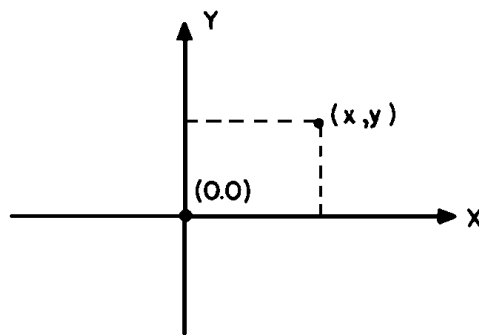


Figura 3. 15. Sistema cartesiano.

En un SIG las coordenadas planas normalmente representan una proyección cartográfica y, por lo tanto, son relacionadas matemáticamente las coordenadas geográficas, de manera que unas pueden ser convertidas en las otras.

3.2.2. PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

Todos los mapas son representaciones aproximadas de la superficie terrestre debido a que la tierra, esférica, es dibujada en una superficie plana.

La elaboración de un mapa consiste en un método según el cual se hace corresponder a cada punto de la tierra, en coordenadas geográficas, un punto en el mapa, en coordenadas planas. Para obtener esa correspondencia se utilizan los sistemas de proyecciones cartográficas.

Existen diferentes proyecciones cartográficas, ya que hay gran variedad de modos de proyectar sobre un plano los objetos geográficos que caracterizan la superficie terrestre. Consecuentemente, es necesario clasificarlas bajo diversos aspectos, a fin de estudiarlas mejor.

A. Clasificación de las Proyecciones

Se analizan los sistemas de proyecciones cartográficas por el tipo de superficie adoptada y grado de deformación.

En cuanto al tipo de superficie de proyección adoptada, se clasifican las proyecciones en: *planas o azimutales, cilíndricas y cónicas*, según se represente la superficie curva de la Tierra sobre un plano, un cilindro o un cono tangente o secante a la esfera terrestre.

a. Proyección azimutal.

Se proyecta una porción de la Tierra sobre un plano tangente o secante al globo en un punto seleccionado, obteniéndose una imagen similar a la visión de la Tierra desde un punto interior o exterior. Si la proyección es del primer tipo se llama proyección gnomónica; si es del segundo tipo, ortográfica. Se construye el mapa imaginándolo situado en un plano tangente o secante a un punto en la superficie de la tierra.

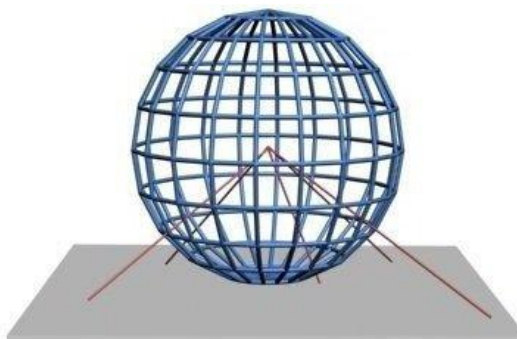


Figura 3. 16. Representación de proyección azimutal gnómica.

b. Proyección cónica.

Se obtiene el mapa imaginándolo dibujado en un cono que envuelve la esfera terrestre. El cono es, en seguida, desarrollado sobre un plano. Las proyecciones cónicas pueden ser tangentes o secantes.

En todas las proyecciones cónicas normales los meridianos son rectas convergentes en un punto (que representa el vértice del cono) y todos los paralelos son circunferencias concéntricas a ese punto.

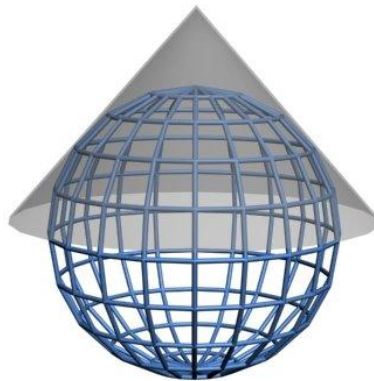


Figura 3. 17. Proyección cónica Lambert

c. Proyección cilíndrica

Se obtiene el mapa imaginándolo dibujado en un cilindro tangente o secante a la superficie de la tierra. El cilindro es después desarrollado sobre un plano.

En todas las proyecciones cilíndricas normales los meridianos y los paralelos son representados por rectas perpendiculares.

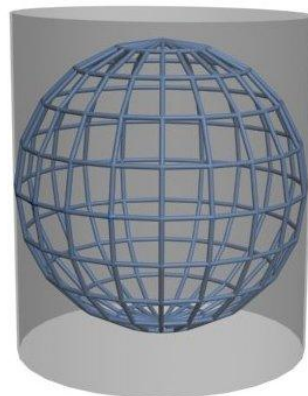


Figura 3. 18. Proyección Mercator.

A continuación se muestra comparación de la representación de un cuarto de hemisferio según tres diferentes sistemas de proyección.

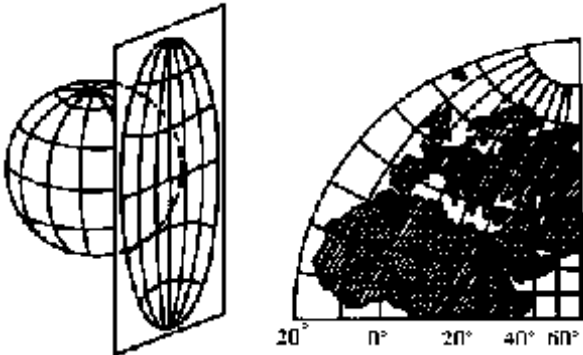


Figura 3. 19. Proyección Plana.

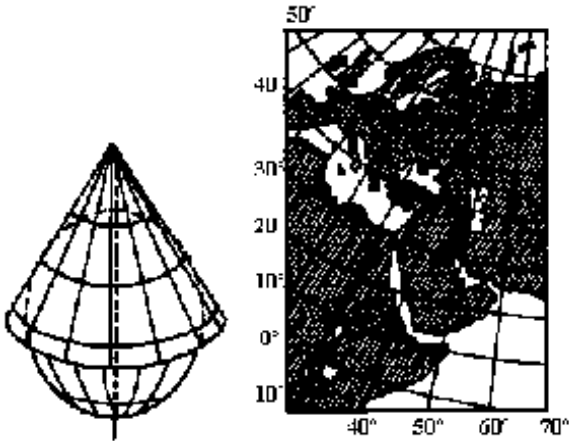


Figura 3. 20. Proyección cónica.

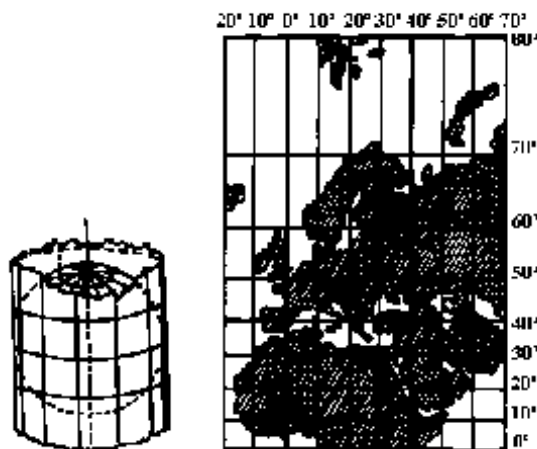


Figura 3. 21. Proyección Cilíndrica.

La superficie de la Tierra es una superficie curva irregular, que se aproxima a un elipsoide, debido a esto es imposible hacer una copia plana de esta superficie sin desfigurarla o alterarla. En ese proceso, pocas extensiones pueden ser mantenidas. Por eso, se debe escoger entre una posible conservación de los ángulos, proporcionalidad de las superficies u otro método que reduzca los efectos de la deformación, teniendo cuenta lo que se pretende analizar en el mapa. Se tiene entonces un concepto de grado de deformación.

En cuanto al grado de deformación de las superficies representadas, se clasifican las proyecciones en:

- **Conformes o isogonales:** mantienen fidelidad de los ángulos observados en la superficie de referencia de la tierra, lo que significa que las formas de pequeñas porciones son mantenidas. Esto, todavía, causa distorsiones en las áreas de los objetos representados en el mapa. Ejemplo: Mercator.
- **Equivalentes o isométricas:** conservan las relaciones de superficie (no hay deformación de área). Ejemplos: Cónica de Albers, Azimutal de Lambert.
- **Equidistantes:** conservan la proporción entre las distancias, en determinadas direcciones, en la superficie representada. Ejemplo: Cilíndrica Equidistante.

En SPRING se puede seleccionar las proyecciones cartográficas listadas en la tabla 3.5. La selección de la proyección debe basarse en la precisión deseada, en el impacto sobre el que se pretende analizar y en el tipo de dato disponible.

Proyección	Clasificación	Aplicaciones	Características
Albers	Cónica Equivalente	Mapeos temáticos. Sirve para mapear áreas con extensión predominante este-oeste.	Preserva áreas. Sustituye con ventajas todas las otras cónicas equivalentes.
Bipolar	Cónica Conforme	Indicada para base cartográfica confiable de los continentes americanos.	Preserva ángulos. Es una adaptación de la Cónica de Lambert.
Cilíndrica Equidistante	Cilíndrica Equidistante	Mapas Mundi. Mapas en escalas pequeñas. Trabajos computacionales.	Altera áreas. Altera ángulos.
Gauss	Cilíndrica Conforme	Cartas topográficas antiguas. Mapeo básico en escala media y grande.	Altera áreas (mas las distorsiones no sobrepasan 0,5%). Preserva ángulos. Similar a UTM con desfase de 3 de longitud entre los meridianos centrales.
Estereográfica Polar	Plana Conforme	Mapeo de las regiones polares. Mapeo de la Luna, Marte y Mercurio.	Preserva ángulos. Ofrece distorsiones de escala.
Lambert	Cónica Conforme	Cartas generales y geográficas. Cartas militares. Cartas aeronáuticas del mundo.	Preserva ángulos.
Lambert Million	Cónica Conforme	Cartas al millonésimo.	Preserva ángulos.
Mercator	Cilíndrica Conforme	Cartas náuticas. Cartas geológicas y magnéticas. Mapas Mundi.	Preserva ángulos.
Miller	Cilíndrica	Mapas Mundi Mapas en escalas pequeñas.	Altera ángulos. Altera áreas.
No_Projection	Plana	Almacenamiento de datos que no se encuentran vinculados a cualquier sistema de proyección convencional (dibujos, plantas, imágenes brutas o no georeferenciadas, etc.).	Sistema local de coordenadas planas.
Policónica	Cónica	Mapeo temático en escalas pequeñas.	Altera áreas y ángulos. Sustituida por la Cónica Conforme de Lambert en los mapas más actuales.
Latlong	-	Almacenamiento de datos matriciales con resolución espacial definida en grados decimales.	Geometría idéntica la de la proyección cilíndrica equidistante.
Sinusoidal	Pseudo-cilíndrica Equivalente	Mapeos temáticos en escalas intermediarias y pequeñas.	Preserva áreas.
UTM	Cilíndrica Conforme	Mapeo básico en escalas medias y grandes. Cartas topográficas.	Preserva ángulos. Altera áreas (las distorsiones no sobrepasan 0,5%).

Tabla 3. 5. Posibles proyecciones para trabajar en SPRING.

3.2.3. DATUM

Un datum es un conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre en base a los cuales las medidas de la posición son tomadas y un modelo es asociado a la forma de la tierra (elipsoide de referencia) para definir el sistema de coordenadas geográfico. Datums horizontales son utilizados para describir un punto sobre la superficie terrestre. Datums verticales miden elevaciones o profundidades. Un datum es un punto de referencia, superficie o ejes sobre un objeto con los cuales las medidas son tomadas.

Para caracterizar un datum se utiliza una superficie de referencia posicionada en relación al Tierra real. Se trata, por lo tanto, de un modelo matemático que sustituye la Tierra real en las aplicaciones cartográficas.

Un datum planimétrico u horizontal es establecido a partir de la latitud y de la longitud de un punto inicial, del azimut de una línea que parte de este punto y de dos constantes necesarias para definir el elipsoide de referencia. Así, se forma la base para el cálculo de los levantamientos de control horizontal. Existe también el concepto de datum vertical, que se refiere las altitudes medidas en la superficie terrestre.

3.2.4. MODELOS DE ELIPSOIDE

Para fines prácticos, se aproxima la Tierra a un elipsoide de revolución, que es un sólido generado por la rotación de una elipse en torno del eje de los polos (eje menor).

Estudios geodésicos muestran valores levemente diferentes para los elementos del elipsoide, medidos en los varios puntos de la Tierra. Así, cada región debe adoptar como referencia el elipsoide más indicado.

Existen diferentes modelos de elipsoides utilizados en geodesia, denominados *elipsoides de referencia*. Las diferencias entre éstos vienen dadas por los valores asignados a sus parámetros más importantes:

- *Semieje ecuatorial* (a) o *Semieje mayor*: Longitud del semieje correspondiente al ecuador, desde el centro de masas de la Tierra hasta la superficie terrestre.
- *Semieje polar* (b) o *Semieje menor*: Longitud del semieje desde el centro de masas de la Tierra hasta uno de los polos.

La relación entre el eje ecuatorial y el polar se presenta en la figura 3.22.

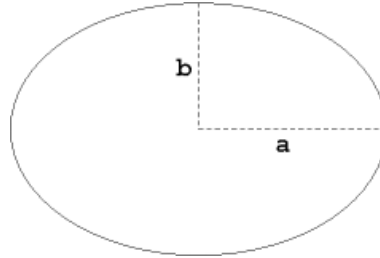


Figura 3. 22. Ejes de un elipsoide de revolución.

Es habitual describir matemáticamente a una elipse como esta mediante la ecuación 3.1

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Ecuación 3. 1. Definición matemática de Elipse.

- *Factor de achatamiento (f)*: Este factor representa qué tan diferentes son los semiejes entre sí. Su expresión es:

$$f = 1 - \frac{b}{a}$$

Ecuación 3. 2. Factor de achatamiento.

Mientras más cerca de cero se encuentre f , más parecido a una esfera es el elipsoide. Por lo general el factor f es muy pequeño, por lo que se acostumbra proporcionar $1/f$. Por la misma razón a veces, y para cálculos simples, se utiliza una esfera en vez de un elipsoide. Una manera equivalente de indicar f es mediante la *excentricidad* de la elipse transversal:

$$e^2 = 1 - \frac{b^2}{a^2}$$

Ecuación 3. 3. Excentricidad elipse transversal.

Que es equivalente a:

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$$

Ecuación 3. 4. Equivalente de excentricidad.

Los valores de estos parámetros para algunos elipsoides de referencia importantes se presentan en la tabla 3.6:

<i>Nombre</i>	<i>a</i> (m)	<i>b</i> (m)	<i>1/f</i>
<i>Australian National</i>	6378160.000	6356774.719	298.250000
<i>Bessel 1841</i>	6377397.155	6356078.963	299.152813
<i>Clarke 1866</i>	6378206.400	6356583.800	294.978698
<i>Clarke 1880</i>	6378249.145	6356514.870	293.465000
<i>Everest 1956</i>	6377301.243	6356100.228	300.801700
<i>Fischer 1968</i>	6378150.000	6356768.337	298.300000
<i>GRS 1980</i>	6378137.000	6356752.314	298.257222
<i>International 1924 (Hayford)</i>	6378388.000	6356911.946	297.000000
<i>SGS 85</i>	6378136.000	6356751.302	298.257000
<i>South American 1969</i>	6378160.000	6356774.719	298.250000
<i>WGS 72</i>	6378135.000	6356750.520	298.260000
<i>WGS 84</i>	6378137.000	6356752.314	298.257224

Tabla 3. 6. Parámetros de elipsoides de referencia.

Uno de los elipsoides de referencia más utilizados actualmente es el descrito en el sistema denominado *World Geodetic System 84* (WGS-84), desarrollado por el Departamento de Defensa de los EEUU, y que tiene como origen el centro de masas de la Tierra. Su popularidad se debe a que es el utilizado por el sistema de posicionamiento global por satélite GPS.

El *elipsoide WGS-84* define los parámetros para la Tierra indicados en la tabla 3.7.

<i>Nombre</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Valor</i>
<i>Semieje mayor de la elipse</i>	a	6378.137000 km
<i>Semieje menor de la elipse</i>	b	6356.752314 km
<i>Factor de achatamiento</i>	$f = \frac{a-b}{a}$	1/298.257223563
<i>Velocidad angular de la Tierra</i>	ω_e	7292115. <u>10^{-11}</u> rad/s

Tabla 3. 7. Parámetros de la Tierra según WGS-84

A. Paralelo Padrón o Latitud Reducida

Es aquel en el cual las deformaciones son nulas, o sea, la escala es verdadera. A partir de ese paralelo, las deformaciones van aumentando progresivamente sobre los paralelos y sobre los meridianos, con valores desiguales.

El paralelo base o de referencia se utiliza como línea de control en el cálculo de una proyección cartográfica. El paralelo base se define por un cono tangente a la Tierra, este será único, como en la proyección Mercator. Si el cono es secante a la Tierra, serán dos paralelos base, como en la proyección cónica de Albers.

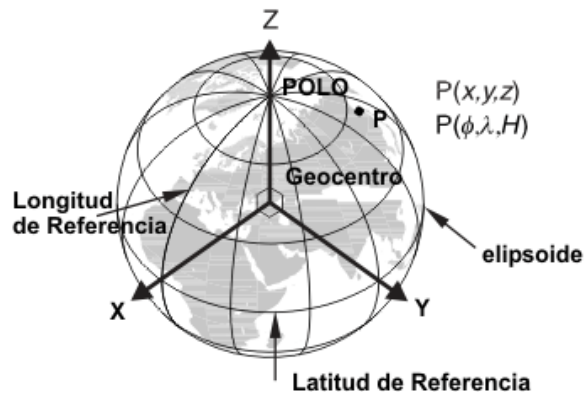


Figura 3. 23. Paralelo Padrón.

B. Longitud y Latitud de Origen

Cualquier sistema de proyección cartográfica tiene un origen y un par de ejes cartesianos, (X, Y) o (E, N), que son usados para representar las coordenadas planas de la proyección. Por tanto, el origen es definido en la intersección de un paralelo con un meridiano. La tangente al meridiano en el origen define el eje Y o N y la tangente al paralelo en el origen define el eje X o E.

La longitud de origen o de referencia se representa por una línea recta, que constituye el eje de simetría, en sentido vertical. La definición de longitud de origen depende de la proyección utilizada.

Para saber la longitud de origen, se debe localizar el área de interés en las cartas y verificar a que huso o zona ella pertenece. El meridiano central corresponderá a la longitud de origen.

La latitud de origen usualmente se refiere al paralelo más próximo a la región de interés. La proyección policónica, por ejemplo, acostumbra utilizar el ecuador como latitud de origen, pero se puede también usar un paralelo más próximo a la región de interés.

3.2.5. ESCALA

Es la relación entre las dimensiones de los elementos representados en un mapa y las dimensiones correspondientes sobre la superficie de la Tierra.

La escala es una información obligatoria para cualquier mapa y generalmente está representada bajo la forma numérica.

Las escalas numéricas o fraccionarias son expresadas por fracciones cuyos denominadores representan las dimensiones naturales y los numeradores, las que les corresponden en el mapa. Se indican de la siguiente forma: 1:50,000 o 1/50,000.

La escala de 1:50,000, por ejemplo, indica que una unidad de medida en el mapa equivale a 50,000 unidades de la misma medida sobre el terreno. Así, 1 cm en el mapa corresponde a 50,000 cm (o 500 m) en el terreno.

3.3. MANIPULACIÓN DE DATOS VECTORIALES EN SPRING

A continuación se presenta algunas definiciones sobre la estructura vectorial y los procedimientos para la edición de mapas temáticos, catastrales, redes y MNT a través de la digitalización.

Los objetos geográficos poseen propiedades intrínsecas que precisan ser conocidas para representarlos, tales como, *localización* (posición de un objeto a través de sus coordenadas geográficas), *dimensión* (permite describir los objetos a través de las entidades puntos, líneas o áreas), *continuidad*, *tamaño*, *vecindad*, *forma* y *escala*.

Los mapas en SPRING pueden tener sus representaciones en los formatos **vectorial** y/o **raster**, dependiendo de la categoría del dato en cuestión. Sin embargo, en esta sección se describe la edición de datos vectoriales.

Un mapa temático, catastral, de red o numérico utiliza elementos como **puntos**, **líneas** y **áreas** (o polígonos), para definir las clases temáticas, objetos geográficos y muestras (isolíneas y puntos con cotas) numéricas.

3.3.1. ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA VECTORIAL

La edición de datos vectoriales en SPRING es ejecutada en mapas **temáticos**, **catastrales**, **redes** y **MDT** (modelos digitales de terreno). La representación vectorial de estos mapas es la manera más precisa de representar un objeto geográfico.

En términos de implementación computacional, el almacenamiento y recuperación de este formato es más complejo que en el caso de la representación matricial.

A. Punto

Un **punto** es definido por toda entidad geográfica que puede ser localizada por un par de coordenadas (x, y).

Se utilizan puntos para representar la localización de un **fenómeno geográfico** en un lugar, o para representar un determinado rasgo del mapa que es muy pequeño para ser mostrado como un área o línea. Ejemplos: localización de una ciudad, una pista de aterrizaje, el pico de una montaña o un punto de cota (además de las coordenadas X Y, posee un atributo Z, que puede ser la cota altimétrica u otro parámetro cualquiera).

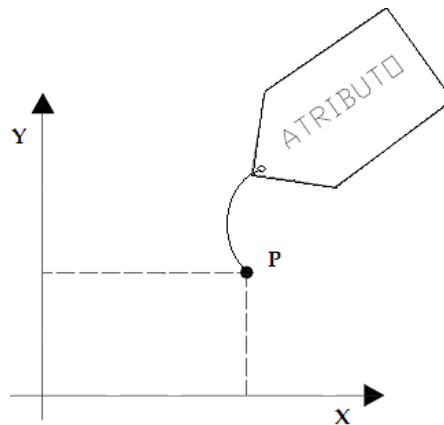


Figura 3. 24. Punto "P" definido por un sistema cartesiano.

B. Línea

Una **línea** es una entidad definida por un mínimo de **dos pares de coordenadas (x, y)**, o sea, dos puntos.

Se utilizan líneas para representar rasgos del mapa que son muy estrechos para ser mostrados como un área o que teóricamente no tienen grosor. Ejemplos: un río, una carretera, una línea de costa, una línea de contorno.

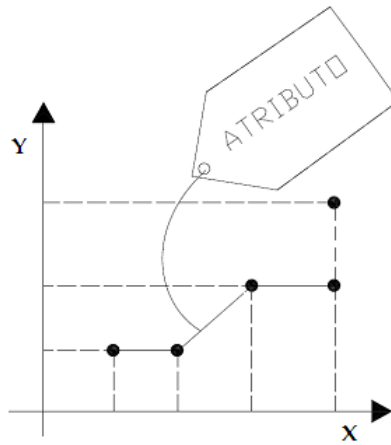


Figura 3. 25. Representación de una línea en el sistema cartesiano.

Cuando una línea pasa a tener un atributo Z cualquiera, además de las coordenadas X , Y de los puntos que la forman, es llamada *isolínea*. A lo largo de una *isolínea* todos los puntos tienen el mismo valor de Z . Una *isolínea* es definida sólo en PIs de la categoría numérica.

C. Áreas

Son definidas como una **serie de coordenadas** (x, y) , formando segmentos de líneas que cierran un área.

Frecuentemente, en sistemas de información geográfica, se representan elementos de área por polígonos. Ejemplos: extensión geográfica de una ciudad, un lago, un área deforestada, entre otros.

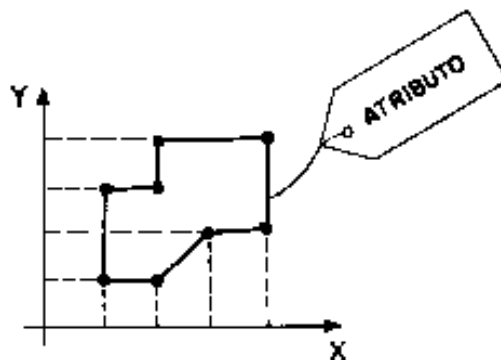


Figura 3. 26. Representación de área en un sistema cartesiano.

3.3.2. REPRESENTACIONES VECTORIALES EN SPRING

En SPRING los tres elementos descritos en la sección 3.3.1 son traducidos en rasgos geográficos que son representados por: **Nodos**, **Puntos**, **Arcos**, **Isolíneas**, **Islas**, **Líneas poligonales** y **Polígonos**.

A. Arco

Un **arco** es un conjunto de puntos interconectados por segmentos de recta que comienza y termina en un **nodo**

Los arcos son utilizados para modelar las fronteras de los **polígonos**. De esta forma, son utilizados para delimitar objetos que definen áreas.

Un **nodo** es un tipo especial de punto que tiene por objetivo definir el **punto de intersección de dos o más arcos**. Dos polígonos adyacentes pueden compartir el mismo arco, mientras la intersección de las líneas sea delimitada por la presencia de un nodo.

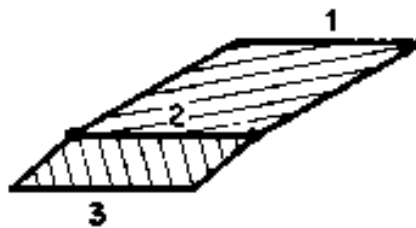


Figura 3. 27. Polígono formado por arcos y nodos.

B. Puntos

Son entidades utilizadas para representar rasgos que son muy pequeños (Puntos 2D) para ser representados por polígonos, o para representar una muestra numérica (punto 3D). Un punto 2D normalmente está asociado a un símbolo en mapas temáticos, catastrales y de redes, que además está definido en el banco por sus atributos no espaciales, (por ejemplo: una iglesia o un poste de luz), que no puede ser representado en la escala de trabajo definida.

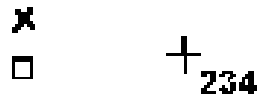


Figura 3. 28. Representación de puntos.

C. Isla

Son un tipo especial de polígonos delimitados por un **único arco**, solamente un nodo define el punto inicial y final del polígono, una vez que no hay polígonos adyacentes. La Figura 3.29 muestra un arco que inicia y termina en un mismo nodo, definiendo así una isla.

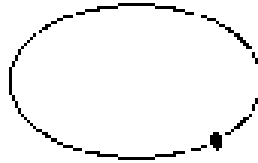


Figura 3. 29. Representación de isla.

D. Línea Poligonal

Llamada también **polígono abierto** es el que está formado por un conjunto de puntos interconectados por segmentos de recta que **comienzan y terminan en un nodo**. La diferencia entre una poligonal y un arco está en el hecho de que una línea poligonal nunca define un área (polígono). Es utilizada para modelar rasgos lineales como por ejemplo líneas que representan fracturas geológicas, ríos, carreteras y otros elementos geográficos que puedan ser observados como rasgos lineales en la escala de trabajo adoptada.

La línea poligonal es utilizada cuando el punto de intersección de las líneas no debe ser modelado y entonces no hay necesidad de insertar un nodo.



Figura 3. 30. Líneas poligonales

E. Isolínea

Una **Isolínea** puede ser entendida como una línea poligonal para la cual es *atribuido un único valor de Z*.

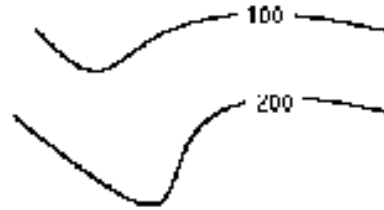


Figura 3. 31. Isolíneas con diferentes valores de Z.

3.3.3. TOPOLOGÍA

Puntos, líneas y polígonos son representaciones vectoriales utilizadas normalmente para describir objetos geográficos en mapas. La relación espacial entre estas entidades, como por ejemplo proximidad y vecindad, son obtenidas a través del análisis y observación de los mapas por el intérprete.

Por otra parte, una vez que los objetos del mapa fueron digitalizados y están representados por puntos, líneas y polígonos en la computadora, esta relación espacial deberá ser definida explícitamente para que se pueda proceder a las operaciones de análisis espacial de los datos.

En mapas digitales, las relaciones espaciales son descritas a través de la **topología** que es *la parte de la matemática que estudia las propiedades geométricas que no varían mediante una deformación*. Formas y coordenadas de los objetos son menos importantes que los elementos del modelo topológico como conectividad, contigüidad, medida, etc.

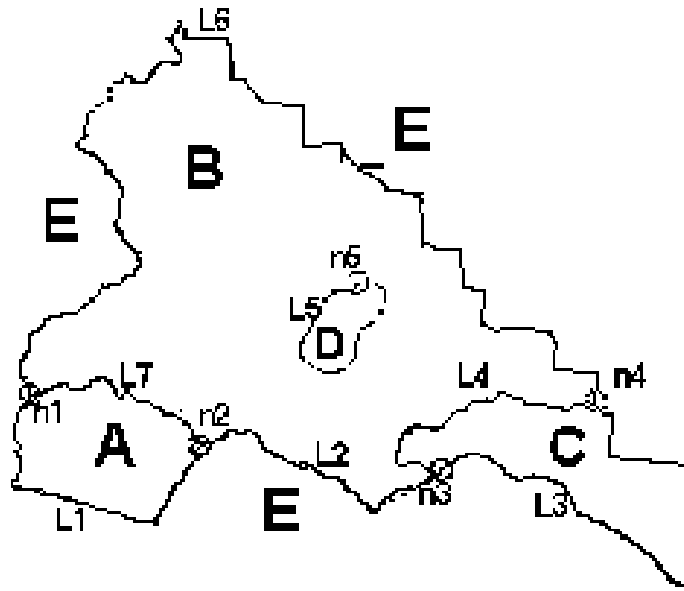


Figura 3. 32. Mapa temático.

Topología de los nodos		Topología de las líneas					Topología de los polígonos	
nodo	líneas	líneas	Nodo inicial	Nodo final	Polígono izquierdo	Polígono derecho	líneas	Polígonos
n1	L1, L7, L6	L1	n1	n2	E	B	L1, L7	A
n2	L1, L2, L7	L2	n2	n3	A	B	L2, L4, L6, L7,	B
n3	L2, L3, L4	L3	n3	n4	C	C	L4, L3	C
n4	L3, L4, L6	L4	n4	n4	D	C	L5	D
n5	L5	L5	n5	n5	B	D		
		L6	n4	n1	U	L		
		L7	n1	n2	A	B		

Tabla 3. 8. Tabla topológica.

De esta forma, definir la topología significa hacer explícitas las relaciones espaciales entre los objetos a través de un proceso matemático.

En SPRING, definir topología para un dato del modelo temático o catastral, resulta de la creación de los **polígonos** o sea, el sistema almacena las informaciones sobre las líneas, nodos e identificadores que componen cada polígono, así como las líneas que son compartidas por diferentes polígonos y la vecindad y circunscripción entre ellos.

La topología de nodos y vecindad de arcos, puede ser definida automáticamente durante la digitalización. Al digitalizar una línea, un nodo será insertado automáticamente al interceptar otra línea o al terminar la propia línea. No obstante la creación de los polígonos debe realizarse para que toda la topología pueda ser definida para el Plano de Información.

Una vez definida la topología, cada polígono podrá ser asociado a una **clase temática**, un objeto del mapa catastral, o también a un segmento de una red, definida en el Banco de Datos.

3.3.4. EDICIÓN DE VECTORES

En el proceso de edición de vectores en SPRING, especialmente de mapas catastrales, temáticos y de redes, se tiene que pasar por las etapas de **Digitalización**, **Ajustes** y **Poligonalización**. Para la edición de un PI numérico se necesita sólo la **Digitalización** y eventualmente algunos ajustes.

A. Digitalización

Este es un proceso que permite convertir datos espaciales del medio analógico al digital. Digitalmente, estos datos son estructurados de forma tal que permitan la realización de las operaciones típicas de análisis espacial.

Las líneas podrán ser digitalizadas introduciéndolas **punto a punto**, a través del modo **Paso**, o siguiendo el contorno con el mouse continuamente accionado, en el modo **Continuo**. Para el modo **continuo** se puede también definir la frecuencia de puntos que serán adquiridos para constituir las líneas a través de **Factor de Digitalización**. El Factor de Digitalización corresponde al intervalo entre los puntos de la línea a ser digitalizada. El factor es dado en **mm** en la escala del Plano de Información que está siendo editado. Se verifica la escala del PI en la opción Editar - Plano de Información del menú principal. La precisión cartográfica de los mapas es del orden de **0.3 mm** en la **escala** del mapa. Un factor de digitalización menor que este valor estará fuera del propio límite de precisión del mapa. En SPRING la digitalización de datos puede hacerse con definición de Topología **automática o manual**.

Cuando se hace la definición de **topología automática** cada vez que un arco intercepta otro, un nodo se define automáticamente, sin que el operador lo indique. Este modo es ideal para digitalizar polígonos y es válido solamente para la línea que está siendo digitalizada.

Cuando se define la **topología de forma manual** la introducción de nodos o quiebres de línea debe ser realizada por el operador. Este modo es el indicado para digitalizar líneas de fracturas geológicas, donde una línea debe permanecer íntegra, aunque otras la crucen.

La digitalización puede ser realizada a través de diferentes instrumentos, como por ejemplo mesa digitalizadora (lo más usual), dispositivos de barrido (*scanners*) o monitor de video (pantalla).

SPRING posibilita la digitalización de datos a través de la mesa o a través del monitor de video, las cuales son descritas a continuación.

- **Digitalización vía mesa**

La mesa digitalizadora está constituida básicamente de dos partes: Una superficie plana, sensible electrónicamente, donde se coloca el mapa o gráfico a ser digitalizado y un "mouse", instrumento magnético, que envía las coordenadas (x,y) de un punto de la superficie de la mesa, a la computadora.

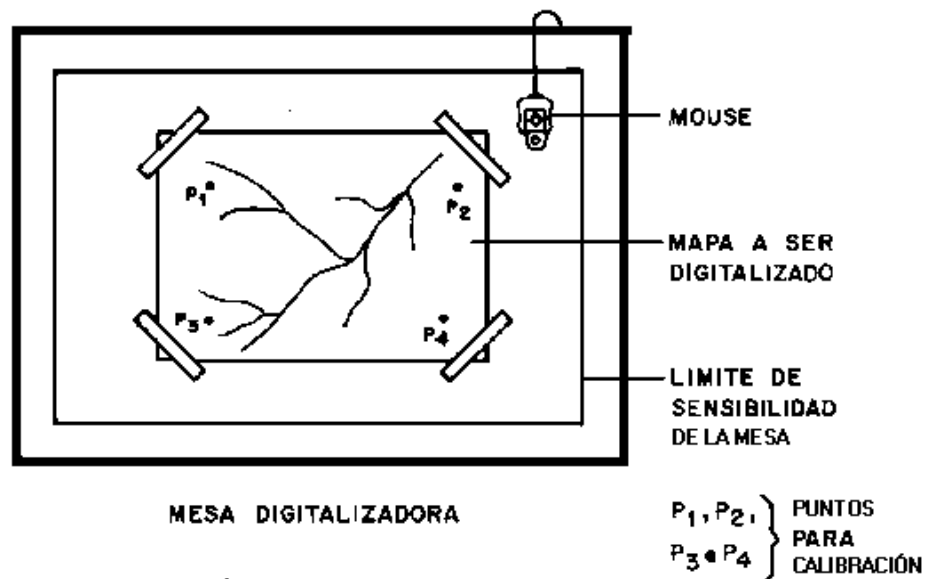


Figura 3. 33. Digitalización vía mesa.

El mouse de la mesa digitalizadora tiene la función de adquirir las coordenadas (x, y) que serán relacionadas a las coordenadas geográficas. Esto es hecho a través de los botones, que desempeñan funciones específicas según el objetivo deseado.

Activándose la adquisición de los datos, a través del mouse de la mesa digitalizadora, el cursor del mouse de la computadora se vuelve inactivo.

En la digitalización manual de datos, los botones del cursor de la mesa tienen funciones propias, preestablecidas.

- El **botón 1** tiene la función de adquirir puntos, o sea, edita puntos y líneas. Corresponde al botón *select* del mouse del cursor.
- El **botón 2** envía al sistema la información de término de una línea. Corresponde al botón *adjust* del mouse del cursor.
- El **botón 3** no tiene ninguna función asociada y no es utilizado.
- El **botón 4** tiene la función de finalizar la digitalización manual de los datos, vía mesa. Cuando es accionado, el mouse de la mesa se torna inactivo y el control de las funciones retorna al mouse del cursor.

Antes de digitalizar vía mesa, se debe efectuar la calibración de la misma. Se fija firmemente el mapa sobre la mesa, de modo que no tenga pliegues. Debe verificarse si el mapa se encuentra dentro de los límites de sensibilidad de la mesa, conforme se muestra en la figura 3.34.

- **Digitalización vía pantalla**

Se puede digitalizar las líneas o puntos del mapa en la propia pantalla, utilizando el cursor del mouse para la definición de los objetos geográficos, conforme la descripción de los botones del mouse del cursor:

- El **botón de selección** o botón izquierdo (BI) del mouse puede realizar la edición de las líneas; adición de puntos, movimiento de puntos, dependiendo de la operación seleccionada en la ventana de edición.
- El **botón de menú** o botón derecho, define el final de una línea o arco (insertando el segundo nodo). Puede ser usado además para mostrar todos los puntos y nodos de una línea, independiente de la función de edición que esté seleccionada.

Nota: Es importante mencionar que en este trabajo de graduación, la digitalización se realizará a través del monitor definido como “vía pantalla”.

3.4. INTRODUCCIÓN A LA PERCEPCIÓN REMOTA

3.4.1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA PERCEPCIÓN REMOTA

El origen de la percepción remota o teledetección está ligado a los experimentos de Newton (1822), quien constató que un rayo luminoso (luz blanca), al atravesar un prisma, se desdobra en un haz de colores - un espectro de colores.

Desde entonces los científicos fueron ampliando sus estudios al respecto de tan fascinante materia. Verificaron que la luz blanca era una síntesis de diferentes tipos de luz, una especie de vibración compuesta básicamente, de muchas vibraciones diferentes. Posteriormente, descubrieron que cada color descompuesto en el espectro correspondía a una temperatura diferente y que la luz roja incidiendo sobre un cuerpo, lo calentaba más que la luz violeta.

Además del rojo visible, existen radiaciones invisibles para los ojos, que pasan a ser ondas, rayos o inclusive radiaciones infrarrojas. Siempre avanzando en sus experimentos, los científicos consiguieron probar que la onda de luz era una onda electromagnética, mostrando que la luz visible es sólo una de las diferentes especies de ondas electromagnéticas.

Algunos autores colocan el origen de la Percepción Remota ligado al desarrollo de sensores fotográficos, cuando las fotografías aéreas eran obtenidas desde globos.

Es evidente que la Percepción Remota es fruto de un esfuerzo multidisciplinario que envolvió y envuelve avances en la física, físico-química, química, biociencias y geociencias, computación, mecánica, etc.

AÑO	EVENTOS
1822	Desarrollo de la teoría de la luz; Newton: descomposición de la luz blanca; Utilización de una cámara primitiva;
1839	Desarrollo de equipos ópticos; Investigaciones de nuevas sustancias fotosensibles;
1859	Utilización de cámaras fotográficas a bordo de globos;
1903	Utilización de fotografías aéreas con fines cartográficos;
1909	Obtención de fotografías aéreas por aviones;
1930	Coberturas sistemáticas del territorio con fines de levantamiento de recursos naturales;
1940	Desarrollo de equipos para radiometría sensibles a la radiación infrarroja; Utilización de películas infrarrojas en la II Guerra Mundial, para la detección de camuflajes;
1944	Primeros experimentos para utilizar cámaras multispectrales;
1954	Desarrollo de radiómetros de microondas; Pruebas iniciales con el objetivo de construir radares de vista lateral;
1961	Desarrollo de procesamientos ópticos y digitales; Primeros radares de vista lateral;
1962	Desarrollo de vehículos espaciales tripulados y no tripulados; Lanzamientos de satélites meteorológicos; Primera fotografía orbital MA-4-Mercury;
1972	Fotografías orbitales obtenidas por el programa Gemini; Surgen otros programas espaciales envolviendo satélite de recursos naturales: SEASAT, SPOT, ERS, LANDSAT;
1983	Lanzamiento del Landsat 4, SIR-A, SIR-B, MOMS;
1991	Lanzamiento del ERS-1.

Tabla 3. 9. Evolución de la teledetección.

DEFINICIÓN

Una definición de percepción remota puede ser: "Es la utilización de sensores para la adquisición de informaciones sobre objetos o fenómenos sin que haya contacto directo entre el sensor y los objetos"

Sensores: son equipos capaces de coleccionar energía proveniente del objeto, convirtiéndola en una señal posible de ser registrada y presentándola en forma adecuada para la extracción de informaciones.

Energía: la mayoría de las veces se refiere a la energía electromagnética o radiación electromagnética.

Un concepto más específico puede ser: "Es el conjunto de las actividades relacionadas con la adquisición y el análisis de datos de sensores remotos", donde:

Sensores Remotos: son sistemas fotográficos u óptico-electrónicos capaces de detectar y registrar, en forma de imágenes o no, el flujo de energía radiante reflejado o emitido por objetos distantes.

Un flujo de radiación electromagnética al propagarse por el espacio puede interactuar con superficies u objetos, siendo reflejado, absorbido o emitido por dichas superficies u objetos. Las variaciones que estas interacciones producen en el flujo considerado, dependen fuertemente de las propiedades físico-químicas de los elementos en la superficie.

Todo en la naturaleza está en constante vibración, emitiendo o modificando ondas electromagnéticas (energía) y presentando "perturbaciones" de los campos magnéticos y gravimétricos de la Tierra. Todos los instrumentos que captan y transforman esa energía pueden ser clasificados como sensores: radio, televisión, máquina fotográfica.

Durante la fase de adquisición de datos por los sensores, se pueden distinguir los siguientes elementos básicos: energía radiante, fuente de radiación, objeto (albo), trayectoria y sensor (sistema de imageamiento óptico y detector). La Figura 3.34 presenta estos elementos y ejemplifica los diferentes caminos que la radiación electromagnética puede tomar antes de ser captada por el sistema sensor.

Una cámara fotográfica con flash puede servir como ejemplo de un sistema sensor: "cuando el sistema de la cámara es activado, el flash es accionado y emite radiación. La radiación fluye para el albo y es reflejada de éste, para el sistema óptico de la cámara. Entonces la radiación reflejada es registrada sobre el plano de la película, que constituye un detector fotoquímico de radiación. Una imagen del patrón de radiación es formada en la película y después es desarrollada químicamente".

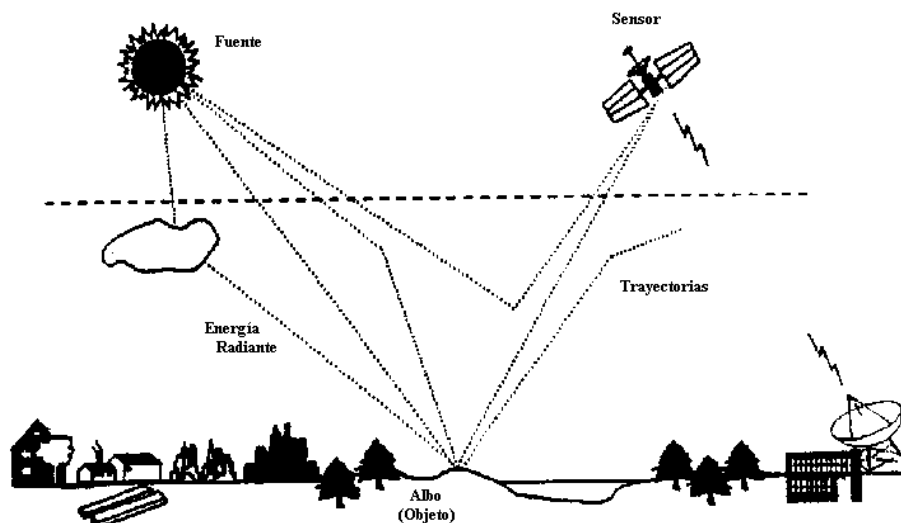


Figura 3. 34. Adquisición de datos por sensores.

Siempre que se realiza un trabajo, algún tipo de energía debe ser transferida de un cuerpo a otro, o de un local a otro en el espacio. De todas las formas posibles de energía, existe una de especial importancia para la Percepción Remota: *la energía radiante o energía electromagnética, la cual es la única que no necesita de un medio material para propagarse*. El ejemplo de energía radiante más familiar y de mayor importancia es la energía solar, que se propaga por el espacio vacío desde el Sol hasta la Tierra.

3.4.2. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

La radiación (ondas) electromagnética está constituida por diversas características físicas (intensidad, longitud de onda, frecuencia, energía, polarización, etc.). Independientemente de esas características, todas las ondas electromagnéticas son esencialmente idénticas, presentando independencia con relación a la existencia o no de un medio de propagación (propiedad importante de este proceso de transferencia de energía). Esta independencia es fácil de entender a través de la Figura 3.35, el campo eléctrico y el campo magnético son perpendiculares entre sí y ambos oscilan perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda, así el campo eléctrico genera un campo magnético y el campo magnético genera un campo eléctrico.

Donde:

E = Campo eléctrico

M = Campo magnético

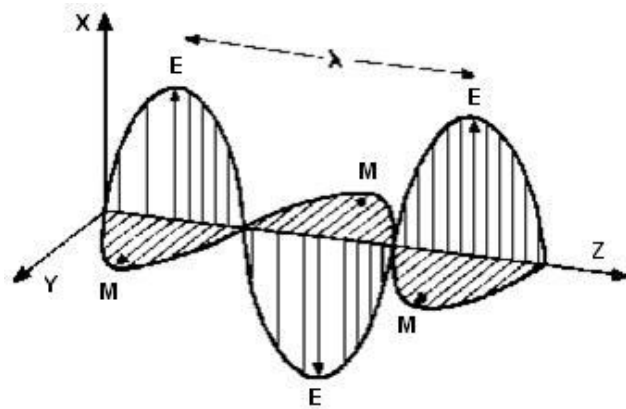


Figura 3. 35. Ondas electromagnéticas.

La velocidad de propagación de la onda electromagnética en el vacío corresponde a la velocidad de la luz (3×10^8 m/s). El número de ondas que pasa por un punto del espacio en un determinado tiempo, define la frecuencia (f) de la radiación. La frecuencia de onda es directamente proporcional a la velocidad de propagación de la radiación. Cuanto mayor es la velocidad de propagación de la onda, mayor es el número de ondas que pasarán por un punto en un tiempo dado (t) y mayor será su frecuencia. La velocidad de propagación (v) en un medio dado es constante.

La onda electromagnética también puede ser caracterizada por la longitud de onda (lambda) que puede expresarse por la ecuación:

$$\lambda = v / f$$

Ecuación 3. 5. Longitud de onda.

La faja de longitud de onda o frecuencias en que se puede encontrar la radiación electromagnética es ilimitada. Con la tecnología disponible actualmente, se puede generar o

detectar la radiación electromagnética en una extensa faja de frecuencia, que se extiende de 1 a 10^{24} Hz, o longitudes de onda en la faja de 10^8 metros a $0,01\text{\AA}$ (10^{-10} m).

Este espectro es subdividido en fajas, representando regiones que poseen características peculiares en términos de los procesos físicos, generadores de energía en cada faja, o de los mecanismos físicos de detección de esta energía. Dependiendo de la región del espectro, se trabaja con energía (electro-volts), longitudes de onda (micrómetro), o frecuencia (hertz). Por ejemplo: en la región de los rayos gama y cósmicos, se usa energía; en la región entre ultravioleta e infrarrojo, se usa longitud de onda; y en la región entre microondas y radio, se utiliza frecuencia. Las principales fajas del espectro electromagnético se describen a seguir y están representadas en la figura 3.36.

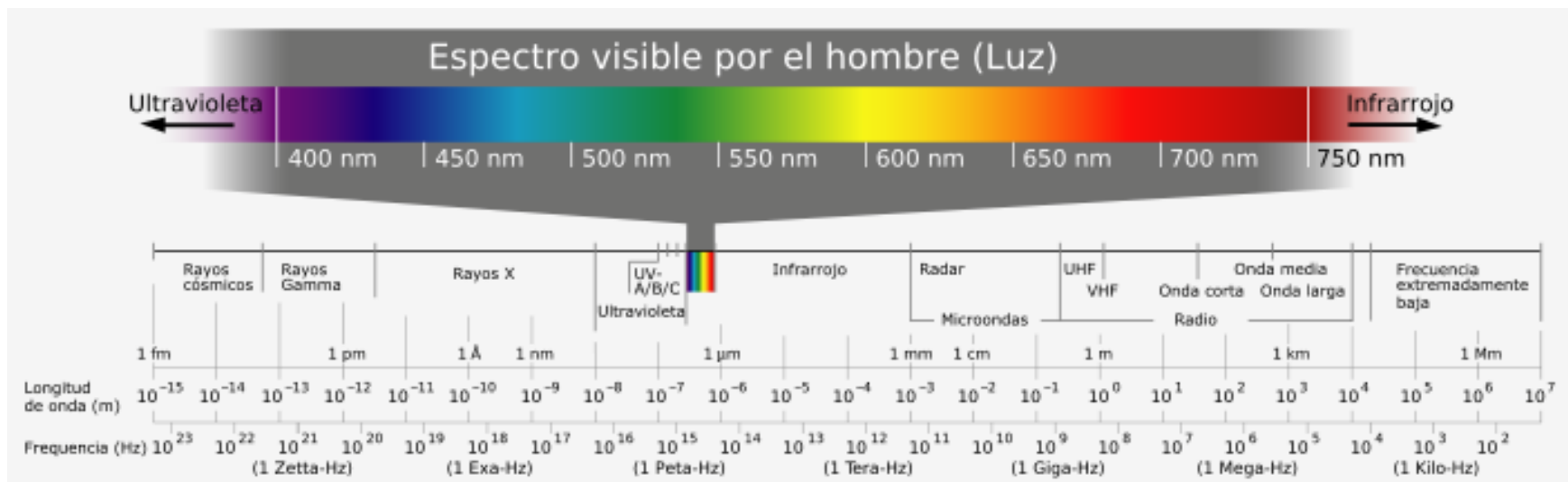


Figura 3. 36. Espectro electromagnético.

A. Regiones del espectro electromagnético

a. Ondas de radio: bajas frecuencias y grandes longitudes de onda. Las ondas electromagnéticas en esta faja son utilizadas para la comunicación a larga distancia, ya que, además de ser poco atenuadas por la atmósfera, son reflejadas por la ionosfera, propiciando una propagación de largo alcance.

b. Microondas: Cabe destacar que las frecuencias entre 1 GHz y 300 GHz, son llamadas microondas. En esta faja de longitudes de onda se puede construir dispositivos capaces de producir haces de radiación electromagnética altamente concentrados, llamados radares. La poca atenuación por la atmósfera o por las nubes, hace propicio un excelente medio para uso de sensores de microondas en cualquier condición climática.

c. Infrarrojo: de gran importancia para la Percepción Remota. Engloba la radiación con longitudes de onda de $0.75 \mu\text{m}$ a 1.0 mm . La radiación infrarroja es fácilmente absorbida por la mayoría de las sustancias (efecto de calentamiento).

d. Visible: es definida como la radiación capaz de producir la sensación de visión para el ojo humano normal. Presentan una pequeña variación de longitud de onda (380 a 750 nm). Importante para la Percepción Remota, ya que las imágenes obtenidas en esta faja, generalmente presentan una excelente correlación con la experiencia visual del intérprete.

e. Ultravioleta: extensa faja del espectro (10 nm a 400 nm). Películas fotográficas son más sensibles a la radiación ultravioleta, que a la luz visible. Esta faja es utilizada para la detección de minerales por luminescencia y polución marina. Uno de los grandes obstáculos para la utilización de esta región del espectro, es la fuerte atenuación atmosférica.

f. Rayos X: Faja de 1 \AA a 10 nm ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$). Son generados predominantemente, por detención de electrones de alta energía. Por estar constituido por fotones de alta energía, los rayos X son altamente penetrantes, siendo una poderosa herramienta en la investigación sobre la estructura de la materia.

g. Rayos GAMA: son los rayos más penetrantes de las emisiones de sustancias radioactivas. No existe, en principio, límite superior para la frecuencia de las radiaciones gama, aunque se encuentre aún una faja superior de frecuencias para la radiación, conocida como rayos cósmicos.

* La faja más utilizada en Percepción Remota está entre $0,3 \mu\text{m}$ y $15,0 \mu\text{m}$, la cual se conoce como espectro óptico. En esta faja, los componentes ópticos de reflexión y refracción tales como lentes, espejos y prismas, son utilizados para coleccionar y reorientar la radiación.

B. Fuentes de radiación electromagnética

Las fuentes de radiación electromagnética (REM) pueden ser divididas en naturales (sol, tierra, radioactividad) y artificial (radar, láser, entre otras).

El sol es la fuente natural más importante, ya que al interactuar su energía con las diversas sustancias de la superficie de la Tierra, origina una serie de fenómenos (reflexión, absorción, transmisión, luminiscencia, calentamiento, etc.) investigados por la Percepción Remota.

Cualquier fuente de energía electromagnética es caracterizada por su espectro de emisión, el cual puede ser continuo o distribuido en fajas discretas. El sol, por ejemplo, emite radiación distribuida continuamente en una faja que va de los rayos X hasta la región de microondas, aunque concentrado en el intervalo de $0,35 \mu\text{m}$ - $2,5 \mu\text{m}$.

Toda sustancia con temperatura superior al cero absoluto (0°K ó -273°C) emite radiación electromagnética, como resultado de sus oscilaciones atómicas y moleculares. Esta radiación emitida puede incidir sobre la superficie de otra sustancia pudiendo ser reflejada, absorbida o transmitida. En el caso de la absorción, la energía es generalmente reemitida, con diferentes longitudes de onda.

En la práctica, los cuatro procesos: emisión, absorción, reflexión y transmisión ocurren simultáneamente y sus intensidades relativas caracterizan la sustancia que está siendo investigada. Dependiendo de las características físicas y químicas de la sustancia, los cuatro procesos ocurren en diferentes regiones del espectro con intensidades distintas. Este comportamiento espectral de las diversas sustancias es denominado *firma espectral* y es utilizado en Percepción Remota, para distinguir diversos materiales entre sí.

C. Efectos atmosféricos en la propagación de la Radiación Electromagnética

Cuando se colecta una información a través de un sensor remoto, sea a nivel de satélite o aeronave, la mayoría de las veces la señal colectada corresponde a la radiación proveniente del sol, que interactúa con la atmósfera hasta alcanzar al albedo y retorna al sensor interactuando nuevamente con la atmósfera. Así la señal medida es la radiación emitida por el albedo, la señal siempre interactúa con la atmósfera hasta alcanzar el sensor.

Existen regiones del espectro electromagnético en las cuales la atmósfera es opaca, o sea, no permite el paso de la radiación electromagnética. Estas regiones definen las "bandas de absorción de la atmósfera". Las regiones del espectro electromagnético en las que la atmósfera es transparente a la radiación electromagnética proveniente del sol, son conocidas como "ventanas atmosféricas".

De esta manera, los siguientes factores interfieren en la Percepción Remota y siempre deben ser asociados con la atmósfera: absorción, efectos de masa de aire, dispersiones debido a moléculas gaseosas o partículas en suspensión, refracción, turbulencias, emisión de radiación por los constituyentes atmosféricos, entre otros.

Así, se puede concluir que la atenuación de la radiación es dada por:

$$\text{ATENUACIÓN} = \text{ABSORCIÓN} + \text{DISPERSIÓN}$$

a. Absorción

La energía de un haz de radiación electromagnética es transformada en otras formas de energía. Es una atenuación selectiva observada en varios constituyentes, tales como vapor de agua, ozono y monóxido de carbono. En muchos casos, la absorción puede ser despreciada por ser muy pequeña.

b. Dispersión

La energía de un haz de radiación electromagnética es removida por cambios de dirección. Al interactuar con la atmósfera, por el proceso de dispersión, generará un campo de luz difusa, que se propagará en todas las direcciones.

Existen tres tipos de dispersión:

- (a) **Dispersión Molecular o Rayleigh:** producida esencialmente por las moléculas de los gases de la atmósfera. Este tipo de dispersión se caracteriza por el hecho de que su intensidad es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda ($E = 1/\lambda^4$), lo que explica la coloración azul del cielo, donde la longitud de onda en esta faja es menor.
- (b) **Dispersión MIE:** ocurre cuando el tamaño de las partículas que causan la dispersión es similar a la longitud de onda de la radiación.
- (c) **Dispersión no selectiva:** ocurre cuando los diámetros de las partículas son mayores que la longitud de onda. La radiación de diferentes longitudes de onda será dispersa con igual intensidad. La apariencia blanca de las nubes es explicada por este proceso.

* La atenuación de la radiación puede explicar también el color rojizo del atardecer, ya que las menores longitudes de onda (azul) de la luz quedan retenidas en donde la atmósfera tiene un espesor mayor, pasando la componente roja de la luz solar.

** Debido a los factores de atenuación es importante planificar bien, antes de la adquisición de los datos y de dar inicio a los procesos de interpretación.

3.4.3. SISTEMAS SENSORES

Como se mencionó en la sección 3.4.2, todos los materiales y fenómenos naturales absorben, transmiten, reflejan y emiten selectivamente radiación electromagnética. Con el desarrollo actual es posible medir con una precisión razonable y a distancia, las propiedades espectrales de aquellos materiales y fenómenos.

Cualquier sistema sensor presenta los siguientes componentes necesarios para captar la radiación electromagnética (ver la figura 3.37).

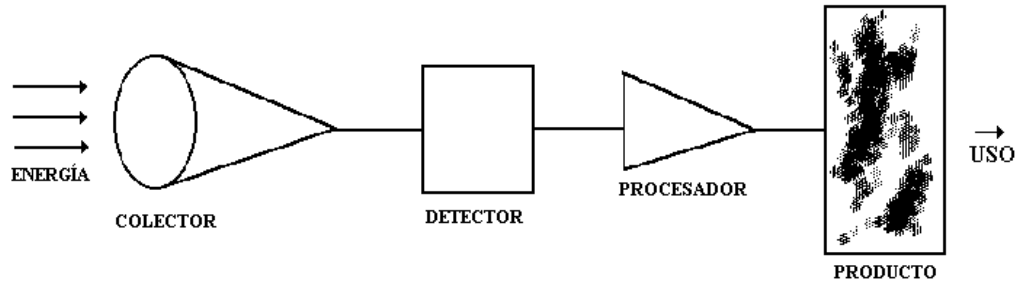


Figura 3. 37. Componentes del sistema sensor.

Donde:

Colector: recibe la energía a través de una lente, espejo, antenas, etc.

Detector: capta la energía colectada de una determinada faja del espectro.

Procesador: la señal registrada es sometida a un procesamiento (revelado, ampliación, etc.) a través del cual se obtiene el producto;

Producto: contiene la información necesaria para el usuario.

A. Tipos de Sensores

Los sensores pueden ser clasificados en función de la fuente de energía o en función del tipo de producto que produce.

a. En función de la fuente de energía.

a.1 **PASIVOS:** no poseen una fuente propia de radiación. Miden la radiación solar reflejada o la radiación emitida por los albos. Por ejemplo, los sistemas fotográficos.

a.2 **ACTIVOS:** poseen su propia fuente de radiación electromagnética, trabajando en fajas restrictas del espectro. Por ejemplo, los radares.

b. En función del tipo de producto:

b.1 **No imageadores:** no generan una imagen de la superficie observada. Por ejemplo, los radiómetros (salida en dígitos o gráficos) y los espectrorradiómetros (firma espectral).

Son esenciales para la adquisición de informaciones minuciosas sobre el comportamiento espectral de los objetos de la superficie terrestre.

b.2 **Imageadores:** se obtiene como resultado una imagen de la superficie observada. Suministran informaciones sobre la variación espacial de la respuesta espectral de la superficie observada.

b.2.1 **Sistema de cuadro** ("framing systems"): adquieren la imagen de la totalidad de la escena en un mismo instante, por ejemplo: RBV.

b.2.2 **Sistema de barrido** ("scanning systems") por ejemplo: TM, MSS, SPOT.

b.2.3 **Sistema fotográfico**

Los imageadores no fotográficos (sistema de imageamiento de barrido) se originaron para cubrir la laguna dejada por los problemas inherentes al uso del más difundido sensor óptico, la cámara fotográfica. Esta, a pesar de presentar condiciones más fáciles de operación y costos, tiene una limitación en captar la respuesta espectral, debido a que las películas cubren solamente el espectro del ultravioleta próximo al infrarrojo lejano. También este tipo de sensor limita las horas de sobrevuelo, ya que debido a fenómenos atmosféricos no es posible observar frecuentemente el suelo, a grandes altitudes. Como los datos de estos sensores no fotográficos son colectados en forma de señal eléctrica, estos datos podrán ser fácilmente transmitidos para estaciones distantes, donde un procesamiento electrónico hará el análisis discriminatorio.

Característica	Imageamiento por sensores fotográficos.	Imageamiento por sensores de barrido.
Resolución geométrica	alta *	Media
Resolución espectral	media	alta *
Frecuencia	baja	alta *
Visión sinóptica	baja	alta *
Base de datos	analógica	digital *

Tabla 3. 10. Análisis comparativo de sensores fotográficos

* Mayor ventaja sobre la otra

3.4.4. NIVEL DE ADQUISICIÓN DE DATOS

La Figura 3.38 muestra los niveles de adquisición de los datos de percepción remota, ya que la altitud del sensor con relación a la superficie imageada también es un factor de gran interferencia, no sólo en la intensidad

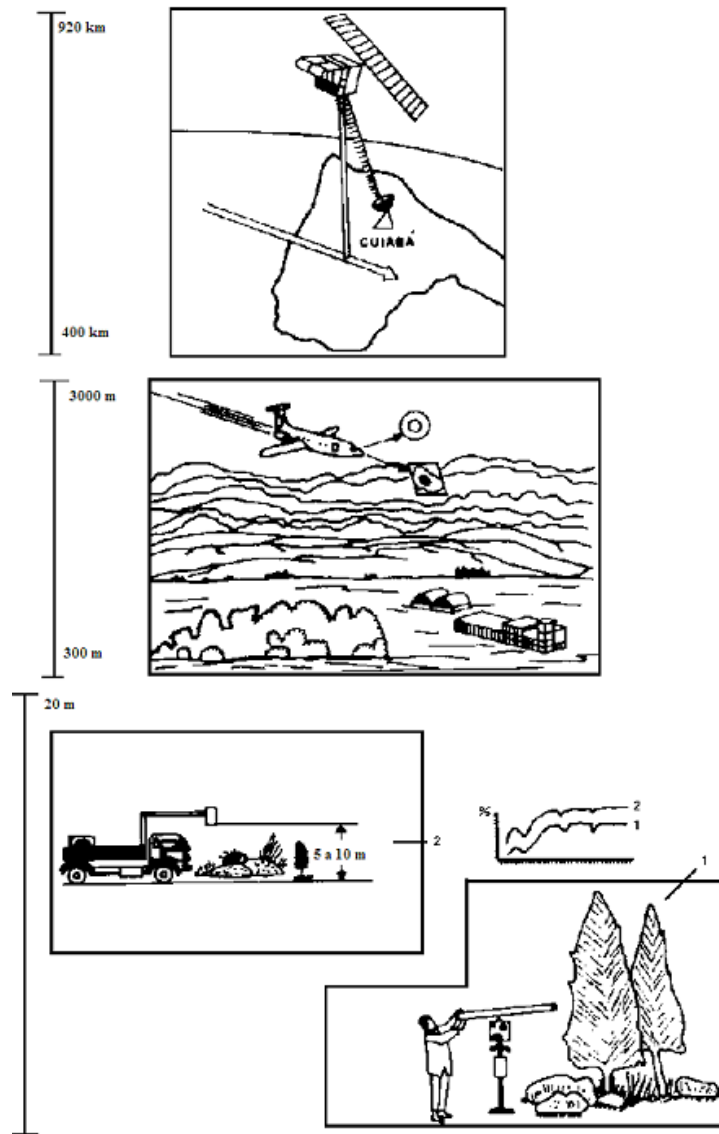


Figura 3. 38. Niveles de adquisición de datos.

Al pasar de un nivel a otro, se modifican las dimensiones del área a ser imageada, consecuentemente se obtienen imágenes con diferentes resoluciones, lo que exigirá estudios para metodologías de análisis diferentes.

A. Nivel de laboratorio (0 a 20 m): se trabaja con porciones reducidas de la materia y se estudia su comportamiento espectral casi que sin interferencia de factores ambientales. El área posible de ser analizada por estos métodos es reducida.

B. Nivel de Aeronave (300 a 3,000 m): la energía registrada por el sensor no se refiere a un determinado objeto, sino a un grupo de objetos de la escena. Algunos objetos pueden ser individualmente detectados por su configuración.

C. Nivel Orbital (400 a 920 m): en cada elemento de resolución en el terreno, la energía registrada corresponde a la integración de la respuesta de diferentes objetos.

Las técnicas de Percepción Remota surgieron en un principio, a partir de necesidades militares. Actualmente estas técnicas y las investigaciones realizadas han producido herramientas cada vez más sofisticadas, ampliando su aplicabilidad a una gran gama de problemas ecológicos, urbanos y de recursos naturales. Sin embargo, en la selección de una determinada técnica de teledetección, el usuario debe tener el conocimiento anticipado del significado de los parámetros medidos con relación al problema que está siendo investigado.

Básicamente, en la Percepción Remota se debe dar atención a dos partes: la **adquisición** y la **utilización** de los datos.

La fase de adquisición de datos se puede dividir en:

- *Plataforma*: aérea o espacial, la selección de la plataforma depende de los objetivos del programa. La combinación de los dos tipos (aéreo y espacial) genera excelentes resultados.
- *Sensor*: existen diversos tipos y su selección está íntimamente relacionada con el tipo de fenómeno a ser investigado.
- *Trayectoria*: depende de la localización del área de interés, así como de la necesidad de recubrimiento espacial y temporal.
- *Verdad terrestre*: los datos de campo (factor vital). Es a través del muestreo que se consigue el entrenamiento, la verificación y la evaluación de todo el sistema de Percepción Remota.
- *Preprocesamiento*: engloba las modificaciones de las informaciones colectadas por los sensores antes de la plataforma retornar a la Tierra o antes de ser transmitidas a las estaciones de rastreo. En este ítem se incluyen las correcciones radiométricas, geométricas, conversión de datos analógicos en digitales, etc. Los diversos productos

necesarios para la interpretación son generados o procesados, como es el caso de las imágenes y cintas compatibles con computador (CCT).

3.4.5. SISTEMAS ORBITALES

A continuación se presenta una descripción del sistema Landsat y los sistemas SPOT y ERS-1. En la actualidad, el sistema Landsat representa la mayor fuente de datos de percepción remota y es el que tiene mayor potencial de continuidad a lo largo del tiempo. Las características orbitales de estos sistemas se basan en las siguientes premisas:

- La órbita debería ser circular, para garantizar que las imágenes tomadas en diferentes regiones de la Tierra tuvieran la misma resolución y escala;
- La órbita debería permitir el imageamiento cíclico de la superficie, para garantizar la observación periódica y repetitiva de los mismos lugares;
- La órbita debería ser síncrona con el sol (heliosíncrona), para que las condiciones de iluminación de la superficie terrestre se mantengan constantes;
- El horario de pasada del satélite debería atender las solicitudes de diferentes áreas de aplicación (geología, geomorfología, agricultura, etc.)

Sistemas	Landsat 4 y 5	SPOT 1 y 2	ERS-1
Órbita	circular 98.2 grados heliosíncrona	circular 98.7 grados heliosíncrona	circular 98.5 grados heliosíncrona
Período	99 minutos	97 minutos	100,467 minutos
Altitud	705 Km	832 Km	785 Km
Cruce	9:45 horas	10:39 horas	10:30 horas (desc.)
Ciclo	16 días	26 días	35 días (SAR)
Órbita adyacente	172 Km	108 Km	100 Km
Órbita sucesiva	2.750 Km	2.700 Km	-

Tabla 3. 11. Características de los sistemas orbitales.

A. LANDSAT

El sistema LANDSAT está compuesto hasta el momento por 5 satélites, que fueron desarrollados por la NASA (National Aeronautics and Space Administration), inicialmente recibieron el nombre Earth Resources Technology Satellite-1 (ERTS-1) y en enero de 1975 pasaron a ser llamados LANDSAT.

El Landsat 1 y 2 llevaban a bordo dos sistemas sensores con la misma resolución espacial, pero con diferentes concepciones de imageamiento: el sistema RBV, con imageamiento instantáneo de toda la escena y el sistema MSS, con imageamiento del terreno por barrido de líneas (line-scanner).

Ambos sistemas tenían la finalidad de adquirir datos multiespectrales, pero el desempeño del sistema MSS, en términos de fidelidad radiométrica, hizo que el tercer satélite de la serie tuviera un sistema RBV modificado, de modo de proveer datos con mejor resolución espacial en una única faja del espectro. Por otro lado, se adicionó una banda espectral al sistema MSS, para operar en la región del infrarrojo termal.

A partir de los Landsat 4 y 5, en vez del sensor RBV, la carga útil del satélite pasó a contar con el sensor TM (Thematic Mapper), operando en 7 bandas espectrales. Este sensor conceptualmente es semejante al MSS ya que es un sistema de barrido de líneas (line-scanner), pero presenta una serie de mejorías tanto en los componentes ópticos como en los componentes electrónicos.

B. IMAGEADOR RBV

RBV (Return Beam Vidicon): es un sistema semejante a una cámara de televisión y permite el registro instantáneo de un área del terreno. La energía proveniente de toda la escena sensibiliza la superficie fotosensible del tubo de la cámara y durante un determinado tiempo, la entrada de energía es interrumpida por un obturador, para que la imagen del terreno sea barrida por un haz de electrones. La señal de vídeo puede ser transmitida teleméricamente.

C. IMAGEADOR MSS

MSS (Multispectral Scanner): es un sistema sensor que permite el imageamiento de líneas del terreno en una faja de 185 Km, perpendicularmente a la órbita del satélite. El barrido del terreno es realizado con ayuda de un espejo que oscila perpendicularmente al desplazamiento del satélite. Durante la oscilación del espejo, la imagen del terreno, a lo largo de la faja, es captada por una

matriz de detectores. La dimensión de cada detector que compone la matriz de detectores, es responsable por el campo de visión instantáneo (área de la superficie de la Tierra observada por cada detector). La energía registrada por cada detector es transformada en una señal eléctrica y posteriormente es transmitida para las estaciones en la Tierra.

A cada oscilación del espejo, el satélite se disloca a lo largo de la órbita, para proporcionar un imageamiento continuo del terreno. El movimiento de rotación de la Tierra ocasiona un pequeño desplazamiento del punto inicial del barrido para el oeste, a cada oscilación del espejo, o sea, a cada seis líneas imageadas. Si se considera el desplazamiento de 185 Km a lo largo de la órbita del satélite, hay un desplazamiento de 12.5 cm entre la primera y la última columna de píxeles.

D. IMAGEADOR TM

TM (Thematic Mapper): es un sistema avanzado de barrido multispectral concebido para proporcionar: resolución espacial más fina, mejor discriminación espectral entre objetos de la superficie terrestre, mayor fidelidad geométrica y mejor precisión radiométrica con relación al sensor MSS.

La energía proveniente de la escena alcanza el espejo de barrido que oscila perpendicularmente a la dirección de desplazamiento del satélite en sentido este-oeste y oeste-este. La señal atraviesa un telescopio y un conjunto de espejos, cuya función principal es corregir la señal colectada por el espejo de barrido. De esta manera, la señal detectada en cada matriz de detectores de cada banda es transferida para un amplificador y convertida en una señal digital a través de un sistema A/D (analógico/digital). Los datos de salida son entonces transmitidos vía telemetría.

E. SPOT

El sistema SPOT es un programa espacial francés semejante al programa Landsat, que fue concebido por el Centre National d'Études Spatiales (CNES) y lleva a bordo dos sensores de alta resolución (HRV - HAUT Resolution Visible). Estos sensores fueron concebidos para operar en dos modos diferentes. El modo multispectral permite la adquisición de datos en tres fajas del espectro electromagnético con una resolución espacial de 20 metros y el modo pancromático con una banda de resolución espacial de 10 metros.

Una de las características principales de los instrumentos a bordo del SPOT es la posibilidad de observación "off-nadir". El sensor podrá ser direccionado de modo de observar escenas laterales a la órbita en la que se encuentra el satélite en un momento determinado. Esta posibilidad de

observación "off-nadir" aumenta los medios de obtener un aumento en el recubrimiento repetitivo de determinadas áreas. Otra ventaja de la vista "off-nadir" es la posibilidad de obtener pares estereoscópicos de determinadas áreas.

La luz proveniente de la escena alcanza un espejo plano, que puede ser controlado a partir de las estaciones terrestres variando en ángulos de +/- 0,6 hasta 27° con relación al eje vertical.

La energía que alcanza el espejo plano es captada por una matriz lineal de detectores del tipo CCD (Charge-Coupled Device). Cada matriz consiste en 6000 detectores ordenados linealmente, formando lo que se denomina "push-broom scanner" o sistema de barrido electrónico. Este sistema permite el imageamiento instantáneo de una línea completa en el terreno, perpendicularmente a la dirección de desplazamiento del satélite en su órbita.

F. ERS-1

Fue construido por la Agencia Espacial Europea (ESA), el ERS-1 fue lanzado del centro espacial de Guyana Francesa por el cohete Ariane 4 el 16 de julio de 1991. Originalmente con una misión de dos años, los objetivos estaban orientados principalmente a estudios oceánicos y de heladas, en varias áreas de ciencias naturales. Entre los diferentes sensores a bordo del satélite, se tiene el AMI (Active Microwave Instruments), constituido por un radar de Abertura Sintética (SAR) y un escaterómetro (para medición de vientos). Las imágenes adquiridas por el SAR, suministran datos de una faja de 100 x 100 Km, con una resolución espacial de 30 metros.

Una antena de 10 x 1 metros emite y recibe un haz de microondas en la región de 5,3 Ghz (banda C), con polarización VV y un ángulo de incidencia de 23 grados. La operación del SAR en modo Imagen produce una tasa de datos muy alta (105 Mbps), haciendo que las imágenes sólo puedan ser generadas en zonas equipadas con estaciones receptoras. La superficie terrestre podrá estar enteramente cubierta e imageada en ciclos de 35 días.

3.5. PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES Y SUS TÉCNICAS

3.5.1. INTRODUCCIÓN

El análisis digital de datos, más específicamente, imágenes digitales de percepción remota orbital, posibilitó, en los últimos veinticinco años, un gran desarrollo de las técnicas orientadas

al análisis de datos multidimensionales, adquiridos por diversos tipos de sensores. Estas técnicas han recibido el nombre de **procesamiento digital de imágenes**.

Por **Procesamiento Digital de Imágenes** se entiende la *manipulación de una imagen a través de una computadora, de modo que la entrada y la salida del proceso sean imágenes*. Para comparar, en la disciplina de reconocimiento de patrones, la entrada del proceso es una imagen y la salida consiste en una clasificación o una descripción de la misma. Por otro lado, la elaboración de gráficos por computador envuelve la creación de imágenes a partir de descripciones de las mismas.

El objetivo de utilizar el procesamiento digital de imágenes, es mejorar el aspecto visual de ciertos elementos estructurales para el analista y proveer otros subsidios para su interpretación, inclusive generando productos que puedan ser posteriormente sometidos a otros procesamientos.

Como resultado de la evolución, la tecnología de procesamiento digital de imágenes está ampliando sus dominios, que incluyen las más diversas áreas, como por ejemplo: *análisis de recursos naturales y meteorología por medio de imágenes de satélites; transmisión digital de señales de televisión; análisis de imágenes metalográficas y de fibras vegetales; obtención de imágenes médicas por ultrasonido, radiación nuclear o técnicas de tomografía computarizada; aplicaciones en automatización industrial envolviendo el uso de sensores visuales en robots, etc.*

El uso de imágenes multiespectrales captadas por satélites tales como, **Landsat, SPOT, ERS1, NOAA** o similares, se han mostrado como una valiosa herramienta para la extracción de los datos destinados a diferentes aplicaciones de investigación de recursos naturales. La obtención de las informaciones espectrales registradas por los sistemas en las diferentes partes del espectro electromagnético, revisión de la identificación y discriminación de los albos de interés, depende principalmente de la calidad de la representación de los datos contenidos en las imágenes. Las técnicas de procesamiento digital disponibles en SPRING se adaptan mejor a las imágenes producidas por sensores multiespectrales, los cuales recogen simultáneamente datos de diferentes bandas espectrales.

Las técnicas de procesamiento digital de imágenes (PDI), además de permitir analizar una escena en diferentes regiones del espectro electromagnético, también posibilitan la integración de varios tipos de datos, debidamente registrados.

El procesamiento digital de imágenes puede ser dividido en tres etapas independientes: **preprocesamiento, realce y clasificación.**

El *preprocesamiento* se refiere al procesamiento inicial de los datos brutos para la calibración radiométrica de la imagen, la corrección de distorsiones geométricas y la eliminación de ruido. Las técnicas de realce más comunes en PDI son: realce de contraste, filtraje, operación aritmética, transformación IHS y componentes principales. En lo que se refiere a las técnicas de clasificación, estas pueden ser divididas en: clasificación supervisada (por pixel) y clasificación no supervisada (por regiones).

El usuario puede optar por no utilizar los algoritmos de clasificación y realizar una interpretación directa sobre una imagen realzada.

Como se verá en la sección 3.5.2, las técnicas de PDI son aplicadas siempre con los **niveles de gris (NG)** atribuidos a los pixeles de una imagen. Dependiendo de la técnica utilizada el usuario trabajará con una única imagen (banda o PI) o con varias imágenes, siendo esta última conocida como técnicas multiespectrales, por tratar de varias imágenes de la misma escena en regiones diferentes del espectro electromagnético.

3.5.2. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

A. Manipulación o Realce de Contraste en el SPRING

La técnica de realce de contraste tiene como objetivo mejorar la calidad de las imágenes bajo los criterios subjetivos del ojo humano. Normalmente, esta técnica es utilizada como una etapa de preprocesamiento para sistemas de reconocimiento de patrones.

El **contraste** entre dos objetos puede ser definido como la razón entre sus niveles de gris medios. La manipulación de contraste consiste en una transferencia radiométrica en cada "*pixel*", con el objetivo de aumentar la discriminación visual entre los objetos presentes en la imagen. La operación es realizada punto a punto, independientemente de la vecindad.

Esta transferencia radiométrica es realizada con ayuda de histogramas, que son manipulados para obtener el realce deseado.

Algunos puntos a considerar en el realce de contraste:

- 1- No existe una regla (receta) que mejor se aplique para contrastar una imagen, ya que depende de las características de la escena; época de adquisición, ángulo de iluminación, altura del sensor y bandas.
- 2- Los motivos por los cuales se desea aplicar un aumento o inclusive una reducción de contraste, deben estar bien claros antes de realizarlo, debido a que este procesamiento puede afectar el resultado de operaciones subsecuentes.
- 3- Al aplicar un realce de contraste como una etapa de preprocesamiento, se debe tener cuidado con el hecho de que parte de la información puede ser perdida, dependiendo de la forma como sea realizado el aumento de contraste (ver sobre el efecto de overflow en la operación de Min/Max).
- 4- Un aumento de contraste no revelará nunca una información nueva que no esté contenida en la imagen. El contraste solamente presentará la misma información existente en los datos brutos, pero de una forma más clara para el usuario.

SPRING permite la manipulación de contraste a través de diferentes opciones que están disponibles en **Operaciones**, del ítem Contraste del menú Imagen, que son las que se describen a continuación:

Opción - Mínimo Máximo

La manipulación de histograma por la opción MinMax es idéntica a la manipulación de una curva lineal. La diferencia está en el momento en que fue hecha la selección de la opción.

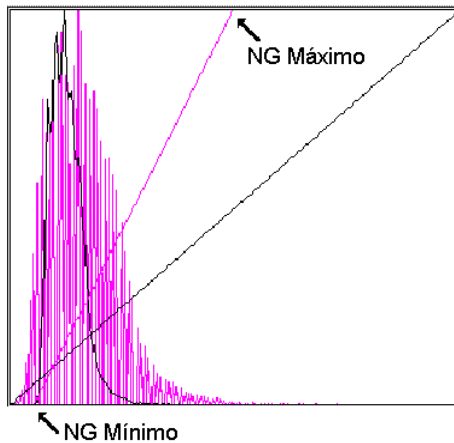


Figura 3. 39. Histograma Max/Min

Como puede ser visto en la Figura 3.39, el sistema calcula el valor de los niveles de gris mínimo y máximo de la imagen original. Sobre estos valores se aplica una transformación lineal donde la base de la recta está localizada en el valor mínimo y el otro extremo de la recta, en el valor máximo. De este modo no habrá pérdida de información por “*overflow*”, es decir, todos los niveles de gris continuarán con el mismo número de píxeles.

Un “*overflow*” ocurre cuando un grupo de píxeles de niveles de gris diferentes es transformado en un único nivel, es decir, cuando la inclinación de la recta de transferencia es exagerada. Obsérvese la Figura 3.40, donde la flecha está indicando “*overflow*”, significa pérdida de información, ya que los píxeles de columnas vecinas del histograma de entrada, que originalmente podían ser diferenciados con base en su nivel de gris, serán fundidos en una sola columna y pasarán a tener el mismo nivel de gris (“0” para el caso de la figura 3.40)

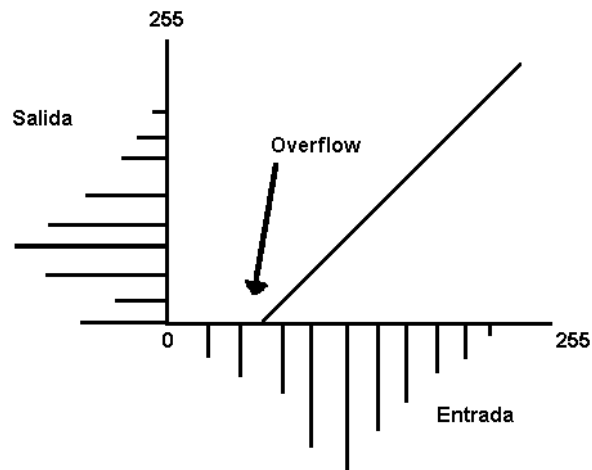


Figura 3. 40. Histograma con overflow

La ocurrencia de “*overflow*” es muchas veces deseada, por ejemplo si el usuario sabe en qué intervalo de niveles de gris está lo que desea realzar. En caso contrario, estará definitivamente perdiendo información cuando guarde la imagen realzada.

Opción - Lineal

El aumento de contraste por una transformación lineal es la forma más simple de las opciones. La función de transferencia es una recta y sólo son controlados dos parámetros: la inclinación de la recta y el punto de intersección con el eje X (ver Figura 3.41). La inclinación controla la cantidad de aumento de contraste y el punto de intersección con el eje X, controla la intensidad media de la imagen final.

La función de mapeo lineal puede ser representada por:

$$Y = AX + B$$

Ecuación 3. 6. Función de mapeo lineal.

Donde:

Y = nuevo valor de nivel de gris;

X = valor original de nivel de gris;

A = inclinación de la recta (tangente del ángulo);

B = factor de incremento, definido por los límites mínimo y máximo suministrados por el usuario.

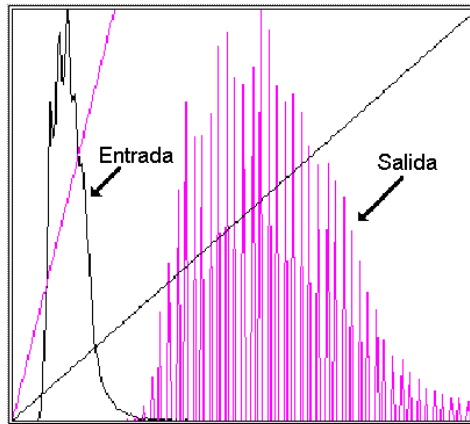


Figura 3. 41. Histograma lineal.

En el aumento lineal de contraste, las barras que forman el histograma de la imagen de salida son espaciadas igualmente, debido a que la función de transferencia es una recta. Como puede ser observado en la figura 3.41, el histograma de salida será idéntico en formato al histograma de entrada, excepto porque el valor medio y la extensión del intervalo serán diferentes.

Opción - Raíz Cuadrada

La opción de transformación por raíz cuadrada se utiliza para aumentar el contraste de las regiones oscuras de la imagen original. La función de transformación es representada por la curva como en la figura 3.42. La inclinación de la curva es tanto mayor cuanto menores son los valores de niveles de gris.

La transformación por raíz cuadrada se puede expresar por la función:

$$Y = A * X^{1/2}$$

Ecuación 3. 7. Transformación por raíz cuadrada.

Donde:

Y = nivel de gris resultante

X = nivel de gris original

A = factor de ajuste para que los niveles de salida se restrinjan al intervalo entre 0 y 255

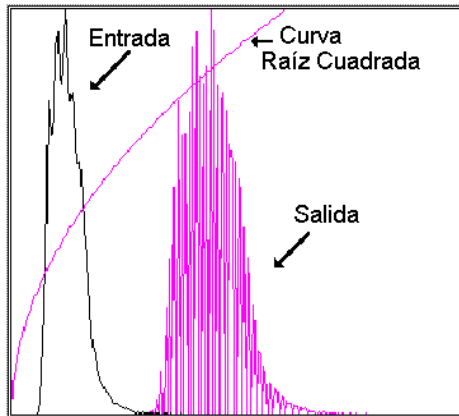


Figura 3. 42. Histograma raíz cuadrada.

Este mapeo difiere del logarítmico porque realiza un intervalo mayor de niveles de gris bajos (oscuros), mientras que el logarítmico realiza un pequeño intervalo.

Opción - Cuadrado

Este mapeo se utiliza cuando se desea aumentar el contraste de rasgos claros (altos niveles de gris en la imagen). En la Figura 3.43 en la que el aumento de contraste es mayor a partir de la media del histograma, inclusive habiendo un desplazamiento general para la región de niveles más oscuros.

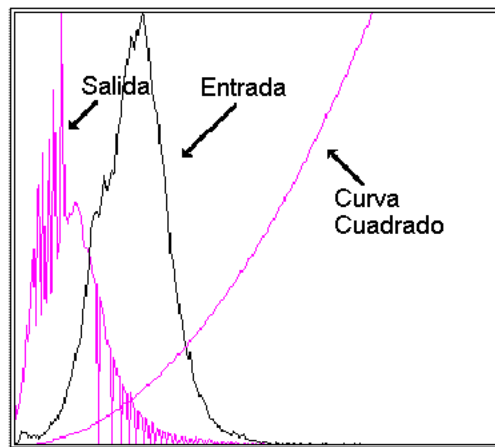


Figura 3. 43. Histograma cuadrado.

La función de transformación es dada por la ecuación:

$$Y = AX^2$$

Ecuación 3. 8. Función de transformación opción cuadrado.

Donde:

X = nivel de gris original

Y = nivel de gris resultante

A = factor de ajuste para que los niveles de salida se restrinjan al intervalo entre 0 y 255

Opción - Logaritmo

El mapeo logarítmico de valores de niveles de gris, es útil para aumentar el contraste en rasgos oscuros (valores de gris bajos). Equivale a una curva logarítmica como muestra la Figura 3.44.

La función de transformación se expresa por la ecuación:

$$Y = A \log (X + 1)$$

Ecuación 3. 9. Función logaritmo.

Donde:

Y = nuevo valor de nivel de gris

X = valor original de nivel de gris

A = factor definido a partir de los límites mínimo y máximo de la tabla, para que los valores estén restringidos al intervalo entre 0 y 255.

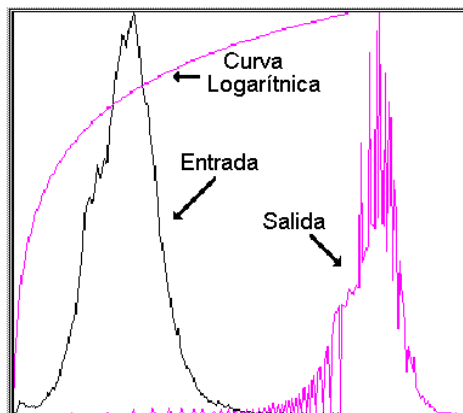


Figura 3. 44. Histograma logarítmico.

En la Figura 3.44 se observa que hay un grupo menor de niveles de gris con un gran aumento de contraste, si se compara con la transformación por raíz cuadrada, mencionada anteriormente.

Opción – Negativo

Es una función de mapeo lineal inversa, o sea, el contraste ocurre de modo que las áreas oscuras (bajos valores de nivel de gris) se tornan claras (altos valores de nivel de gris) y viceversa. La figura 3.45 muestra su representación.

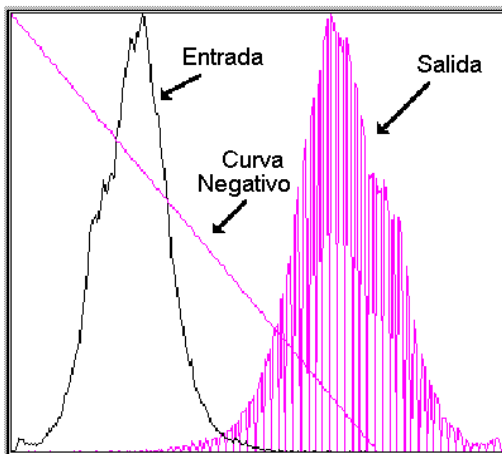


Figura 3. 45. Histograma negativo.

La función de mapeo negativa puede ser representada por:

$$Y = - (AX + B)$$

Ecuación 3. 10. Función de mapeo negativa.

Donde:

Y = nuevo valor de nivel de gris

X = valor original de nivel de gris

A = inclinación de la recta (tangente del ángulo)

B = factor de incremento, definido por los límites mínimo y máximo definidos por el usuario.

Todas las opciones mencionadas hasta el momento pueden ocasionar un “*overflow*”.

Opción - Ecuación de Histogramas

Es una forma de manipulación de histograma que reduce automáticamente el contraste en las áreas muy claras o muy oscuras de una imagen. También expande los niveles de gris a lo largo de todo intervalo. Consiste en una transformación no lineal que considera la distribución acumulativa de la imagen original, para generar una imagen resultante cuyo histograma será aproximadamente uniforme.

La opción de ecualización parte del principio que el contraste de una imagen sería optimizado si todos los 256 niveles de intensidad posibles fueran igualmente utilizados o, en otras palabras, todas las barras verticales que componen el histograma fueran de la misma altura. Obviamente esto no es posible debido a la naturaleza discreta de los datos digitales de una imagen de percepción remota. Sin embargo, se consigue una aproximación al dispersar los picos del histograma de la imagen, dejando intocadas las partes más chatas. Como se observa en la Figura 3.46, este proceso se obtiene a través de una función de transferencia que tiene una alta inclinación siempre que el histograma original presenta un pico y una baja inclinación en el resto del histograma.

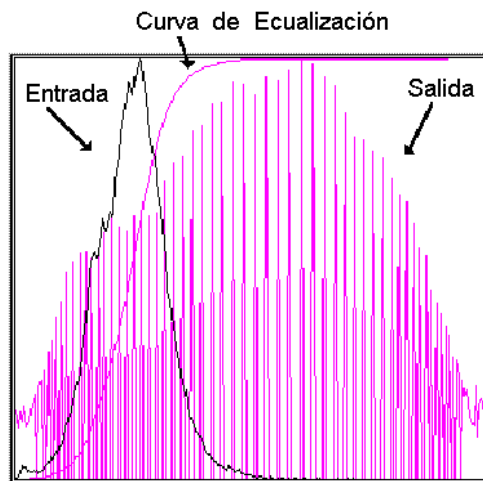


Figura 3. 46. Ecuación de histograma.

El SPRING presenta la siguiente función de ecualización de histograma:

$$Y = (f_{axi}) \cdot 255 / P_t$$

Ecuación 3. 11. Función de ecualización de histograma.

Donde:

f_{xi} = frecuencia acumulada para el nivel de gris x_i

P_t = población total (número total de "píxeles")

La opción de ecualización es calculada y presentada automáticamente, por lo que el usuario no podrá alterar la forma o posición de la curva. Permaneciendo la pantalla en modo estático.

Opción – Intervalo (Fatia)

La opción **intervalo (fatiamento)** es una forma de aumento de contraste cuya operación estriba simplemente en realzar los píxeles cuyas intensidades se sitúan dentro de un intervalo específico, es decir, entre un máximo y un mínimo. Consiste en la división de la amplitud total de niveles de gris en determinados intervalos (o clases de colores).

El aumento de contraste por intervalos es considerado la forma más simple de clasificación, de modo que es aplicado a una única banda espectral.

De acuerdo con el criterio de determinación de los intervalos de niveles de gris, se puede obtener una división **normal, equidistribuida** y **arco iris**.

En el *intervalo normal*: las fajas son definidas de modo que el intervalo entre cada una es constante.

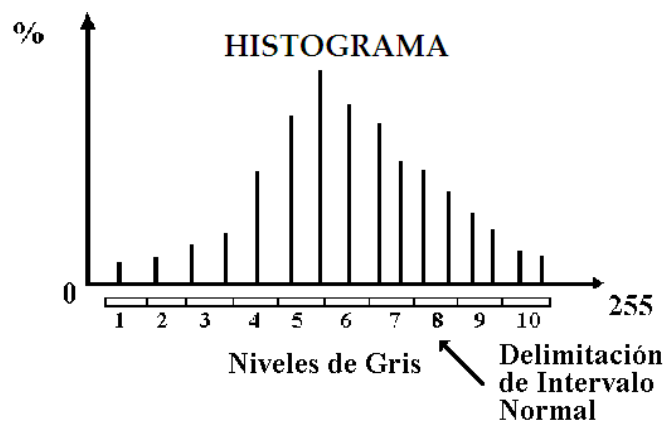


Figura 3. 47. Histograma de intervalo normal.

Intervalo equidistribuido: el intervalo de niveles de gris es dividido de modo que cada faja contenga el mismo número de puntos.

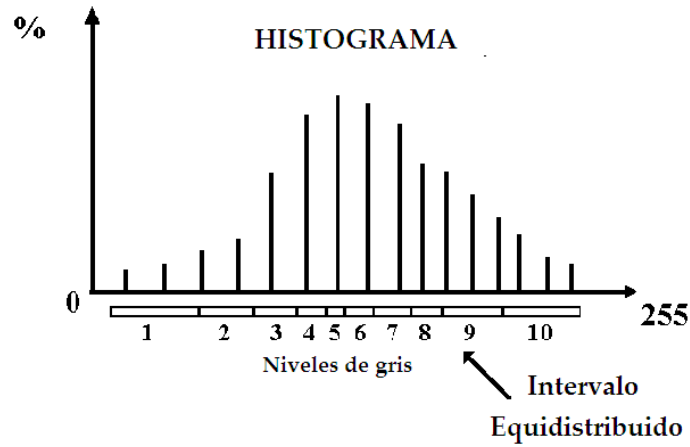


Figura 3. 48. Histograma de intervalo equidistribuido.

Intervalo arco iris: es el mapeo de un tono de gris en un determinado color. Se basa en el hecho de que las variaciones de colores son mucho más visibles al ojo humano que las variaciones de tonos de gris. El mapeo global de estos niveles de gris para el espacio de color sigue la secuencia del arco iris.

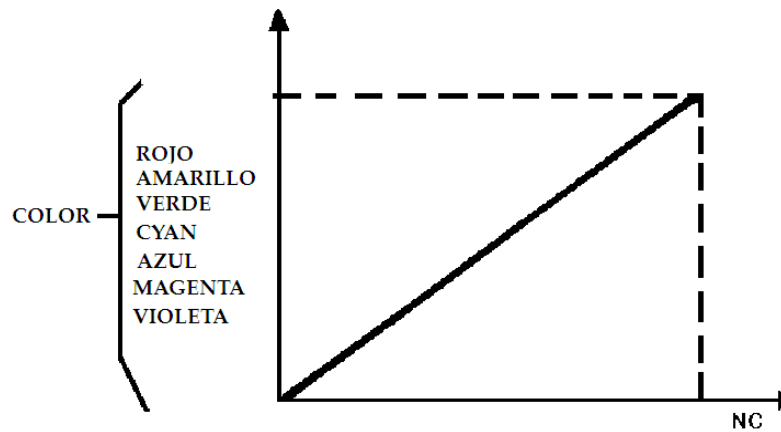


Figura 3. 49. Histograma de intervalo en arcoiris.

3.5.3. CONCEPTOS DE MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

A. Concepto Modelo Digital de Terreno (MDT)

Un modelo digital de terreno (en inglés, DTM = **Digital Terrain Model**) es una representación matemática de distribución espacial de una determinada característica vinculada a una superficie

real. La superficie es en general continua y un fenómeno que representa puede ser variado. Entre algunos usos de MNT se pueden citar²⁶:

- a) Almacenamiento de datos de altimetría para generar mapas topográficos;
- b) Análisis de corte-terreno para proyecto de rutas y terraplenes;
- c) Elaboración de mapas de pendiente para apoyo a análisis de geomorfología y erosividad;
- c) Análisis de variables geofísicas y geoquímicas;
- d) Representación tridimensional (en combinación con otras variables).

Para la representación de una superficie real sin computador, es indispensable la elaboración y creación de un modelo digital, que puede estar representado por ecuaciones analíticas o una red (**retícula**) de puntos, de modo de transmitir al usuario las características espaciales del terreno. En SPRING un MNT es creado en forma de una retícula de puntos **regulares e irregulares**.

La creación de un modelo numérico de terreno corresponde a una nueva manera de enfocar el problema de elaboración e implantación de proyectos. A partir de modelos (retículas) se puede calcular directamente volúmenes, áreas, diseñar perfiles y secciones transversales, generar imágenes sombreadas o en niveles de grises, generar mapas de declives y aspecto, generar porciones de intervalos deseados y perspectivas tridimensionales.

En el proceso de modelado numérico de terreno podemos distinguir **tres** fases; **adquisición de datos, generación de retículas y elaboración de productos** representando las informaciones obtenidas.

B. Adquisición de Datos de MNT

Los datos de modelo digital de terreno están representados por coordenadas xyz, donde z caracteriza el parámetro a ser modelado, siendo $z=f(x, y)$. Estos datos son, usualmente, adquiridos según una distribución irregular en el plano **xy**, o sea, no existen relaciones topológicas definidas entre las posiciones de dos puntos muestreados, a lo largo de líneas con el mismo valor de **z** e igual con un espaciamiento regular. La adquisición de estos datos es generalmente realizada por levantamientos de campo, digitalización de mapas, medidas fotogramétricas a partir de modelos estereoscópicos o datos altimétricos adquiridos de GPS, aviones y satélites.

²⁶ Adaptado de Burrough 1986

Entre tanto, las aplicaciones de productos de MNT no son elaborados sobre los datos muestreados, mas si a partir de modelos generados en formato de retícula regular o irregular. Estos formatos simplifican la implementación de los algoritmos de aplicación y los tornan más rápidos computacionalmente. Los métodos de adquisición de datos pueden ser, muestreo por puntos o muestreo por isolíneas, como se detalla a continuación:

a. Muestreo por Puntos

De acuerdo con el tipo de adquisición se obtiene la distribución de muestras conforme a la figura siguiente:

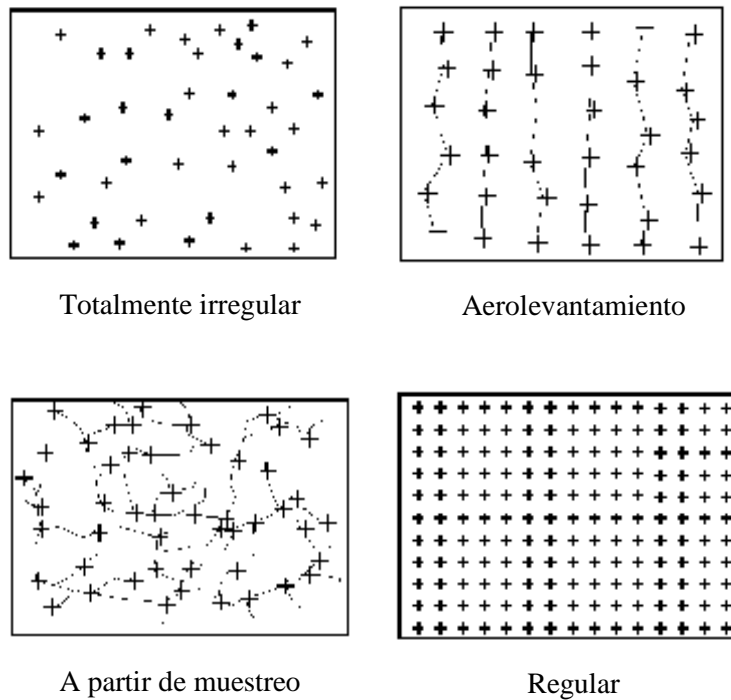


Figura 3. 50. Distribución de puntos.

Hay que tener sumo cuidado al escoger los puntos y la cantidad de datos muestreados, ya que esto está directamente relacionado a la calidad del producto final de una aplicación sobre el modelo. Para aplicaciones donde se requiere un realismo mayor, la cantidad de puntos muestreados, o sea, la calidad de los datos, es decisivo. Cuanto mayor sea la cantidad de puntos

representativos de la superficie real, mayor será el esfuerzo computacional para que estos sean almacenados, recuperados, procesados, hasta que se alcance el producto final de la aplicación.

b. Muestreo por Isolíneas

Un mapa de isolíneas es una representación de una superficie por medio de curvas de isovalor. El ejemplo más común son las isolíneas altimétricas existentes en los mapas topográficos. En estos mapas topográficos existen puntos muestreados irregularmente que son obtenidos por trabajos de campo. La Figura 3.51 muestra un ejemplo de un mapa plano-altimétrico con isolíneas y algunos puntos acotados.

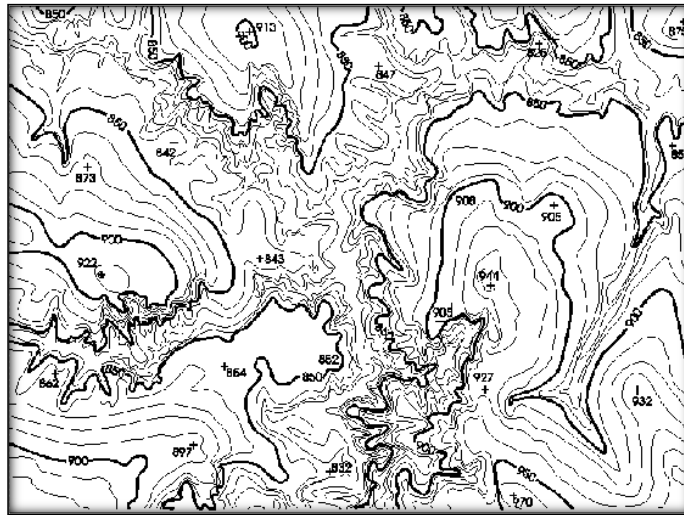


Figura 3. 51. Mapa de Isolíneas.

La adquisición de las isolíneas puede ser efectuada por medio de digitalización manual a través del uso de una mesa digitalizadora, o a través de un proceso automático por medio de *scanner*.

La digitalización manual consiste en una operación de identificación de una isolínea con un valor de cota, vía mesa digitalizadora o cursor, directamente en la pantalla. La digitalización, utilizando *scanner*, resulta en una matriz de puntos donde pueden ser identificadas las isolíneas y los valores de cota. Procesos de vectorización recorren una isolínea y la transforman en una secuencia de puntos con coordenadas XY de mismo valor en Z.

C. Generación de Retículas

A continuación se presenta una síntesis sobre la generación de retículas rectangulares y triangulares y sus respectivos interpoladores, a partir de muestras (puntos e isolíneas) y otras retículas, utilizadas por SPRING.

Las retículas rectangulares son utilizadas generalmente en aplicaciones cualitativas, o sea para visualización de la superficie. Por otro lado el modelo de retícula irregular (TIN) es utilizado cuando se requiere mayor precisión en el análisis cuantitativo de los datos.

Los interpoladores de retícula rectangular y triangular, utilizados en el SPRING para la generación de modelos numéricos de terreno (MDT), se especifican de acuerdo con los tipos de datos de entrada, o sea, muestras (puntos e isolíneas), retícula rectangular, o triangular.

a. Generación de Retícula Rectangular

La retícula rectangular o regular es un modelo digital que aproxima superficies a través de un poliedro de fases rectangulares (ver Figura 3.52). Los vértices de esos poliedros pueden ser los propios puntos muestreados en el caso que estos puntos hayan sido adquiridos en las mismas localizaciones xy que definen la retícula deseada.

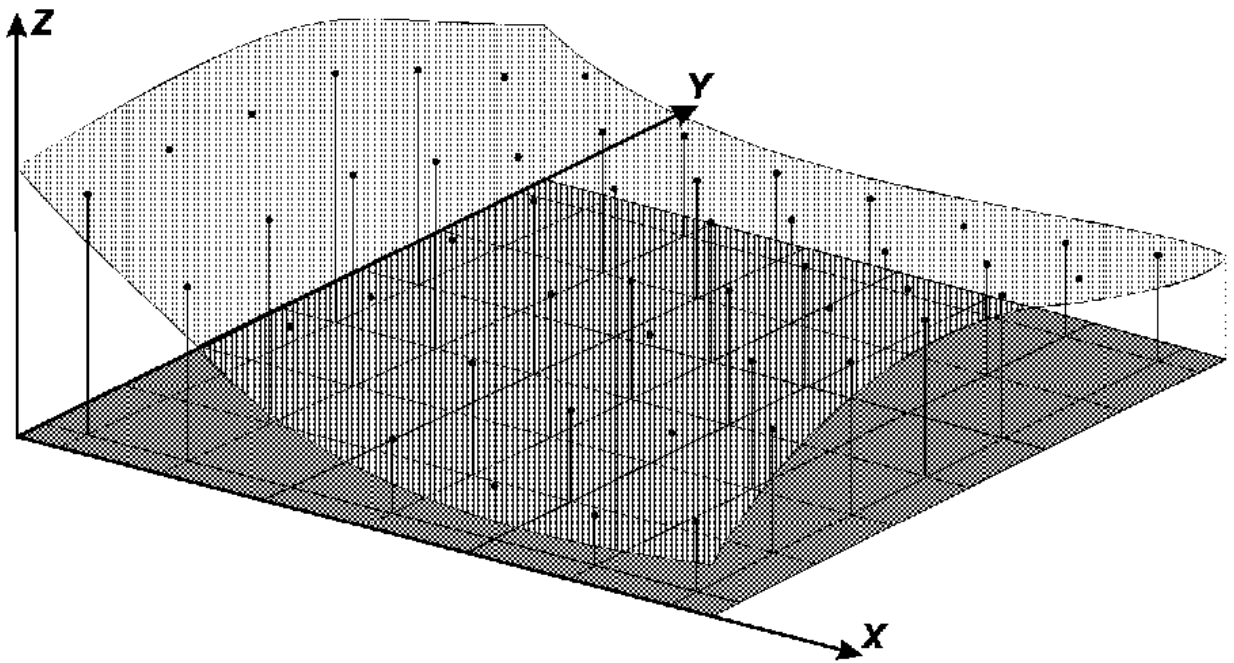


Figura 3. 52. Superficie generada a través de una retícula rectangular.

La generación de una *retícula regular* o *rectangular* debe ser efectuada cuando los datos muestreados en la superficie no son obtenidos con un espacio regular. Así, a partir de las informaciones contenidas en las isolíneas o en los puntos muestreados, se genera una retícula que representa, de la manera más fiel posible, a la superficie. Los valores iniciales a ser determinados son los espacios en las direcciones x e y, de manera que puedan representar los valores próximos a los puntos de la retícula en regiones con gran variación del relieve y que al mismo tiempo, reduzcan redundancias en regiones casi planas.

La separación de la retícula, o sea, la **resolución** en x o y, *debe ser idealmente menor o igual a la menor distancia entre dos muestras con cotas diferentes*. Al generarse una retícula muy fina (densa), o sea, con una distancia entre puntos muy pequeña, existirá un mayor número de informaciones sobre la superficie analizada, sin embargo, se necesitará más tiempo para su generación. Al contrario, considerando distancias grandes entre los puntos, será creada una retícula gruesa (poco densa) que podrá acarrear pérdida de información. De esta manera, para la resolución final de la retícula debe haber un compromiso entre la precisión de los datos y el tiempo de generación de la retícula.

Una vez definida la resolución y consecuentemente las coordenadas de cada punto de la retícula, puede aplicarse uno de los métodos de interpolación para calcular el valor aproximado de la elevación. En SPRING, la retícula regular puede ser generada a partir de muestras, o sea puntos y líneas o a partir de otras retículas regulares o irregulares.

En el caso de puntos y líneas pueden ser utilizados los siguientes interpoladores: vecino más próximo, media simple, media ponderada, media ponderada por cuadrante y media ponderada por cota y por cuadrante. Para la generación de una nueva retícula regular a partir de otra retícula rectangular pueden ser utilizados los interpoladores lineal y bicúbico. Para la generación de una retícula rectangular a partir de un TIN (*“Triangular Irregular Network”*) se encuentra disponible el interpolador lineal.

b. Generación de Retícula Rectangular a partir de Muestras

Para la generación de una retícula regular o rectangular a partir de muestras (puntos e isolíneas) los métodos de interpolación más utilizados son descritos y representados a continuación:

- **Vecino más Próximo:** para cada punto (x, y) de la retícula, el sistema atribuye la cota de la muestra más próxima al punto. Este interpolador debe ser usado cuando se desea mantener los valores de cotas de las muestras en la retícula sin generar valores intermedios.

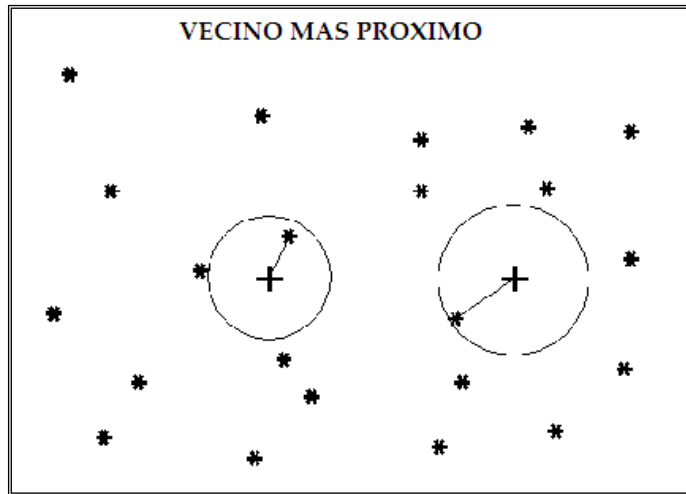


Figura 3. 53. Muestra vecino más próximo

El valor de cota (+) equivale al valor muestreado más próximo (*).

- **Media Simple:** el valor de la cota de cada punto de la retícula es estimado a partir de la media simple de las cotas de los 8 vecinos más próximos de ese punto. Este interpolador, generalmente es utilizado cuando se requiere mayor rapidez en la generación de la retícula, para evaluar errores mayores en la digitalización.

$$f(x,y) = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^8 z_i \right)$$

Ecuación 3. 12. Calculo de media simple.

Donde:

n = número de vecinos

z = valor de cota de los 8 n vecinos

$i = 1$

$f(x, y)$ = función interpoladora

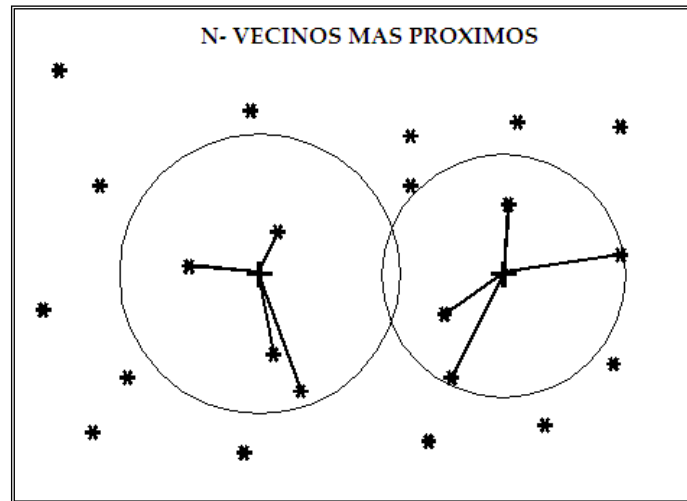


Figura 3. 54. Muestreo N-vecinos más próximos

Valor de la cota (+) obtenido a partir de los 4 vecinos muestreados más próximos (*).

- **Media Ponderada:** el valor de cota de cada punto de la retícula es calculado a partir de la media ponderada de las cotas de los 8 vecinos más próximos a ese punto, sin embargo, se atribuyen pesos variados para cada punto muestreado a través de una función que considera la distancia del punto acotado al punto de la retícula.

$$f(x,y) = \frac{\left(\sum_{i=1}^8 W(x,y) * z\right)}{\left(\sum_{i=1}^8 W(x,y)\right)}$$

Ecuación 3. 13. Calculo de media ponderada.

Donde:

$w(x, y)$ = función de ponderación

$f(x, y)$ = función de interpolación

$d = ((x - x_0)^2 + (y - y_0)^2)^{1/2}$

$w(x, y) = (1/d)^{u-1}$

d = distancia euclidiana del punto interpolante al vecino i

$u = 1$ = exponente de la función de ponderación

Este interpolador produce resultados intermedios entre el interpolador de media simple y los otros interpoladores más sofisticados, utilizando un tiempo de procesamiento menor.

- **Media Ponderada por Cuadrante:** este interpolador calcula la media ponderada utilizando la función de interpolación anterior. Considera una muestra por cuadrante (total de 4 muestras) y el número de puntos muestreados es igual para cada uno de los cuadrantes. Se sugiere la utilización de este interpolador cuando las muestras sean todas del tipo punto.

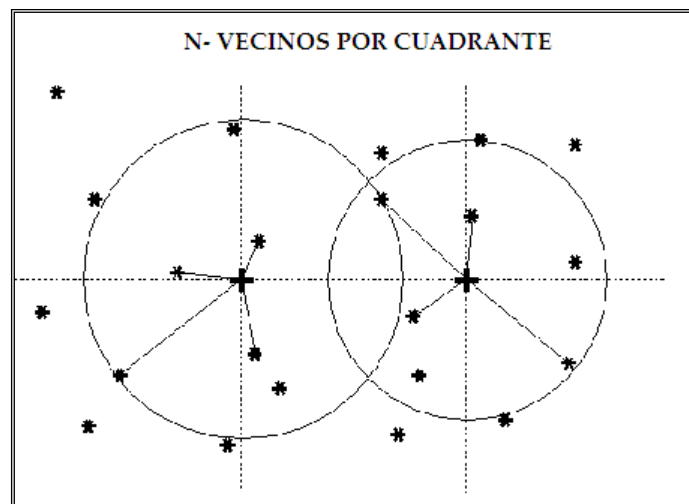


Figura 3. 55. Muestreo N-Vecinos por cuadrante

- **Media Ponderada por Cota y por Cuadrante:** este interpolador también realiza la misma función de interpolación vista anteriormente, sin embargo utiliza la cota de la isolínea más próxima. Además de la restricción de cuadrante del método anterior, existe la restricción de un número limitado de muestras por valor de elevación, no permite muestras con cotas repetidas. Se recomienda su utilización cuando las muestras son del tipo isolíneas.

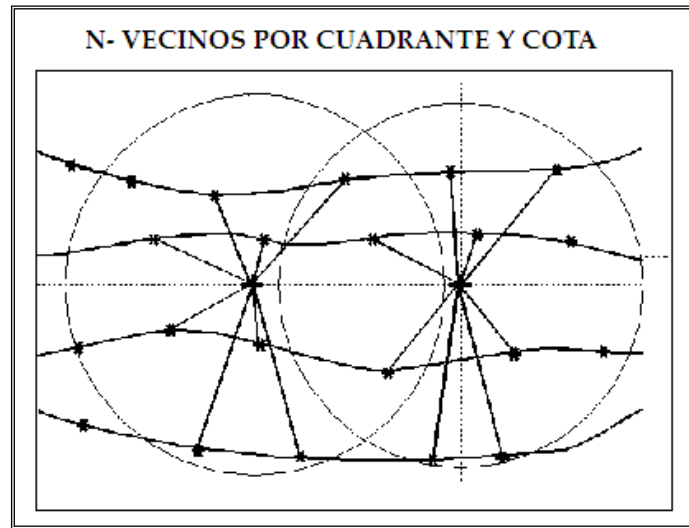


Figura 3. 56. Muestreo N-Vecinos por cuadrante y cota

c. Generación de Retícula Rectangular a partir de una Retícula Rectangular

La generación de una nueva retícula rectangular a partir de una retícula rectangular anteriormente elaborada, o sea, el refinamiento de la retícula, consiste en disminuir el espacio entre los puntos de la retícula, de esta manera densificándola. Estos puntos internos presentan el valor de cota z de la nueva retícula los cuales son estimados a través de los interpoladores bicúbico y bilineal.

- ***Bicúbico***

Para realizar un refinamiento bicúbico según la relación de vecindad, el número de vecinos a ser considerado será igual a 16 (ver Figura 3.56).

El refinamiento bicúbico, a pesar de ser más lento computacionalmente que el bilinear, ofrece resultados más interesantes ya que, garantiza continuidad de primero y segundo orden entre las funciones que representan cada celda del modelo. De esta forma, la superficie resultante es suave en los puntos de la retícula y también a lo largo de los segmentos que forman los rectángulos.

- ***Bilinear***

Para calcular, la superficie bilinear para una celda de la retícula, se aprovechan las características de orden de las posiciones de los elementos de las celdas y se optimiza el procedimiento que implementa este interpolador. Este método es muy rápido computacionalmente en relación al

interpolador bicúbico. Su mayor desventaja es la generación de superficies poco suavizadas, por lo tanto no debe ser usado cuando se precisa de una apariencia suave de la superficie.

d. Generación de Retícula Rectangular a partir de un TIN

La conversión de una retícula triangular en una retícula rectangular puede ser necesaria cuando se desea una forma matricial para el modelo numérico de terreno. De este modo, las informaciones del terreno que fueron modeladas por un interpolador de retícula triangular pueden ser analizadas por otras informaciones del tipo matricial. El proceso de conversión puede utilizar los siguientes interpoladores: Lineal, polinomio de quinto grado con línea de quiebre y polinomio de quinto grado sin línea de quiebre, los cuales son descritos a continuación.

- **Interpolación Lineal**

En la interpolación lineal, un plano es ajustado para cada parte triangular de la retícula, para determinar los valores de z en cada posición xy dentro del triángulo. La ecuación de una superficie plana puede expresarse por:

$$Ax + By + Cz + D = 0.$$

Ecuación 3. 14. Superficie plana.

En este abordaje lineal, las superficies de partes diferentes se encuentran en el lado común de estos triángulos. Esto significa que los bordes no tienen continuidades suaves.

- **Interpolador con polinomio de quinto grado sin líneas de quiebre**

Ajusta una superficie a la porción de la retícula utilizando un polinomio de quinto grado. La utilización de este interpolador permite generar una superficie más suave si se compara con otra retícula generada por el interpolador lineal.

Líneas de quiebre o quiebra, son líneas que definen discontinuidades en la superficie para ambos lados de la línea, como líneas de valle o cresta. Un río, por ejemplo, puede ser editado como una línea de quiebre en donde a lo largo de sus márgenes hay una discontinuidad del relieve, sin ningún valor de cota a él asociado.

Estas líneas de quiebre pueden ser o no consideradas en la generación de una retícula triangular. El interpolador con polinomio de quinto grado sin líneas de quiebre obviamente que no considera estas líneas de quiebre.

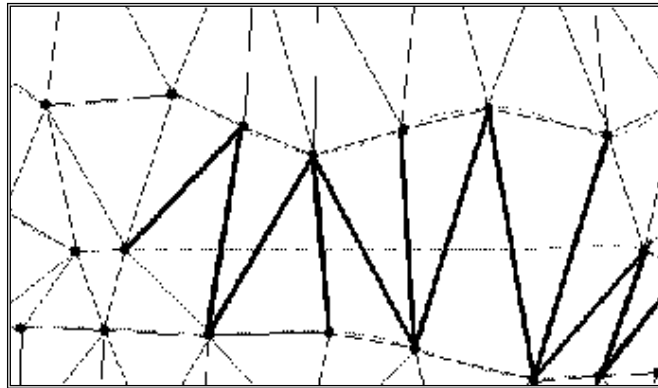


Figura 3. 57. Generación de retícula rectangular a partir de TIN sin líneas de quiebre

Este interpolador es recomendado cuando se desea una superficie suave y no hay líneas de valle o cresta muy realzadas (líneas de quiebre) en el modelo numérico del terreno.

- **Interpolador con polinomio de quinto grado con líneas de quiebre**

Este interpolador difiere del anterior únicamente en lo que se refiere a las líneas de quiebre. Utiliza la misma superficie de quinto grado para ajustar las partes de la retícula, no obstante el algoritmo reconoce la línea de quiebre y la superficie a lo largo de ella no será suavizada.

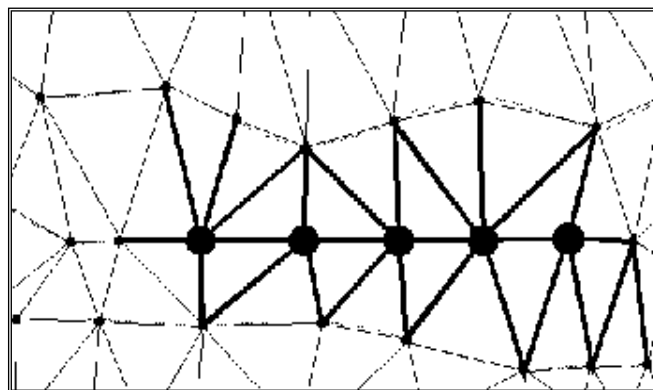


Figura 3. 58. Generación de retícula rectangular a partir de TIN con líneas de quiebre

Este interpolador, es recomendado para situaciones en donde las líneas de quiebre son editadas para resaltar rasgos lineales de relieve y drenaje y se desea una superficie suave.

e. Generación de Retícula Triangular.

En el modelaje de la superficie por medio de una retícula irregular triangular, cada polígono que forma una fase del poliedro es un triángulo. Los vértices del triángulo son generalmente los puntos muestreados de la superficie. Este modelaje, considerando las aristas de los triángulos, permite que las informaciones morfológicas importantes como las discontinuidades, representadas por rasgos lineales de relieve (crestas) y drenaje (valles), sean consideradas durante la generación de la retícula triangular, posibilitando así, modelar la superficie del terreno preservando los rasgos geomorfológicos de la superficie.

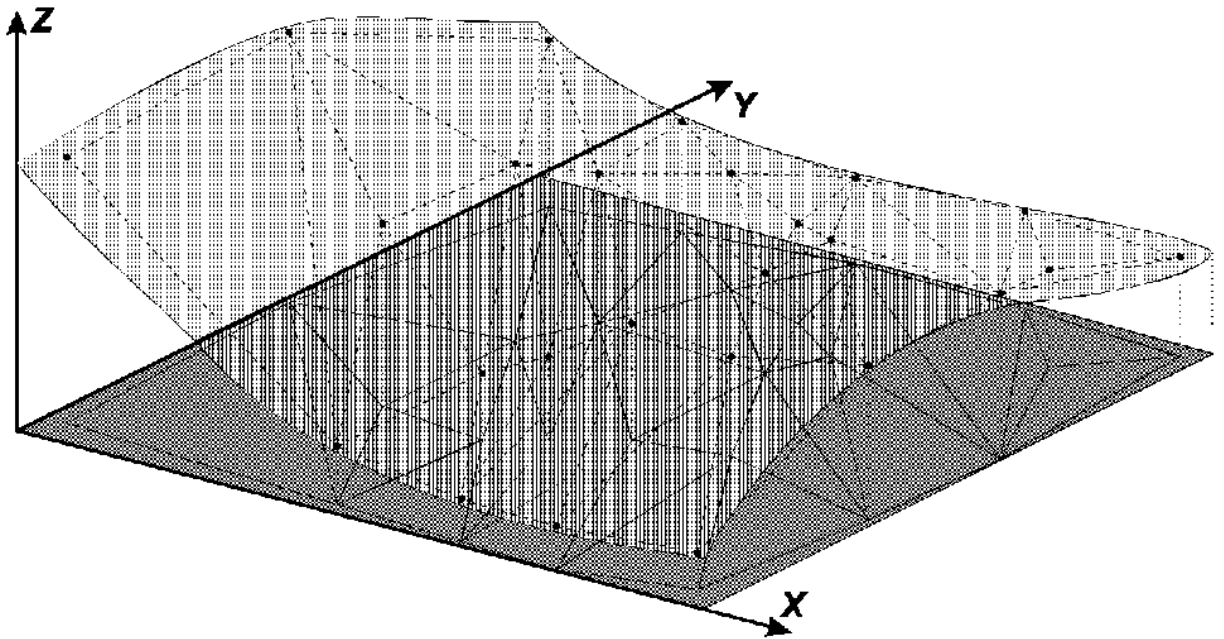


Figura 3. 59. Modelo de superficie generado a partir de retícula triangular.

El número de redundancias es bastante reducido, comparado con la retícula rectangular, una vez que la malla es más fina en regiones con grandes variaciones y más espaciada en regiones casi planas. Las discontinuidades de la superficie pueden ser modeladas a través de líneas y puntos característicos.

Esta retícula tiene la ventaja, de que utiliza los propios puntos muestreados para modelar la superficie sin la necesidad de otro tipo de interpolación sobre los mismos. La desventaja de la

retícula irregular, es que los procedimientos para la obtención de datos derivados de retículas triangulares tienden a ser más complejos y consecuentemente más demorados que los de la retícula rectangular.

Preprocesamiento de los datos

La entrada de isolíneas en el modelaje numérico, sea por la sensibilidad de la mesa digitalizadora o por la resolución del *scanner* y del algoritmo de conversión para vectorial, produce muchas veces, un número excesivo de puntos para representar a la isolínea. La separación ideal entre los puntos de una misma isolínea, debe ser la distancia media entre la isolínea y las isolíneas vecinas. Este espaciamiento ideal, permite generar triángulos más equiláteros que permiten modelar el terreno de manera más eficiente.

Otra fuente de puntos redundantes, ocurre cuando una línea no es digitalizada de forma continua desde su inicio hasta su final. En este caso, el primer punto de una línea puede ser el último de la línea anterior, o encontrarse tan próximo a ella que puede ser interpretado como estando ubicado en la misma localización geográfica. El último problema puede ser resuelto comparando los valores iniciales y finales de las isolíneas. Uno de los puntos duplicados puede ser eliminado del conjunto de muestras.

Los puntos en exceso a lo largo de una línea son eliminados utilizando un procedimiento de simplificación basado en el algoritmo de **Douglas-Peucker**. El procedimiento de **Douglas-Peucker** elimina puntos analizando la distancia de cada punto a una recta que une el primero y último punto de la línea. Si todos los puntos están a una distancia menor que una tolerancia dada, la línea será representada sólo por el primero y último punto. Si algún punto está a una distancia mayor, el punto más distante de la recta es considerado el último y el algoritmo recomienza calculando las distancias.

Un procedimiento especial es tomado cuando la línea representa una isla, o sea, cuando el primer punto es igual al último, en este caso, es utilizado el penúltimo punto. Una vez que las líneas tratadas representan isolíneas y sus puntos son utilizados como muestras de elevación en la generación de una retícula triangular, se debe mantener una distancia máxima entre los puntos a lo largo de las líneas. Idealmente, esta distancia debe ser la media entre la distancia de la línea analizada a las líneas paralelas más próximas.

El valor de tolerancia es calculado considerando la escala original de los datos. Se sabe que la precisión de los datos disponibles en mapas está en torno de 0.2 mm. El valor de 0.4 mm de tolerancia para la eliminación de puntos fue utilizado en test que mostraron que este valor permite generar retículas triangulares bien conformadas (se busca triángulos lo más equiláteros posible). La distancia máxima entre los puntos de la isolínea, es definida a partir de la tolerancia del algoritmo de **Douglas-Peucker** y los test indicaron que puede ser utilizado un valor equivalente a 20 veces la tolerancia. Estos valores están como por defecto en la ventana de generación de la retícula triangular.

Creación de la triangulación de Delaunay

Los puntos muestreados son utilizados para crear la retícula irregular. El método utilizado es el incremental, donde los puntos son insertados uno a uno en la triangulación, modificando la previamente existente y siendo hechas pruebas de Delaunay en los triángulos generados y modificados con sus vecinos. En la última fase del proceso, todos los triángulos son probados y modificados si es necesario, para respetar las restricciones de Delaunay.

Creación de los triángulos iniciales

Para iniciar el procedimiento de inserción de puntos en la triangulación, es necesario que haya un conjunto de triángulos iniciales. Estos triángulos son creados basados en el rectángulo que envuelve todos los datos de muestra a ser utilizados. Los cuatro puntos que definen los dos triángulos iniciales son obtenidos en los vértices del rectángulo envolvente acrecido de una distancia en cada uno de estos vértices. El valor utilizado es el de tolerancia, calculado en función de la escala y es de 0.4 mm por la escala.

Los vértices de los triángulos iniciales son diferentes de los otros vértices que corresponden a las muestras. Para permitir su identificación, el valor de elevación a ellos atribuido, corresponde al mayor valor posible de ser representado (MAXFLOAT) en notación de punto flotante de 4 bytes. El valor utilizado es de 3.4E37. Este valor es patronizado y todos los procedimientos deben conocer este valor para que puedan distinguir un vértice inválido de los normales.

Inserción de muestras

La inserción de muestras es hecha sobre los triángulos existentes. Cada muestra a ser insertada está contenida en uno de los triángulos de la triangulación. Una vez que los dos triángulos

iniciales son creados, conteniendo todo el espacio de las muestras, toda muestra debe pertenecer a uno de los triángulos existentes. Las muestras son insertadas una a una, inicialmente las muestras puntuales y después las obtenidas de isolíneas. Puntos de isolíneas que coinciden con otros puntos ya insertados no son utilizados. Este caso, ocurre al inicio o al final de una isolínea cuando esta es representada por más de una línea. Cada muestra es insertada por un proceso que consta de la definición del triángulo que la contiene, de la modificación de este triángulo y de sus vecinos, de test del criterio de Delaunay y de la modificación de los nuevos triángulos y sus vecinos, caso sea necesario para atender la restricción impuesta por el criterio de Delaunay.

Aplicación de la restricción de Delaunay en todos los triángulos

Una vez insertadas todas las muestras, está disponible una triangulación. Sin embargo, esta triangulación puede no tener todos los triángulos respetando el criterio de Delaunay. Para garantizar que la triangulación sea Delaunay, todos los triángulos son probados con relación a sus vecinos. Los triángulos son probados en la misma secuencia en que fueron creados. La prueba en dicho triángulo es efectuada con sus tres vecinos.

Modificaciones en la triangulación de Delaunay

Sobre la triangulación Delaunay creada, pueden ser ejecutadas alteraciones para que obedezca a criterios adicionales. Entre las alteraciones implementadas están la creación de triangulación con envoltorio convexo, triangulación en la cual las aristas no interceptan isolíneas, triangulación donde triángulos vecinos tienen la menor diferencia de ángulo entre las normales.

Creación de triangulación con aristas que no interceptan isolíneas.

En la generación de la triangulación, las isolíneas son utilizadas como un conjunto de muestras, donde cada punto que forma una línea es una muestra aislada. Sin embargo, la isolínea representa toda la región del espacio x, y entre dos puntos consecutivos de una isolínea que tiene el valor de elevación constante e igual al valor de la isolínea. La triangulación debe considerar este hecho en la generación, manteniendo una arista sobre la isolínea que conecta dos puntos muestreados sobre ella. Para obtener la triangulación donde aristas no interceptan isolíneas, la triangulación Delaunay debe ser modificada. Las isolíneas son analizadas una a una, para cada segmento que une las muestras extraídas de la isolínea. Si el número de aristas interceptadas para cada segmento es 1 ó 2, la alteración de la arista para conectar los vértices de los triángulos que

comparten esta arista y que son diferentes de los actuales vértices de la arista puede ser suficiente. Si el número de aristas interceptadas es mayor que 2, los puntos de intersección son insertados en la triangulación.

Creación de triangulación con mínima diferencia de ángulo entre las normales

La generación de una triangulación tiene en cuenta sólo las coordenadas en X y Y. La triangulación obtenida de este modo, puede contener distorsiones debido al valor de elevación, o sea, en análisis donde la elevación es utilizada, los resultados pueden ser más correctos si la triangulación considerara también la coordenada Z. Una manera de insertar la información de elevación, es modificar la triangulación utilizando como criterio de restricción el menor ángulo posible entre las normales y las superficies de los triángulos. La modificación de la triangulación es hecha por un proceso semejante al de la modificación para obedecer al criterio de Delaunay, o sea, todos los triángulos son probados en relación a sus vecinos en la misma secuencia en que fueron creados y la prueba en dicho triángulo es efectuada con sus tres vecinos.

Creación de la triangulación con líneas de quiebre

La triangulación creada a partir de las muestras puede ser modificada con la inserción de líneas de quiebre. Las líneas de quiebre pueden estar en el mismo plano de información de las isolíneas o pueden estar en otro plano. Para el caso de líneas de quiebre en el mismo plano, las líneas de quiebre son diferenciadas con el uso de un identificador que define el tipo de línea. Cuando las líneas de quiebre están en otro plano de información, la categoría de este plano debe ser diferente de la categoría Numérica, de modo que todas las líneas del plano serán consideradas de quiebre. Las líneas de quiebre del plano de entrada son copiadas e insertadas en la triangulación. Durante la generación de retículas triangulares con las líneas de quiebre, estas líneas de quiebre son incorporadas a la triangulación, constituyendo las aristas de los triángulos. El modelo final, o sea, la retícula triangular irregular, tendrá estas informaciones adicionales de líneas de quiebre incorporadas, posibilitando de esta manera, una representación más fiel del terreno debido a que no suaviza rasgos como valles y crestas. En SPRING, este modelaje puede ser elaborado a partir de muestras (puntos e isolíneas), retículas regulares u otra retícula triangular (TIN). Una vez que la retícula triangular es generada, es posible la generación de isolíneas, el cálculo de pendiente y la generación de retícula regular a partir del TIN.

D. Productos de Modelo Digital del Terreno

Los productos obtenidos a partir de retículas (triangulares o rectangulares) están distribuidos por funciones disponibles a partir del menú principal del módulo "**Spring**" y requieren que el plano de información tenga la representación **Retícula** o **Tin**, disponible en el "**Panel de Control**". Así, en el caso que no tenga una retícula disponible, ésta debe ser generada.

a. Generación de Imagen

El analizar una retícula rectangular o triangular no proporciona una idea del todo, o sea, del parámetro que se está modelando, por eso es conveniente transformar la retícula en un producto más agradable de ser analizado.

SPRING permite generar **imágenes en niveles de gris** (NG) a partir de un MNT considerando el intervalo entre 0 (negro) y 255 (blanco), o sea, números reales de la retícula son transformados en valores enteros dentro del intervalo de NG, como también, en una **imagen sombreada** donde se considera el ángulo azimutal y el de elevación de una fuente luminosa.

- ***Imagen en Nivel de Gris***

La generación de imagen para un modelo numérico de terreno, en donde los pixeles contendrán niveles de gris, consiste en distribuir los valores mínimos y máximos de las cotas obtenidas a partir de la retícula rectangular, en niveles de gris de 0 a 255, utilizando una ecuación lineal ($y=ax+b$). La resolución (en metros) de la imagen de salida será la misma de la retícula rectangular que la originó. Para generar una imagen con resolución xy diferente de la original, es necesario generar otra retícula con la resolución deseada y después generar la imagen en nivel de gris. Esto porque cada valor de celda de la retícula corresponderá exactamente a un valor de pixel en la imagen de salida, donde los valores mínimos de cota serán representados por pixeles oscuros y los valores máximos por pixeles claros.

La Figura 3.60 muestra una ventana del SPRING con las muestras (isolíneas y puntos acotados) y la imagen en niveles de gris obtenida después de generar una retícula con esas muestras.

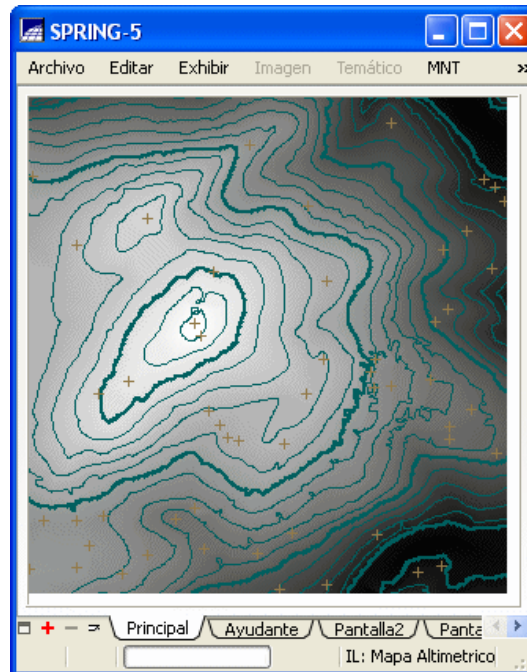


Figura 3. 60. Ventana de SPRING con imagen en niveles de gris.

- ***Imagen Sombreada***

La imagen sombreada generada a partir de un modelo numérico de terreno en el SPRING, posibilita visualizar las diferencias del relieve en una región dada. La imagen sombreada es generada a partir de una retícula regular, sobre la cual es aplicado un modelo de iluminación. Este modelo de iluminación determina la intensidad de luz reflejada en un punto de la superficie considerando una determinada fuente de luz. El modelo depende de la fuente de luz, pudiendo ser la luz ambiente u otra fuente de luz y de la reflexión de la superficie. La dirección de la fuente de la luz es definida a partir del azimut, desde el Norte (eje y) medido en el sentido horario y del ángulo de elevación, este medido a partir del plano xy. En SPRING la intensidad mínima de iluminación de la superficie es equivalente al nivel de gris 30, o sea, cuando el ángulo entre la fuente de luz y la normal a la superficie es 90° . La intensidad de luz máxima, equivale al nivel de gris 230 y ocurre cuando el ángulo entre la fuente de luz y la normal a la superficie es 0° . La exageración de relieve, es utilizada para aumentar la escala vertical con relación a la escala horizontal de la imagen sombreada, lo que posibilita mejorar la visualización de formas y estructuras de la superficie cuando no realizadas en la escala original.

La Figura 3.61 muestra la ventana del SPRING con una imagen sombreada que tiene los siguientes parámetros de iluminación: Azimut (grados) = 45, Elevación (grados) = 45 y Exageración de Relieve: = 2.70.

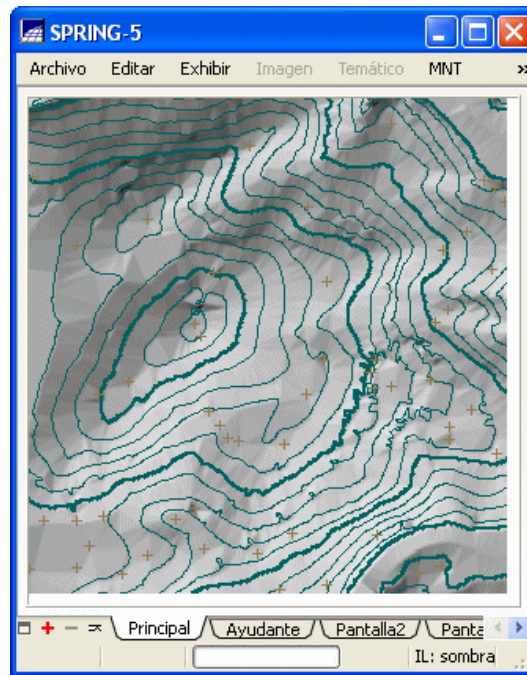


Figura 3. 61. Imagen sombreada.

b. Generación de Pendiente

Pendiente, es la inclinación de la superficie del terreno en relación al plano horizontal. Considerando un modelo numérico de terreno (MNT) de datos altimétricos extraídos de una carta topográfica y trazando un plano tangente a esta superficie en un determinado punto (P), la pendiente en P corresponderá a la inclinación de este plano en relación al plano horizontal.

En algunas aplicaciones como ser geológicas, geomorfológicas, etc., es necesario encontrar regiones poco accidentadas o regiones que estén expuestas al sol durante un determinado período del día. Para responder estas cuestiones, la pendiente cuenta con dos componentes: el gradiente y la exposición.

El **gradiente** es la tasa máxima de variación en el valor de la elevación, puede ser medido en grados (0 a 90°) o en porcentaje (%), en el SPRING es referenciado como pendiente, y la exposición es la dirección de esa variación medida en grados (0 a 360°).

Son necesarios los siguientes procedimientos para generar un mapa de pendiente, declividad o exposición (ver figura 3.62):

- Generar una retícula rectangular de altimetría a partir de las muestras o de una retícula triangular que anteriormente fue obtenida también de las muestras, o solamente una retícula triangular de la altimetría;
- Generar una retícula de pendiente, declividad o exposición a partir de la retícula de altimetría;
- Delimitar ("fatiar") una de las retículas anteriores en intervalos de pendiente o exposición, generando un mapa del modelo temático (en representación raster). Las clases de pendiente o exposición y sus categorías correspondientes, deben estar definidas anteriormente en el Banco de Datos.

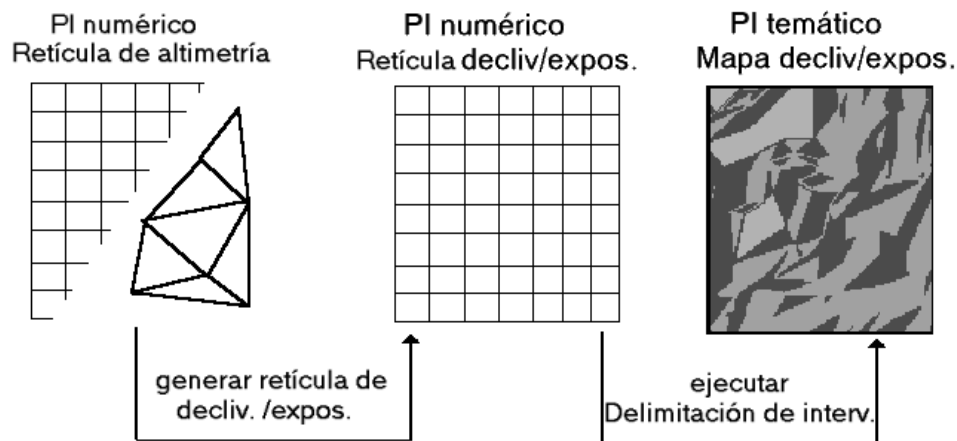


Figura 3. 62. Procedimiento para generar un mapa de declividad.

c. Delimitación de intervalos ("Fatiamento") de un Modelo Digital de Terreno

La delimitación de intervalos consiste en generar una imagen temática a partir de una retícula rectangular. Los temas de la imagen temática resultante corresponden a intervalos de valores de cotas, llamados en SPRING de intervalos ("fatias"). De esta manera, un Plano de Información de la categoría numérica originará un Plano de Información de la categoría temática representando un aspecto particular del modelo numérico de terreno, consecuentemente cada intervalo debe ser

asociado a una clase temática previamente definida en el Esquema Conceptual del Banco de Datos activo.

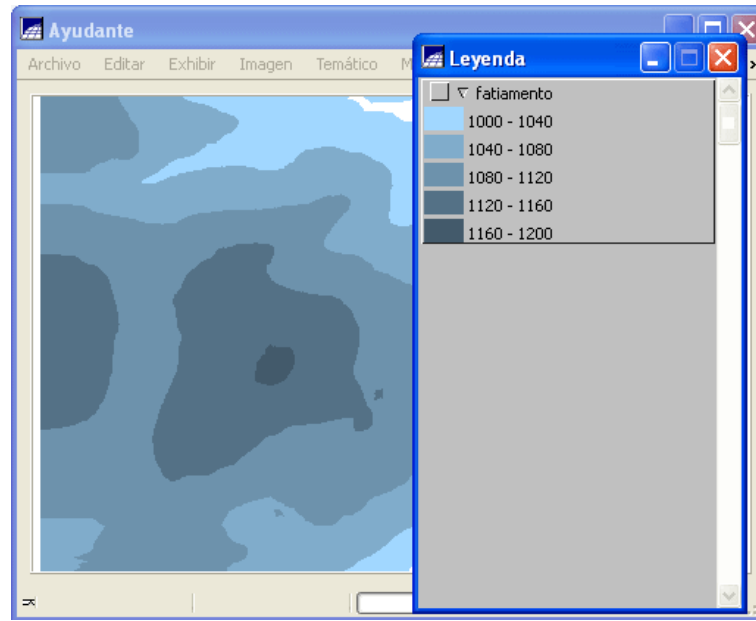


Figura 3. 63. Intervalo de valores (“fatias”)

La definición de los intervalos de cotas o "fatias", depende de la variación de los valores de la retícula que se desea destacar. Una imagen temática resultante de la delimitación de intervalos de la retícula, proporciona una visión pictórica del modelo, al mismo tiempo que, tratándose de un Plano de Información temático podrá ser utilizado en operaciones booleanas del tipo cruzamiento de datos temáticos. Para la definición de los intervalos de cotas, existe la posibilidad de editarlos de dos modos: fijo y variable. En el modo fijo el usuario define manualmente el intervalo entre cotas deseado, mientras que en el modo variable, los intervalos de los valores de cotas son equidistribuidos automáticamente de acuerdo con el paso ofrecido.

d. Generación de Isolíneas

Las isolíneas son curvas que unen entre sí puntos de la superficie que tienen el mismo valor de cota (ver Figura 3.64). El significado del valor de la cota depende de la magnitud física de la superficie que se pretende modelar. Así, para una superficie que representa temperatura se obtienen isotermas; para presión atmosférica, las isobaras; para altimetría del terreno, las curvas de nivel, entre otras.

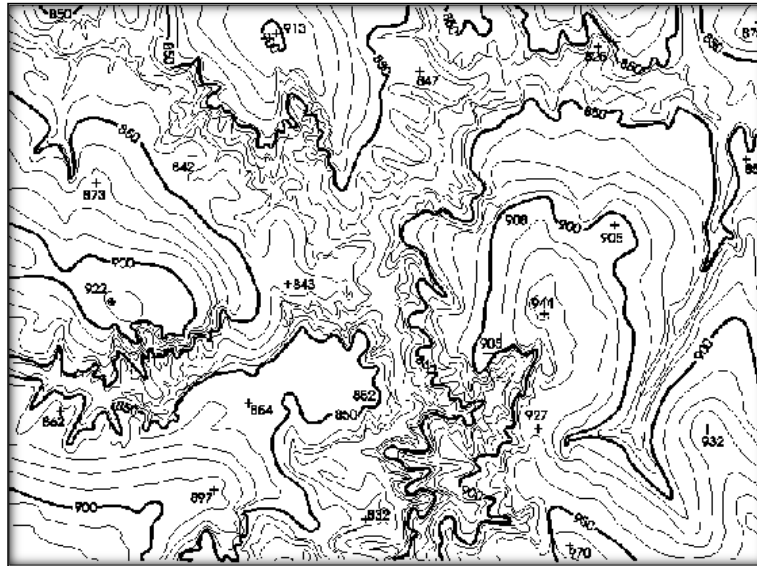


Figura 3. 64. Isolíneas de altimetría del terreno.

Las curvas de isovalores poseen algunas propiedades importantes entre ellas: *todas son cerradas, a menos que intercepten los límites de definición del mapa y nunca se cruzan.* SPRING genera isolíneas o curvas de isovalores, a partir de un modelo numérico de terreno (MDT) en la forma de retícula rectangular o triangular utilizando el método de las celdas.

En este método, en cada celda son generadas todas las curvas de isovalores que interceptan esta celda. Los segmentos de recta son guardados para, en una fase final, ser ligados formando una curva cerrada de isovalor (en el caso que no alcance el límite de la región de interés)

e. Visualización en 3D

Esta función permite visualizar datos en tres dimensiones (imágenes monocromáticas o composiciones en color), con la posibilidad de alterar la posición del observador. La visualización en 3D es obtenida a partir de la selección de dos imágenes, imagen relieve e imagen textura. El plano de información que contiene la imagen relieve subsidiará la visualización en 3D permitiendo el efecto de elevación de la superficie, mientras el plano de información que contiene la imagen textura presentará la superficie que será visualizada en 3D.

La Figura 3.65 muestra el resultado de una vista en 3D en proyección paralela de una imagen sombreada sobrepuesta a la retícula de altimetría. Solamente los PIs del modelo imagen pueden ser utilizados para esta función.

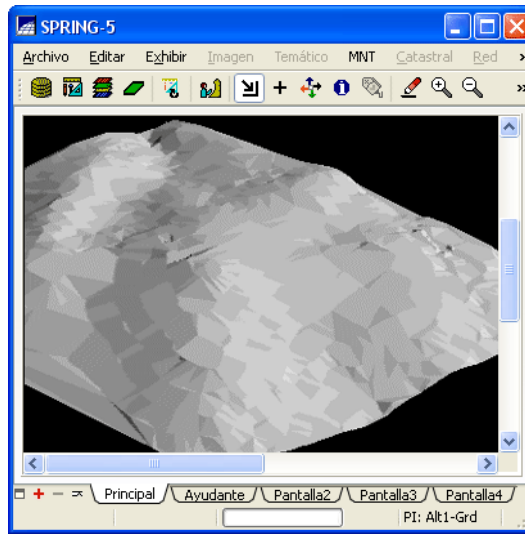


Figura 3. 65. Visualización 3D en SPRING.

Los siguientes prerequisites son necesarios para la visualización en 3D:

- a) Disponer de una imagen (textura) generada a partir de un modelo digital de terreno, para subsidiar la información sobre el relieve;
- b) Disponer de una imagen (relieve) que se desea sobreponer al modelo numérico de terreno;
- c) Activar y exhibir una pantalla para visualización.

f. Cálculo de Perfil

Un dato del tipo MNT como una superficie topográfica, puede ser representado a través de perfiles que describen la elevación de los puntos (valor de z) a lo largo de una línea (trayectoria definida). Este aplicativo, es realizado sobre datos del modelo numérico (retículas o isolíneas) en el formato raster, exponiéndose en un gráfico el valor de z equivalente a los puntos que definen la trayectoria.

El perfil es trazado a partir de un trayecto de línea definido por el usuario o a partir de líneas que fueron previamente digitalizadas y que pertenecen a datos del modelo temático, catastral o red. Para considerar las líneas de los planos de información de los modelos citados, es necesario que estos estén activos en una única pantalla de visualización.

Pueden ser seleccionadas hasta 5 trayectorias en un mismo PI y sus perfiles expuestos en un único gráfico. Los gráficos expuestos aún no pueden ser impresos directamente del SPRING y por esto, se sugiere utilizar un programa de captura de pantalla, para guardar el gráfico en un archivo.

g. Cálculo de Volumen

El cálculo del volumen en el SPRING es realizado a partir de áreas, o sea, polígonos cerrados del modelo temático o catastral y de retículas rectangulares o triangulares del modelo numérico. A partir de una retícula es calculado el valor central de cada celda de la retícula, correspondiente a la altura (eje z), multiplicada por el valor del área disponible. El volumen de **corte** y el volumen de **relleno** son calculados considerando una cota base suministrada por el usuario. La parte superior de la cota base corresponde al volumen de corte y la cota inferior, al volumen de relleno. La cota ideal indica el valor más adecuado para que el volumen del desmonte a ser realizado en el área de corte, sea depositado en el área de relleno de forma que se mantenga un equilibrio de masas entre el volumen de material retirado y depositado. Los volúmenes pueden ser calculados para todas las áreas de un PI (volumen total) o para las áreas seleccionadas con el cursor (volumen parcial). Los resultados se presentan en una tabla y pueden ser grabados en disco. Los cálculos de volumen en **Diques** y **Represas** no están disponibles en esta versión.

CAPITULO 4
MANUAL DEL SOFTWARE DE
LICENCIA LIBRE SPRING

4.1. MENÚ ARCHIVO

4.1.1. BANCO DE DATOS

MANIPULAR UN BANCO DE DATOS

Para la entrada de datos en SPRING, inicialmente es necesario crear el Banco de Datos y definir su modelo de datos. Para efectuar cualquier operación, un Banco de Datos debe estar activo y las categorías de los datos que serán manipulados deben ser creadas.

Una vez creado el Banco de Datos, es necesario definir el Proyecto con sus coordenadas geográficas o planas y sistema de proyección. Después de definidos estos parámetros, se puede realizar la entrada y manipulación de datos en SPRING. Esta estructura del sistema garantiza una organización que permite el almacenaje y recuperación eficiente de los datos, gracias a la naturaleza del Banco de Datos geográficos de SPRING.

Un Banco de Datos en SPRING corresponde físicamente a un directorio donde serán almacenados, tanto el esquema del Banco de Datos, con sus definiciones de Categorías y Clases. Los proyectos son almacenados en subdirectorios conjuntamente con sus archivos de datos: puntos, líneas, imágenes orbitales y aéreas, imágenes temáticas, textos, retículas y objetos. Inicialmente se debe crear un banco para después activarlo e insertar datos en el mismo.

CREAR UN BANCO DE DATOS

Esto implica crear un directorio donde serán almacenados los datos y también definir cual gerenciador de banco de datos será utilizado para almacenar las informaciones tabulares.


Se debe escoger uno entre los siguientes gerenciadores: **DBase**, **Access**, **Oracle**, **MySQL** o **PostgreSQL** . El gerenciador **DBase** no precisa estar instalado en la computadora, pues la instalación de SPRING ya provee las herramientas necesarias para trabajar con tablas en Dbase. Access puede ser utilizado sin que Office esté instalado, en este caso se debe instalar el JET (drivers para o Access). Para utilización de MySql se debe instalar la versión 4.1 (o compatible) y para PostgreSQL la versión 7.4. En el caso de **Oracle**, el gerenciador debe estar instalado en un servidor.

SPRING trabaja de forma nativa con los gerenciadores de banco de datos, y en cualquiera de los bancos, el usuario hará el acceso a los bancos directamente a través de las interfaces de Spring no siendo necesaria ninguna operación en el nivel del gerenciador.

Es indispensable que el usuario de "login" tenga permisos de escritura en el directorio que contendrá el Banco de Datos. Se sugiere la creación de un directorio *springdb* en un subdirectorío con espacio en disco suficiente para almacenar los Bancos de Datos que serán creados en el sistema.

Crear un Banco de Datos no significa que se estará escribiendo o alterando el banco creado. Para eso es necesario activarlo. La ventana de "**Banco de Datos**" se muestra conjuntamente con el Menú Principal en la inicialización del módulo "**spring**".

CREAR BANCO DE DATOS

- Hacer clic en Archivo - Banco de Datos en el menú principal o en el icono  de la barra de herramientas, en caso de que la ventana aún no esté abierta ;
 - Luego hacer clic en Directorio para informar un directorio/ruta para crear el Banco de Datos. La ventana "Seleccionar Directorio" es desplegada:
 - Escribir el Nombre del banco a ser creado, como máximo 32 caracteres, sin espacios en blanco;
 - Hacer clic en Gerenciador y escoger entre **Dbase, Access, Oracle, MySQL o PostgreSQL**
 - Hacer clic en Crear para crear el banco. El nombre pasa a ser parte de la lista.
 - Para gerenciador **Access**, se solicitará si el banco debe ser protegido por contraseña. Responder "Si" para insertar contraseña; la ventana "Definir Contraseña del Banco..." se presenta;
 - Para gerenciador **Oracle**, será solicitado el nombre del banco (Databases) local o remoto, nombre del usuario (User) que tiene permisos para crear tablas en el banco y contraseña (Password) de ese usuario;
1. Usar solamente caracteres alfanuméricos en el nombre del banco de datos. Caracteres especiales (! @ # \$ % ^ & * () - + = | \ { [}] : ; " ' , < > . / ?) o espacios en blanco serán automáticamente retirados del nombre al hacer clic en Crear.
 2. SPRING guarda automáticamente todo dato manipulado, por lo tanto se hace necesario hacer copias de seguridad periódicamente, pues una interrupción en la ejecución del software o la falta de energía, puede comprometer la integridad de los datos


3. SPRING sabrá reconocer cualquier banco de datos creado en el camino indicado, pues algunos archivos existentes debajo del directorio del banco harán que este directorio sea reconocido en la lista de bancos.

CONSIDERACIONES SOBRE ALGUNOS GERENCIADORES DE BANCOS DE DATOS

- **Gerenciador Dbase:** En este gerenciador, SPRING sufrió una actualización, pero para el usuario final no representa ninguna alteración en el formato de las tablas creadas en DBF. Hasta la versión 3.5 de SPRING se utilizaba la versión 5.0 de Codebase y en versión 3.5.1, hasta la presente, se pasó a utilizar la versión 6.5 de Codebase.
- **Gerenciador Oracle:** No hubo alteraciones con la versión Oracle tratada por SPRING. En la versión 3.5 o 3.5.1 de SPRING el gerenciador Oracle es la versión 8.1.6. Versiones más nuevas utilizan Oracle 9.0 o compatible.
- **Gerenciador ACCESS:** Hasta la versión 3.5 de SPRING creaba un banco de datos compatible solamente con Access 97. Ya a partir de la versión 3.5.1, hasta la actual, crea un banco dependiendo de la versión de Access residente en la computadora (versiones 97, 2000 o XP). Caso el micro no tenga ningún gerenciador, la creación de su banco dependerá de la instalación del drive JET (versiones 3.5 o 4.0). La instalación de JET permitirá crear tablas en el formato Access 97 cuando se utiliza JET 3.5 o en formato Access 2000 cuando se utiliza JET 4.0. Los archivos de instalación de los drives JET 3.5 y JET 4.0 están disponibles en la página de download del software SPRING.

ACTIVAR UN BANCO DE DATOS

Activar un Banco significa que el Banco estará abierto para definir su estructura (proyectos, categorías, clases), así como para introducir datos en el mismo. Puede activar un Banco de Datos el usuario de "login" que tenga permiso de lectura en el directorio del Banco de Datos. Solamente un banco de datos puede estar activo en una sesión de trabajo.

- Hacer clic en Archivo - Banco de Datos en el menú principal o en  de la barra de herramientas;
- Hacer clic en Directorio para indicar un directorio/subdirectorio donde se encuentra el Banco de Datos. La ventana de "Seleccionar Directorio" es desplegada. Para que

SPRING reconozca el banco de datos la ruta debe apuntar a un directorio por encima del directorio referente a un banco

- Seleccionar el Banco de Datos deseado en la lista
 - Hacer clic en Activar. Si otro Banco de Datos está activo se debe confirmar el mensaje para desactivarlo. En la barra de título de SPRING se muestra el nombre del banco activo entre corchetes, ejemplo: [SanJose]. Automáticamente esta ventana se cierra al activar un banco.
 - Para un banco creado con gerenciador **Access**, será solicitada la contraseña de acceso en caso de que haya sido definida. En este caso la ventana "Contraseña del Banco Access..." se presenta
1. Al cerrar el módulo "SPRING", la variable SPRINGDB será automáticamente actualizada. Si en la Próxima Sesión de SPRING en la ventana "Configurar Ambiente" estuviera seleccionada "Configuración Actual", el último banco será automáticamente activado cuando se abra nuevamente el sistema; caso contrario puede especificar siempre un mismo banco a ser activado. Incluso, se puede dejar sin valor la variable, para que el sistema solicite cual banco deberá ser activado.
 2. Para definir o alterar la contraseña de un banco de datos que utilice **Access** como gerenciador, será necesario que el mismo esté activo.

BORRAR UN BANCO DE DATOS

Al borrar un Banco de Datos se elimina el directorio del mismo nombre, o sea elimina toda la definición del banco, todos los proyectos y todos los archivos de datos de los proyectos.

Para borrar un Banco el usuario de "**login**" debe tener permiso para escribir sobre el directorio del Banco.

- Seleccionar el Banco de Datos que desea borrar ;
- Hacer clic en Borrar y confirmar el mensaje para eliminar el Banco de Datos.

*Al borrar un banco, no será posible su recuperación a menos que se haya realizado una copia de reserva (**backup**) del mismo.*

COPIA DE SEGURIDAD

Todos los Bancos de datos de SPRING son definidos como un directorio a partir del camino indicado en el momento de crearlo, por lo tanto hacer una copia de seguridad de este directorio y todos sus subdirectorios.

Antes de iniciar el backup(copia de seguridad) de los datos, verificar si el medio que será usado tiene capacidad de almacenar todo el banco. En caso de tener más bytes del que se puede incluir en una cinta o CD por ejemplo, probar hacer una compresión de los datos antes de iniciar la el backup(copia de seguridad)..

Bancos con Gerenciador DBASE o ACCESS:

Programa WinZip

Uno de los programas más comunes utilizado para comprimir archivos en el ambiente Windows es el programa WinZip, que puede ser obtenido en varios sitios de internet o en "<http://www.winzip.com>"

COMPRIMIR UN BANCO DE SPRING CON WINZIP

- Seleccionar el directorio de Windows que corresponde a un banco de datos de SPRING, utilizando el Windows Explorer;
- Clic con botón derecho (BD) sobre el nombre del banco;
- Escoger la opción Add to Zip y en seguida se abre la ventana "Add". Se puede modificar el nombre del archivo Zip a ser creado;
- Observar si la opción Recurse Folders está activa, pues la estructura de subdirectorios que corresponde al proyecto debe ser mantenida al crear el archivo Zip;
- Clic en Add.

Después crear el archivo *.zip utilizar el medio más adecuado (*cdrom, zipdrive, jazdrive, etc.*), para grabar el banco de datos.

Para descomprimir un archivo Zip que corresponde a un banco de datos, al crear el mismo, solamente se comprime los archivos y sub-directorios debajo del directorio correspondiente al banco. Así será necesario crear un nuevo directorio dentro del cual será descomprimido el archivo Zip.

DESCOMPRIMIR UN BANCO DE SPRING CON WINZIP

- Crear un nuevo directorio donde será descomprimido el archivo;
- Clic sobre el archivo Zip;
- Clic en Extract en la ventana del WinZip;
- en la ventana "Extract" seleccionar el directorio que creó arriba y observar si las opciones AllFiles y Use Folder Names están seleccionados;
- Clic en Extract.

BACKUPS DE SPRING EN SISTEMA UNIX

Los Bancos de datos de SPRING podrán ser grabados en copias de seguridad con archivos comprimidos o no, depende solamente de la capacidad del dispositivo que recibirá los datos. En el sistema operativo Linux, utilizando la consola de comandos, se puede copiar, comprimir y descomprimir archivos con los comandos ejemplificados debajo. Más detalles de esos comandos el usuario encuentra en Nociones del sistema operativo UNIX o en un manual de LINUX.

BANCOS CON GERENCIADOR MySQL, PostgreSQL u Oracle

En esos gerencadores, la estructura geográfica, (líneas, polígonos, imágenes, etc.) se localiza en el directorio de Banco/proyecto, así, se hace el backup de esa estructura como fue descrito. Las tablas (modelo de datos, proyecciones, objetos, etc.) se encuentran en el servidor del gerenciador del Banco de Datos especificado, así, es necesario usar la herramienta correspondiente a cada gerenciador para hacer el backup del Banco de Datos.

4.1.2. PROYECTO

MANIPULAR UN PROYECTO

Para definir un proyecto en SPRING es necesario establecer el límite geográfico del área de estudio ("Área del Proyecto) y la Proyección Cartográfica más adecuada a los datos geográficos que estarán siendo manipulados en el área de trabajo. Para cada sistema de proyección hay diferentes Modelos de la Tierra y parámetros como Hemisferio, Latitud y/o Longitud de Origen y Paralelo Padrón que deberán ser indicados.

Un proyecto contiene *Planos de Información (PI)* dentro del Área del Proyecto definida y estos heredarán su sistema de proyección. Los datos originales provenientes de otros sistemas de proyección, serán siempre remapeados para la proyección del proyecto durante el proceso de


importación o entrada de datos. De ahí la importancia de definir un sistema adecuado con la escala de los datos, previendo también los productos cartográficos que serán creados. El Área del Proyecto define también el límite máximo de los Planos de Información en él contenidos. Datos geográficos referentes a áreas mayores que el área del proyecto serán limitados por las coordenadas del proyecto en el momento de la importación o entrada de los datos.

Un proyecto corresponde físicamente a un subdirectorio debajo del directorio del banco de datos al cual pertenece. Los parámetros de cada proyecto son almacenados en los archivos "*Projecti.dbf*" y "*Projects.dbf*", que están debajo del directorio del banco.

CREAR UN PROYECTO

Crear un Proyecto implica la creación de un subdirectorio dentro del banco de datos activo donde serán almacenados los datos. Crear un Proyecto no significa que se está escribiendo o alterando el mismo, para ello es necesario activarlo posteriormente.

Verificar si se ha activado el Banco de Datos deseado, caso contrario el sistema no permitirá tener acceso a la ventana "Proyectos".

- Hacer clic en Archivo - Proyecto en el menú principal o . La ventana "Proyectos" se presenta;
- Indicar el Nombre para el proyecto, como máximo treinta y dos (32) caracteres. Usando solamente caracteres alfanuméricos en el nombre del proyecto. Caracteres especiales (! @ # \$ % ^ & * () - + = | \ { [] : ; " ' < > . / ?) o espacios en blanco serán automáticamente retirados del nombre al hacer clic en Crear o en Alterar;;
- Hacer clic en Proyección para informar los parámetros cartográficos a ser usados en el proyecto. La ventana "Proyecciones" es desplegada;
- Después de definir la proyección definir el Rectángulo Envolvente en coordenadas Planas (en metros) o Geográficas. Los dos puntos deben ser diagonalmente opuestos, de modo que el primero (1) debe ser el inferior izquierdo y el segundo (2) debe el superior derecho (ver Figura 4.1);

- Para coordenadas **Geográficas** la sintaxis debe ser conforme al ejemplo siguiente:

```

Long1 O 23 14 00      Long2 O 23 09 00
Lat1   S 45 55 00    Lat2   S 45 50 00

```

- Para coordenadas Planas (metros) es necesario informar el Hemisferio - Norte o Sur, principalmente cuando se utiliza la proyección UTM
- Luego hacer clic en Crear para insertar el proyecto en el banco.

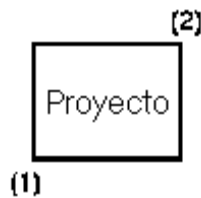


Figura 4. 1 Rectángulo envolvente

ACTIVAR UN PROYECTO

Activar un Proyecto significa que el mismo está abierto para la definición de sus planos, así como para la introducción de datos en los mismos. Solamente un Proyecto puede estar activo en una sesión de trabajo.

- Seleccionar un Proyecto deseado en la lista;
- Hacer clic en Activar. Si otro Proyecto está activo confirmar el mensaje para desactivarlo. En la barra de título de SPRING es mostrado el nombre del proyecto activo entre corchetes, ejemplo: [<banco_activo>][SanJose]. Automáticamente esta ventana se cierra al activar un proyecto y la ventana del "Panel de Control" se abre.

DESACTIVAR UN PROYECTO

- Hacer clic en Desactivar para cerrar el proyecto activo. Otro proyecto se puede crear o activar.
 1. Para activar automáticamente un proyecto se debe alterar la variable ambiental "SPRINGPROJ" en el archivo ".config.spring" del usuario o cuando se ejecuta el *script* "configura_spring".

2. En la versión Windows cuando se cierra el módulo "Spring", la variable SPRINGPROJ se actualiza automáticamente, si en Próxima Sesión de Spring en la ventana "Configurar Ambiente" estuviera seleccionada Configuración Actual, el último proyecto del último banco, se activa automáticamente cuando se abre nuevamente el sistema. Caso contrario puede especificar siempre un mismo proyecto a ser activado, ya sea que haya activado otro en la sesión anterior. O incluso, puede quedar la variable sin valor, para que el sistema solicite cual proyecto deberá ser activado.

ALTERAR UN PROYECTO

Después de haber creado un Proyecto es posible alterar el Nombre del proyecto y aumentar o reducir el Área del Proyecto.

- Hacer clic sobre el nombre del proyecto en la lista;
- Alterar el nombre en la caja de texto Nombre: y/o los valores del Área del Proyecto;
- Hacer clic en Alterar para efectuar los cambios en el proyecto.

En esta versión de SPRING el área del proyecto puede ser alterada para un proyecto con un área menor o mayor. En el primer caso existe una restricción cuando el proyecto ya contiene algún plano de información del modelo imagen.

BORRAR UN PROYECTO

Borrar un Proyecto elimina el directorio del mismo nombre, o sea, elimina toda la definición del mismo, inclusive los archivos de datos de los PI's.

- Seleccionar el Proyecto que se desea borrar;
- Hacer clic en Borrar y confirmar el mensaje para borrarlo definitivamente.

Al borrar un proyecto, todos los PI's y su definición serán eliminados. Hacer siempre una copia de reserva del banco + proyectos.

4.1.3. MODELO DE DATOS

DEFINIR EL MODELO DE DATOS

Antes de la introducción de cualquier dato en SPRING es necesario crear el Modelo de Datos del banco de datos. Este se resume a la especificación de las Categorías, con sus Modelos propios, en la definición de las características de representación gráfica de los datos para cada categoría y la definición de los atributos no espaciales (de consulta) de las categorías.

En SPRING todo dato debe pertenecer a una Categoría (clase de datos para el Banco de Datos) que tiene un Modelo propio, o sea, deberá ser del modelo: temático, numérico o imagen; si es un dato del tipo campo; o de modelos de red, catastral y objeto si es un dato del tipo objeto, o no espacial si son tablas del Banco de Datos.

Los modelos disponibles son:

IMAGEN

Categoría del modelo Imagen se refiere a los datos provenientes de sensores remotos en formato matricial. Ejemplos: imágenes TM/LANDSAT, SPOT, NOAA, fotografías aéreas transformadas en imágenes digitales a través de “scanners”, etc.

NUMÉRICO

Categoría del modelo Numérico se refiere a los datos que poseen una variación continua de sus valores numéricos en función de su posición en la superficie. Ejemplos: altimetría, pH del suelo, magnetometría, temperatura de la superficie, etc.

TEMÁTICO

Categoría del modelo Temático se refiere a los datos que clasifican una posición geográfica como siendo de un determinado tema. Ejemplo: tipos de suelo, clasificación de vegetación, etc.

CLASES

Para las categorías de datos del modelo temático es necesario definir las Clases Temáticas, las cuales son especializaciones de la categoría. Tomando como ejemplo una categoría tipos de

suelo, cada uno de los diferentes tipos de suelos constituirán las clases como: limo arenoso, arcilla, arena limosa.

OBJETO

Categoría de datos del modelo Objeto se refiere a la especialización de un tipo de objeto geográfico. Ejemplo: municipios, calles y manzanas, propiedades, etc.

CATASTRAL

Categoría del modelo Catastral se refiere a los mapas que contienen la representación de determinado tipo de objeto por ejemplo: División política es la categoría catastral que contendrá el mapa con las representaciones de los municipios.

RED

Categoría del modelo Red se refiere a los datos geográficos cuyas relaciones de flujo y conexión entre sus incontables elementos que se desean representar y monitorear. Ejemplo: red de energía eléctrica, alcantarillado, agua, drenaje, teléfonos, etc.

NO-ESPACIAL

Categoría del modelo No-Espacial se refiere a los datos que no poseen representación espacial como por ejemplo los datos de catastros rurales y urbanos.

Las características de representación gráfica de los datos también es definida y almacenada junto con el modelo de datos del banco. El término Visual es utilizado en Spring para designar las características de *áreas, líneas, puntos y textos de una categoría en el Banco de Datos*.

En el Modelo de Datos del Banco son definidas Tablas para insertar, almacenar y recuperar los atributos no espaciales de los datos. Para cada Categoría existe una Tabla de Atributos única, donde son definidos sus campos de acuerdo con los atributos indicados por el usuario. Es a través de estas tablas que se realiza la consulta al Banco de Datos.

Los sistemas gerenciadores de banco de datos disponibles en el mercado, como el CodeBase no permiten crear nuevos ítems en la tabla después de la introducción de valores para los atributos, a menos que se tengan rutinas de integridad y consistencia de los datos. De esta forma, durante


la creación de los atributos, se debe prever todos los atributos que formaran la categoría deseada, considerando que posteriormente los mismos **no pueden ser eliminados**.

CREAR UNA CATEGORIA O CLASE

El concepto de **categoría** agrupa datos de una misma naturaleza en el banco, definiendo una clase de datos. Cada categoría siempre es asociada a un único modelo de datos y puede contener diversos Planos de Informaciones en diferentes proyectos en el mismo Banco de Datos. Después de crear las Categorías es posible la creación de Planos de Información.

Para el modelo de datos no espacial el nombre de la tabla debe haber sido previamente definido. Una tabla de atributos, en el formato Dbase 4 puede ser relacionada automáticamente en el Banco de Datos de SPRING desde que el nombre de la tabla es indicado correctamente y esta tabla se encuentre almacenada en el directorio del banco de datos de SPRING.

Crear las categorías antes de comenzar a trabajar no significa que el usuario tiene que definir las de una sola vez. Normalmente estas son creadas cuando hay necesidad de utilizarlas en algún proyecto. Pasos a seguir:

- Hacer clic en Archivo - Modelo de Datos en el menú principal o en el icono ;
- Seleccionar el Modelo de la categoría que se creará: Imagen, Numérico, Temático, Objeto, Catastral, Red o No Espacial;
- Indicar el Nombre de la categoría. El nombre de una categoría puede contener hasta 32 caracteres, inclusive espacios en blanco o caracteres especiales, tales como: ! @ # \$ % ^ & * () - + = | \ { [] : ; " ' , < > / o ?;
- Indicar el nombre de la Tabla de Atributos para la categoría del modelo No Espacial (*modelo de datos aún no utilizado por el programa*);
- Hacer clic en Crear, repetir los tres pasos anteriores para crear otras categorías;
- Hacer clic en Ejecutar para crear finalmente las categorías en el Banco de Datos.

CLASES TEMÁTICAS

Para el Modelo Temático se debe proceder a la creación de Clases Temáticas. Es posible definir una tabla de atributos no espaciales única para todas las clases temáticas. En el ejemplo de una Categoría de Suelos, para cada una de las clases se podrían definir atributos como textura, granulometría, color, pH, etc.

CREAR CLASES TEMÁTICAS

- Seleccionar en la lista Categorías un ítem del modelo temático;
- Indicar el Nombre de la clase. El nombre de una clase puede contener hasta 32 caracteres, inclusive espacios en blanco;
- Hacer clic en Crear para insertar la clase en la lista;
- Hacer clic en Borrar para eliminar la clase de la lista;
- Hacer clic en Ejecutar para que las clases creadas sean definitivamente insertadas en el Banco de Datos. A partir de este momento las clases creadas no pueden ser eliminadas del Banco de Datos, pueden tener nombres y sus respectivas visuales alteradas.

Antes de hacer clic en Ejecutar se puede remover una clase de la lista; haciendo clic en Suprimir. En cualquier momento se puede retornar a la ventana de "Modelo de Datos" y agregar nuevas clases o también alterar el nombre y visual de las existentes.

Después de crear una categoría se puede definir las características de representación gráfica de los datos, que también son definidas y almacenadas junto con el esquema conceptual del Banco de Datos. Se debe hacer clic en **Visual** para definir las características de áreas, líneas, puntos y textos de una categoría en el Banco de datos.

Para todas las categorías, inclusive clases temáticas, SPRING crea Tablas, en las cuales es posible insertar, almacenar y recuperar los atributos no espaciales de los datos. Solamente para una categoría *No Espacial* se puede definir una tabla con un nombre cualquiera, para las demás categorías el sistema crea una tabla con un nombre predefinido, por ejemplo, para categorías se usa el prefijo "cg", y para clases temáticas se usa el prefijo "cl".

Después de haber creado una categoría y clases se pueden crear los Atributos... no espaciales.

ALTERAR UNA CATEGORÍA O CLASE

La opción de alterar una Categoría o Clase solamente es posible para el nombre de la misma.

Pasos a seguir:

- Hacer clic sobre el nombre de la Categoría o Clase en la lista. El campo Nombre: muestra el ítem seleccionado;
- Alterar el nombre en el cuadro de texto;

- Hacer clic en Alterar. El nombre debe ser alterado también en la lista;
- Luego hacer clic en Ejecutar para efectuar la alteración.

SUPRIMIR UNA CATEGORÍA O CLASE

Una Categoría o Clase solamente se puede eliminar del Banco de Datos antes de hacer clic en Ejecutar, o sea, antes de la categoría o clase sea definitivamente incluida en el banco. Pasos a seguir:

- Hacer clic sobre el nombre de la Categoría o Clase en lista. El campo Nombre: muestra el ítem seleccionado;
- Hacer clic en Borrar. El sistema no pide confirmación pues la categoría o clase aún no era parte del banco.

4.1.4. IMPORTAR

IMPORTACIÓN DE DATOS

La importación de datos en los formatos ASCII-SPRING, ARCINFO-UNG, DXF-R12, SHAPEFILE, JPEG, RAW, JPEG->JPEG, SITIM, SURFER-ASC o IDRISLIMG-ASC *exige que se hayan definido las categorías y clases correspondientes a los datos que serán importados.*


No es necesario activar un proyecto para importar datos, pero en este caso tendrá que informarse un nombre, proyección y área envolviendo el mismo, pues es necesario definirlo durante la importación.


IMPORTACION DE DATOS ASCII-SPRING o ARCINFO-UNG

Para que SPRING reconozca en la lista de archivos uno de estos formatos, se debe tener las siguientes extensiones:

- ***.spr**, importante también la sintaxis interna
- ***.gen**, debe seguir el padrón utilizado por el comando UNGENERATE

IMPORTAR DATOS ASCII-SPRING o ARCINFO-UNG

- Activar un Banco de Datos () y definir las categorías que recibirán los datos externos;

- Activar un Proyecto () el cual deberá envolver las coordenadas de los datos del archivo externo, o se solicitaran los parámetros para crear un proyecto en caso no se encuentre ninguno activo;
- Hacer clic en Archivo y seleccionar Importar. La ventana "Importación" será desplegada;
- Utilizar el botón Directorio para localizar el lugar donde se encuentra el archivo que será importado, o digitar la dirección y hacer clic en CR.
- Seleccionar el Formato entre ASCII-SPRING o ARCINFO-UNG. Si hubiera archivos con la extensión correspondiente, serán presentados en la lista inferior;
- Buscar el archivo en la lista abajo y hacer clic sobre él;
- Escoger la entidad a la cual pertenecen los datos, o sea Línea, Punto o Identificadores para datos del modelo temático. En caso de ser Línea se puede optar por Línea s/ajuste (solamente importar las líneas), Línea c/ajuste (importa el archivo de líneas y hace el ajuste para crear el archivo de nodos) y Línea c/topología (importa las líneas, hace el ajuste de nodos y creando la topología hace la poligonalización). En el caso de datos del modelo numérico escoger entre Muestras (isolíneas y puntos con cota), Retícula Regular o Retícula Triangular;
- Seleccionar la unidad de los datos: metros, kilómetros, pies, pulgadas, grados, segundos o milímetros. En caso de que los datos estén en latitud/longitud (por ejemplo, s 23 45 32.34 w 45 20 0.0), serán automáticamente reconocidos, independientemente de la selección de una unidad;
- Indicar la Escala para el PI a ser creado. Se sugiere mantener la misma escala de la base de la cual fue obtenido, o definir la escala que será usada en el dispositivo de salida (por ejemplo, una impresión);
- Indicar la Resolución X(m) y Y(m) en metros para la retícula que estará asociada al PI que será creado (solamente para datos del modelo numérico). En caso de que el dato externo ya sea una retícula, verificar correctamente la resolución con que fue creada, antes de efectuar la importación;
- En caso no se encuentre un proyecto activo será necesario definir una proyección, entonces se debe hacer clic en Proyección e indicar los parámetros necesarios

- Utilizar el botón Área del Proyecto para definir una caja menor que la del proyecto activo. Si un proyecto está activo, los valores serán informados en la ventana "Área del Proyecto" usados para crear el proyecto;
- Indicar el nombre de un Proyecto (máximo 32 letras) en caso de que no se encuentre uno activo;
- Hacer clic en Categoría para escoger a cual pertenecerá el PI que será creado. La ventana "Lista de Categorías" es desplegada. Escoger una categoría en la lista equivalente al modelo al cual pertenece el dato a ser importado (Temático o Numérico), y después de escoger la categoría, hacer clic en Ejecutar;
- Digitar el nombre del PI que será creado o informar el nombre de uno existente en el proyecto activo. Si se desea hacer un mosaico no se debe olvidar hacer clic en el botón Mosaico en este último caso;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar la importación.

En caso de algún error, verificar los parámetros nuevamente principalmente si el modelo del dato externo corresponde al equivalente escogido en la categoría.

Los siguientes ítems deben ser verificados para que la importación sea correcta:

Si la unidad de medida informada en la ventana de importación está correcta, la unidad por defecto en la ventana de importación es metros y los datos pueden estar en grados o kilómetros u otros.

Si el rectángulo envolvente está correcto conforme los datos.




Si los datos de la proyección están iguales, si no fuera así informar en la interface de importación la proyección de origen para que sea realizada la importación con re-mapeo

IMPORTACIÓN DE DATOS DXF

Para que SPRING reconozca la lista de archivos del formato DXF, se debe tener la siguiente extensión:

- ***.dxf**

IMPORTAR DATOS DXF

- El primer paso es activar un Banco de Datos () y definir las categorías que recibirán los datos externos;
- Luego se debe activar un Proyecto () el cual deberá envolver las coordenadas de los datos del archivo externo, o en todo caso serán solicitados los parámetros para crear uno, si no se tiene ninguno activo;
- Hacer clic en Archivo y seleccionar Importar . La caja de diálogo "Importación" será desplegada;
- Utilizar el botón Directorio para localizar el lugar donde se encuentra el archivo que será importado, o digitar la dirección (path) y hacer clic en CR.
- Seleccionar en Formato DXF-R12
- Ubicar el archivo DXF en la lista de abajo y hacer clic sobre él;
- Hacer clic en Layer. La caja de diálogo "Layers DXF" será desplegada;
En esta ventana se puede verificar el contenido del layer y algunas transformaciones de los datos que están en DXF pueden ser efectuadas para corregir el posicionamiento (Delta X y Delta Y), rotación y escala, para que esté geográficamente ajustado con el proyecto activo.
- Después de haber seleccionado el(los) layer(s), se debe observar que el nombre del layer se encuentre en la caja de texto frente al botón PI();
- Escoger la entidad a la cual pertenecen los datos, o sea Línea, Punto o Identificadores para datos del modelo temático; en caso de Línea se puede optar por Línea s/ajuste (solamente importar las líneas), Línea c/ajuste (importa archivo de líneas y hace el ajuste para crear el archivo de nodos) y Línea c/topología (importa las líneas, hace el ajuste de los nodos y crea la topología, o sea, hace la poligonalización). En caso de datos del modelo numérico se debe escoger entre Muestras (isolíneas y puntos con cotas), Retícula Regular o Retícula Triangular;
- Seleccionar la unidad de los datos: metros, kilómetros, pies, pulgadas, grados, segundos o milímetros. En caso de que los datos estén en latitud/longitud (por ejemplo, s 23 45 32.34 w 45 20 0.0), serán automáticamente reconocidos, independientemente de la selección de una unidad;

- Indicar la Escala para el PI que será creado. Es recomendable mantener la misma escala base de la cual fue obtenido, o definir una escala, la cual será usada en su dispositivo de salida (por ejemplo, una impresión);
- Indicar la Resolución X(m) y Y(m) en metros para la retícula que estará asociada al PI que será creado (solamente para datos del modelo numérico). En caso de que el dato externo ya sea una retícula, se debe verificar la resolución con que fue creado, antes de efectuar la importación;
- En caso no esté con un proyecto activo será necesario definir una proyección, entonces, se debe hacer clic en Proyección e indicar los parámetros necesarios;
- Utilizar el botón Área del Proyecto para definir una caja menor que la del proyecto activo. En caso de haber un proyecto activo, los valores aparecerán en la ventana "Área del Proyecto" usada para crear el proyecto;
- Indicar el nombre de un Proyecto (máximo 32 letras) en caso no esté con uno activo;
- Hacer clic en la Categoría a la cual pertenecerá el PI que será creado. La ventana "Lista de Categorías" es desplegada. Escoger una categoría en la lista equivalente al modelo al cual pertenece el dato que será importado (Temático o Numérico), y hacer clic después de escoger ésta en Ejecutar;
- Digitar el nombre del PI que será creado o informar el nombre de uno existente en el proyecto activo, si se desea hacer un mosaico no olvidar hacer clic para activar el botón Mosaico;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar la importación.

En el caso de algún error, verificar los parámetros nuevamente, principalmente si el modelo del dato externo corresponde al equivalente escogido en la categoría.

Los siguientes ítems deben ser verificados para que la importación sea correcta:

Si la unidad de medida informada en la ventana de importación es correcta, la unidad por defecto en la ventana de importación es metros y los datos pueden estar en grados o kilómetros u otros.

Si el rectángulo envolvente está correcto conforme los datos.

Si los datos de la proyección están iguales, si no lo fueran, informar en la interface de importación la proyección de origen para que sea realizada la importación con re-mapeo

IMPORTACIÓN DE DATOS SHAPEFILE

Para que SPRING reconozca en la lista de archivos el formato Shape, se debe tener la siguiente extensión:

- ***.shp**

La importación directa de un SHAPEFILE es válida solamente para PI's del modelo CATASTRAL o RED . En el caso de un temático solamente las líneas/puntos serán importadas. Se recomienda para otros modelos utilizar la ventana del conversor "Archivo -> Convertir para ASCII SPRING" y después importar el archivo ASCII-SPRING generado.

- Activar un Banco de Datos y definir las categorías que recibirán los datos externos, en caso que no existan;
- Activar un Proyecto el cual deberá contener las coordenadas de los datos del archivo externo, serán solicitados los parámetros para crear un proyecto, caso no tenga ninguno activo;
- Hacer clic en Archivo y Seleccionar Importar. La ventana "Importación" se desplegará;
- Utilizar el botón Directorio para posicionar el archivo a ser importado, o digitar la ruta (path) y hacer clic en CR.
- Seleccionar en Formato SHAPEFILE. Si hubiera archivos con la extensión correspondiente, serán presentados en la lista;
- Hacer clic sobre el archivo en la lista;
- Seleccionar la unidad de los datos en Unid.: metros, kilómetros, peso, pulgadas, grados, segundos o milímetros;
- Introducir la Escala para el PI que será creado. Se sugiere mantener la misma escala de la base, o definir una escala la cual será usada en el dispositivo de salida (por ejemplo, una impresión);
- En caso no se encuentre con un proyecto activo será necesario definir una proyección, hacer clic en Proyección e introducir los parámetros necesarios ;
- Utilizar el botón Rectángulo Envolvente para definir un rectángulo menor que del proyecto activo. En caso de haber un proyecto activo, los valores serán informados en la ventana "Rectángulo Envolvente";
- Introducir el nombre de un Proyecto (máximo 32 letras) en caso no esté con uno activo;

- Hacer clic en Categoría para escoger a cual pertenecerá el PI a ser creado. La ventana "Lista de Categorías" se presenta. Escoger una categoría en la lista equivalente al modelo al cual pertenece el dato a ser importado (Temático, Catastral, Red o Numérico);
- Digitar el nombre de PI a ser creado o informar el nombre de uno existente en el proyecto activo, si se desea hacer un mosaico se debe hacer en el botón Mosaico;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar la importación.

En caso de algún error, verificar los parámetros nuevamente, principalmente si el modelo de dato externo corresponde al equivalente escogido en la categoría.



Los siguientes ítems deben ser verificados para que la importación sea correcta:

Si la unidad de medida informada en la ventana de importación está correcta, la unidad por defecto en la ventana de importación es metros y los datos pueden estar en grados o kilómetros u otros.

Si el rectángulo envolvente está correcto conforme los datos.

Si los datos de la proyección están iguales, si no lo fueran, informar en la interface de importación la proyección de origen para que sea realizada la importación con re-mapeo

IMPORTACIÓN DE IMÁGENES JPEG, RAW Y SITIM

- Activar un Banco de Datos () y definir por lo menos una categoría del modelo Imagen que recibirá los datos externos;
- Activar un Proyecto () el cual deberá envolver las coordenadas de los datos del archivo externo, o en todo caso serán solicitados los parámetros para crear uno, si no tiene ninguno activo;
- Hacer clic en Archivo y seleccionar Importar. La ventana "Importación" será desplegada;
- Utilizar el botón Directorio para localizar el lugar donde se encuentra el archivo que será importado, o digitar la ruta (path) y hacer clic en CR.
- Seleccionar en Formato JPEG, RAW, JPEG->JPEG o SITIM. Si hubiera archivos con la extensión correspondiente, serán presentados en la lista. La opción JPEG->JPEG hace que la imagen sea mantenida en este formato dentro de SPRING, aunque como una imagen sintética;
- Ubicar el archivo en la lista y luego hacer clic sobre él;

- Escoger la entidad a la cual pertenecen los datos: Imagen, Imagen Clasificada o Imagen Sintética;
- Indicar la Resolución X(m) y Y(m) en metros para la imagen que estará asociada al PI que será creado;
- En caso de que no esté con un proyecto activo será necesario definir una proyección, entonces, hacer clic en Proyección e indicar los parámetros necesarios;
- Utilizar el botón Rectángulo Envolvente para definir una caja menor que la del proyecto activo. En caso de tener un proyecto activo, los valores usados para crear el proyecto aparecen en la ventana "Rectángulo Envolvente" ;
- Indicar el nombre de un Proyecto (máximo 32 letras) en caso de que no esté con uno activo;
- Hacer clic en Categoría para escoger a cual pertenecerá el PI que será creado. La ventana "Lista de Categorías" es desplegada. Escoger una categoría del modelo Imagen, y hacer clic en Ejecutar después de escogerla;
- Digitar el nombre del PI que será creado o informar el nombre de uno existente como proyecto activo si desea hacer un mosaico, pero no olvidar hacer clic en el botón Mosaico en este último caso;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar la importación.

Al seleccionar la imagen en formato **SITIM**, verificar que el archivo descriptor contiene las imágenes. Y también que el formato del nombre del archivo descriptor y que las imágenes estén con las mismas fuentes de letras, o sea, todas las palabras mayúsculas o minúsculas.

Como las imágenes a ser importadas no poseen georeferenciamiento, deberán ser importadas para una caja (área del proyecto) con el mismo número de líneas y columnas, en caso contrario se deben convertir de los formatos RAW y SITIM a GRIB, utilizando el módulo IMPIMA. Después de tener una imagen en formato GRIB, se pueden adquirir los puntos de control para hacer posteriormente el registro.

La importación del formato JPEG->JPEG, no permite la mudanza de Proyección, así, por ejemplo si el JPEG fue generado en UTM/SAD69, este puede ser importado para un proyecto en esa misma proyección.

4.1.5. IMPORTAR TABLAS

SPRING trabaja con dos categorías de tablas:

- **Categoría de objetos:** normalmente tiene relación directa con una entidad gráfica (punto, línea o polígono), que se puede mapear en una categoría catastral y/o redes, y puede tener un conjunto de atributos definidos.
- **Categoría no-espacial:** no tiene ninguna relación con objetos, se almacenan solamente atributos convencionales. Eventualmente, una determinada instancia puede estar conectada a una categoría de objeto por un atributo común

Otra tabla interna del sistema almacena las informaciones, principalmente **Rótulo y Nombre**, de todos los objetos geográficos creados. La estructura de esta tabla (llamada "**geobject**") es la siguiente:

	Nombre del campo	Tipo de datos	
	ID	Número	
	NOME	Texto	
	ROTULO	Texto	
	CATEGORIA	Número	
	VISID	Número	
	▶ DATA	Data/Hora	
	HORA	Número	

Figura 4. 2. Tabla interna del sistema.

Donde:

- ID: identificador interno del objeto (generado internamente por el sistema)
- NOMBRE: texto cualquiera
- ROTULO: texto único que en él se repite
- CATEGORÍA: código de la categoría de objetos (generado internamente por el sistema)
- VISID: identificador de los atributos de visualización de los objetos
- DATA: data (no está siendo usado)
- HORA: hora (no está siendo usado)

Cuando se crea una **categoría de objetos** en la ventana "**Modelo de Datos**", automáticamente el sistema genera la tabla de atributos con el nombre de la forma CGxxxxxx, donde xxxxxx corresponde a un identificador interno del sistema.

	Nombre del campo	Tipo de datos	
▶	GEOID	Número	
	ASA	Texto	
	USO	Texto	
	NUM_IMOV	Número	
	POPULAC	Número	
	RENDA	Número	
	APTIDAO	Texto	
	MDECLIV	Número	

Figura 4. 3. Tabla de atributos de objetos

Donde:

- GEOID: identificador del objeto que corresponde al atributo ID de la tabla "**geobject**".
- ASA, USO, NUM_IMOV, POPULAC, RENDA, APTIDAO, MDECLIV: los demás atributos creados

Los atributos **ID** de la tabla "**geobject**" y **GEOID** de la tabla de objetos hacen la unión entre estas dos tablas.

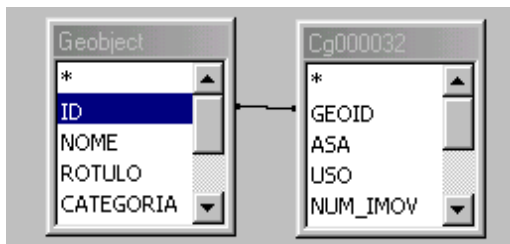


Figura 4. 4. Asociación de tablas.

Las tablas de atributos de una categoría de objeto y categoría no-espacial pueden ser generadas por diferentes caminos:



- Directamente en SPRING se utilizan las ventanas " Modelo de Datos" (para crear una categoría del objeto no-espacial), " Editar Objetos" (para editar categorías de objeto, a través de la creación de un rótulo/nombre y complementando los demás atributos) y " Datos No-Espaciales" (para editar categorías no-espaciales, a través del complementamiento de atributos)
- Importando una tabla externa en el formato ASCII-SPRING (tipo TABLE)
- Importando una tabla externa a partir de formatos DBASE y ACCES que ya poseen los atributos referentes a los objetos no-espaciales.

Cuando la tabla externa va a ser importada, para volverse una tabla de atributos de categoría de objetos no-espacial dentro de SPRING, se parte del principio que las siguientes informaciones ya han sido almacenadas en el banco de datos:

- Para una categoría de Objetos:
 - Categoría de Objetos
 - Datos del proyecto
 - Datos del plano de información (geometría)
 - Objetos de una categoría ya creados
- Para una categoría No-Espacial:
 - Escribir un nombre para crear la categoría

Los procedimientos para la importación de una tabla externa utilizando la ventana "Importación de Tablas" son descritos la continuación:

IMPORTAR TABLAS EN DBASE, ACCESS, ASCII-SPRING o SPACESTAT

- Activar un Banco de Datos () , en el caso que no esté activo;
- Activar un Proyecto () , en el caso que no tener ninguno activo;
- Hacer clic en Archivo y seleccionar Importar Tabla. La ventana "Importación de Tablas" será presentada;
- Utilizar el botón Directorio para posicionarse donde se encuentra el archivo a ser importado o digitar la ruta (path) y hacer clic en CR;
- Seleccionar el tipo de Formato de los datos: DBASE, ACCESS, ASCII-SPRING;
- Buscar el archivo en la lista y hacer clic sobre él;
- Seleccionar en Operación de la ventana "Importación de tablas": Crear Nueva Tabla No-Espacial
 - En el caso de una nueva tabla espacial se debe rellenar el nombre de la tabla (Categoría);
- Seleccionar en Operación de la ventana "Importación de tablas": Crear Nueva Tabla de Objetos (DBASE);
 - Para el caso de una nueva tabla en el formato DBASE, es necesario seleccionar en la lista de Objetos SPRING la categoría deseada (Tabla), y en la lista de

Asociación Tabla Externa x SPRING el atributo correspondiente al rótulo del objeto en SPRING;

- Seleccionar en Operación SPRING: Crear Nueva Cat.Objetos/Tab.Atributos
 - Para el caso de una nueva tabla en el formato ASCII-SPRING, el nombre de la categoría objeto debe ser especificada dentro del archivo, en el caso que no exista será creado;
- Seleccionar en Operación SPRING: Actualizar Cat.Objetos/Tab.Atributos ;
 - Para el caso de una actualización en la tabla en el formato ASCII-SPRING o SPACESTAT, el nombre de la categoría objeto debe ser especificado dentro del archivo;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar la importación.

Tablas en el formato DBASE (.dbf) pueden ser importadas para los diferentes gerenciadore de banco de datos: Dbase, Access y Oracle.

ENLACE DE TABLAS EXTERNAS CON TABLA DE ATRIBUTOS DE OBJETOS

De la misma forma que existe un enlace interno entre la tabla de objetos y la tabla de atributos, se puede adicionar una tercera tabla externa conectada a la tabla de atributos. En este caso se utiliza la opción de menú "Editar" + "Enlace de Tabla...", se hace la asociación entre un atributo de la tabla de objeto y un atributo de la tabla en el espacial. Una vez realizada la conexión, todos los atributos estarán disponibles en el módulo de consulta.

4.1.6. IMPORTAR DEL SGI

El SGI (*Sistema de Informaciones Geográficas*) es un "software" desarrollado por el INPE para el procesamiento de datos temáticos y numéricos.

Antes de importar cualquier proyecto y sus PIs del SGI, se debe definir en Spring las Categorías correspondientes al tipo de dato del SGI.

En el caso de un PI temático del SGI, se debe también definir Clases temáticas en el banco de SPRING, pues se deberá hacer la asociación al importar.

A. Para la Importación de datos temáticos en formato SGI, SPRING importa Líneas, Identificadores de Líneas e Imagen Temática.

Para importar Líneas e Identificadores son necesarios los siguientes archivos del SGI:

- <nome proj>.prj
- <nome proj>.dir
- <nome proj>_<nome pi>.li1
- <nome proj>_<nome pi>.li2
- <nome proj>_<nome pi>.cen

Para importar una Imagen Temática son necesarios los siguientes archivos del SGI:

- <nome proj>.prj
- <nome proj>.dir
- <nome proj>_<nome pi>.di
- <nome proj>_<nome pi>.i
- <nome proj>_<nome pi>.lut

Para importar Textos son necesarios los siguientes archivos del SGI:

- <nome proj>.prj
- <nome proj>.dir
- <nome proj>_<nome pi>.tex

B. Para datos numéricos en formato SGI, SPRING importa puntos de cota e isolíneas (muestras).

Para importar puntos de cota son necesarios los siguientes archivos del SGI:

- <nome proj>.prj
- <nome proj>.dir
- <nome proj>_<nome pi>.pt
- <nome proj>_<nome pi>.i
- <nome proj>_<nome pi>.lut

Para importar isolíneas son necesarios los siguientes archivos del SGI:

- <nome proj>.prj
- <nome proj>.dir
- <nome proj>_<nome pi>.li1
- <nome proj>_<nome pi>.li2

Para importar retículas son necesarios los siguientes archivos del SGI:

- <nome proj>.prj
- <nome proj>.dir
- <nome proj>_<nome pi>.gr

C. Para datos imagen en formato SGI, SPRING importa Imagen Nivel de Gris e Imagen Codificada (sintética).

Para importar Imagen Nivel de Gris son necesarios los siguientes archivos del SGI:


- <nome proj>.prj
- <nome proj>.dir
- <nome proj>_<nome pi>.di
- <nome proj>_<nome pi>.i

Para importar Imagen Codificada son necesarios los siguientes archivos del SGI:

- <nome proj>.prj
- <nome proj>.dir
- <nome proj>_<nome pi>.di
- <nome proj>_<nome pi>.i
- <nome proj>_<nome pi>.lut

IMPORTAR DATOS DEL SGI

- Seleccionar en el menú principal Archivo - Importar del SGI. La ventana "Importar Datos del SGI" es desplegada;
- Utilizar el botón Directorio para buscar en donde se encuentran los archivos del SGI, especialmente el archivo "<nome_proj>.dir";
- Hacer clic en Cargar en la ventana de Importación. Aparecen los Planos de Información existentes en Proyecto del SGI;
- Seleccionar el Plano de Información deseado;

- Indicar el nombre del Proyecto a ser creado en SPRING (como máximo 32 letras), en caso de no tener un proyecto activo;
- Hacer clic en Categoría para seleccionar en la ventana "Lista de Categorías" el tipo de modelo equivalente al del SGI. Las categorías y clases deberán haber sido creadas anteriormente a través de la opción Archivo-Modelo de datos o ;
- Indicar el nombre del PI que contendrá los datos en SPRING. En el caso de utilizar un nombre de PI existente tendrá que usar la opción Mosaico para no borrar todo el contenido del PI existente.
- En el caso que el PI del SGI sea un mapa temático, se debe hacer la asociación de las clases de una categoría de SPRING con las del SGI, para que sea hecha la Conversión de las Clases;
- Hacer clic en Ejecutar para completar la importación.

En el caso que exista un texto asociado a cualquier PI del SGI, este será automáticamente creado en SPRING.

Al importar el primer PI del SGI es necesario desactivar cualquier proyecto de SPRING. Después de importar ese primer PI del SGI, este proyecto será creado y activado en SPRING automáticamente.



4.1.7. IMPORTAR IMÁGENES REGISTRADAS

IMPORTAR ARCHIVOS GRIB (Imágenes) PARA UN PROYECTO

Para registrar una imagen GRIB, se deben adquirir puntos de control sobre dicha imagen y definir una ecuación de mapeo, para lo cual previamente se debe crear y activar un proyecto antes de importar.

Si se desea importar la imagen sin hacer el registro, se debe desactivar cualquier proyecto existente, ya que el sistema automáticamente crea un proyecto durante la importación. En este caso, será creado un proyecto sin proyección y los valores del rectángulo que conforman el área del proyecto, serán calculados en función del número de líneas/columnas y la resolución de la imagen. En caso que se disponga de otras imágenes para ser importadas de modo de llenar el área de un proyecto mayor, esa ventana es utilizada también para realizar el mosaico durante la importación.

Los pasos a seguir son:

- Activar un Banco de Datos () y un Proyecto () cuya área englobe parte o totalmente la imagen que será importada;
- Hacer clic en Archivo - Importar Archivos GRIB. Se presenta la ventana "Importar Imágenes";
- Hacer clic en Directorio para buscar el directorio/carpeta donde se encuentra el archivo GRIB o escribir la ruta en el cuadro de texto y hacer clic en el botón CR;
- Hacer clic sobre el archivo GRIB en la lista Archivos. La lista Imágenes se actualiza con cada archivo seleccionado;
- Hacer clic sobre una imagen en el cuadro con la lista de Imágenes;
- Hacer clic en el botón Categoría para seleccionar en la ventana "Lista de Categorías" la categoría a la cual pertenecerá la imagen a ser importada;
- Escribir en el cuadro de texto Proyecto: un nombre, si se trata de importar una imagen para un proyecto sin proyección; si hay algún proyecto activo el campo no puede ser editado ya que la imagen debe ser registrada previamente;
- Hacer clic en el cuadro de texto Pl y escribir el nombre del plano de información que contendrá una de las imágenes seleccionadas anteriormente;
- Marcar la opción Recorte WRS si se desea que el sistema hacer un recorte automático en la imagen con respecto al padrón de recortes WRS;
- Marcar la opción Corrección de Sistema en caso que se desee que sea hecha una corrección geométrica automática en la Imagen. Esa opción solo debe ser marcada si la imagen ya tuviera una corrección de sistema previamente realizada por el suministrador de la imagen;
- Escoger uno de los interpoladores disponibles: *Vecino + próximo* (por defecto) o *Bilinear*. El interpolador Vecino + próximo se debe escoger cuando no requiera que el sistema genere niveles de gris intermediarios a los originales de la imagen de entrada;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar la importación.



Se puede dar el nombre de un plano de información que ya exista en el proyecto activo, de manera de realizar un **mosaico** de la imagen existente.

En caso de que no se haya creado ninguna categoría del modelo imagen, se deberá crear. Al finalizar la importación, se debe observar que el plano de información importado forma parte de la lista que se presenta en el "Panel de Control".

En caso que se tenga otras imágenes (bandas) para importar dentro del mismo archivo GRIB, se debe **repetir** el proceso a partir del cuarto ítem descrito anteriormente.

Cuando la imagen disponible no es suficiente para cubrir toda el área del proyecto, se deberá adquirir una imagen adyacente y efectuar todo el proceso de lectura y registro de la imagen restante y así efectuar un **mosaico** de esta imagen, como se explica a continuación.

REALIZAR MOSAICO DE DOS IMÁGENES

- Activar un Banco de Datos () y un Proyecto () cuya área de proyecto englobe las partes de las imágenes que serán unidas;
- Hacer clic en Archivo - Importar Archivos GRIB. La ventana "Importar Imágenes" se presenta;
- Hacer clic en Directorio para buscar el directorio/carpeta donde se encuentra el archivo GRIB o escribir la ruta en el cuadro de texto y hacer clic en CR;
- Hacer clic sobre el archivo GRIB en la lista Archivos. La lista Imágenes se actualiza al seleccionar cada archivo;
- Hacer clic sobre una imagen en el cuadro con la lista de Imágenes,
- Hacer clic en el botón Categoría para que en la ventana "Lista de Categorías" se pueda informar a cual categoría pertenecerá la imagen a ser importada;
- Hacer clic en el cuadro de texto PI y escribir el nombre del plano de información que contendrá las imágenes mosaico;
- Hacer clic en Ejecutar para importar la primera parte de la imagen;
- Hacer clic en el cuadro con la lista de Archivos para seleccionar el segundo archivo imagen, las imágenes (bandas) dentro de este archivo se presentan en el cuadro abajo;
- Hacer clic sobre la segunda imagen en el cuadro con la lista de Imágenes;
- Hacer clic en el cuadro de verificación Mosaico;
- Mantener el nombre del PI activo;
- Marcar la opción Recorte WRS cuando se desea que el sistema hacer un recorte automático en la imagen con respecto al padrón de recortes WRS.
- Marcar la opción Corrección de Sistema en caso de necesitar hacer una corrección geométrica automática en la Imagen. Esa opción solo debe ser marcada cuando la imagen ya tiene una corrección de sistema previamente realizada por el suministrador de la imagen;

- Escoger uno de los interpoladores disponibles: *Vecino + próximo* (por defecto) o *Bilinear*. El interpolador Vecino + próximo debe se debe escoger cuando no se requiera que el sistema genere niveles de gris intermediarios a los originales de la imagen de entrada.
- Hacer clic en el botón Ecualizar en caso que se requiera hacer una ecualización con otras imágenes ya existentes en el PI. En este caso el programa requiere que el usuario haya escogido, previamente en la pantalla activa, un área de intersección entre las imágenes que serán mosaicadas.
- Hacer clic en Ejecutar para realizar el registro definitivo de la segunda parte de la imagen.

En caso que se tenga otras bandas para hacer un mosaico, repetir el proceso a partir del cuarto ítem descrito anteriormente.

4.1.8. CONVERSIÓN ASCII-SPRING

Esta ventana permite convertir archivos geográficos (mapas y tablas) de otros sistemas a formato ASCII-SPRING.

Los formatos soportados para ser convertidos son:

- E00 - ArcInfo
- Shape File - ArcView
- MID/MIF - MapInfo
- DBF - Genera tabla de atributos y genera archivo de puntos de coordenadas X y Y que son columnas de archivo ".dbf"

Para una conversión más adecuada, se debe saber:

- El tipo de representación que se tiene en el dato externo, esto es, puntos, líneas, polígonos o tabla ;
- Unidad, proyección y datum del dato externo, para definición del proyecto y posterior importación;
- El convertidor no hará ninguna conversión de unidad, proyección o datum. los valores leídos serán escritos como están, o sea, en el formato ASCII-SPRING;
- El modelo de datos de SPRING más adecuado al dato externo;

- Una categoría temática, numérica, catastral o redes, ya debe existir en el banco antes de importar las representaciones;
- Una categoría de objeto, para mapas del modelo catastral o redes, la cual puede ser creada durante la importación de los datos, a no ser que haya necesidad de utilizar una existente, en este caso se debe seleccionar tal categoría;
- El archivo convertido en el formato ASCII-SPRING debe ser importado a un proyecto con área del proyecto a las coordenadas de los datos.

Este convertidor exige solamente que un banco de datos esté activo, aunque la categoría de objeto de salida no sea una existente en este banco. Los archivos creados por la conversión estarán disponibles en el mismo directorio de los archivos de origen MIF, SHAPE, E00 y DBF

CONVERTIR ARCHIVOS A ASCII-SPRING

- Activar un Banco de Datos;
- Hacer clic en Archivo - Conversión para ASCII SPRING La ventana "Conversión ASCII SPRING" será desplegada;
- Hacer clic en Archivo La ventana "Seleccionar Archivos" es desplegada;
- Seleccionar en Buscar dentro del directorio donde se encuentre el archivo a ser convertido;
- Seleccionar en Tipo de Archivo uno de los formatos *.shp, *.dbf, *.e00, *.mif
- Seleccionar el archivo a ser convertido;
- Hacer clic en Guardar;
- Escoger en Modelo SPRING una de las categorías Temático, Catastral, MNT, Red o Listaje txt , como destino del archivo a ser creado;
- En caso que el modelo escogido sea Catastral o Red, hacer clic en Categorías de Objeto para escoger una del banco activo. La ventana "Lista de Categorías" es desplegada. Escoger una categoría en la lista y hacer clic en Ejecutar. Si la categoría de objetos no existe y aun así se desea convertir el archivo utilizando otro nombre cualquiera, basta editarlo en el cuadro de texto;
- Escoger en la lista Atributos el ítem deseado. Depende del modelo escogido:
 - Temático : el atributo escogido representará la clase de los puntos, líneas o polígonos - opción [NONE], no crea la sección POINTS del <archivo>.spr , solamente la sección LINES;

- Catastral : el atributo escogido representará el rótulo + nombre del objeto asociado a puntos, líneas o polígonos - opción [NONE] utiliza una identificación interna del punto, línea o polígono para asociar al rótulo + nombre;
 - MNT : el atributo escogido representará la cota de la isolínea o del punto acotado - opción [NONE] asocia el valor 0 (cero) a todas las isolíneas y puntos;
 - Red : el atributo escogido representará el rótulo + nombre del objeto asociado a líneas - opción [NONE] utiliza una identificación interna de la línea para asociar al rótulo + nombre;
 - Si el archivo posee la extensión *.dbf, se debe escoger en la lista CoordX/Long., el ítem deseado que contiene el valor de la coordenada X o la longitud y Escoger en la lista CoordY/Lat., que el ítem deseado contiene el valor de la coordenada Y o la latitud.
- Se puede alterar, si se desea, el nombre del archivo ASCII a ser creado;
 - Hacer clic en Ejecutar para iniciar la conversión.

Los archivos convertidos estarán en el mismo directorio donde se encuentran los archivos de origen. Como resultado de la conversión se tiene siempre un archivo con la extensión *.spr, con las posibles secciones POINT2, POINTS SAMPLE, NETWORK y NETWORK_OBJECTS, o el archivo *_TAB.spr (cuando la conversión es para un archivo catastral o redes) con la sección TABLE. Las entidades, en la ventana "**Importación**", están asociadas a cada una de estas secciones, en función del modelo de datos de SPRING, como se describe a continuación:

TEMÁTICO

- **Puntos:** <archivo>.spr - contiene solamente la sección POINT2D
 - Entidad = "**Puntos**" del <archivo>_P2D.spr
- **Líneas:** <archivo>.spr - contiene las secciones LINES y POINTS en el aunque archivo o archivos diferentes (L2D y LAB)
 - Entidad = "**Líneas s/ Ajuste**" del <archivo>_L2D.spr
 - Entidad = "**Identificadores**" del <archivo>_LAB.spr
- **Polígonos:** <archivo>.spr - contiene las secciones LINES y POINTS en el aunque archivo o archivos diferente (L2D y LAB)
 - Entidad = "**Líneas c/ Topol.**" del <archivo>_L2D.spr *
 - Entidad = "**Identificadores**" del <archivo>_LAB.spr

* : En el caso los polígonos, se recomienda eliminar las líneas dobles en la adyacencia de los polígonos (utilizar la herramienta Limpiar Vectores)

Para las tres representaciones, las clases son creadas automáticamente en la importación, en el caso de no existir.

CATASTRAL

- **Puntos:** <archivo>.spr - contiene solamente la sección POINT2D + <archivo>_TAB.spr
- contiene la sección TABLE
 - Entidad = "**Puntos**" del <archivo>_P2D.spr
 - Entidad = "**Obj/Atributos**" del <archivo>_TAB.spr
- **Líneas:** <archivo>.spr - contiene las secciones LINES y POINTS en el aunque archivo + <archivo>_TAB.spr - contiene la sección TABLE
 - Entidad = "**Líneas s/ Ajuste**" del <archivo>_L2D.spr
 - Entidad = "**Identificadores**" del <archivo>_LAB.spr
 - Entidad = "**Obj/Atributos**" del <archivo>_TAB.spr
- **Polígonos:** <archivo>.spr - contiene las secciones LINES y POINTS en el aunque archivo + <archivo>_TAB.spr - contiene la sección TABLE
 - Entidad = "**Líneas c/ Topol.**" del <archivo>_L2D.spr
 - Entidad = "**Identificadores**" del <archivo>_LAB.spr
 - Entidad = "**Obj/Atributos**" del <archivo>_TAB.spr

* : En el caso los polígonos, se recomienda eliminar las líneas dobles en la adyacencia de los polígonos (utilizar la herramienta Limpiar Vectores)

Para las tres representaciones, la categoría de objeto será creada automáticamente, con el nombre provisto en la conversión. Caso contrario, se puede utilizar una categoría existente.

En la importación del <archivo>_TAB.spr, los atributos del objeto serán creados automáticamente cuando no existe ningún atributo anteriormente creado. Caso contrario, solamente serán actualizados los atributos existentes.

NUMÉRICO

- **Puntos (con cota):** <archivo>_P3D.spr - contiene solamente la sección SAMPLE y sub-sección POINT3D
 - Entidad = "**Muestras**"

- **Líneas (isolíneas):** <archivo>_P3D.spr - contiene solamente la sección SAMPLE y varias sub-sección LINE3D
 - Entidad = "**Muestras**"

REDES

- **Líneas (orientadas):** <archivo>.spr - contiene las secciones NETWORK y NETWORK_OBJECTS en el mismo archivo + <archivo>_TAB.spr - contiene la sección TABLE
 - Entidad = "**Líneas c/ Ajuste**" del <archivo>_L2D.spr
 - Entidad = "**Identificadores**" del <archivo>_LAB.spr
 - Entidad = "**Obj/Atributos**" del <archivo>_TAB.spr

La categoría de objeto será creada automáticamente, con el nombre provisto en la conversión. Caso contrario, puede utilizar una categoría existente.

En la importación del <archivo>_TAB.spr, los atributos del objeto serán creados automáticamente cuando no existe ningún atributo anteriormente creado. Caso contrario, solamente serán actualizados los atributos existentes.

LISTAJE

- **Listaje:** <archivo>_LSTnn.txt - contiene el listaje de los datos SHAPEFILE (rectángulo envolvente, coordenadas y unidad de medida de los datos)
 - Shape Type = "Point" del <archivo>_LST01.txt
 - Shape Type = "**PolyLine**" del <archivo>_LST03.txt
 - Shape Type = "Polygon" del <archivo>_LST05.tx

Datos de entrada:

- Categoría de destino del archivo SPR: -c = catastral, -t = temático, -s = numérico, -n = redes.
- Nombre del archivo en el formato MIF del MapInfo o SHP del ShapeFile, y Nombre del archivo de salida.
- Nombre del archivo en formato spr (ASCII-SPRING);
- Nombre de una categoría de objeto, para el caso catastral o redes
- Escoger un atributo: la finalidad de esta elección depende del modelo escogido arriba.

- **Temático** : el atributo escogido representará la clase de los puntos, líneas o polígonos - opción [0] no crea la sección POINTS del <archivo>.spr , solamente la sección LINES;
- **Catastral** : el atributo escogido representará el **rótulo + nombre** del objeto asociado a puntos, líneas o polígonos - opción [0] utiliza una identificación interna del punto, línea o polígono para asociar al **rótulo + nombre**;
- **MNT** : el atributo escogido representará la cota de la isolínea o del punto acotado - opción [0] asocia el valor 0 (cero) la todas isolíneas y puntos;
- **Red** : el atributo escogido representará el **rótulo + nombre** del objeto asociado a las líneas - opción [0] utiliza una identificación interna de la línea para asociar al **rótulo + nombre**;

Los archivos "*.mif" + "*.mid" o "*.shp" + "*.shx" + "*.dbf", deben estar en el mismo directorio.

Salida (caso catastral):

- Un archivo con la extensión ***.spr**, con las posibles secciones POINT2D, LINES, SAMPLE, NETWORK y NETWORK_OBJECTS, u
- otro archivo ***_TAB.spr** (cuando la conversión fuera para un archivo catastral o redes) con la sección TABLE.

Los programas deben ser ejecutados mediante una ventana **DOS** con la siguiente sintaxis:

Sintaxis del comando:

- mif2spr [-parámetro] <archivo mif> <archivo spr>
- shp2spr [-parámetro] <archivo shape> <archivo spr>

Donde: [- parámetro] puede ser -c = catastral, -t = temático, -s = numérico, -n = redes.

4.1.9. IMPORTAR TIF/GEOTIFF

IMÁGENES CON CORRECCIÓN DE SISTEMA EN FORMATO GEOTIFF

Casi todas las imágenes de satélite actualmente distribuidas por las empresas o instituciones de investigación están corregidas geoméricamente a través de un modelo matemático que usa las informaciones transmitidas por satélite junto con los datos de imagen. Así, los datos de efemérides (posición y velocidad del satélite), de altitud de la plataforma y algunos parámetros

inherentes al funcionamiento del instrumento (sensor) son usados para definir las coordenadas geográficas asociadas al instante de adquisición de un cierto pixel en la imagen. Como esas informaciones transmitidas por el satélite tienen errores, la imagen resultante de esa corrección geométrica de sistema (así llamada por usar las informaciones del sistema "satélite + instrumento") también contiene errores. El error más común es el de posicionamiento del satélite. Este error hace que la imagen, como un todo, sea descolocada en relación a la posición correcta.

Por eso, es importante que se tenga en mente que una imagen en el formato GEOTIFF puede no estar totalmente georeferenciada. Muy frecuentemente, las imágenes GEOTIFF solamente contienen la corrección geométrica del sistema y precisan ser refinadas a través de puntos de control. En SPRING este proceso de refinamiento solamente es realizado a través del módulo de REGISTRO, que requiere que la imagen haya sido previamente convertida para el formato GRIB a través del IMPIMA. A continuación se presentan las definiciones de los formatos TIFF y GEOTIFF:

Descripción del Formato TIFF:

1. Soporta imágenes de 1, 2, 4, 8, 16 y 32 bits por pixel;
2. Los tipos de formato de los datos son enteros positivos, enteros (positivos y negativos) y IEEE (32 bits);
3. De 1 a n bandas.

Descripción del Formato GEOTIFF:

1. Adiciona nuevos rótulos (*tags*) al TIFF;
2. Rellena los tags para geocodificación y georeferenciamiento:

Geocodificación: es el método para posicionar la imagen en la superficie terrestre (pixel -> X, Y), a través de puntos de control los cuales pueden ser descritos en coordenadas planas o geográficas;

Georeferenciamiento: informaciones de proyección y datum.

Si existieran los tags de geocodificación, no son obligatorios los tags de georeferenciamiento;

Se puede geocodificar una imagen TIFF utilizando un archivo auxiliar con extensión .tfw.

Descripción del formato GEOTIFF para SPRING:

Las imágenes con menos de 8 bits/píxel son convertidas a 8 bits/píxel;

Se pueden transformar las imágenes con más de 8 bits/píxel a 8 bits/píxel utilizando los siguientes algoritmos:

- Linear : convierte los datos a partir del mínimo hasta el máximo valor del píxel;
- Estadístico : realiza los píxeles en la franja de “n” desvíos patrones en torno de la media de la imagen;
- 2% : realiza la imagen a partir de 2% del inicio hasta 2% antes del fin del histograma.

En las imágenes con más de 8 bits:

- Se presentan los valores mínimo y máximo del histograma y el botón para Visualizar el histograma, pudiendo el usuario alterar estos valores;
- Habilita la parte de conversión para 8 bits.

La imagen TIFF/GEOTIFF puede ser importada para SPRING para los siguientes tipos de datos:

- Imagen;
- Imagen clasificada;
- Imagen sintética;
- Imagen rotulada;
- Retícula

INTERFASE DE IMPORTACIÓN

A continuación se presenta la secuencia de pantallas en la interface de importación.

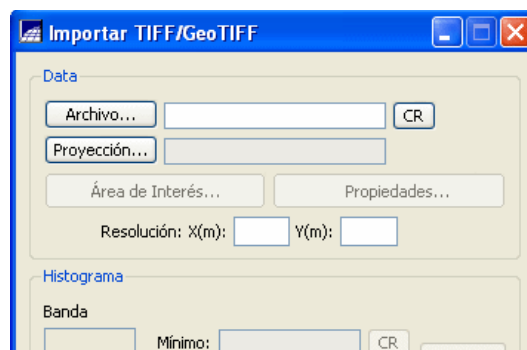


Figura 4. 5. Ventana Importar TIFF/GEOTIFF

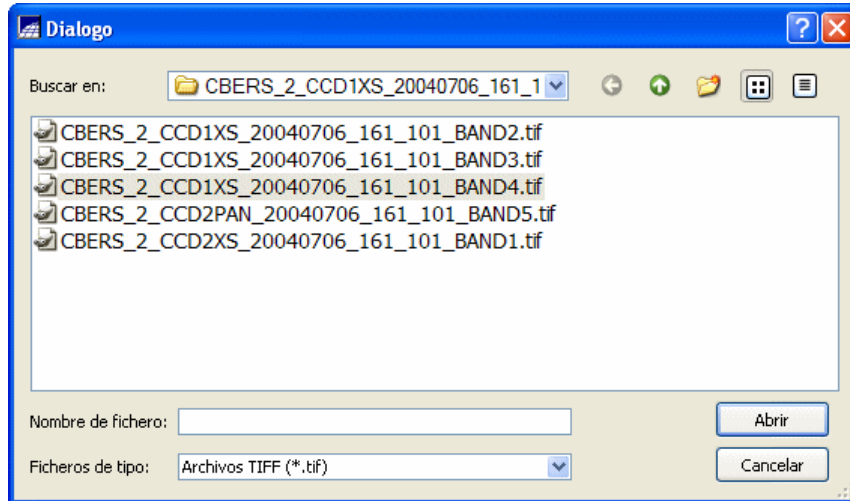


Figura 4. 6. Selección de archivo

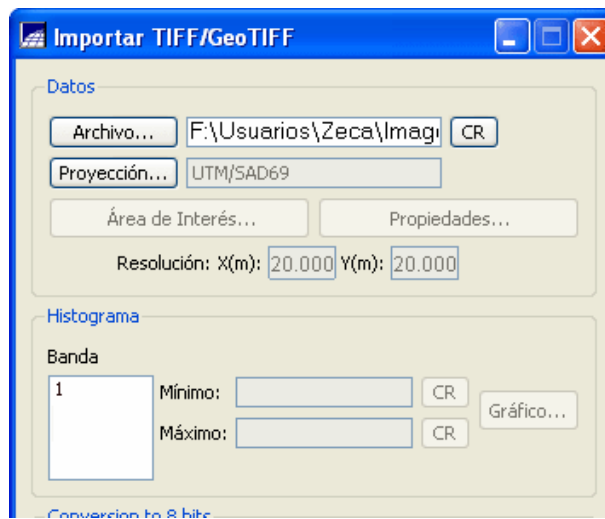


Figura 4. 7. Proyección y resolución de la imagen

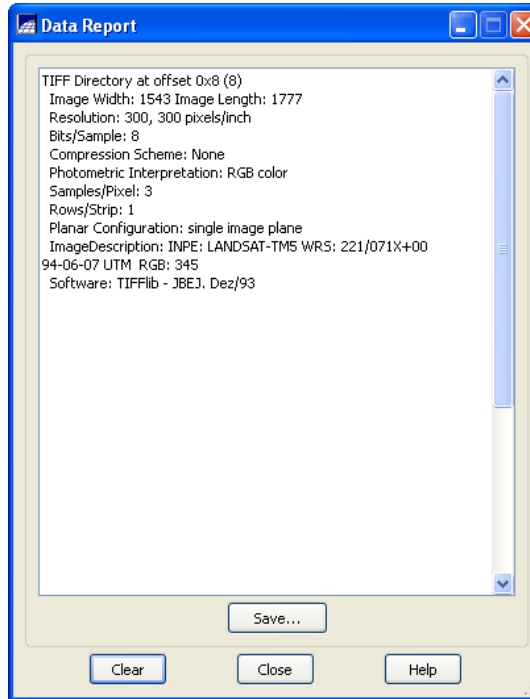


Figura 4. 8. Reporte de datos de la imagen seleccionada

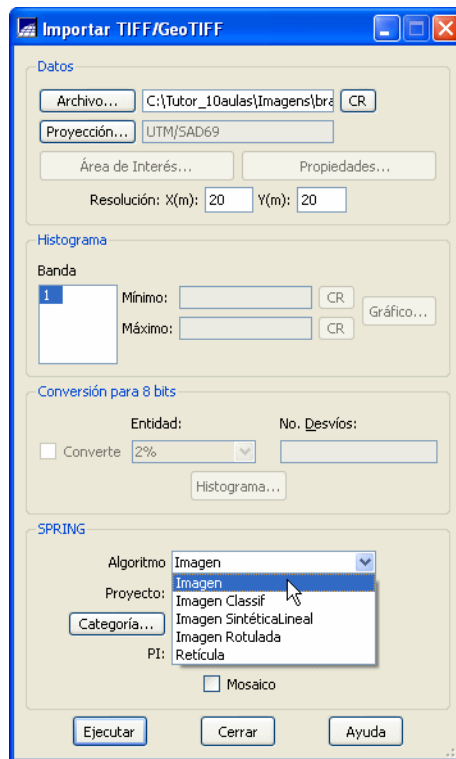


Figura 4. 9. Selección del tipo de dato a importar a SPRING

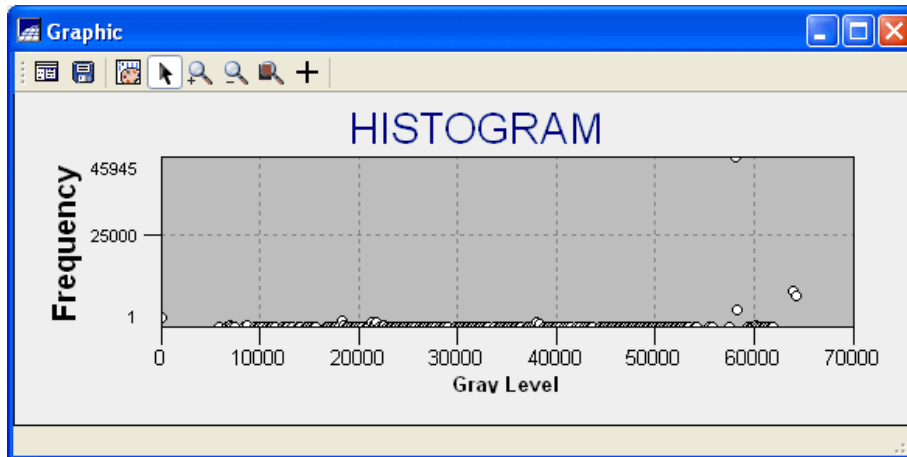


Figura 4. 10. Histograma para imágenes de más de 8 bits

PROBLEMAS EN LA IMPORTACIÓN GEOTIFF

Usar siempre el botón de "propiedades" para verificar los datos referentes al archivo GEOTIFF

En caso que el DATUM definido en el archivo GEOTIFF no se encuentre en la lista de Modelos de la Tierra de SPRING:

- Cancelar la ejecución del Importador de GEOTIFF y adicionar el DATUM de interés en la lista de Modelos de la Tierra de SPRING. Esto se realiza a través de la edición criteriosa del archivo **datum**, localizado en el subdirectorio **etc.** en el directorio de instalación de SPRING. A pesar de poder ser ejecutada por el propio usuario, *se sugiere que esta alteración sea realizada por alguien del grupo de desarrollo de SPRING.*

En el caso que la PROYECCIÓN definida en el archivo GEOTIFF no se encuentre en la lista de Proyecciones de SPRING:

- Cancelar la ejecución del Importador de GEOTIFF y *entrar en contacto con el grupo de desarrollo de SPRING.* La inclusión de una nueva proyección en SPRING exige la alteración de varias partes del código y la recopilación de todo el sistema. Alternativamente, si el archivo GEOTIFF fue generado por otro aplicativo que da soporte a varias proyecciones, queda la opción de remapear la imagen para una de las proyecciones disponibles en SPRING y exportarla nuevamente en el formato GEOTIFF.

4.1.10. ABRIR IMAGEN CBERS

A continuación se describe los procedimientos adoptados para la utilización del asistente de importación de imágenes CBERS. Básicamente se puede iniciar el aplicativo en dos situaciones:

- *Sin un banco de datos activo*
- *Con un banco de datos activo*

Los procedimientos adoptados para cada una de las condiciones indicadas implican seguir diferentes pasos para la conclusión de la operación:

- *Sin ningún banco activo:*
 - Directorio Banco de Datos
 - Archivos CBERS
 - Resumen
- *Con un banco de datos activo:*
 - Archivo CBERS
 - Banco de Datos
 - Proyecto
 - Categoría
 - Plano de Información (PI)
 - Resumen

Qué es el CBERS?

El *China-Brasil Earth Resources Satellite*(CBERS - Satélite Chino-Brasileño de Recursos Terrestres) fue desarrollado, a través del CAST(China) y del INPE(Brasil), a partir de un acuerdo de cooperación en tecnología espacial asignado por los dos países, con el objetivo de generar imágenes para estudios ambientales y de recursos terrestres.

USANDO ASISTENTE SIN NINGÚN BANCO DE DATOS ACTIVO

Cuando el asistente es accionado sin tener un banco activo, abre una ventana como se muestra a continuación:

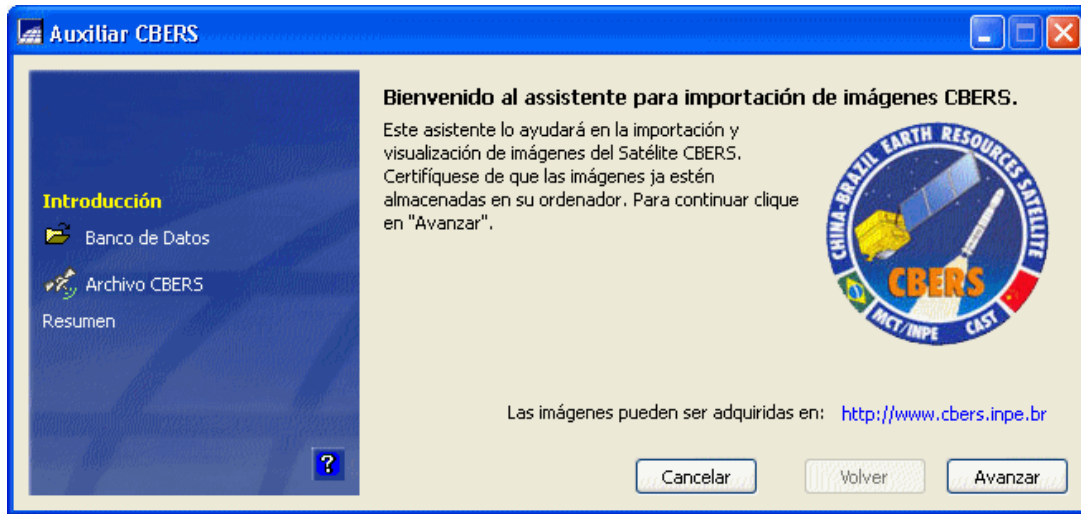


Figura 4. 11. Asistente para importación imagen CBERS sin banco de datos activo.

En esta situación, han de efectuarse tres pasos:

1er paso: Indicar el directorio donde será creado el banco de datos, que será utilizado en la importación.

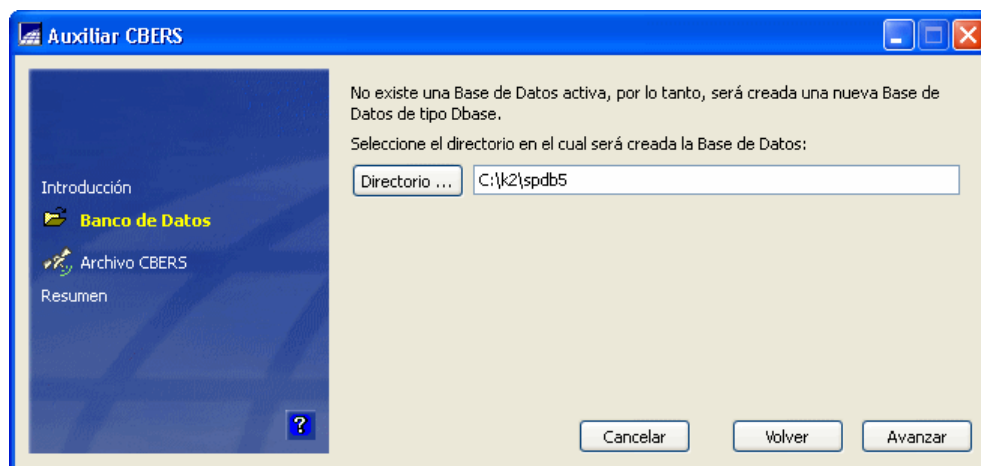


Figura 4. 12. Selección de directorio para creación de banco de datos.

Crear un Banco implica la creación de un directorio donde serán almacenados los datos y también especificar el gerenciador de banco de datos que será utilizado para almacenar las informaciones tabulares. El asistente crea automáticamente un banco de datos del tipo Dbase en el directorio seleccionado.

2º paso: Selección de los archivos que serán importados.

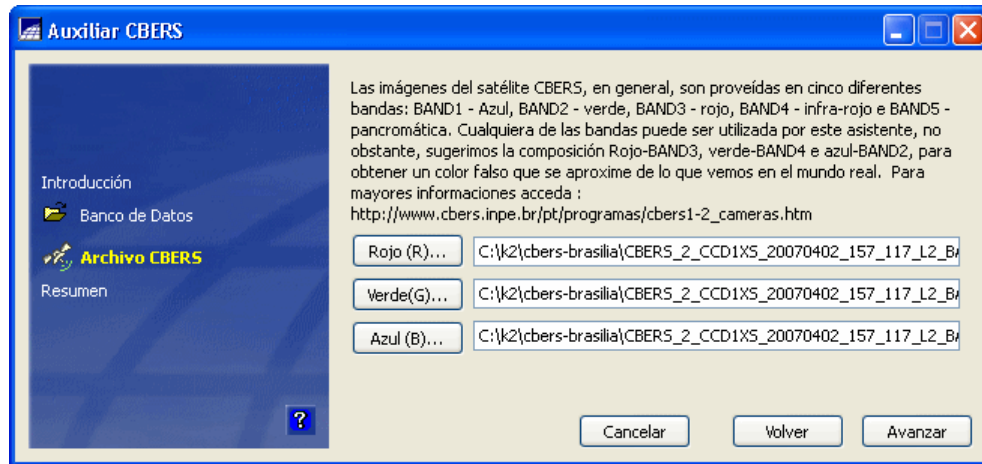


Figura 4. 13. Selección de los archivos a importar

En esta etapa, se puede escoger hasta tres bandas de una misma escena CBERS. Se asociará a cada banda un color del sistema RGB que resultará en una imagen colorida. De acuerdo con la selección, la composición puede ser más o menos próxima a la real. Se recomienda usar la herramienta de contraste después de la importación para obtener un mejor resultado. Las informaciones sobre las bandas son enviadas por email.

3er paso: Resumen, contiene informaciones sobre lo que será creado por el asistente y lo que no puede ser alterado.

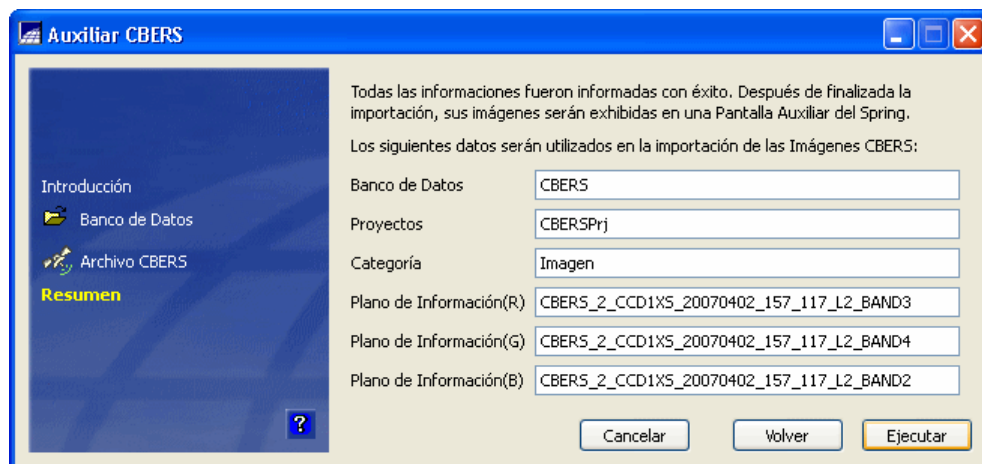


Figura 4. 14. Ventana resumen para importación de imágenes CBERS

NOTA: Los datos importados serán visualizados en la pantalla Auxiliar tan pronto el proceso termine. Cada imagen seleccionada será asociada a un color conforme se haya definido en el 2º paso, pero los datos después de ser importados pueden ser manipulados dentro de SPRING sin ninguna restricción.

USANDO ASISTENTE CON UN BANCO DE DATOS ACTIVO

En este caso, el asistente ya reconoce el banco de datos activo y ofrece una personalización de los datos a ser importados.

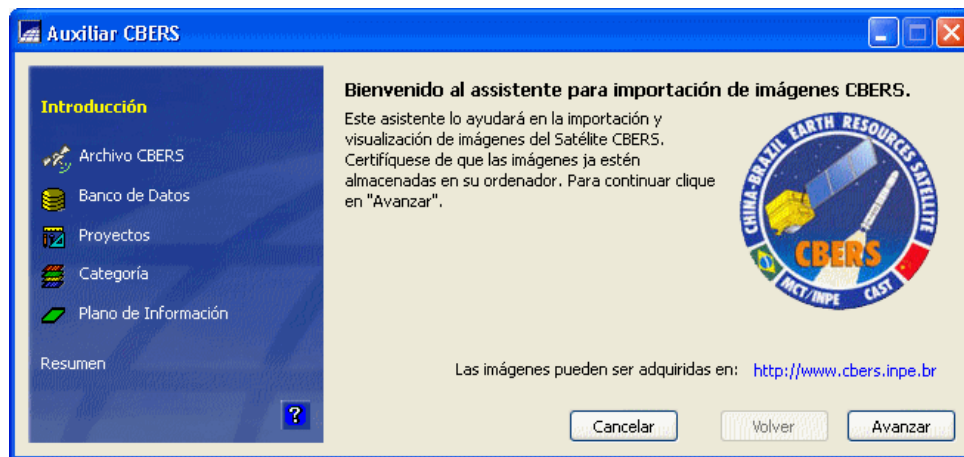


Figura 4. 15. Ventana asistente CBERS cuando existe un banco de datos activo

En esta situación, se deben realizar seis pasos más:

1er paso: Selección de los archivos que serán importados.

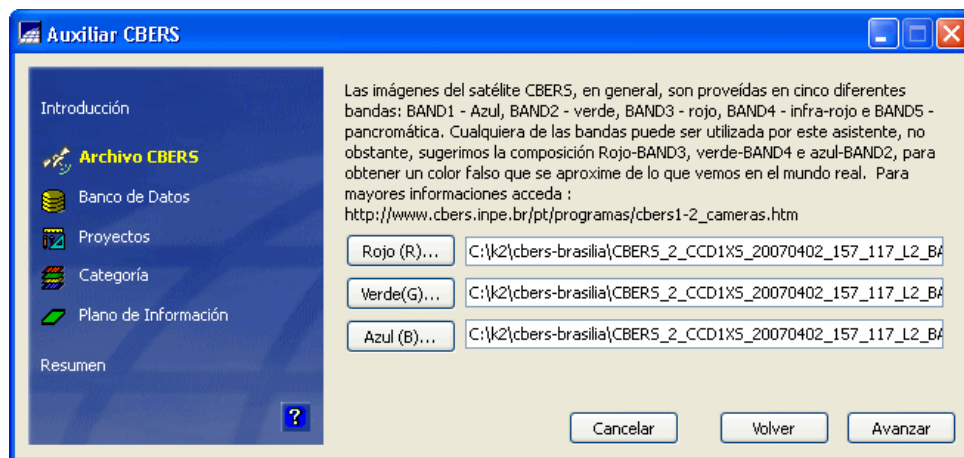


Figura 4. 16. Selección de archivos que serán importados

En esta etapa, se pueden escoger hasta tres bandas de una misma escena CBERS. Será asociado a cada banda un color del sistema RGB que resultará en una imagen colorida. De acuerdo con la selección, la composición puede ser más o menos próxima de la real. Se recomienda usar la herramienta de contraste Después de la importación para obtener un mejor resultado. Las informaciones sobre las bandas son enviadas por email. Para más información sobre las bandas de CBERS consultar: www.cbbers.inpe.br

2º paso: Informar del banco de datos que será usado para la importación de los datos.

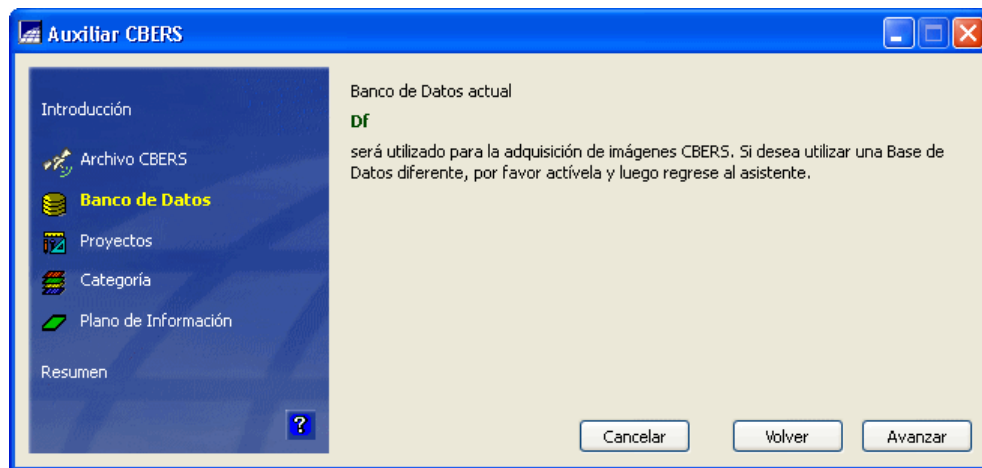


Figura 4. 17. Informe del banco de datos activo

El programa informa el banco de datos que está activo y que será utilizado para el proceso de importación de las imágenes. En caso que no se desee que ese banco sea usado, obligatoriamente se deberá salir del asistente, activar otro banco, y después retomar el proceso de importación, recordando que en este caso que el paso 1 deberá ser repetido.

3er paso: Definiendo el proyecto para importación de los datos.

En esta etapa el programa lista los proyectos existentes en el banco de datos actual, o si se prefiere, se puede digitar un nuevo nombre para que un nuevo proyecto sea creado.

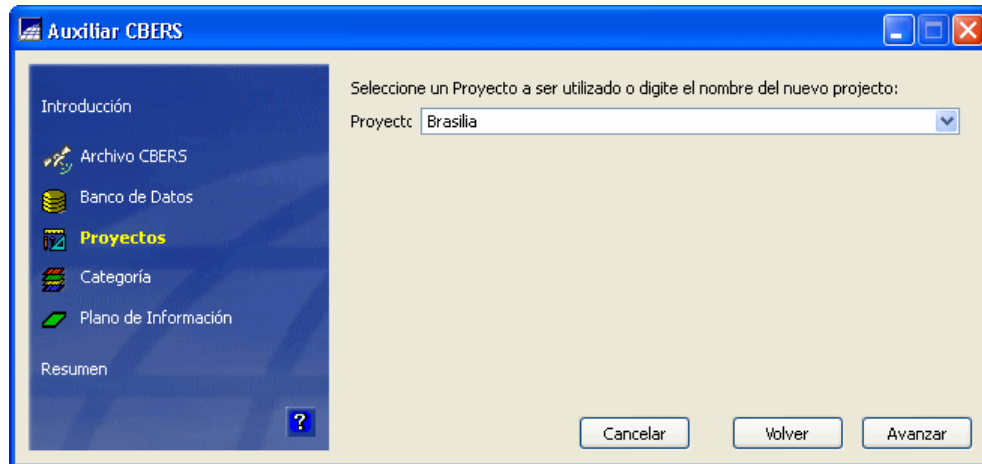


Figura 4. 18. Selección del proyecto para la importación de datos

4° paso: Definiendo la categoría para los datos.

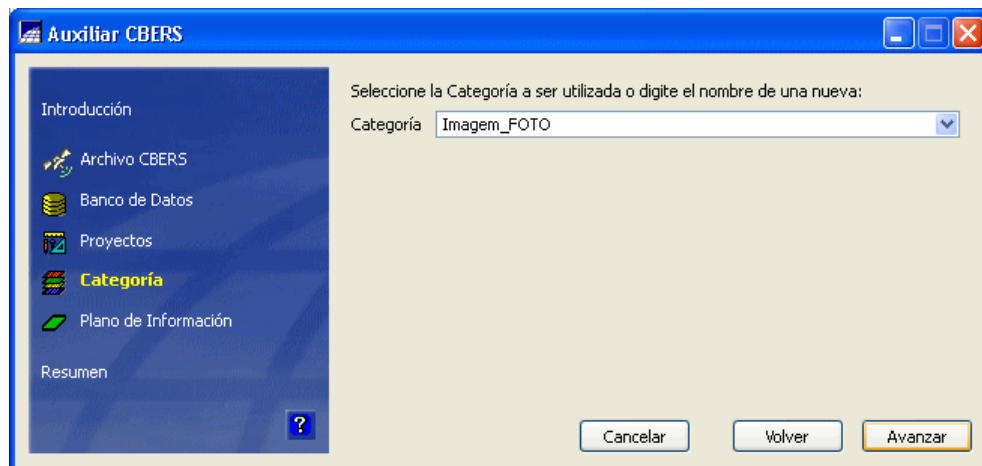


Figura 4. 19. Selección de la categoría de datos

En esta etapa el asistente muestra las categorías de tipo imagen existentes en el banco activo, pero se permite la creación de una nueva categoría, siendo necesario solamente que se Digitar el nuevo nombre.

5º paso: Definiendo los Planos de Información:

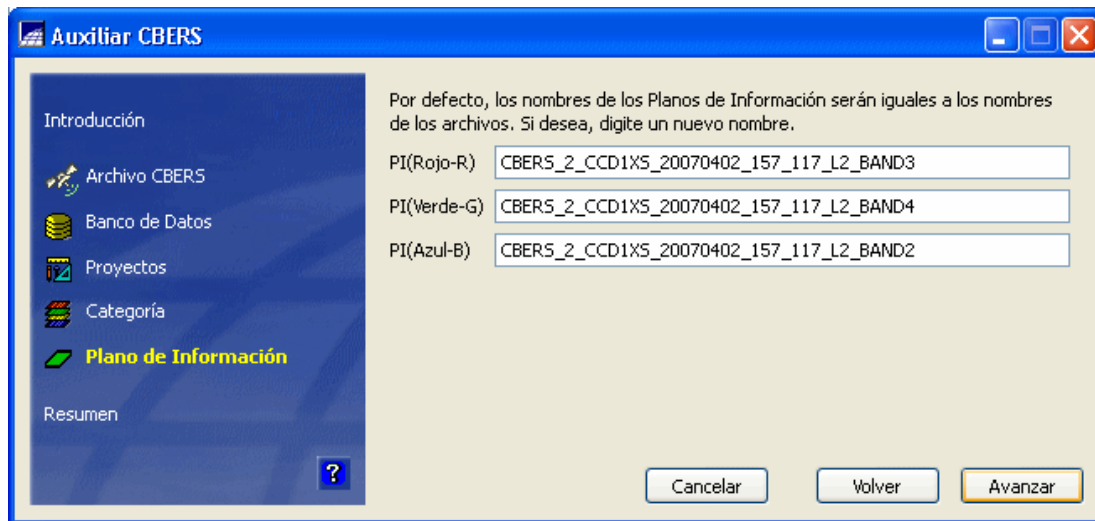


Figura 4. 20. Definición de planos de información

Los nombres indicados por el asistente están de acuerdo con los nombres de las imágenes informadas pero, se pueden redefinir esos nombres. El programa no tiene una opción de mosaico, siendo así, si fuera usado el mismo nombre de algún PI ya existente, la información será sustituida. En caso de ser necesario realizar una operación de mosaico consultar la importación de tif.

6º paso: Ventana Resumen, contiene información sobre lo que será creado por el asistente y lo que no puede ser alterado.

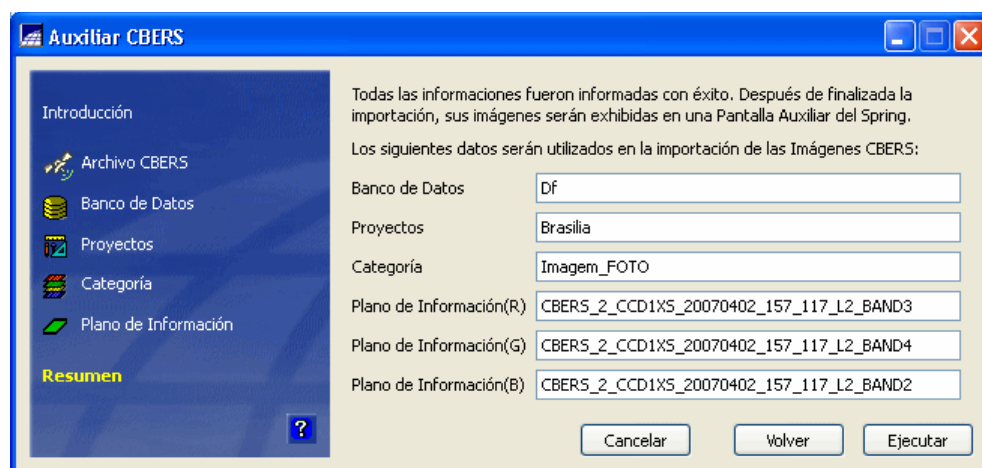


Figura 4. 21. Ventana resumen para la importación de imágenes CBERS

Los datos importados serán visualizados en la pantalla Auxiliar tan pronto termine el proceso. Cada imagen seleccionada será asociada a un color conforme lo definido en el 2º paso, pero los datos después de importados pueden ser manipulados dentro de SPRING sin ninguna restricción.

4.1.11. EXPORTAR

SPRING exporta las siguientes entidades, en los siguientes formatos:

- **Vectores** : ARCINFO (ungenerate), ASCII-SPRING (Cualquier versión), DXF-R12, ShapeFile y E00
- **Retículas Numéricas**: ARCINFO (ungenerate), ASCII-SPRING y SURFER
- **Matriz Temática**: ARCINFO (ungenerate), ASCII-SPRING, RAW (binario) y TIFF/GEOTIFF
- **Imágenes**: TIFF/GEOTIFF, RAW (binario) y ASCII-SPRING (GRID REG)
- **Tablas**: SPACESTAT y ASCII-SPRING

La exportación en cualquiera de estos formatos requiere un **proyecto activo y un PI con datos o una tabla**.

Para facilitar la descripción de los procedimientos, se divide la exportación en:

- **Mapas Temáticos, Redes y Catastrales**
- **Mapas Numéricos**
- **Imágenes**
- **Tablas de objetos y no espaciales**

EXPORTACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS, REDES Y CATASTRALES

Exportar datos en DXF , ARCINFO-UNG o E00:

- Activar en "Panel de Control" el Plano de Información (de la categoría Temática, Numérica, Catastral o Red) que contiene los datos para exportación;
- Hacer clic en Archivo-Exportar. La ventana "Exportación" será desplegada;
- Clic en Formato y Escoger entre ASCII-SPRING, ARCINFO-UNG, DXF-R12, SHAPEFILE o E00. La opción TIFF/ GeoTIFF y RAW son utilizadas para PI's temáticos matriciales;
- Si el formato es ASCII-SPRING hacer clic en el Separador y Escoger entre (;), (,) o (Ninguno);

- Clic en Coord.: y Escoger entre Planas (metros), Geográficas (GMS) = grados/ minutos /segundos, solamente para ASCII-SPRING, Geográficas(grados) = grados decimales o Geográficas (segundos) = segundos decimales;
- Clic en Clases Seleccionadas para exportar solamente las clases deseadas. Clic en Seleccionar, en Panel de Control para hacer a selección de Datos y escoger las clases deseadas (visualizadas).
- Clic en Entidad y escoger entre:
 - *Líneas e Identificación:* para PIs temáticos, catastrales o redes en los formatos ASCII-SPRING, ARCINFO-UNG, DXF-R12, DXF/DWG o SHAPEFILE;
 - *Políg. e Identificación:* para PIs temáticos, catastrales en los formatos ASCII-SPRING, ARCINFO-UNG, DXF-R12, DXF/DWG o SHAPEFILE. Los polígonos serán exportados como islas generando duplicación de líneas en los límites entre los mismos;
 - *Puntos:* para PIs temáticos, catastrales los formatos ASCII-SPRING, ARCINFO-UNG, DXF-R12, DXF/DWG o SHAPEFILE;
 - *Textos:* para todos los modelos de datos en los formatos ASCII-SPRING o DXF-R12, DXF/DWG;
 - *Todo:* para PIs temáticos, catastrales o redes en formato ASCII-SPRING (las secciones de líneas/identificadores/puntos/texto estarán en un mismo archivo + tabla de atributos);
 - *Líneas e Identificación Automática:* para PIs temáticos, catastrales o redes en el formato ASCII-SPRING. Crea archivos de líneas (tipo LINES y POINTS) y puntos (POINT2D), donde en la sección de identificación se tiene un rótulo y clases de objetos numerados secuencialmente. Esta es una forma fácil de identificar las entidades de su mapa haciendo la importación de estos archivos;
 - *Matriz Próxima Espacial:* para PIs temáticos, catastrales o redes en el formato ASCII-SPRING (las secciones de líneas/identificadores/puntos/texto estarán en un mismo archivo + tabla de atributos);
 - *Polígono sin Identificación:* para PIs temáticos o catastrales en el formato ASCII-SPRING (un archivo de puntos 2D es generado; para visualizarlo debe ser importado como entidad Puntos);

- *Retícula Regular*: para PIs temáticos en los formatos ASCII-SPRING o ARCINFO-UNG, para ASCII-SPRING la leyenda con las clases también es exportada;
- Clic en Guardar
- En la ventana "Guardar" informar el directorio destino, ingresar el nombre del archivo y hacer clic en Guardar;

EXPORTACIÓN DE MAPAS NUMÉRICOS

Exportar datos en DXF-R12 , ARCINFO-UNG, E00 o SURFER:

- Activar en "Panel de Control" el Plano de Información de la categoría Numérica que contiene los datos para la exportación;
- Clic en Archivo-Exportar .La ventana "Exportación" será desplegada;
- Clic en Formato y escoger entre ASCII-SPRING, ARCINFO-UNG, DXF-R12, SHAPEFILE o E00. La opción TIFF/GeoTIFF o RAW o SUFER son utilizadas para PI's que tengan la representación de retícula rectangulares de MDT;
- Si formato es ASCII-SPRING hacer clic en Separador y escoger entre (;), (,) o (Ninguno);
- Clic en Coordenadas y escoger entre Planas(metros), Geográficas(GMS) - grados/minutos/segundos solamente para ASCII-SPRING, Geográficas(grados) - grados decimales o Geográficas(segundos) - segundos decimales;
- Clic en Entidad y Escoger entre:
 - *Muestras*: en los formatos ASCII-SPRING, ARCINFO-UNG, DXF-R12, SHAPEFILE o E00;
 - *Retícula Regular*: en los formatos ASCII-SPRING, ARCINFO-UNG o TIFF/GeoTIFF, RAW o SURFER;
 - *Isolíneas*: en los formatos ASCII-SPRING, ARCINFO-UNG, DXF-R12, SHAPEFILE o E00;
 - *Textos*: en los formatos ASCII-SPRING o DXF-R12;
 - *TIN*: en los formatos ASCII-SPRING o DFX-R12
 - *TIN 3D*: en los formatos ASCII-SPRING o DXF-R12

- *Todo:* en el formato ASCII-SPRING (las secciones de líneas/ identificadores / puntos / texto estarán en un mismo archivo + tabla de atributos);
- Clic en Guardar
- En la ventana "SPRING de Archivos " informar el directorio destino, ingresar el nombre del archivo y hacer clic en Guardar;

EXPORTACIÓN DE IMÁGENES

En esta versión de SPRING, se exporta PIs del modelo Imágenes en el formato TIFF (si el proyecto no tiene proyección) o GeoTIFF (si el proyecto tiene proyección), sea una imagen en niveles de gris, sintética, clasificada o RGB (cada PI en un canal). Todavía se pueden exportar imágenes monocromáticas en formato RAW. Imágenes pueden ser exportadas en el formato ASCII-SPRING como retícula regular.

EXPORTAR IMÁGENES RAW o ASCII-SPRING (GRIDREG)

- Activar en "Panel de Control" el Plano de Información de la categoría Imagen que contiene los datos para exportación;
- Clic en Archivo-Exportar . La ventana "Exportación" será desplegada;
- Clic en Formato y Escoger entre TIFF/GeoTiff o RAW, o ASCII-SPRING. La opción RAW solo para imágenes en niveles de gris, monocromáticas.;
- Dependiendo del PI activo se puede escoger:
 - *Monocromático:* para imágenes en niveles de gris, sintéticas o clasificadas. Hacer clic sobre el nombre del PI en la lista;
 - *RGB:* solamente si el PI activo fuese monocromático. En este caso, serán mostrados todos los demás PI's con el mismo tamaño y resolución;
 - Clic en R y después en un PI en lista
 - Clic en G y después en un PI en lista
 - Clic en B u después en un PI en lista
- Clic en Guardar
- En la ventana "Guardar Archivos " informar al directorio de destino, **ingresar** el nombre del archivo y **clic en Guardar**;

EXPORTACIÓN DE TABLAS DE OBJETOS Y TABLAS NO ESPACIALES

Las tablas de objetos y tablas no espaciales están asociadas a PI's del modelo catastral o redes. Por lo tanto, basta tener un PI activo de esos modelos para habilitar la exportación de tablas. Las tablas pueden ser exportadas en el formato ASCII-SPRING o SPACESTAT. Si se desea exportar tablas en otros formatos, utilizar el propio gerenciador de banco de datos.

EXPORTAR TABLAS

- Activar en "Panel de control" el Plano de Información de la categoría Catastral o Redes que contiene una tabla asociada;
- Clic en Archivo-Exportar . La ventana "Exportación" será desplegada;
- Clic en Formato y escoger entre ASCII-SPRING o SPACESTAT
- Clic en Entidad y escoger entre:
 - Tablas: en los formatos ASCII-SPRING o SPACESTAT;
 - Tablas No Espaciales: en el formato ASCII-SPRING;
- Clic en Categoría para escoger la que desee exportar. La ventana "Lista de Categorías" es desplegada. Escoger una en la lista y clic en Ejecutar;
- Clic en Guardar
- En la ventana "Guardar Archivos " informar el directorio de destino, ingresar el nombre del archivo y hacer clic en Guardar;

4.1.12. EXPORTACIÓN PARA TERRALIB

La exportación de mapas para TerraLib fue creada por el motivo de tener una estructura completamente diferente de SPRING. En esta versión se pueden exportar mapas de todos los modelos que utilizan representaciones vectoriales, o sea:

- **Temático:** puntos, líneas y polígonos asociados a clases;
- **Catastral:** puntos, líneas y polígonos asociados a objetos;
- **Redes:** puntos y líneas asociados a objetos;
- **Numéricos:** puntos acotados e isolíneas.

Todos los PI's de estos modelos son considerados como objetos en el formato de TerraLib. De esta forma se tienen las siguientes observaciones sobre los PI's de cada modelo:

- **PI Temático:** puntos, líneas y polígonos serán objetos y la clase será almacenada como atributo del objeto;

- **PI Catastral:** puntos, líneas y polígonos serán objetos. En este caso, se deberá seleccionar cual objeto del PI será exportado y cual atributo será la clave de identificación de este objeto;
- **PI Redes:** puntos y líneas serán objetos. En este caso, se deberá seleccionar cual objeto del PI será exportado y cual atributo será la clave de identificación de este objeto;
- **PI Numéricos:** puntos acotados e isolíneas serán objetos y la cota será almacenada como atributo del objeto


Al exportar un PI cualquiera, serán creados los archivos XXX.geo (con geometría) y XXX.tab (atributos del objeto), donde el nombre por *defecto* de los archivos es el nombre de la categoría, que puede ser alterado en el momento de la exportación.

EXPORTAR PI's PARA TERRALIB

- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información (de categoría Temática, Numérica, Catastral o Red) que contiene los datos a exportar;
- Hacer clic en Archivo-Exportar TerraLib .La ventana "Exportar TerraLib" será presentada;
- Hacer clic en Coord. y escoger entre Planas(metros), Geográficas(grados), Geográficas(GMS) o Geográficas(segundos) (*grados, minutos y segundos*), solamente para exportar en el formato ASCII;
- En el caso de un PI Catastral o de Red hacer clic en Categoría y escoger la categoría de objeto utilizada en PI activo;
- En la lista Atributos del Objeto escoger el atributo de identificación para los objetos;
- Hacer clic en Ejecutar;
- En la ventana "Guardar Como" escoger el directorio y el nombre del archivo. Hacer clic en Guardar para efectuar la exportación.

4.1.13. GUARDAR COMO IMAGEN JPEG

Esta opción del menú permite guardar el contenido de la pantalla de SPRING en un archivo en formato JPEG.

En el caso de aplicar un zoom con el **Cursor de Área** () , solamente será guardado el sector de la imagen que se visualiza en la pantalla. Si existe más información que pueda ser presentada,

basta arrastrar las barras vertical y horizontal y toda el área que se presente por el movimiento de las barras, será guardada.

GUARDAR LA PANTALLA DE SPRING EN JPEG

- Hacer clic en Archivo- Guardar Imagen JPEG en el menú principal. La ventana "Guardar Archivo Como" se presenta;
- Seleccionar el directorio/carpeta donde será creado el archivo;
- Escribir en el campo Nombre del Archivo: el nombre que se desea dar al archivo. No es necesario escribir la extensión, ya que automáticamente será colocada *.jpg;
- Hacer clic en Guardar

4.1.14. REGISTRO

La interface de Registro permite dos procedimientos básicos: el Registro de Imágenes y el Registro Vectorial de un Plano de Información. El Registro de Imágenes puede ser usado para el georeferenciamiento y posterior inserción en la base de datos de imágenes en el formato GRIB (archivos de imagen con extensión .grb). El Registro Vectorial hace el georeferenciamiento de Planos de Información que contienen datos en el formato vectorial y que pertenecen a cualquier Proyecto que esté vinculado al Banco de Datos actual.

La función de registro aparece disponible en el módulo principal de SPRING después de la activación de un Banco de Datos. En el caso de registro de imágenes no es necesario activar un Proyecto cuando los puntos de control son adquiridos en los modos Mesa o Teclado. Activar un Proyecto solamente si los puntos de control son obtenidos a partir del modo **Pantalla**. Ya en el caso de registro vectorial de un plano de información se debe trabajar con un Proyecto activo, que contenga los datos usados como referencia para el registro (modo Pantalla). Con todo, también es posible cambiar el modo de adquisición a Teclado o Mesa.

SELECCIONAR UNA IMAGEN PARA REGISTRO

Siempre que se inicia un registro, se debe seleccionar un archivo imagen (en formato GRIB solamente) que recibirá los puntos de control, siendo dichos puntos almacenados en el propio archivo imagen. Pasos a seguir:

- Cargar el módulo "Spring" y activar un Banco de Datos;
- Hacer clic en Archivo - Registro en el menú principal;

- Se abren las ventanas "Registro de Imagen" y "Selección de Imagen", siendo esta última para escoger el archivo GRIB será registrado, en caso de que más tarde se necesite seleccionar otra imagen hacer clic en Seleccionar Imagen de Ajuste... .

En caso de no tener activo un Proyecto, será necesario informar en la ventana "Proyección", cual proyección se utilizará para registrar la imagen. Después de seleccionar, volver al paso anterior.

En caso que no se tenga ningún archivo imagen (*.grb) en el directorio que se encuentra seleccionado, **hacer clic** en el botón **Directorio**, donde se abrirá la ventana "Selección de Archivos" UNIX o "Seleccionar Directorio" de Windows.

Para imágenes cuyas bandas están en archivos separados, es necesario seleccionar todos los archivos, pues los puntos de control solo serán guardados en los archivos que fueran seleccionados.

MANIPULAR PUNTOS DE CONTROL

Con la imagen a ser registrada en la pantalla de visualización, el próximo paso es iniciar la adquisición de los puntos de control en la ventana "**Registro de Imagen**".

Como ya fue mencionado anteriormente, se puede adquirir los puntos de tres formas; usando un mapa fijado en la mesa digitalizadora (modo **Mesa**), a través de un plano de información ya georeferenciado (modo **Pantalla**) e informando las coordenadas directamente vía teclado (modo **Teclado**). Los que se describen con mayor detalle a continuación:

ADQUISICIÓN DE PUNTOS DE CONTROL VÍA MESA

- Hacer clic en el botón correspondiente a la Mesa de las opciones de Adquisición;

En caso que la mesa calibrada no esté calibrada, aparecerá un mensaje "Mesa digitalizadora no fue calibrada", para lo cual se deberá colocar el mapa de referencia en la mesa y proceder con la calibración.

- Identificar el mismo punto en la imagen y en el mapa que está en la mesa, antes de adquirir el punto. Utilizar el recurso de pantalla con los botones de opción Ampliar, que está en el "Panel de Control". Esta pantalla permite una mayor precisión al localizar los puntos;
- Hacer clic en Crear en los botones de opción Operación;
- Hacer clic en el cuadro de texto Nombre y asignar un nombre al punto que va a ser adquirido;


- Hacer clic en CR para que el comando del mouse pase para el cursor de la mesa. En este momento aparecerá un mensaje solicitando hacer clic con cualquier botón de la mesa sobre el punto deseado;
- Un punto representado por una cruz verde aparecerá sobre la imagen en la Pantalla 5, hacer clic y arrastrar la cruz verde hasta el mismo punto geográfico escogido en el mapa;
- Repetir a partir del segundo ítem para adquirir otros puntos.

Después de arrastrar el punto a su posición real, el punto es representado por una cruz amarilla. Observar también que a partir del tercer punto, los próximos comienzan a ser insertados próximos de la posición real, debido a que el sistema ya utiliza los puntos anteriores para ajustar la posición del punto que está siendo insertado.

Es importante que los puntos estén bien distribuidos en la imagen. En caso contrario, puntos muy próximos o inclusive alineados, sólo garantizan una buena corrección geométrica de la imagen próxima a dichos puntos, originando un aumento de distorsiones a medida que se va alejando de estos puntos.

Se recomienda hacer clic en **Guardar** para grabar los puntos adquiridos, aunque no se tenga el número de punto suficiente para corregir la imagen.

ADQUISICIÓN DE PUNTOS DE CONTROL VÍA PANTALLA

La adquisición de puntos de control vía Pantalla solo es posible con un proyecto activo. Por lo tanto, antes de iniciar el registro en modo pantalla, activar un proyecto del banco ()

- Seleccionar el plano de información en el "Panel de Control" que será usado como referencia para registrar la imagen que está en la Pantalla 5 (por ejemplo, un mapa de carreteras o de la red de drenaje que fueron digitalizados previamente, o también otra imagen que ya esté georeferenciada en el proyecto activo);
- Hacer clic en el botón correspondiente a Pantalla de las opciones de Adquisición;
- Identificar el mismo punto en la imagen de la Pantalla 5 y en el plano de información que está en la pantalla de referencia, antes de adquirir el punto. Utilizar el recurso Ampliar, que está en el "Panel de Control", lo cual permite una mayor precisión al localizar los puntos;
- Hacer clic en el botón Crear de las opciones de Operación;

- Hacer clic en el cuadro de texto Nombre y asignar un nombre para el punto que va a ser adquirido;
- Hacer clic en CR para que el mensaje "Seleccionar punto de referencia" aparezca, hacer clic sobre OK del cuadro de mensaje y seguidamente apuntar con el cursor sobre el punto en la pantalla de referencia, hacer clic en el botón izquierdo del mouse nuevamente;
- Un punto representado por una cruz verde aparecerá sobre la imagen de la Pantalla 5, hacer clic y arrastrar la cruz verde hasta el mismo punto geográfico escogido en la pantalla de referencia;
- Para adquirir otros puntos, repetir a partir del tercer ítem.

En el área Coordenadas de Referencia de la ventana "Registro de Imagen", se presentan exactamente las coordenadas del punto que fue adquirido del plano de información del proyecto activo. Se recomienda hacer clic en Guardar para grabar los puntos que fueron adquiridos, aunque no se haya adquirido aún el número suficiente de puntos para corregir la imagen o el dato vectorial.

ADQUISICIÓN DE PUNTOS DE CONTROL VÍA TECLADO

- Hacer clic en el botón Teclado de las opciones de Adquisición;

En caso de que no se esté con la pantalla de referencia activa y abierta, aparecerá el mensaje "Activar la pantalla de referencia", lo cual se debe realizar en el "Panel de Control";

- Hacer clic en el botón Crear entre las opciones de Operación;
- Hacer clic en el cuadro de texto Nombre y asignar el nombre para el punto que va a ser adquirido;
- Hacer clic en CR para que el mensaje "¡Escribir las coordenadas de referencia!" aparezca, hacer clic sobre OK del mensaje;
- En el área de Coordenadas de Referencia deben ser escritas las coordenadas en los cuadros de texto Lat y Long para Geográficas (o X e Y para coordenadas Planas);
- Hacer clic en CR que se encuentra activo para este modo de entrada de puntos de control;
- Un punto representado por una cruz verde aparecerá sobre la imagen de la Pantalla 5, hacer clic sobre la cruz verde y arrastrarla hasta el mismo punto geográfico seleccionado;

- Para adquirir otros puntos, repetir esta serie de pasos a partir del segundo ítem.

Los puntos ingresados vía teclado corresponden a coordenadas adquiridas por otros métodos, tales como: levantamientos con **GPS** o topográficos. Este tipo de entrada es útil cuando no se dispone de otra base cartográfica para registrar una imagen. En este tipo de entrada de puntos de control no es preciso estar con un proyecto activo, ya que las coordenadas de los puntos serán escritas a través del teclado, siendo necesario únicamente informar la proyección que será utilizada.

Se recomienda hacer clic en **Guardar** para grabar los puntos que fueron adquiridos, aunque no se hayan adquirido aún el número de puntos suficiente para corregir la imagen.

OTRAS OPERACIONES SOBRE PUNTOS DE CONTROL

A continuación se describen otras operaciones de manipulación de los puntos de control sobre la imagen a ser registrada.


BORRAR UN PUNTO DE CONTROL

- Hacer clic en el botón Borrar entre las opciones de Operación;
- Seleccionar el nombre del punto que será eliminado, en el cuadro del listado Puntos de Control;
- Confirmar en el mensaje ¿Confirma la supresión? Punto de control => xxxxx" Seleccionar **SÍ** para borrar el punto o **NO** para cancelar. El nombre del punto es eliminado de la lista.

El punto eliminado continua visible en la Pantalla 5 hasta hacer clic en Ejecutar - Visualizar () en esta pantalla.

MOVER UN PUNTO DE CONTROL

- Hacer clic en el botón Mover entre las opciones de Operación;
- Hacer clic sobre el nombre del punto que será movido en la lista Puntos de Control, el punto elegido se presenta en la Pantalla 5 en color verde;
- Colocar el cursor sobre el punto seleccionado, hacer clic con el botón izquierdo sobre este y arrastrarlo hasta la nueva posición.

El punto movido deja visualmente una copia de la posición anterior, hasta que se hace clic en Ejecutar - Visualizar () en la Pantalla 5.

CAMBIAR NOMBRE DE UN PUNTO DE CONTROL

- Hacer clic en la opción Renombrar de los botones de Operación;
- Hacer clic sobre el nombre del punto en la lista Puntos de Control que desea renombrar, el punto seleccionado se presenta en el cuadro de texto Nombre;
- Hacer clic en el cuadro de texto Nombre, alterar el nombre y hacer clic en CR.

REFINAR POSICIÓN DE UN PUNTO DE CONTROL

En el caso de utilizar otra imagen como referencia, la adquisición de puntos en el modo Pantalla, se puede utilizar un recurso para refinar la posición de un punto que ya fue insertado en la imagen de ajuste (imagen en la Pantalla 5).

Para refinar la posición de un punto, el sistema utiliza un área de 17 x 17 píxeles en la imagen de referencia y de 65 x 65 píxeles en la imagen de ajuste, para calcular la posición a través de un análisis de matriz de autocorrelación. El valor del máximo de esta matriz es 0,7 si se presenta un valor superior a este el sistema mueve el punto para la nueva posición.

El refinamiento de un punto depende de algunos parámetros:

- Grado de polinomio : 1° o 2° grado;
- Número de Puntos de Control: mínimo 3 para polinomio de 1° grado y 6 puntos para polinomio de 2° grado;
- Imagen con o sin corrección de sistema: si la imagen no presenta corrección de sistema, depende de los dos ítems anteriores y si tiene corrección de sistema (sólo para imágenes TM-Landsat) es suficiente un punto.

Las Figuras 4.22, 4.23 y 4.24 muestran un punto en la imagen de referencia y el mismo punto antes y después de refinar su posición.

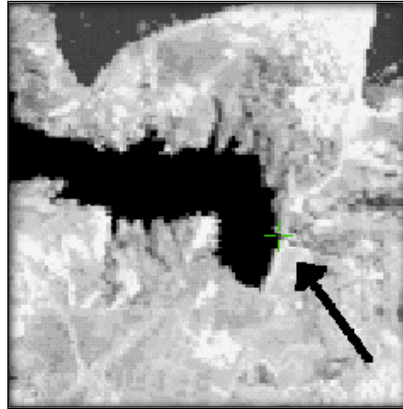


Figura 4. 22. Imagen de referencia.

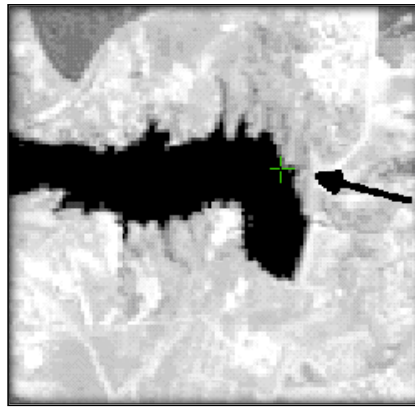


Figura 4. 23. Imagen de ajuste

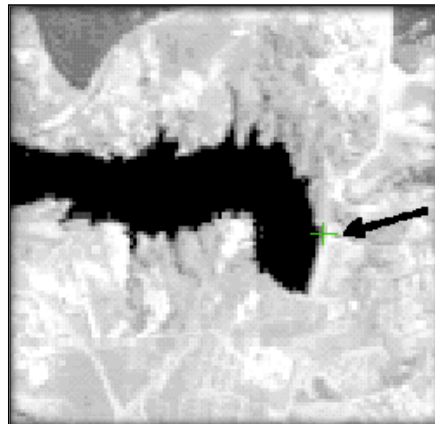


Figura 4. 24. Imagen de ajuste con punto de control refinado

PASOS A SEGUIR PARA REFINAR POSICIÓN DE UN PUNTO DE CONTROL

- Hacer clic en Seleccionar en los botones de Operación (controlando que solamente un punto sea seleccionado);
- Clic sobre el nombre del punto en la caja de listaje Puntos de Control.
- Clic en Refinar para corregir la posición del punto. El punto se mueve para la nueva posición.

Si el punto en la imagen de ajuste está fuera del límite definido por el área de 65 x 65 píxeles, o por debajo del valor máximo de autocorrelación, el botón **Refinar** no tendrá efecto.

EXPORTAR PARA ASCII

Después de la adquisición de los puntos de control, se tiene la opción de guardar los puntos de control en un archivo en el formato ASCII de SPRING.


GUARDAR PUNTOS DE CONTROL EN ARCHIVO ASCII

- Hacer clic en Exportar para ASCII ;
- En la ventana "Guardar como" informar el directorio y destino, introduciendo el nombre del archivo y hacer clic en Guardar.

CAMBIAR IMAGEN DE AJUSTE

En caso de que la banda o la composición en color visualizada en la pantalla 5, no se presente clara para la adquisición de puntos, se puede cambiar de bandas o utilizar otra composición, debido a que los puntos que ya fueron adquiridos son los mismos para el archivo imagen (*.grb).

CAMBIAR BANDA VISUALIZADA EN PANTALLA 5

- Hacer clic sobre el botón Seleccionar Imagen de Ajuste que se encuentra al pie de la ventana "Registro de Imagen"; seguidamente se abrirá la ventana "Selección de Imágenes";
- Hacer clic sobre la(s) imagen(es) en el cuadro de texto Bandas y Seleccionar para visualizar en monocromático (M) o composición en color (R, G, B); hacer clic en Ejecutar - Visualizar () en la Pantalla 5.

SELECCIÓN DE PUNTOS PARA REGISTRO

Después de la adquisición de los puntos de control, se puede definir cuáles puntos realmente serán usados para definir la ecuación de Mapeo. La ventana "**Registro de Imagen**" puede ser usada para definir los mejores puntos, que son aquellos donde los errores son menores considerándose la elección de grado de un polinomio que será usado para registrar una imagen. Para evaluar la ecuación de Mapeo, se recomienda que sean adquiridos 6 puntos de control para polinomios de 1° grado (mínimo de 3 incrementado de otros 3 para el cálculo de los errores) y 10 puntos de control para polinomios de 2° grado (mínimo de 6 incrementado de otros 4 para el cálculo de los errores).

SELECCIONAR PUNTOS DEL REGISTRO

- Hacer clic en el botón Seleccionar del grupo de opciones Operación;
- Hacer clic sobre el nombre de los puntos en el cuadro de la lista de Puntos de Control.
- Hacer clic en el botón correspondiente al Grado del Polinomio (1, 2, o 3);
- Hacer clic en Corrección de Sistema si la imagen tuviera corrección de sistema

A medida que se van seleccionando los puntos para ejecutar el registro, automáticamente se va calculando el error de cada punto (inclusive de aquellos que no son seleccionados) y se presenta (en unidades de resolución "pixel") al frente del respectivo nombre.

Al seleccionar el tercer punto para polinomio de primer grado, los cálculos de error son efectuados automáticamente, pero el error es cero, ya que tres puntos cualquiera satisfacen esta ecuación. Lo mismo ocurre cuando se seleccionan sólo seis puntos para el polinomio de segundo grado. Abajo del campo **Grado del Polinomio** se presenta el error total (en pixeles), de los **Puntos de Test** (puntos no seleccionados) y de los **Puntos de Control** (puntos que realmente serán utilizados para el registro).

Lo ideal es trabajar con el máximo de puntos colectados, ya que cuantos más puntos mejor será el registro, siempre y cuando sean puntos bien distribuidos y precisos. Se debe observar el valor que se presenta como **Error de los Puntos de Control**, ya que este valor será utilizado como control de la precisión deseada. Por ejemplo: en un área urbana, se puede considerar un error de 0.5 "pixel", para una resolución de 30 metros. En áreas de bosques, se puede aceptar un error de 3 "*pixeles*", para la misma resolución, debido a la dificultad de definir los puntos de control.

Otro parámetro utilizado para analizar el error es en función de la escala en que se está trabajando. Por ejemplo: para un mapeo en escala 1:50,000, el error aceptable en el registro es la mitad del valor de la escala, o sea 25 metros. Así, un error de dos píxeles en una imagen con resolución de 10 metros corresponde a 20 metros, lo cual sería aceptable para esta escala de trabajo.

Si es necesario, repetir la operación de selección de los puntos de control y test hasta alcanzar un resultado satisfactorio se puede probar con otros puntos, otro polinomio, o inclusive corregir la posición de algún punto que no se desee eliminar.

GUARDAR LOS PARÁMETROS DE UN REGISTRO

Después de seleccionar los mejores puntos que serán utilizados en el registro, se define la ecuación de mapeo y la proyección que será usada, se deberá guardar junto al archivo imagen todos los parámetros. La etapa más importante del registro, donde SPRING usa estos datos para corregir geoméricamente la imagen, es en el momento de importar su imagen para un determinado proyecto. Pasos a seguir:

- Hacer clic en Guardar en la ventana "Registro de Imagen" para guardar los puntos colectados y seleccionados.

Todos los parámetros con la proyección, los puntos de control, la ecuación de mapeo y la propia imagen son almacenados en el archivo imagen (*.grb).

Si se intenta cerrar la ventana de adquisición de puntos de control sin guardar los puntos de control, el sistema presenta el mensaje: *"Puntos de Control no fueron guardados. ¿Desea guardar? Sí/No"*:

- Hacer clic sobre "Sí" y los puntos serán guardados de la misma forma que mediante la opción guardar, o;
- Hacer clic sobre "No" y los nuevos puntos de control adquiridos no serán guardados.

Después de esta etapa, la imagen puede ser importada para un proyecto de SPRING, si el área geográfica de la imagen está dentro del rectángulo del área de proyecto definido previamente.

4.2. MENÚ EDITAR

4.2.1. PLANO DE INFORMACIÓN

Un conjunto de objetos que tienen características básicas en común forma un Plano de Información (PI). En un proyecto cada PI está asociado a una Categoría y consecuentemente se refiere a un único modelo de datos (temático, numérico, imagen, catastral o red). El conjunto de representaciones de un PI es diferenciado en función del modelo de dato al cual pertenecen, por ejemplo un PI de categoría numérica puede tener como representación: muestras (puntos y líneas) retícula regular, retícula triangular (TIN) o isolíneas.

Un PI debe pertenecer a una única categoría y consecuentemente un único modelo de datos, debe tener un **área de datos** menor o igual a la del proyecto y deberá tener una **escala** (para categoría temática, catastral y red) y **resolución** espacial (para categoría numérica e imagen) compatibles con los datos. Cada Plano de Información puede tener representaciones diferentes, dependiendo del modelo al cual pertenece. A continuación se describen las representaciones posibles y el código referente utilizado en el "**Panel de Control**":

TEMÁTICO

Puntos (P): presentación de todos los puntos 2D; Líneas (L): presentación de todas las líneas que definen o no polígonos; Matriz (M): formato matricial de los vectores; Clases (C): presentación de puntos/líneas/polígonos que están asociados a las clases, con sus respectivos visuales; Texto (T): toponimia generada automáticamente o editada.

NUMÉRICO

Muestras (Mu): puntos acotados e isolíneas originales; retícula (R): retícula rectangular; TIN (Ti): "Triangular Irregular Network" retícula triangular irregular; Isolíneas (I): isolíneas creadas a partir de retícula; Texto (T).

IMAGEN

Para datos del modelo Imagen s los canales disponibles para la presentación de las bandas son: Mono (M): canal monocromático, R (R): rojo, G (G): verde, B (B): azul; Texto (T), Imagen Sintética (S): composición de tres bandas en una única imagen. Para realizar una composición en colores se debe atribuir una banda a cada canal.

RED


Líneas (L): presentación de todas las líneas; Objetos (O): presentación de las líneas/nodos que están asociados a objetos, con sus respectivos visuales; Texto (T): toponimia generada automáticamente o editada.

CATASTRAL

Puntos (P): presentación de todos los puntos 2D; Líneas (L): presentación de todas las líneas que definen o no polígonos; Objetos (O): presentación de puntos/líneas/polígonos que están asociados a los objetos, con sus respectivos visuales; Texto (T): toponimia generada automáticamente o editada.

CREAR UN PLANO DE INFORMACIÓN

Para crear un PI debe existir una categoría en el banco referente al modelo que se desea crear. En caso de utilizar el procedimiento de crear un PI durante la importación de un dato o durante la ejecución de un programa en LEGAL, es necesario también definir una categoría en el banco que esté activo. Pasos a seguir:

- Hacer clic en Editar - Plano de Información en el menú principal o en , para abrir la ventana "Plano de Información";
- Seleccionar en la lista Categorías la que desea crear en un plano de información. En el campo Modelo se muestra el que corresponde a la categoría que fue creada;
- Indicar el nombre del Plano de Información. El nombre de un PI puede contener un máximo de 32 caracteres, inclusive espacios en blanco.
- Hacer clic en el botón Área de interés
- Hacer clic en Ejecutar para confirmar las nuevas coordenadas;
- En Escala: escribir un valor (por ejemplo: 100000, sin punto decimal o espacio en blanco). Solamente para planos de información de categoría temática, catastral y red. El valor de escala será útil principalmente cuando desee utilizar la función de simplificación de líneas;
- Resolución: deberá ser indicada para los planos de información de categoría numérica e imagen para especificar el tamaño en metros de las células de la retícula en función de las coordenadas X y Y;

- Hacer clic en Crear después de suministrar toda la información necesaria.

Al abrir la ventana de "Plano de Información", el PI que esté activo estará disponible en esa ventana para cualquier acción sobre el mismo, por ejemplo, borrar el plano. Si se intenta crear un PI sin alterar el nombre en el campo correspondiente, será informado de que el PI ya existe, solicitando eliminar las representaciones del plano.

Para alterar las características de visualización del PI activo se debe hacer clic en Visual. Así como categorías y clases temáticas pueden tener visuales definidos, cada PI puede tener un visual diferente al que se refieren las entidades de puntos, líneas, retículas, isolíneas e imágenes rotuladas. Alterar el visual de un PI permite que sus entidades puedan ser vistas con colores diferentes, no habiendo asociación a clases u objetos. Para verificar las informaciones referentes al plano de información seleccionado (activo) se debe hacer clic en Representaciones. Al crear un PI, ninguna representación estará disponible por ausencia de datos.

ALTERAR UN PLANO DE INFORMACIÓN

La opción de alterar un PI permite al usuario redefinir el nombre del PI, resolución y escala.

- Alterar el **nombre** es permitido para cualquier modelo de datos, siempre que no sea uno de la misma categoría en el mismo proyecto. Categorías diferentes en un mismo proyecto pueden tener PI's con nombres iguales.
- Alterar la **resolución** de PI's del modelo numérico e imagen es permitido solamente si aún no existen datos asociados, o sea, una retícula y una imagen respectivamente.
- Alterar la **escala** es permitido para todas las categorías que trabajan con datos vectoriales, a excepción de la categoría del modelo imagen.



Al alterar la escala de un PI, se está alterando los parámetros utilizados para hacer una simplificación de líneas o su digitalización.

La Tabla 4.1 muestra las posibilidades de alterar el nombre, resolución o escala, en función del modelo de datos

	Nombre	Resolución (metros)	Escala
Temático	SI	NO	SI
Numérico	SI	SI (si aún no tiene una retícula asociada)	SI
Imagen	SI	SI (si aún no tiene una imagen asociada)	NO
Catastral	SI	NO	SI
Redes	SI	NO	SI

Tabla 4. 1. Alteraciones en planos de información

ALTERAR UN PLANO DE INFORMACIÓN

- Activar un PI en el "Panel de Control" ;
- Hacer clic en Editar - Plano de Información en el menú principal o ;
- Alterar el nombre del PI activo, resolución y/o escala, según las restricciones desplegadas en la Tabla 4.1
- Hacer clic en Alterar para efectuar los cambios.

Cualquier alteración en esta ventana, siempre será sobre el PI activo en el "**Panel de Control**".

ACTIVAR UN PLANO DE INFORMACIÓN

Activar un PI significa que este estará disponible para cualquier operación a través del menú principal. Un PI activo no necesariamente precisa estar visible en el área de dibujo. Los pasos a seguir para activar un plano de información son:

- Hacer clic sobre la lista Categoría y en luego en Plano de Información en el "**Panel de Control**";
- El nombre del PI activo aparece en el pie de la ventana principal.

SUPRIMIR UN PLANO DE INFORMACIÓN



Suprimir un PI significa borrar todas o algunas de las representaciones disponibles del plano de información. El sistema permite suprimir solamente la representación vectorial de un PI temático

por ejemplo. Como "*por defecto*" serán eliminadas todas las representaciones si no se informa de una en específico.

Dependiendo del modelo al cual pertenece el PI, se encuentran las siguientes representaciones para seleccionar:

- PI de categoría temática: Imagen, Vector y Texto.
- PI de categoría imagen: Imagen y Texto.
- PI de categoría catastral o red: Vector y Texto.
- PI de categoría numérica: Muestras (isolíneas y puntos), retícula, TIN, Isolíneas (resultado de la interpolación de retículas) y Texto.

SUPRIMIR UN PI

- Activar un PI en el "Panel de Control" ;
- Hacer clic en Editar - Plano de Información en el menú principal o ;
- Hacer clic en Borrar para eliminar el plano de información y todas sus representaciones del proyecto activo, o seleccionar una representación antes de suprimirla.

En caso sea el único PI de una determinada categoría, desaparecerán del "**Panel de Control**" el nombre del PI y su categoría correspondiente, pero la categoría continuará existiendo en el **Banco de Datos** activo.

4.2.2. OBJETO


A continuación se presenta los procedimientos para la edición de objetos catastrales.

IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS CATASTRALES

Después de crear un mapa catastral se puede hacer la asociación de las entidades; puntos, líneas o polígonos (en caso de catastral) con objetos definidos en tablas en el Banco de Datos. Para realizar esta asociación es necesario crear o seleccionar un objeto en el banco.

Un objeto debe tener un Rótulo y un Nombre. El Rótulo debe ser completado obligatoriamente, si no se le da un Nombre distinto se utilizará el mismo del Rótulo, en ese caso, se debe indicar seleccionando el botón Rótulo = Nombre. No pueden existir dos objetos con el mismo Rótulo, pero si con el mismo Nombre.

CREAR Y ASOCIAR OBJETOS

- Activar el PI catastral en el "Panel de Control" y hacer clic en Ejecutar - Visualizar o en  de la pantalla activa para visualizarlo (en caso de que aún no esté con el PI en la pantalla);
- Hacer clic en Objetos a partir de la ventana de edición (en caso de que tenga esta ventana abierta), o hacer clic en Editar - Objeto en el menú principal, para exhibir la ventana "Editar Objetos";
- Escribir en los cuadros de texto apropiados, el Rótulo y el Nombre del objeto. Si solamente se define el Rótulo y no se completa el cuadro correspondiente al Nombre, se repetirá el Rótulo en el cuadro del Nombre, pero si ya existe un Nombre, este se mantendrá a menos que se defina otro;
- Hacer clic en Crear para insertar el objeto de la tabla del Banco de Datos. Los botones de Operación y Entidad se encuentran habilitados; en Operación, Seleccionar Asociar;
- En Entidad, seleccionar el tipo de objeto que se está asociando, o sea Punto, Línea o Polígono;
- Hacer clic sobre la entidad, en la pantalla activa. El color definido en la visualización de la categoría objetos hace distinguir este objeto de los demás. Posteriormente se puede definir una visualización diferente para cada objeto;
- Hacer clic en Actualizar para actualizar el banco de datos con los objetos identificados. Repetir los pasos anteriores para identificar otros objetos.

Todas las veces que se hace una asociación o una disociación es necesario hacer clic en Visualizar.

SELECCIÓN DE OBJETOS


La operación de seleccionar un objeto es válida tanto para aquellos objetos que están asociados a alguna entidad (**punto, línea o polígono**) como para los que no lo están. En el primer caso, el objeto se presentará en el área de dibujo, destacado con otro color.

Algunas acciones sobre objetos exigen su previa selección, como por ejemplo:

- Seleccionar para luego asociar a alguna entidad;
- Seleccionar para editar los atributos del objeto, o
- Seleccionar para alterar la visualización de aquellos objetos que están asociados.


Se puede hacer una selección informando el **Rótulo y el Nombre** o haciendo clic sobre el objeto en la pantalla activa (vía **Pantalla**).

SELECCIONAR UN OBJETO POR EL ROTULO O NOMBRE

- Activar el PI catastral en el "Panel de Control" y hacer clic en Ejecutar - Visualizar o  en la pantalla activa para visualizarlo (en caso de que aún no se encuentre el PI en la pantalla);
- Hacer clic en Objetos a partir de la ventana de edición (en caso de estar con dicha ventana abierta), o hacer clic en Editar – Objeto en el menú principal, para exhibir la ventana "Editar Objetos";
- Hacer clic en Rótulo o Nombre para Modo de Selección;
- Escribir las letras iniciales o el nombre completo del objeto en el cuadro de texto correspondiente;
- Hacer clic en Seleccionar. El objeto aparece destacado con otro color en la pantalla activa. Si se desea, el objeto estará disponible para editar los atributos o alterar su visualización. Si no se encuentra ningún objeto, se presentará un mensaje de aviso.

En caso que el sistema encuentre el objeto en la tabla se puede mover por el resto de la tabla utilizando los botones < y >. Cuando un objeto es asociado a alguna entidad, aparece realzado en el área de dibujo.

SELECCIONAR UN OBJETO A TRAVÉS DE LA PANTALLA

- Activar el PI catastral en el "Panel de Control" y hacer clic en Ejecutar - Visualizar o  en la pantalla activa para visualizarlo (en caso de que aún no esté con el PI en la pantalla);
- Hacer clic en Objetos a partir de la ventana de edición (en caso de que la misma esté abierta), o hacer clic en Editar - Objeto en el menú principal, para exhibir la ventana "Editar Objetos";
- En Modo de Selección elegir Pantalla;
- Apuntar con el mouse el objeto que se desea recuperar. Aparece el nombre del objeto seleccionado y se cambia su color para destacarlo.

En este caso, para moverse por el resto de la tabla utilizando los botones de < y > se debe volver a modo **Rótulo** o **Nombre**. Cuando objeto seleccionado se asocia a alguna entidad, aparece realizado en el área de dibujo.

DISOCIAR UN OBJETO

Disociar un objeto significa eliminar el **Rótulo** y el **Nombre** previamente definidos para dicha entidad gráfica, el objeto continuará existiendo en el banco de datos y si se desea, se puede asociar a otra entidad. Para disociar un objeto los pasos a seguir son:

- Seleccionar un objeto en el modo Pantalla, Rótulo o Nombre;
- Hacer clic en Rótulo o en Nombre para cambiar el Modo de Selección (en caso que esté en el modo Pantalla);
- Seleccionar como Operación a realizar Disociar;
- Hacer clic en Punto, Línea o Polígono para informar que tipo de entidad será disociada;
- Hacer clic sobre el objeto en la pantalla activa. El objeto seleccionado cambia de color y aparece un mensaje, como "Polígono 3 fue retirado", al pie de la ventana "Editar Objetos";
- Hacer clic en Actualizar para efectuar realmente la disociación.

BORRAR UN OBJETO DEL BANCO DE DATOS

Un objeto puede suprimirse del banco de datos solamente cuando no tiene ninguna entidad asociada en todos los proyectos del banco. Pasos a seguir

- Hacer clic en Rótulo o en Nombre en el Modo de Selección;
- Escribir el rótulo o el nombre del objeto de acuerdo con la selección del paso anterior;
- Hacer clic en Seleccionar;
- Hacer clic en Borrar para eliminar el objeto.

CAMBIAR VISUALIZACIÓN DE UN OBJETO

Al realizar la asociación de un objeto, se le atribuye un color *por defecto* (visualización de la categoría objeto creado en el Esquema Conceptual), este color luego se puede cambiar. El procedimiento detallado permite que se defina una visualización diferente para cada objeto.

ALTERAR VISUALIZACIÓN DE UN OBJETO

- Seleccionar en Modo de Selección Pantalla, Rótulo o Nombre;
- Hacer clic en Visual (se presenta la ventana *Visuales de Presentación Gráfica*);
- Cambiar las visualizaciones para Áreas, Líneas y Puntos dependiendo de lo que desee;
- Hacer clic en Ejecutar para guardar los cambios efectuados.

4.2.3. VECTORIAL

A continuación se presentan los procedimientos para edición vectorial o edición Topológica. Por lo tanto, la misma barra de herramientas es utilizada para editar PI's del modelo Temático, Catastral, Red o Numérico, divergiendo en algunos pequeños detalles.

Básicamente se puede:

- Editar sobre el PI activo, opción **Edición Gráfica** o
- Verificar algo ya editado, opción **Verificación**

MAPAS TEMÁTICOS Y CATASTRALES

Se presentan juntos, pues la edición es igual para los dos tipos de datos, diferenciando solo en la asociación de las entidades (**clases** para mapas temáticos y **objetos** para mapas catastrales). Después, se presenta la edición de mapas de **red** y mapas de **MDT**.



Figura 4. 25. Barra de herramienta Edición Vectorial

- 1) Botón de Tipo (Edición Gráfica o Verificación);
- 2) Botón de Contorno;
- 3) Botón Nodos Ajustados;
- 4) Botón Nodos no Ajustados;
- 5) Botón de Edición (Líneas o Puntos);
- 6) Botón de Propiedades de la Edición (Modo, Topología, Factor Digital y Tolerancia);
- 7) Botón Crear;
- 8) Botón Editar;
- 9) Botón Eliminar;
- 10) Botón Curvas de Nivel;

- 11) Botón Herramientas;
- 12) Botón Actualizar;
- 13) Botón Deshacer;
- 14) Botón Guardar;
- 15) Botón Exhibir/Ocultar Barra de herramientas de las Operaciones de la Edición Vectorial;
- 16) Botón Salir Edición Vectorial;
- 17) Botón Ayuda Edición Vectorial.

Para agilizar el acceso a las operaciones (como por ejemplo, Adicionar Punto, Mover Punto, Mover Área y Remover Punto) de la Edición Vectorial existe una barra de herramientas compuesta por estas operaciones.

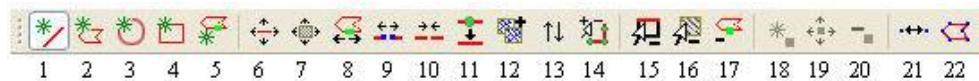


Figura 4. 26. Barra adicional para edición vectorial

LEYENDA

- 1) Botón Crear Línea;
- 2) Botón Crear Línea Cerrada;
- 3) Botón Crear Círculo;
- 4) Botón Crear Rectángulo;
- 5) Botón añadir Punto en una línea;
- 6) Botón Mover Línea;
- 7) Botón Mover Área;
- 8) Botón Mover Punto de una línea;
- 9) Botón Quebrar Línea;
- 10) Botón Juntar Línea;
- 11) Botón Conectar Línea;
- 12) Botón Conectar Área;
- 13) Botón Cambiar Orientación;
- 14) Botón Propiedad de una línea;
- 15) Botón Remover Línea;
- 16) Botón Remover Área;
- 17) Botón Remover Punto de una línea;

- 18) Botón Crear Punto;
- 19) Botón Mover Punto;
- 20) Botón Remover Punto;
- 21) Botón Ajustar;
- 22) Botón Poligonizar.

MAPAS TEMÁTICOS Y CATASTRALES

Un mapa temático o catastral contiene regiones geográficamente definidas por las entidades: **puntos, líneas y polígonos**. El proceso de digitalización de ambos los mapas es igual, solo diferenciando en la aplicación de cada una de las entidades.

Mapas Temáticos

Un mapa temático, posee generalmente propiedades cualitativas sobre un único tema como clases de vegetación, suelo etc. Estos datos son obtenidos por digitalización o por clasificación automática de imágenes. Un mapa temático debe estar asociado a una categoría del modelo temático, donde el proceso de modelación espacial es definido por geocampos, representado por áreas homogéneas con límites definidos (polígonos), líneas, polígonos o puntos. Cada geocampo asociado a un solo valor de variable espacial representada, o sea, en un mapa de suelo, cada local del espacio está asociado a un tipo específico de suelo (ejemplo: Limo arenoso).

Mapas Catastrales

El mapa catastral favorece la obtención de informaciones como el catastro urbano, rural, etc. Estos mapas deberán estar asociados a la categoría del modelo catastral, donde el proceso de modelación espacial es definido por objetos geográficos. Se distinguen de un mapa temático por no poseer temas y considerar sus elementos como objetos geográficos que tienen atributos y pueden estar representados en varios mapas que presentan diferentes escalas y proyecciones. Por ejemplo los lotes de una ciudad son elementos del espacio geográfico que tienen atributos (dueño, localización, impuesto, etc.) y que pueden tener representación gráfica en mapas de escalas distintas.


En el mapa catastral, los objetos son usualmente definidos inicialmente y su localización geográfica puede ser hecha después. Por ejemplo, se puede decir de objetos "Escuelas de San José", y más específicamente del "Colegio XXY". Los objetos tienen existencia independiente


de su representación en un mapa y son usualmente creados a partir de sus atributos y solo en una u otra etapa son localizados en el espacio. Otro ejemplo, es la clase de objeto de un mapa catastral indicada por hospital, la cual se puede especializar en hospital público o privado. Los atributos de clase hospital son heredados por las subclases, hospital público u hospital privado que pueden tener atributos propios.

DIGITALIZACIÓN DE LÍNEAS




La digitalización de líneas ocurre cuando se desea tener un PI con elementos vectoriales en la forma de líneas o polígonos. En caso de líneas que no definen polígonos, no es necesario ejecutar la poligonalización ni el ajuste automático si las extremidades no exigen que estén conectadas.

DIGITALIZACIÓN DE LÍNEAS EN MAPAS TEMÁTICOS O CATASTRALES

- Activar el Banco de Datos y el Proyecto deseado;
- Crear un Plano de Información, del modelo temático o catastral tomando en cuenta que la escala del PI debe ser la misma del mapa (omitir esta etapa en caso que el PI haya sido creado anteriormente);
- Hacer clic en Herramientas - Calibrar mesa (Solo para digitalización en mesa);
- Activar en el "Panel de Control" el Plano de información que será editado. Otros PI's pueden estar visibles (una imagen como papel de pared por ejemplo), es importante observar cual PI está activo antes de empezar la edición;
- Hacer clic en Temático - Edición Vectorial o Catastral - Edición Vectorial en el menú principal conforme el modelo del PI activo o en el  del Panel de Control hacer clic con el botón derecho del ratón sobre el PI que se necesita utilizar, en la caja de diálogo que será desplegada seleccionar Edición Vectorial ;
- Hacer clic en el botón de Tipo y seleccionar Edición Gráfica;
- Hacer clic en el botón de opciones Editar y seleccionar Líneas;
- Hacer clic en el botón de Edición de Líneas y luego en Modo y seleccionar entre Paso o Continuo;
- Hacer clic en el botón de Edición de Líneas luego en Factor Digital(mm) y Seleccionar un valor (en función de la escala de PI);

- Hacer clic en el botón de Edición de Líneas luego en Topología y seleccionar entre Automática o Manual ;
- Hacer clic en Crear Línea o Crear Línea Cerrada , Crear Circulo, Crear Rectángulo, Adicionar Punto en el botón Crear de la barra de Edición vectorial (o directamente en la Barra de Operaciones)
- Para digitalizar vía mesa, hacer clic en Mostrar - Cursor de Mesa o  en el menú principal. En este momento, solo el cursor de la mesa tiene efecto;
- Empezar la digitalización con el botón izquierdo del ratón o el botón 1 de la mesa;
 - En el caso de edición por modo continuo, apretar el botón y arrastrar definiendo el trazado. El espaciamiento entre los puntos dependerá del factor de digitalización.
 - En el caso del modo *paso* hacer un clic en cada vértice de la línea.
- Hacer clic en el botón derecho del ratón o el botón 2 de la mesa para terminar un arco o una línea;
- Hacer clic en el botón 4 del cursor de la mesa para retornar a los comandos del ratón (solo para digitalización vía mesa).

CORREGIR LÍNEAS EN UN MAPA TEMÁTICO O CATASTRAL

- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que será editado;
- Hacer clic en el Temático - Edición Vectorial o Catastral - Edición Vectorial en el menú principal, conforme el modelo del PI activo o  en el Panel de Control luego hacer clic con el botón derecho del ratón sobre el PI que se necesita utilizar, en la caja de diálogo desplegada seleccionar Edición Vectorial. En el menú Editar se puede optar por la Edición Vectorial para editar cualquier PI que esté activo;
- Hacer clic en el botón del Tipo y seleccionar Edición Grafica;
- Si se desea mostrar los límites del PI hacer clic en el botón de Contorno en el menú Edición o  . Esto muestra el límite útil del PI. Todavía no es permitido editar fuera del contorno;
- Hacer clic en el botón Mostrar Nodos () para mostrar las extremidades de las líneas, los nodos que no estén conectados a otros aparecerán con cruces azules y los nodos conectados a otros con círculos verdes. Utilizar el botón de Propiedades de Edición y

seleccionar un valor de Factor Digital(*mm*) para ampliar o reducir el tamaño de los puntos;

- Hacer clic en el botón de opciones Editar y seleccionar Líneas;
- Escoger la operación deseada: Adicionar Punto , Mover Punto , Mover Arco , Mover Área , Quebrar Línea , Juntar Línea , Apagar Línea , Apagar Punto , Limpiar Área , Concatenar Líneas , Concatenar Área , a través de los botones de operaciones (crear, editar, apagar) o en la barra de herramientas de Operaciones.

GUARDAR LÍNEAS

Las líneas editadas son presentadas en el color rojo. Para que estas sean definitivamente guardadas en la estructura vectorial de SPRING es necesario hacer clic en el botón "Guardar". Las líneas son presentadas en el color definido por el visual del PI en el que se trabaja.

DIGITALIZACIÓN DE PUNTOS

La edición de puntos temáticos y catastrales, sirve para representar formas u objetos que no es posible representar por polígonos. Así como las líneas, los puntos pueden ser editados vía mesa digitalizadora o ratón. Para utilizar la mesa es necesario efectuar la calibración de la mesa.

La figura 4.27 muestra dos puntos con simbología diferente, un temático (de la izquierda) y otro catastral (de la derecha). En el caso del temático, basta que el punto exista para asociarlo a una clase previamente definida. El punto catastral debe de escoger un objeto existente y asociarlo a través de un rótulo y nombre definido previamente.

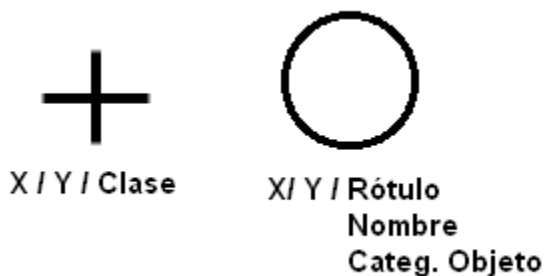






Figura 4. 27. Simbología de puntos



DIGITALIZAR PUNTOS EN MAPA TEMÁTICO O CATASTRAL

- Activar en el "Panel de Control" o Plano de Información que contiene los datos que serán digitalizados;
- Hacer clic en temático - Edición Vectorial o Catastral - Edición Vectorial en el menú principal tal y como el modelo del PI activo. También se puede optar por Edición - Vectorial para editar cualquier PI que esté activo;
- Hacer clic en Edición Gráfica;
- Hacer clic en el botón de opciones Editar y seleccionar Puntos
- Hacer clic en Crear  para seleccionar opción de Operación sobre puntos
- Si se fuera a digitalizar a través de la mesa digitalizadora se debe hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. en este momento solamente el cursor de la mesa tiene efecto;
- Para iniciar la digitalización se debe hacer clic con el BI (botón izquierdo) del mouse o el Botón 1 de la mesa e insertar un punto;
- Hacer clic el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

ELIMINAR PUNTOS EN MAPA TEMÁTICO O CATASTRAL

- Hacer clic en Eliminar punto  y luego hacer clic con el BI en el punto que se desea eliminar
- Si se fuera a digitalizar vía mesa se debe hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. en este momento solamente el cursor de la mesa tiene efecto;
- Hacer clic con el BI (botón izquierdo) del mouse o el Botón 1 de la mesa sobre un punto;
- Hacer clic el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

MOVER PUNTOS EN MAPA TEMÁTICO O CATASTRAL

- Hacer clic en Mover  para seleccionar opción de mover puntos
- Si se fuera a digitalizar vía mesa hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. en este momento solamente el cursor de la mesa tiene efecto;
- Hacer clic con el BI (botón izquierdo) del mouse o el Botón 1 de la mesa sobre el punto y arrastrar hasta la posición deseada;
- Hacer clic el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

GUARDAR PUNTOS


Así, como ocurre en las líneas, los puntos tampoco existen definitivamente en la estructura vectorial de SPRING, después de hacer clic el botón "Salvar o guardar" no será posible realizar la operación de "Deshacer".


Los puntos editados se presentan como círculos rojos, después de ser guardados son presentados en el color y estilo definido en el visual del PI a la categoría que pertenezcan.

VISUAL DEL PI

Durante la digitalización de las entidades geográficas del mapa, se puede alterar el visual de las líneas y de los puntos que están siendo editados.

ALTERAR VISUAL EN LÍNEAS Y PUNTOS DEL PI ACTIVO

- Hacer clic en Visual para exhibir la ventana Visuales de Representación Gráfica. Alterar los parámetros de grosor de línea, color etc.
- Hacer clic en ejecutar en esa última ventana para efectuar las alteraciones;
- Hacer clic en el menú Ejecutar - Visualizar o  de la pantalla activa para ver las alteraciones.

NOTA: El mismo procedimiento de alterar la visual de las entidades puede ser hecho por el ítem del menú Editar - Plano de Información o , seleccionando la entidad y haciendo clic en Visual

AJUSTE DE NODOS

El ajuste de los nodos garantiza la coincidencia de los nodos en el extremo de las líneas. El algoritmo utiliza una **tolerancia** definida por el usuario, que corresponde a un valor de distancia centrado en cada nodo. Si otro nodo estuviera contenido en el área del cuadrado definido por el factor de tolerancia, será ajustado entonces para un único nodo, procediendo de esta forma para todos los nodos.

Cuanto menor el factor de tolerancia, menor la posibilidad de errores y mayor la posibilidad de no comprender todos los nodos vecinos. Se sugiere la utilización de un factor de tolerancia mínimo y, caso aún falten puntos a ajustar, utilizar entonces el ajuste manual (**Juntar Líneas**) a través de las opciones de edición de líneas.

Dependiendo de la tolerancia definida, algunos puntos en la extremidad de los arcos pueden desaparecer, pues deberá restar solamente el nodo (punto extremo del arco) dentro del valor de tolerancia. La figura 4.28 muestra lo que ocurre con los puntos extremos de un arco.

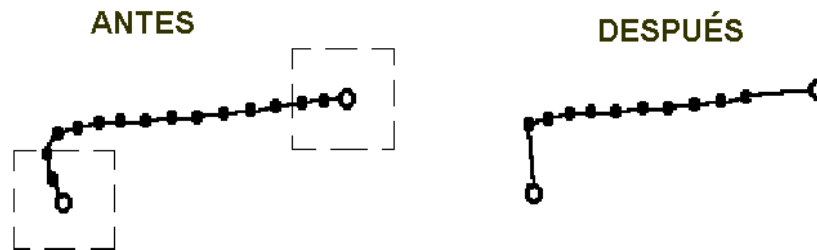


Figura 4. 28. Ajuste de nodos

La figura 4.29 muestra cuatro arcos donde después de ejecutar el ajuste, con un determinado valor de tolerancia, se observa que no fue suficiente para ajustar el nodo del arco 3. El nodo "A", resultante del ajuste, contiene solamente los arcos 1, 2 y 4. Si es posible y se desea se puede intentar un nuevo ajuste con valor de tolerancia mayor.

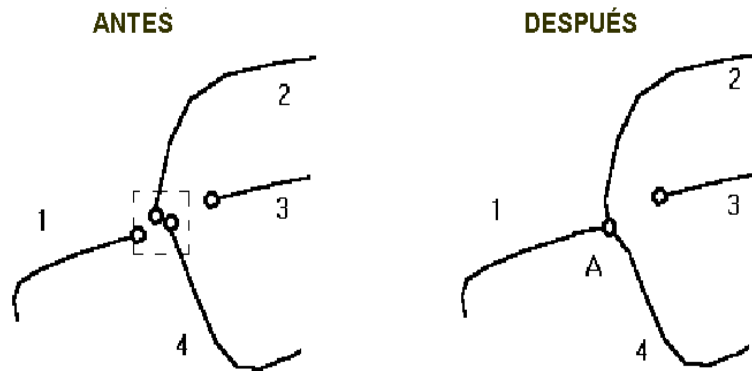


Figura 4. 29. Tolerancia para el ajuste de nodos

Se debe tener cuidado al hacer ajustes con valores de tolerancia muy altos, pues algunas uniones pueden alterar el patrón de la línea. Por ejemplo, en la figura superior, la unión del arco 3 con los demás podría no ser deseada.

La figura 4.30 muestra un error muy común, cuando se está digitalizando varias islas, por ejemplo; un mapa catastral de lotes urbanos. Observar lo que puede ocurrir al utilizar una tolerancia muy alta en el ajuste.

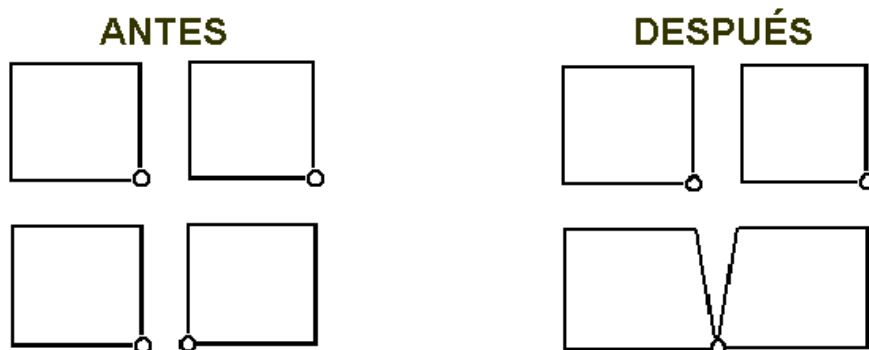



Figura 4. 30. Tolerancia en la digitalización de islas

Durante la fase de edición de líneas, para lograr la corrección de que posibles arcos se unan unos a los otros para cerrar polígonos, se puede hacer clic en la opción de **Mostrar Nodos** en la ventana "Edición Topológica". Después de activar esta opción hacer clic en **ejecutar - Visualizar** o  de la pantalla activa, que contiene los arcos editados. En la extremidad de cada arco aparecerá una cruz (X) de color azul, cuando este nodo esté conectado a otro arco cualquiera y

un cuadrado verde cuando haya un nodo con más de un arco, es decir, el ajuste de dos o más arcos haya sido efectuado correctamente.


Para presentar el contorno de PI activo basta activar el botón Contorno de la ventana "Edición Topológica".

POLIGONALIZACIÓN

Una vez ajustados todos los nodos, la topología final deberá ser definida a través de la **poligonalización**. Las líneas que hasta entonces eran entendidas como estructuras aisladas pasarán a ser parte integrante de los polígonos, con una relación de vecindad entre ellas.

La opción poligonalización presupone que los nodos han sido previamente ajustados para posteriormente realizar la identificación de los polígonos como clases temáticas u objetos catastrales. Solo tiene sentido poligonalizar en el caso que un mapa posea entidades del tipo polígono.

AJUSTAR Y POLIGONALIZAR UN MAPA TEMÁTICO CATASTRAL

- Seleccionar un valor de Tolerancia (mm) entre 0, 0.1, 0.15, 0.25, 0.5, 1.0 ó 2.0; para el ajuste de nodos de los datos digitalizados;
- Hacer clic en herramientas  Ajustar. Un mensaje al pie de la ventana indicará el número de nodos ajustados, ya sea que haya algún nodo con un único enlace, que puede constituir un error; o aparezca el mensaje Todas las líneas ajustadas.
- Verificar en la pantalla si existe alguna señal indicando líneas no ajustadas; activando el botón Muestra Nodos. En caso afirmativo, ajustar nuevamente los datos con una tolerancia mayor o hacer el ajuste manual (opción Juntar Líneas);
- Hacer clic en Poligonalizar para generar los polígonos. Un mensaje al pie de la ventana indicará el número de polígonos generados.

IDENTIFICACIÓN (ROTULACIÓN) DE ENTIDADES

Después de la poligonalización, los polígonos creados pueden ser asociados a las clases temáticas, definidas anteriormente en el Banco de Datos, o pueden ser asociados a objetos catastrales.

MAPAS MDT

El modelo digital de terreno (MDT) o modelo numérico del terreno (MNT), como lo maneja SPRING, es una representación matemática de la distribución espacial de una determinada característica vinculada a una superficie real. Para obtener esta representación es necesario hacer la digitalización de líneas y puntos, que constituirán las muestras para posteriormente generar interpolaciones (rejillas) y obtener productos, tales como visualizaciones en 3D, perfil etc.

En la digitalización de líneas el cursor acompaña los contornos, abiertos o cerrados, definidos en el mapa. El usuario asocia a la línea un valor de coordenada z (cota).

Otro tipo de línea que puede ser digitalizado son las líneas de quiebra. Las líneas de quiebra son utilizadas para la generación de rejillas triangulares por interpolador quintico. Estas líneas pueden referirse a discontinuidades en la superficie, representadas por el alineamiento de valles o crestas. Un río, por ejemplo, puede ser editado como una línea de quiebra en la que a lo largo de sus márgenes tiene una discontinuidad de relevo, sin ningún valor de cota asociado. Estas líneas de quiebra pueden o no ser consideradas en la generación de la rejilla triangular.

En la digitalización de puntos se aplica manualmente el cursor de la mesa a un punto, y sus coordenadas (x, y) son registradas. El usuario asocia al punto un valor de coordenada z (cota).

Un mapa de MDT deberá estar asociado a una categoría del modelo numérico, donde el proceso de modelaje espacial es definido por geocampos, así para una área geográfica dada, un geocampo numérico asocia, a cada punto del espacio, un valor real.

Un mapa de MDT puede ser almacenado en la forma **vectorial** (cuando la representación referente a las muestras o rejilla triangular exista) o **matricial** (cuando una rejilla regular exista).

En la representación vectorial, la topología puede ser del tipo arco-nodo, con arcos que se conectan entre sí a través de nodos (punto inicial y final) o Rejilla Triangular (TIN), en este último, los arcos se conectan a través de puntos, formando una malla triangular.

La representación matricial es del tipo rejilla rectangular, o sea, un área dada será dividida en células de tamaño fijo, donde cada célula tendrá un valor de acuerdo con el tipo de dato mostrado y el interpolador utilizado.

La Figura 4.31 muestra una parte algunas muestras, isóneas + puntos acotados. Las dos entidades deben estar en el mismo PI en caso se quiera considerar ambas en el proceso de interpolación.

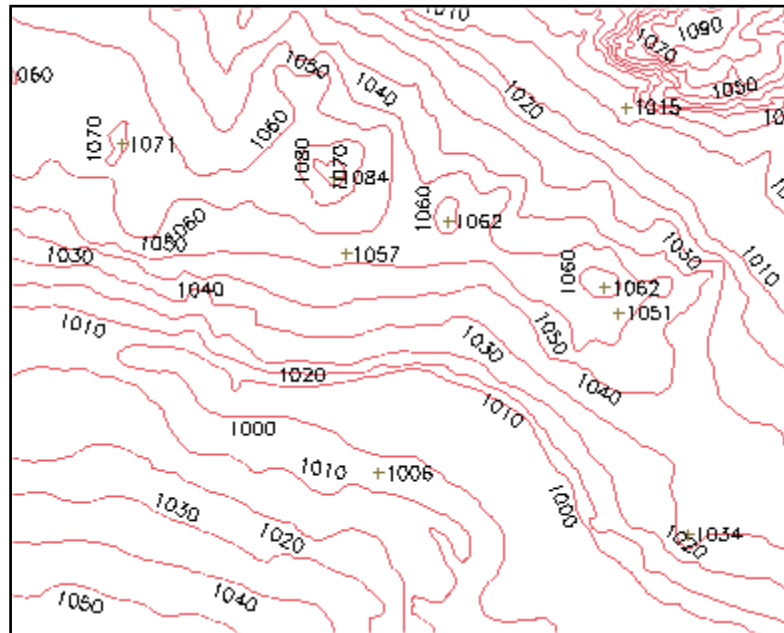



Figura 4. 31. Muestras, isolíneas y puntos acotados

DIGITALIZACIÓN DE MUESTRAS

Los mecanismos de edición tales como Modo (Continuo o Paso), Topología Manual (Automática no es utilizada en este tipo de dato), Factor de Digitalización y todas las opciones de Edición de puntos y líneas, son los mismos descritos para mapas temáticos o catastrales, no se debe olvidar de informar el valor de Z antes de iniciar la digitalización.

DIGITALIZAR ISOLÍNEAS

- Activar el Banco de Datos y el proyecto deseados;
- Crear un Plano de Información del modelo numérico. La escala del PI debe ser la misma del mapa (omitir esta etapa caso el PI haya sido creado anteriormente);
- Hacer clic en Herramientas - Calibrar Mesa en caso no haya sido ejecutada la calibración anteriormente para el mapa fijado a la mesa;
- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que contendrá los datos que serán digitalizados;
- Hacer clic en Numérico - Edición Vectorial o Editar - Edición Vectorial en el menú principal;
- Hacer clic en Edición Gráfica;

- Hacer clic en el botón de opciones Editar y seleccionar Líneas;
- Hacer clic en el botón de opciones Modo y seleccionar entre Paso o Continuo;
- Hacer clic en el botón de opciones Factor de Digit.(*mm*) y Seleccionar un valor (el valor es función de la escala del PI);
- El botón de opciones Topología no está disponible, siendo utilizada solamente la opción Manual;
- Digitar en Valor Z (el valor de cota de la isolínea). No se debe olvidar hacer clic en **CR** para que el sistema asuma el valor digitado.
- Hacer clic en Muestra si se desea que la isolínea a ser editada tenga un visual diferenciado de las demás. En este caso el ancho tendrá un valor mayor; hacer clic en **CR** para que el sistema asuma el valor digitado.
- Hacer clic en Crear Líneas (para isolíneas abiertas) o Crear Línea Cerrada (para isolíneas cerradas, es decir, se cierran como islas) tal y como se desee;
- si fuera a digitalizar vía mesa Hacer clic en **Exhibir - Cursor de Mesa** o  en el menú principal. en este momento solamente el cursor de la mesa tiene efecto;
- Iniciar la digitalización con el BE (botón izquierdo) del mouse o el Botón 1 de la mesa;
- Hacer clic el BD (botón derecho) del mouse o Botón 2 de la mesa para cerrar un arco o una isla;
- Hacer clic el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

Al iniciar la edición de un arco o isolínea, como "por defecto" se utiliza el color verde y al finalizar el arco, este pasa a color rojo.

La práctica ha mostrado que es más ventajoso digitalizar todas las isolíneas de mismo valor de Z, antes de cambiar el valor de la cota. Al cambiar el valor de Z para la próxima isolínea no hay que olvidar hacer clic en **CR** para que el sistema reconozca que fue alterado el valor. Para corregir valores de Z incorrectos, se debe utilizar la operación de **Verificación**, la cual se describe más abajo.

Para muestras de modelo numérico (isolíneas) puede ser útil que cada isolínea se presente con un color diferente. Esto facilita la identificación de errores en la cota de las mismas. Este recurso depende de la escala del PI para generar la graduación de colores, y para habilitar se debe alterar el visual de la área para el tipo **VACIO**, a partir de la ventana "**Plano de Información**".

CORREGIR LÍNEAS EN MAPAS NUMÉRICOS

- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que será editado;
- Hacer clic en MNT – Editar en el menú principal. También se puede optar por Editar - Edición Vectorial para editar el PI activo;
- Hacer clic en Edición Gráfica;
- Se puede Hacer clic en Contorno para mostrar los límites del PI en edición. Esto muestra el límite útil del PI. No es permitido editar el contorno;
- Hacer clic en el botón de opciones Editar y seleccionar Líneas;
- Escoger la operación deseada: Adicionar Punto, Mover Punto, Mover Arco, Mover Área, Quebrar Línea, Juntar Línea, Eliminar Línea, Eliminar Punto, Limpiar Área, Concatenar Líneas o Concatenar Área

GUARDAR ISOLÍNEAS

Las líneas editadas se presentan en color rojo. Para que sean definitivamente almacenadas en la estructura vectorial de SPRING es necesario hacer clic el botón "Salvar o guardar". Las líneas son presentadas en el color definido para el visual del PI activo. Después de guardar las líneas no es posible realizar la operación "Deshacer"


DIGITALIZACIÓN DE LÍNEAS DE QUIEBRA O RUPTURA

La edición de líneas de quiebra ocurre de modo semejante a la edición de una isolínea, con la diferencia que no existe valor de Z para la misma. Normalmente, estas líneas son utilizadas como **crestas de colinas o fondos de valles**.


DIGITALIZACIÓN DE PUNTOS ACOTADOS

Los puntos acotados deben estar en el mismo PI de las líneas, en caso que se necesite que el sistema los reconozca a la hora de usar los interpoladores. Así como las isolíneas, los puntos acotados pueden ser editados vía mesa digitalizadora o mouse. Los pasos para la digitalización se describen a continuación:


- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que contiene los datos a ser digitalizados;

- Hacer clic en Numérico - Edición Vectorial... o Editar - Edición Vectorial... en el menú principal;
- Hacer clic en Edición Gráfica;
- Hacer clic en el botón de opciones Editar y Seleccionar Puntos. Los botones de Edición de Puntos están habilitados;
- Digitar en Valor Z el valor de punto. No olvidar hacer clic en CR para que el sistema asuma el valor digitado;
- Hacer clic en Crear para seleccionar opción de insertar puntos;
- Si se fuera a digitalizar vía mesa, hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. En este momento solo el cursor de la mesa tiene efecto;
- Iniciar la digitalización haciendo clic con el BI (botón izquierdo) del mouse o el Botón 1 de la mesa para insertar un punto;
- Hacer clic en el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

ELIMINAR PUNTOS EN MAPA NUMÉRICO

- Hacer clic en Eliminar para seleccionar opción de eliminar puntos;
- Si se va digitalizar vía mesa hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. En este momento solamente el cursor de la mesa tiene efecto;
- Hacer clic con el BI (botón izquierdo) del mouse el o Botón 1 de la mesa sobre el punto;
- Hacer clic en el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

MOVER PUNTOS EN MAPA NUMÉRICO

- Hacer clic en Mover para seleccionar opción de mover puntos ;
- Si se va a digitalizar vía mesa, hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. En este momento solamente el cursor de la mesa tiene efecto
- Hacer clic con el BI (botón izquierdo) del mouse o el Botón 1 de la mesa sobre el punto y arrastrar hasta la posición deseada;
- Hacer clic el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

GUARDAR PUNTOS ACOTADOS


Así, como ocurre en las líneas, los puntos existirán en la estructura vectorial de SPRING, después de hacer clic en el botón "Salvar o guardar". Después de salvar no será posible realizar la operación de "Deshacer".

Los puntos editados se presentan como círculos rojos, después de guardados son presentados en color y estilo definido en el visual del PI en la categoría a la que pertenecen.

VISUAL DE PI

Durante la digitalización de las isolíneas y puntos de un mapa, la visual no puede ser alterada.

ALTERAR VISUAL DE CATEGORÍAS


- Hacer clic en Visual para desplegar la ventana "Visuales de presentación Gráfica". Alterar los parámetros de ancho de línea, color etc.;
- Hacer clic en ejecutar para efectuar las alteraciones;
- Hacer clic en ejecutar - Visualizar o  en la pantalla activa para ver las alteraciones.


Para muestras de modelo numérico (isolíneas) puede ser útil que cada isolínea se presente con un color diferente. Esto facilita la identificación de errores en la cota de las mismas. Este recurso depende de la escala del PI para generar la graduación de colores, y para habilitarla se debe alterar el visual del área para el tipo VACIO.

AJUSTE DE NODOS

El ajuste de los nodos garantiza la coincidencia de los nodos en el extremo de las isolíneas. El algoritmo utiliza una tolerancia definida por el usuario, que corresponde a un valor de distancia centrado en cada nodo. Si otro nodo estuviera contenido en el área del cuadrado definido por el factor de tolerancia, se ajustará para un único nodo, siendo el mismo procedimiento para todos los nodos.

Se debe tener cuidado con valores grandes de tolerancia, para que no ocurra la unión de isolíneas con valores de Z diferentes. Cuanto menor es el factor de tolerancia, menor es la posibilidad de errores y mayor la posibilidad de no comprender todos los nodos vecinos. Se sugiere la utilización de un factor de tolerancia mínimo, y en caso de puntos no ajustados, utilizar el ajuste manual (Juntar Líneas), a través de las opciones de edición de líneas.

Durante la fase de edición de líneas o corrección de posibles arcos que no hayan sido unidos para cerrar polígonos, se puede hacer clic en la opción **Mostrar Nodos**, en la caja de diálogo Edición Topológica. Después de activar esta opción hacer clic en **ejecutar - Visualizar** o  de la pantalla activa que contiene los arcos editados. En la extremidad de cada arco (nodo) aparecerá una estrella (X) de color azul cuando este no encuentre conectado a otro, y un círculo verde cuando haya un nodo con más de un arco, es decir, el ajuste de dos o más arcos se haya ejecutado correctamente.

Existe también la opción del usuario de presentar el contorno del PI activo, activando el botón **Contorno** de la caja de diálogo "Edición Topológica"; en seguida, hacer clic en **ejecutar - Visualizar** o  de la pantalla activa.

Aunque la poligonalización de datos de modelos digitales de terrenos no sea usual, puede ser requerida, como en el caso del análisis de cuencas hidrográficas, cuando se desean informaciones como área y volumen de los intervalos de curvas hipsométricas. De esta forma, se hace necesario generar los polígonos a partir de informaciones altimétricas. En este caso, los datos de MDT deberán ser convertidos para la categoría temática, ajustados, poligonalizados y posteriormente tener las clases temáticas asociadas.

VERIFICACIÓN DE DATOS

La función de verificación permite obtener informaciones al respecto de los datos digitalizados. Dependiendo del modelo del PI activo se tiene:

- Informaciones se presentan al pie de la ventana, para PI's temáticos y Catastrales;
- Informaciones en ventanas específicas con posibilidad de alteraciones, para PI's Numéricos y Redes

Para PI's temáticos o catastrales los siguientes datos se pueden verificar al pie de la ventana:

- **Líneas**: número de la línea (L:), número de puntos de la línea (pts), ancho (en metros), polígono de la derecha (PR), polígono de la izquierda (PL) y clase si pertenece a un PI temático;
- **Puntos**: número del punto y coordenadas de este punto;
- **Polígonos**: número del polígono (P), número de líneas del polígono (L), número de polígonos hijos (H) y clases (C) si es temático;
- **Nodos**: número del nodo (Nodo) y número de líneas ligadas al nodo (Líneas).

- Objetos Múltiplos: muestra en la pantalla todos los puntos/líneas/polígonos que están unidos a más de un objeto. Se puede utilizar también para un mapa de redes. Automáticamente retorna a la opción "Líneas" después de realzar los objetos en la pantalla;
- Líneas individuales: muestra en la pantalla todas las líneas que son límites a solamente un polígono o a ningún polígono. Automáticamente retorna a la opción "Líneas" después de realzar los objetos en la pantalla.

Para PI's numéricos y redes además de la información que se presenta al pie de la ventana, otras ventanas son presentadas.

- Para PI's numéricos: Verificar / Alterar valores de isolíneas?
- Para PI's numéricos: Verificar / Alterar valores de puntos?
- Para PI's redes: Verificar / Alterar valores de impedancia y demanda de las líneas?

El procedimiento para hacer la verificación de cualquier dato se presenta a continuación.

VERIFICAR DATOS EN UN PI ACTIVO

- Activar en el "Panel de Control" el PI que desea verificar;
- Hacer clic en Editar - Edición Vectorial en el menú principal. La ventana "Edición Topológica" se presenta. Esto puede ser hecho también a través de las opciones temático - Edición Vectorial, Numérico - Edición Vectorial, Catastral - Edición Vectorial o Redes - Edición Vectorial dependiendo del modelo del PI activo;
- Hacer clic en Verificación. Todas las otras opciones de la ventana están deshabilitadas;
- Hacer clic en el botón Verificar y seleccionar entre las opciones presentadas;
- Hacer clic sobre la entidad en la pantalla y observar las que están realzadas. Los valores son presentados al pie de la ventana de edición o en otra ventana (caso numérico y redes) para hacer alteraciones.

En el caso de polígonos, al hacer clic sobre el mismo en la pantalla activa, un cuadrado de color verde destaca el polígono con un número, tal y como ilustra la figura 4.32.

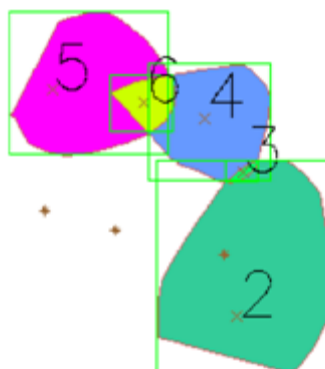


Figura 4. 32. Verificando polígonos

OTRAS OPCIONES DE EDICIÓN TOPOLÓGICA

Actualizar Índices: Este botón fue creado para resolver alguna posible inconsistencia durante el proceso de digitalización. No se sabe con ciencia cierta, pero la constante utilización de las operaciones de digitalización, en una misma sección, puede causar la ruptura del archivo de indexación de las líneas que ya existen en el PI. En este caso, aparentemente algunas líneas, anteriormente creadas, desaparecen de la pantalla de dibujo, a pesar de estar físicamente almacenadas. Por tanto, basta hacer clic en este botón para restablecer la normalidad.

Actualizar Área/Perímetro: Mapas de Objetos, del modelo catastral o redes almacenan físicamente los valores de área y perímetro (para catastral) y perímetro (para redes) en el banco de datos. La utilización de algunas herramientas (operaciones) de digitalización, por ejemplo mover un punto de un línea límite de un polígono, puede causar un aumento o reducción en el valor del área y perímetro. En este caso, se tienen dos opciones; ajustar y poligonalizar nuevamente o se hacer clic en este botón. Solo tiene necesidad de ajustar y poligonalizar nuevamente todo PI en caso haya sido roto el modificado en la topología del PI.

4.2.4. MOSAICO

El proceso de mosaicar puede ser definido como la unión de diferentes imágenes en una única imagen correspondiente a un área geográfica determinada (entiéndase como término imagen - mapas en las representaciones raster y/o vectorial).

El término **mosaico** en Sistemas de Informaciones Geográficas (SIGs) es un sinónimo de unión de mapas, o sea, mapas separados, no obstante adyacentes, son automáticamente agrupados en un único mapa. El producto final del mosaico es una imagen o un mapa topológicamente consistente, con continuidad física (Bonhom - Later, 1994).

La figura 4.33 muestra un ejemplo donde dos PIs adyacentes son mosaicados. En esta versión de SPRING se hace el mosaico basado en las coordenadas de los datos existentes, de modo que el ajuste de las líneas y la topología debe rehacerse después de mosaicar.

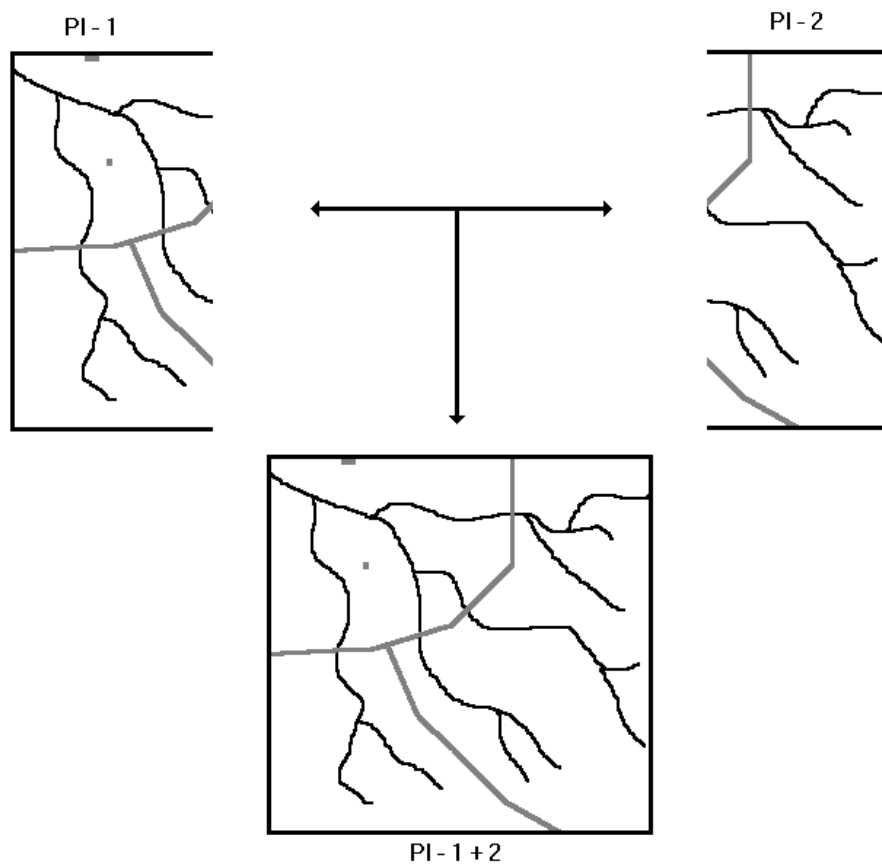


Figura 4. 33. Mosaico de imágenes

El mosaico en SPRING permite intercambiar datos, o sea, planos de informaciones, entre proyectos diferentes y con proyecciones también diferentes, o entre un único proyecto (en este caso tiene la función de copiar datos entre PIs). Por otra parte, la opción de mosaico implementada satisface la necesidad de cambios de datos (PIs) solamente dentro de un mismo

Banco de Datos. Si se desea intercambiar datos entre bancos diferentes, deberá utilizar los recursos de exportación e importación.

En el mosaico entre planos de información de categorías iguales, todas las representaciones pueden ser transferidas del PI fuente para el PI destino. Ya en el caso de planos de información de categorías diferentes, todas o ninguna de las representaciones pueden ir de un PI para otro. Por ejemplo: un PI de la categoría temática (origen) solamente es copiado para un PI de la categoría numérica (destino), las representaciones de Líneas (L) y Puntos (P).

La tabla 4.2 muestra las representaciones son transferidas de un PI origen para un destino.

		Destino				
		IMAGEN	TEMÁTICO	NUMÉRICO	CATASTRAL	REDES
Origen	IMAGEN	M/S	-	-	-	-
	TEMÁTICO	-	L/PARAC/I	L/P	L/P	L/P
	NUMÉRICO	-	M	M/R/Ti/I	M	M
	CATASTRAL	-	L/P	L/P	L/PARA O	L/P
	REDES	-	L/P	L/P	L/P	L/PARA O

Tabla 4. 2. Representaciones transferidas de un PI a otro

Los códigos de las representaciones que aparecen en la tabla anterior son:

- PI Temático: Puntos (P); Líneas (L); Imagen (I) - formato matricial de los vectores; Clases (C) - polígonos asociados a las clases.
- PI Numérico: Muestras (M) - puntos con cota e isolíneas originales; Retícula (R) - retícula rectangular; TIN (Ti) - "Triangular Irregular Network" , retícula triangular irregular; Isolíneas (I) - isolíneas creadas a partir de una retícula.
- PI Imagen - para el modelo Imagen están disponibles el mosaico entre PIs de imágenes del tipo: Mono (M) - canal monocromático e Imagen Sintética (S).

- PI Red: Puntos (P); Líneas (L); Objetos (O).
- PI Catastral: Puntos (P); Líneas (L); Objetos (O).

MOSAICO DE DATOS VECTORIALES



Para el mosaico de datos vectoriales (PIs **temáticos, numéricos, catastrales y redes**) SPRING no ajusta las líneas de contacto entre los dos PIs que serán colocados uno al lado del otro. Después de hacer el mosaico se deben verificar las fronteras entre los PIs importados y hacer un trabajo de edición en estos puntos.




La calidad de un mosaico está directamente asociada a la precisión y escala de los datos originales que se encuentran en proyectos y PIs diferentes.

En esta versión de SPRING, se puede escoger entre mosaicar o copiar todo de un dato origen para el destino, o copiar solamente el contenido seleccionado indicando que líneas del PI origen serán copiadas o también elegir todas las líneas dentro de un rectángulo definido por el usuario. En esta última opción las líneas serán recortadas en los límites del rectángulo, manteniéndose solamente las que sean internas al rectángulo.

La operación de mosaico es realizada considerando como PI destino, el que está activo en el "Panel de Control", o sea, aquel que recibirá los datos provenientes de otros PIs.

REALIZAR MOSAICO PARA COPIAR LÍNEAS

- Crear un plano de información () del modelo que recibirá los datos (Temático, Numérico, Catastral o Redes) y/o activar uno en el "Panel de Control" ();
- Hacer clic en Editar - Mosaico en el Menú Principal;
- En la ventana "Mosaico", escoger en la lista Proyectos el que contiene los datos de origen;
- Hacer clic en una Categoría de la lista. Las categorías desplegadas se refieren únicamente al proyecto antes escogido, en el cual existe por lo menos un PI asociado;
- Hacer clic en un Plano de Información de Origen en la lista. Debajo de esta lista aparecen las representaciones existentes del PI seleccionado;
- Seleccionar en Representación la que se desea mosaicar o copiar;
- En Copiar Escoger entre Todo el Contenido o Contenido Seleccionado. Si es Contenido Seleccionado se pueden seleccionar solamente algunas líneas del PI origen o las que estén dentro de un rectángulo definido por el usuario.

1. Para seleccionar las líneas será solicitada la pantalla 5. Activar esta pantalla y hacer clic en Ejecutar - Visualizar () para visualizar los datos de origen. Al hacer clic sobre las líneas deseadas éstas aparecen destacadas en otro color;
2. Para copiar las líneas que estén dentro de un rectángulo se solicitará la 5ta. pantalla de visualización. Activar esta pantalla y hacer clic en Ejecutar - Visualizar () para visualizar los datos de origen. Activar el Cursor de Área () en el menú y marcar sobre la pantalla 5 un rectángulo como si se fuera a hacer zoom. Solamente las líneas que están dentro del rectángulo serán copiadas, recortando en el límite las restantes.
 - Hacer clic en el botón de selección Mosaico para adicionar datos al PI destino. Si no se activa este botón será solicitada la confirmación para borrar los datos existentes;
 - Hacer clic en Ejecutar para realizar el mosaico o copia.

Repetir los pasos anteriores para cada PI que será insertado en el PI destino.

NOTAS:

- La posibilidad de copiar datos, principalmente líneas y puntos digitalizados, entre PIs de la misma categoría, es útil cuando se quiere realizar alteraciones o simulaciones en un PI, con la garantía de tener uno como reserva.
- La operación de copia de datos entre categorías diferentes es necesaria cuando se crea y digitaliza un dato en una categoría que no era la deseada y para no perder el trabajo hecho, es posible copiarlo a un PI de otra categoría.
- Botón Clases Seleccionadas: cuando ese botón es seleccionado las entidades cuyas clases fueron seleccionadas en el panel de control son copiadas para otro PI. Las entidades sin clases continúan siendo copiadas normalmente.

SIMPLIFICACIÓN (GENERALIZACIÓN CARTOGRÁFICA)

La generalización cartográfica, puede ser entendida como la posibilidad de simplificar el espacio geográfico que observamos, de modo que permita su representación en un mapa. En el dominio digital al cual pertenece la tecnología de sistemas de informaciones geográficas, la generalización cartográfica tiene como principal objetivo *universalizar el contenido de una base de datos* de acuerdo con una cierta finalidad. Se trata de un proceso que **depende de la escala** de

representación de los datos que busca reducir la complejidad sin perjuicio de la exactitud espacial y de los atributos de los datos, que también debe considerar el propósito del mapa en cuestión y que procura una comunicación más eficiente con los usuarios del mapa.

Los sistemas de informaciones geográficas normalmente propician algunas herramientas para la generalización cartográfica, que se basan en transformaciones espaciales, que alteran la representación de los datos en términos de su localización geográfica (simplificación, suavizado, agregado, exageración y desplazamiento) y del significado topológico (clasificación y simbolismo). Como la mayoría de los objetos utilizan la línea como entidad básica para su representación, la simplificación de líneas es la transformación más comúnmente encontrada en los sistemas existentes. Los métodos de simplificación de líneas intentan seleccionar y mantener los puntos que mejor caracterizan a la representación digital de una línea. En otras palabras, se trata de rechazar puntos redundantes, o sea, aquellos que no contribuyen significativamente para la representación digital de la línea. Un buen ejemplo de redundancia es la digitalización vía mesa en modo continuo, que genera líneas digitales con un número excesivo de puntos. La figura 4.34 ilustra el objetivo de la simplificación de las líneas.

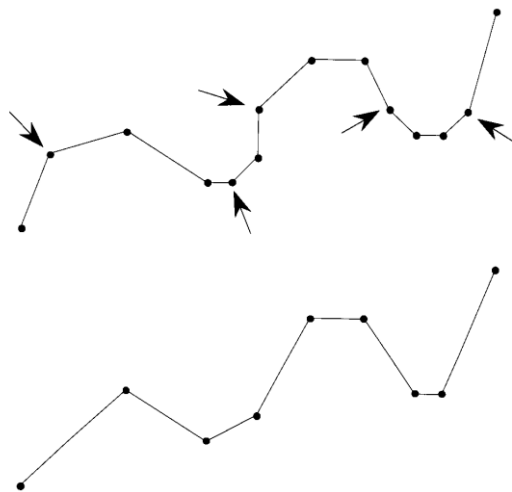


Figura 4. 34. Simplificación de líneas

SPRING posee tres opciones de algoritmos para simplificación de líneas:

- a. El algoritmo original de Douglas-Peucker (Douglas y Peucker, 1973);
- b. Una adaptación del algoritmo de Douglas-Peucker que usa el cociente área/perímetro;

- c. Una adaptación del algoritmo de Li-Openshaw (Li y Openshaw, 1992) que acumula las distancias recorridas sobre cada línea.

Cuando un PI del modelo Temático, Catastral o Redes tiene la representación de líneas, se puede realizar una simplificación de las mismas, haciendo que las mismas tengan menos puntos para representar el contorno de entidades geográficas.

REALIZAR SIMPLIFICACIÓN DE LÍNEAS

- Crear un plano de información del modelo que recibirá los datos (Temático, Numérico, Catastral o Redes) y/o activar uno en "Panel de Control";
- Hacer clic en Editar - Mosaico en el Menú Principal;
- En la ventana "Mosaico", escoger en la lista Proyectos el que contiene los datos vectoriales de origen;
- Hacer clic en una Categoría de la lista. Las categorías desplegadas se refieren solamente al Proyecto escogido anteriormente, en el cual existe por lo menos un PI asociado. Solamente categorías del modelo Temático, Catastral y Redes se pueden simplificar;
- Hacer clic en un Plano de Información de Origen en la lista. Debajo de esta lista aparecen las representaciones existentes del PI seleccionado;
- Seleccionar en Representación de Líneas. El botón Simplificación se habilita;
- Hacer clic en Simplificación; y luego en Parámetros de Simplificación. La ventana con los parámetros es desplegada;
- Después de definir los parámetros de simplificación, se escoge entre Copiar Todo Contenido o Contenido Seleccionado. Si es Contenido Seleccionado se puede seleccionar solamente las líneas del PI origen que serán simplificadas o las que estén dentro de un rectángulo definido por el usuario.
- Hacer clic en el botón de selección Mosaico para adicionar datos al PI destino. Si este botón no está activo se solicitará la confirmación para eliminar los datos existentes;
- Hacer clic en Ejecutar para realizar la simplificación de los datos.

4.2.5. TEXTOS

Inicialmente se deberá seleccionar un PI en el cual se hará la edición mediante Panel de Control. Mientras se está editando un texto no es posible cambiar de PI, para ello se debe cerrar la ventana de edición.

INSERTAR TEXTO

- En el campo Texto: digitar el contenido a ser insertado;
- En el control de Localización se puede seleccionar el modo de posicionamiento del texto:
 - Auto: el texto se ubica siempre en el centro del proyecto.
 - Geográfica: Con coordenadas en latitud y longitud; las coordenadas de la localización del texto se pueden dar vía teclado o indicando directamente en el punto de inserción deseado haciendo doble clic en el mismo, las coordenadas se actualizan en Long y Lat.
 - Planas: Con coordenadas en X y Y; las coordenadas de la localización del texto se pueden dar vía teclado o indicando directamente en el punto de inserción deseado haciendo doble clic en el mismo, las coordenadas serán actualizadas en X y Y.
 - Definiendo la Visualización del Texto: *Hay dos formas de definir la visualización de texto, visualización del PI o visualización propia.*
 - En Visualización del PI, el texto responderá a las definiciones de la representación texto. Esto se define en Editar Plano de Información.
 - Cuando la visualización se define como propia, se presenta la ventana Visualización de Presentación Gráfica - Texto donde se puede definir Color, Altura, Ángulo, Grosor, Espaciado. Se debe hacer clic en Ejecutar después de definir los valores.
- Hacer clic en Insertar. El texto se presenta en la posición indicada en la operación y con las características definidas.

RECUPERANDO Y ACTUALIZANDO UN TEXTO

- Alterar el contenido:
 - Hacer clic en Editar- Texto
 - Seleccionar el texto en el PI haciendo clic en el texto (aparece un rectángulo envolviendo el texto seleccionado). El contenido se presenta en el campo de texto;
 - Se puede alterar el contenido, la posición y la visualización;
 - Hacer clic en Actualizar. El texto será sustituido por el nuevo valor digitado, y con las nuevas características.
- Alterando características, ángulo y posición por selección:
 - Hacer clic en Editar-Texto , la ventana Editar texto es desplegada
 - Seleccionar uno o más textos, aparece la ventana Visualización Grafica para Texto, alterar los valores deseados y hacer clic en ejecutar; el texto cambiará sus características.
 - Al navegar por un texto el cursor irá cambiando dependiendo de la posición. El texto puede ser desplazado en X y Y, o se puede alterar su ángulo de inclinación, aunque esto sólo se permite para visualización propia.
 - También se pueden seleccionar varios textos y alterar su ángulo y su posición.
 - En estos casos no es necesario usar el botón Actualizar.

SUPRIMIR TEXTOS

- Seleccionar uno o más textos.
- Hacer clic en Suprimir

Estando en el módulo de edición de textos el Panel de Control no responderá a eventos, por lo tanto, si se necesita manipular se debe cerrar la ventana de Edición de textos.

4.2.6. ENLACE ENTRE TABLAS

Esta ventana permite hacer un enlace entre una tabla de Objetos y Tablas No-Espaciales. Esto evita duplicidad de informaciones en una misma tabla.

Observar en la figura 4.35 un ejemplo de un catastro urbano, donde un mismo propietario, con Cod_prop = 534.435.774/53, tiene dos inmuebles (Lotes 22 y 29), la descripción de este individuo se presenta solamente una única vez en la Tabla Propietarios, sin necesidad de repetir sus datos en las dos líneas de la Tabla Lotes.

Solamente después de efectuar el enlace entre las tablas el sistema reconoce las dos tablas como única en el momento de hacer las consultas.

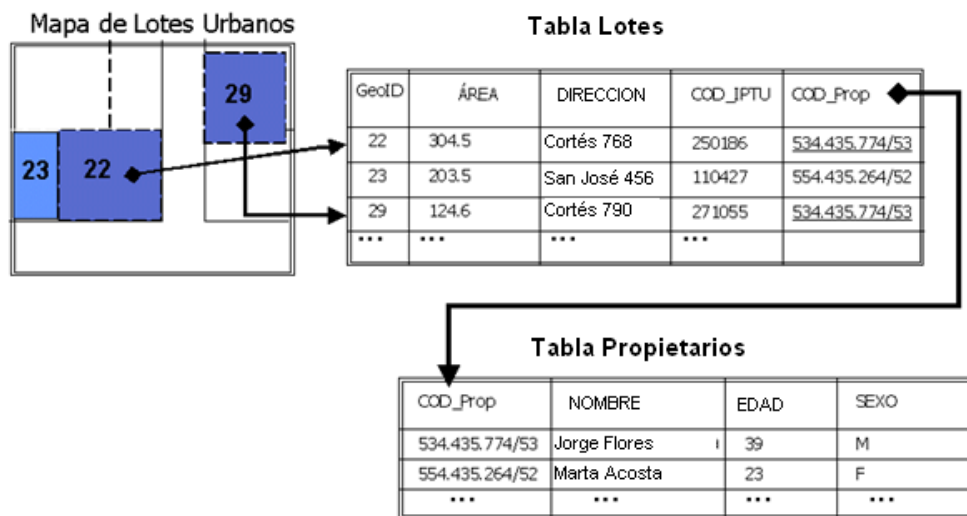


Figura 4. 35. Enlace entre tablas

Las condiciones para efectuar este enlace son:

- Que exista por lo menos una categoría de Objetos y una Tabla no-espacial;
- Que exista un atributo en común entre las dos tablas;
- Solo enlaces entre categoría de Objetos y una Tabla no-espacial son permitidos;
- Se pueden efectuar varios enlaces entre categoría de Objetos y una Tabla no-espacial diferentes.

Importante: si el enlace entre las tablas genera una relación 1: n es necesario que exista una última columna (con cualquier nombre) de tipo auto-numeración en la Tabla no-espacial. Al no existir esta columna para esta situación se produce una visualización errónea de los registros de la tabla en el módulo de consulta.

EJECUTAR UN ENLACE ENTRE TABLAS

- Hacer clic en Editar - Enlace de Tablas. La Ventana "Enlace entre Tablas" se presenta;
- Seleccionar en la lista Objetos el nombre de categoría deseado. En la lista Atributos se presentan los campos definidos, incluyendo el Rótulo y el Nombre;
- Seleccionar en la lista Tablas el nombre deseado. En la lista Atributos se presentan los campos de esta tabla;

- Seleccionar en ambas listas los atributos y campos que se deseen para realizar el enlace;
- Hacer clic en Conectar.

SEPARANDO TABLAS CONECTADAS

- Hacer clic en Editar - Enlace de Tablas. La ventana "Enlace entre Tablas" se presenta;
- Seleccionar en la lista Objetos el nombre de la categoría que se encuentra conectada. En las listas Atributos los campos correspondientes son presentados;
- Hacer clic en Separar.

4.2.7. TABLA

Datos No Espaciales

Esta Ventana permite editar atributos de tablas no-espaciales que fueran creadas e importadas (*todavía en desarrollo*) para un Banco de Datos.

IMPORTANTE: el sistema solamente permite editar tablas que son parte del banco de datos.

EDITANDO NUEVO ATRIBUTO EN LA TABLA

- Hacer clic en Editar - Tabla. La ventana "Datos No-espaciales" se despliega;
- Escoger una tabla en la lista Tablas. Los atributos y valores respectivos son mostrados en las listas abajo;
- Al hacer clic en Nuevo, todos los campos de valores aparecen en blanco;
- Hacer clic en un atributo en la lista y en seguida en el campo Valor;
- Digitar el valor en función del tipo de atributo, esto es, texto, entero, real o fecha, y Hacer clic en CR;
- Repetir el paso anterior para cada atributo;
- Hacer clic en Actualizar para confirmar la inclusión. Para insertar otros registros repetir los cuatro pasos anteriores.

Un registro nuevo será insertado siempre al final de la tabla.

REMOVER UN REGISTRO DE LA TABLA

- Hacer clic en Editar - Tabla. La ventana "Datos No-espaciales" se despliega;
- Escoger una tabla en la lista Tablas;
- Buscar el registro que se desea suprimir utilizando los botones << (inicio de la tabla), >> (fin de la tabla), ≤ (un registro anterior) o ≥ (un registro posterior), Digitar el contenido

en Valor Seleccionado y hacer clic en Seleccionar. Esta última opción depende del atributo que esté activo;

- Hacer clic en Suprimir y confirmar a exclusión del registro.

ALTERAR UN REGISTRO DE LA TABLA

- Hacer clic en Editar - Tabla. La ventana "Datos No-espaciales" se despliega;
- Escoger una tabla en la lista Tablas;
- Buscar el registro que desea suprimir utilizando los botones \ll (inicio de la tabla), \gg (fin de la tabla), \leq (un registro anterior) el \geq (un registro posterior), Digitar el contenido en Valor Seleccionado y Hacer clic en Seleccionar. Esta última opción depende del atributo que esté activo;
- Hacer clic en un atributo en la lista y en seguida en el campo Valor;
- Alterar el valor del atributo y Hacer clic en CR;
- Repetir los dos pasos anteriores para otros atributos que se deseen alterar;
- Hacer clic en Actualizar.

4.3. MENÚ EXHIBIR

4.3.1. BARRA DE HERRAMIENTAS

Es donde se encuentran los atajos de las funciones más comunes del menú principal de los tres módulos (Spring, Scarta e Impima). Las figuras a continuación muestran las barras de herramientas de los módulos "Spring", "Scarta" e "Impima", que pueden ser desplegadas u ocultadas en *Exhibir - Barra de Herramientas* en el menú principal de cada módulo. Por *defecto* la barra de herramientas será presentada cuando se inicia cualquiera de los módulos.

Los atajos del módulo "Spring" son (de izquierda a derecha): Banco de Datos, Proyecto, Esquema Conceptual, Plano de Información, Panel de Control, Muestreo, Escala, Coordenadas, Gráfico, Cursor de Área, Cursor de Punto, Cursor de Mesa, Cursor de Vuelo, Visualizar, Acercar, Alejar, Anterior, Restituir, Cancelar y Acerca de Spring.



Figura 4. 36. Barra de herramientas modulo SPRING

Los atajos del módulo "Scarta" son (de izquierda a derecha): Banco de Datos, Proyecto, Categoría, Panel de Control, Crear Mapa, Cargar Mapa, Guardar Mapa, Cerrar Mapa, Cerrar Proyecto, Características, Elementos, Generar IPLOT, Coordenadas, Cursor de Vuelo, Cursor de Área, Ampliar, Visualizar, Anterior, Restituir y Acerca el Scarta.



Figura 4. 37. Barra de herramientas Modulo SCARTA

Los atajos del módulo "Impima" son (de izquierda a derecha): Abrir, Guardar Como, Visualizar, Realzar, Restituir, Imprimir esta página y Acerca de Impima.



Figura 4. 38. Barra de herramientas modulo Impima

4.3.2. BARRA DE ESTADO

En esta barra se encuentran informaciones como descripción de la función elegida en el menú, coordenadas en la posición del mouse en el área de visualización y plano de información activo.



Figura 4. 39. Barra de estado

4.3.3. BARRA VECTORIAL

La figura abajo presenta la barra de herramientas de la Edición Vectorial.



Figura 4. 40. Barra de Edición Vectorial

LEYENDA

- 1) Botón Tipo (Edición Gráfica o Verificación);
- 2) Botón de Contorno;
- 3) Botón Nodos Ajustados;
- 4) Botón Nodos no Ajustados;
- 5) Botón de Edición (Líneas o Puntos);
- 6) Botón de Propiedades de la Edición (Modo, Topología, Factor Digital y Tolerancia);
- 7) Botón de Crear;

- 8) Botón de Editar;
- 9) Botón de Eliminar;
- 10) Botón de Curvas de Nivel;
- 11) Botón Herramientas;
- 12) Botón Actualizar;
- 13) Botón Deshacer;
- 14) Botón Salvar;
- 15) Botón Exhibir/Ocultar Barra de herramientas de las Operaciones de la Edición Vectorial;
- 16) Botón Salir Edición Vectorial;
- 17) Botón Ayuda Edición Vectorial.

Para agilizar el acceso a las operaciones (como por ejemplo, Adicionar Punto, Mover Punto, Mover Área y Remover Punto) de la Edición Vectorial SPRING cuenta con una barra de herramientas compuesta por estas operaciones, la cual se muestra en la figura 4.41.

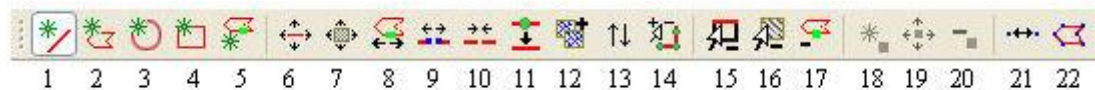


Figura 4. 41. Barra adicional para edición vectorial.

LEYENDA

- 1) Botón Crear Línea;
- 2) Botón Crear Línea Cerrada;
- 3) Botón Crear Círculo;
- 4) Botón Crear Rectángulo;
- 5) Botón añadir Punto en una línea;
- 6) Botón Mover Línea;
- 7) Botón Mover Área;
- 8) Botón Mover Punto de una línea;
- 9) Botón Quebrar Línea;
- 10) Botón Juntar Línea;
- 11) Botón Concatenar Línea;
- 12) Botón Concatenar Área;
- 13) Botón Mudar Orientación;

- 14) Botón Propiedad de una línea;
- 15) Botón Remover Línea;
- 16) Botón Remover Área;
- 17) Botón Remover Punto de una línea;
- 18) Botón Crear Punto;
- 19) Botón Mover Punto;
- 20) Botón Remover Punto;
- 21) Botón Ajustar;
- 22) Botón Poligonizar;

4.3.4. BARRA MATRICIAL

Es la Barra de herramientas que presenta el procedimiento para la edición matricial sobre imágenes temáticas, imágenes sintéticas e imágenes clasificadas.

La edición matricial, se hace necesaria cuando se desea mejorar el aspecto de la imagen al limpiarla, corregirla o actualizarla.

Tres modos de edición matricial están disponibles:

- **Edición de Área:** Permite que líneas cerradas (islas) sean digitalizadas y que los polígonos generados sean asociados a las clases temáticas. Antes de confirmar la asociación a clases temáticas (relleno del polígono) se puede efectuar la adición de líneas, moviendo o apagando puntos;
- **Copia de Área:** Utiliza un plan de informaciones de referencia para cambiar las clases temáticas. Este plan puede ser una imagen clasificada, rotulada, sintética o temática, donde los polígonos formados de pixeles (temas) de una imagen clasificada, vectores de una imagen rotulada, pixeles de una imagen sintética o pixeles de las clases de un mapa temático, son utilizados como límites de la región a ser rellenada por la nueva clase. Este modo tiene la ventaja de tener siempre un PI de referencia, para cuando se desea volver a la clase anterior;
- **Clasificación de Área:** Permite pintar la imagen temática con clases temáticas sobre las áreas (polígonos) que son formadas por los propios pixeles de la imagen.

En cualquier de los tres modos, el sistema solo cambiará las clases de los pixeles que serán visibles en la pantalla.

La próxima figura presenta la barra de herramientas da Edición Matricial.



Figura 4. 42. Barra de Edición Matricial



LEYENDA


- 1) Botón de Tipo, permite la selección de operación (Edición de Área, Copiar Área, Clasificar Área, Limpiar Pixel y mover Imagen) a ser realizada;
- 2) Contiene las informaciones de la operación seleccionada en el botón Tipo;
- 3) Informa la lista de Clases/Temas/Lut(Tabla de color);
- 4) Botón Visual;
- 5) Informa las operaciones (tareas) que serán realizadas;
- 6) Remueve la operación reciente;
- 7) Remueve todas las operaciones;
- 8) Ejecuta todas las operaciones;
- 9) Salir de la edición Matricial;
- 10) Ayuda de Edición Matricial.

4.3.5. CURSOR DE ÁREA

El Cursor de Área (zoom) es utilizado para definir las regiones que serán ampliadas en el área de dibujo. El zoom está habilitado cuando el botón es activado estando el cursor con la forma de flecha apuntando a la esquina inferior derecha dentro del área de dibujo, dos puntos son necesarios para establecer el área de zoom, el vértice superior izquierdo y el vértice inferior derecho. El procedimiento para efectuar un zoom requiere 4 pasos principales:

Efectuando un zoom en el área de dibujo:

- Activar el Cursor de Área en [Exhibir] [Cursor de Área] o . El cursor pasa del modo normal (flecha) a modo zoom ;
- Hacer clic en el cursor en la área de dibujo para definir el primer punto (superior izquierdo), indicando que el movimiento debe ser de la izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. Arrastrar hasta la posición deseada;
- Hacer clic de nuevo para definir el segundo punto (inferior derecho) de la área de zoom;
- Hacer clic en [Ejecutar] [Dibujar] o botón .

Para deshabilitar el cursor del zoom y volver al modo normal, basta hacer clic sobre el Cursor de Punto en la barra de Herramientas  , [Exhibir] [Cursor de Área] , o haciendo clic derecho dentro del área de dibujo.

Una vez definida el área (rectángulo trazado) de zoom se puede corregir el área, antes de [Ejecutar] [Dibujar] al hacer clic en cualquiera de los lados o esquinas externas del rectángulo. Hacer clic es necesario para adoptar la nueva posición.

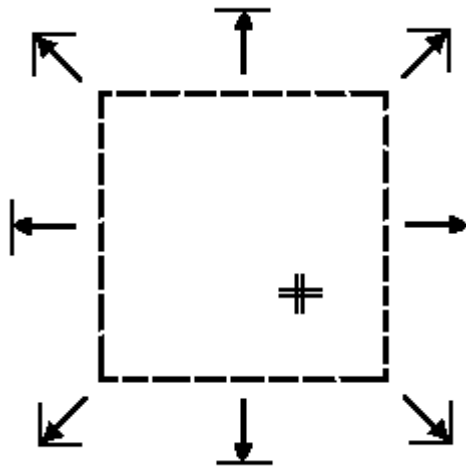


Figura 4. 43. Posiciones posibles para redimensionar un rectángulo

El área de zoom también pueden ser completamente movida de una posición a otra, simplemente haciendo clic en la parte interna del rectángulo definido y llevándolo a la nueva posición se hace clic para fijar la nueva posición.


La función de zoom es muy importante cuando se desea ver con más detalle un plano de información. Para un determinado formato de digitalización, el zoom es inútil desde el momento en que se empiezan a ver los elementos de la resolución (píxeles). Un vector dado sin embargo, nunca pierde la resolución, independientemente de la escala.

4.3.6. CURSOR DE PUNTO


El Cursor de **Punto** es utilizado para funciones de SPRING donde se necesita adquirir una posición específica en la pantalla, como por ejemplo, lectura de los niveles de gris de una imagen. Para habilitarlo, hacer clic en Exhibir - Cursor de Punto. El cursor se muestra en forma de cruz (+) en la pantalla, indicando que está activo. El cursor de punto será utilizado

donde la coordenada deba ser indicada por apuntamiento en la pantalla. Hacer clic con el botón derecho del ratón deshabilita el cursor de punto.


4.3.7. CURSOR DE VUELO

El recurso de volar usando el botón  o **Exhibir-Cursor de Vuelo** en el menú principal, permite mover los datos en la pantalla manteniendo la escala de visualización y que solo tiene efecto cuando se aplica el zoom sobre los datos de la pantalla activa. El cursor cambia a forma de "cruz" (+) cuando el recurso de volar está activo. Hacer clic en un punto y arrastrar el ratón hasta la posición deseada, liberando en seguida el botón del ratón para que la imagen se presente en la nueva posición. Para restablecer el cursor de "flecha", hacer clic el botón derecho del ratón dentro del área de dibujo o en el propio botón de vuelo.

VOLAR EN PANTALLA DESPUÉS DE UN ZOOM

- Ampliar una pantalla cualquiera con el recurso zoom;
- Hacer clic en el botón  o **Exhibir - Cursor de Vuelo** en el menú principal;
- Hacer clic en cualquier punto de la pantalla ampliada y arrastrar hasta la nueva posición, al soltar el botón del mouse la imagen se mueve a la posición manteniendo la escala de visualización.

4.3.8. CURSOR DE INFO

El uso del botón  o **Exhibir-Cursor de Info** en el menú principal, permite ver todas las informaciones sobre los PI's dibujados en la pantalla activa. Al activar este botón, el cursor pasa para la forma de una cruz (+) y cuando se hace clic en la pantalla activa, todas las informaciones de la posición del punto indicado se presentan en la ventana de " **Informe de Datos**". Para Restablecer el cursor en la forma de una "flecha", se debe hacer clic de nuevo en el botón de info.

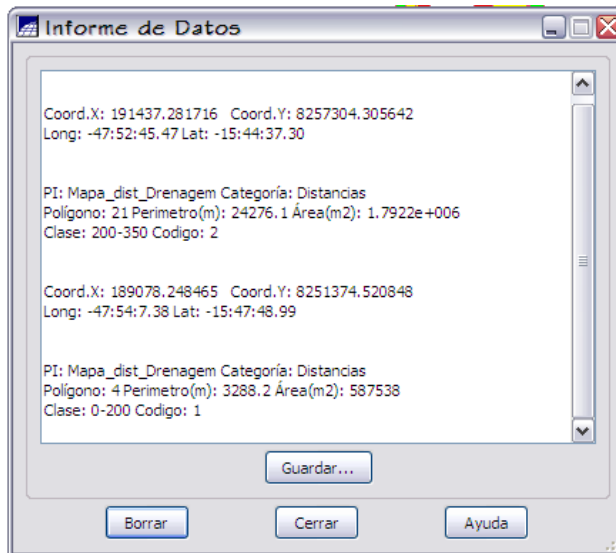



Figura 4. 44. Ventana de informe de datos

4.3.9. CURSOR DE MESA

El botón de Cursor de **Mesa**  es utilizado cuando se desea hacer la digitalización de datos vectoriales a través de la mesa digitalizadora, y solo está habilitado cuando una mesa digitalizadora esté conectada y debidamente configurada, a través de las variables de ambiente SPRINGTABLEPORT y SPRINGTABLE

Al activar el Cursor de Mesa, el ratón de la estación estará deshabilitado, permitiendo solamente el movimiento del cursor vía mesa digitalizadora, para que el control vuelva al ratón, debe hacer clic en el botón (4) del cursor de la mesa.

4.3.10. CURSOR DE VENTANAS

El Cursor de **Ventanas** es utilizado cuando se pretende visualizar simultáneamente el posicionamiento de las imágenes en diferentes pantallas. Al hacer clic sobre el botón del cursor de ventana en la pantalla activa, en las demás pantallas que estén siendo mostradas, aparecerá una cruz (+) indicando el posicionamiento del ratón correspondiente de la pantalla activa. La figura abajo muestra un ejemplo en el cual la pantalla Principal está activa y el cuadro azul representa el posicionamiento del ratón. En las pantallas 2,3 y 4 una cruz indica la localización del ratón referente a la pantalla principal.

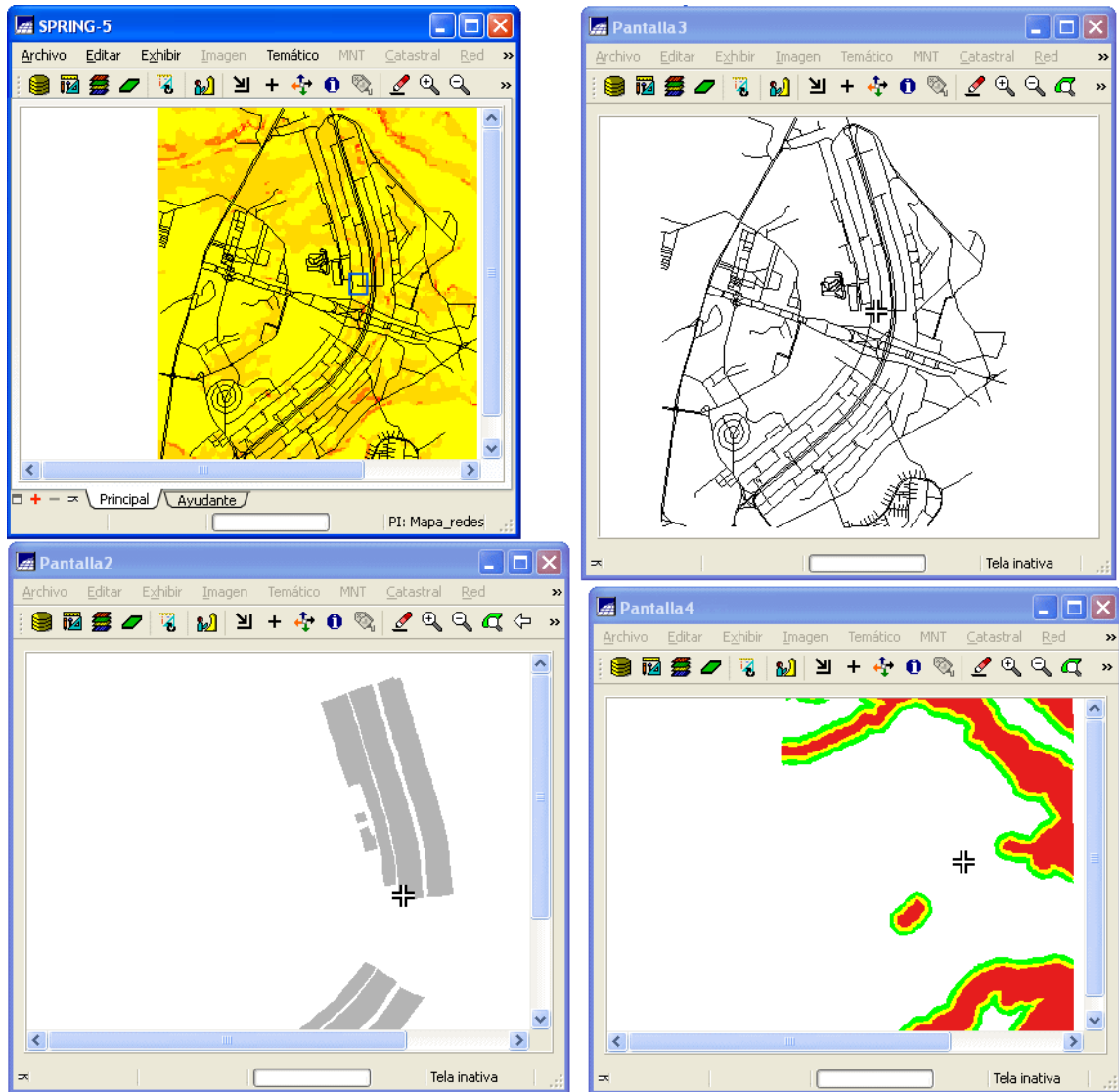



Figura 4. 45. Utilizando el cursor ventana

4.3.11. PANEL DE CONTROL

Es mediante la ventana "Panel de Control" que los Planos de Información y sus diferentes representaciones son seleccionados tanto para la visualización como para una operación deseada. Toda manipulación de datos (edición, procesamientos, cruzamientos etc.) es efectuada sobre el Plano de Información que esté activo en el "Panel de Control".

La ventana "Panel de Control" se presenta juntamente con la ventana principal de Spring cuando se activa un Proyecto del Banco de Datos activo, y es responsable de las funciones de selección de datos y control de las pantallas de visualización.

Los campos del "Panel de Control" son habilitados después de activar un proyecto. Es mediante este cuadro de diálogo, que todo el contenido del proyecto (Planos de Informaciones) puede ser presentado en la pantalla de la computadora.

La opción Exhibir de la barra de menú de la ventana principal del módulo Spring exhibe u omite el "Panel de Control" mediante las opciones Exhibir - Panel de Control ().

La siguiente figura representa el panel de control. En esta figura, el botón Control de Pantallas permite definir la ventana activa. El campo *PI Disponibles* informa de cuáles son las categorías y los planos de información disponibles. *PI Seleccionados* presenta cuáles fueron los PI seleccionados del campo PI Disponibles. Las letras (M, C, T, I y R) delante de los nombres de las categorías indican cual es el tipo de categoría (como por ejemplo M de MNT y C de Catastral). Los botones representan las operaciones de dibujo, selección, consulta, edición vectorial, edición matricial y ayuda.

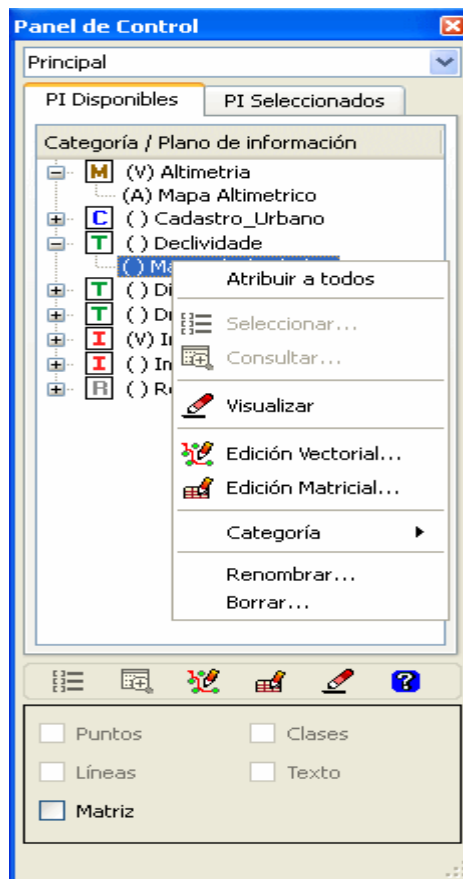




Figura 4. 46. Panel de control

4.3.12. GRAFICO

El botón Gráfico  en la barra de herramientas o Exhibir - Gráfico es utilizado para presentar resultados de algunos aplicativos en la forma de gráficos, tales como Cálculo de Perfil y Análisis de Lineamientos.

4.3.13. LEYENDA


Para facilitar la interpretación de los datos temáticos que están en la pantalla activa, utilizar la ventana de Leyenda.

Este recurso depende de la ventana que esté activa y de los PI's marcados para presentación. Al hacer clic en Ejecutar - Visualizar o  la ventana de Leyenda es actualizada en función del contenido de los mapas activos.

Solamente se presentan las leyendas de los PI's que tienen sus clases o imagen temática seleccionados o PI's numéricos con imagen seleccionada en el "Panel de Control". A pesar de poder presentar mapas temáticos diferentes en las pantallas (Pantalla 1 a 5), solamente una ventana de "Leyenda" será presentada, de modo que esa ventana siempre será presentada en las leyendas de la pantalla activa.

En el caso de un PI Numérico, los valores presentados en la leyenda son las franjas de valores con su respectivo color, esos valores con el color pueden ser modificados editando el archivo <nomepi.leg> en el directorio del Proyecto Activo.

PRESENTAR LEYENDA DE MAPAS TEMÁTICOS

- Seleccionar en el "Panel de Control" los PI's que se desean visualizar;
- Hacer clic en Exhibir - Leyenda. La ventana "Leyenda" se presenta;
- Hacer clic en el botón TRIANGULAR  para exhibir la leyenda, o hacer clic nuevamente para inhabilitarla.

La Figura 4.47 muestra un ejemplo de presentación de leyenda de un mapa temático resultado de un fragmentamiento de rejilla numérica.

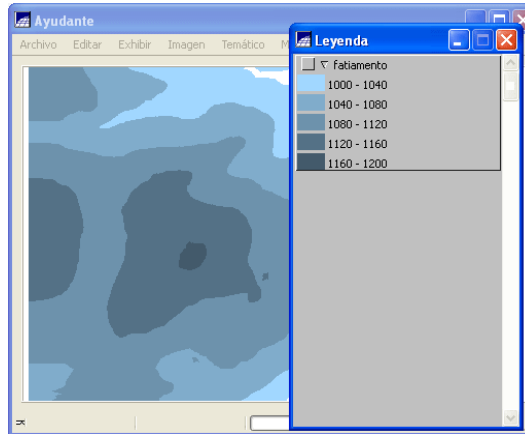



Figura 4. 47. Presentación de leyenda en mapa temático

4.3.14. AMPLIAR

Una vez que se tiene un o más PIs en alguna de las pantallas, se puede ampliar a través de otra ventana o en la misma ventana utilizando el botón Ampliar  para aumentar 2, 4, 8 veces, de acuerdo con el número de veces que se selecciona o a través del menú **Exhibir-Ampliar** seleccionando una de las opciones que se muestran 1x, 2x, 4x u 8x (la figura 4.48 muestra la posición del cursor ampliado 4 veces).

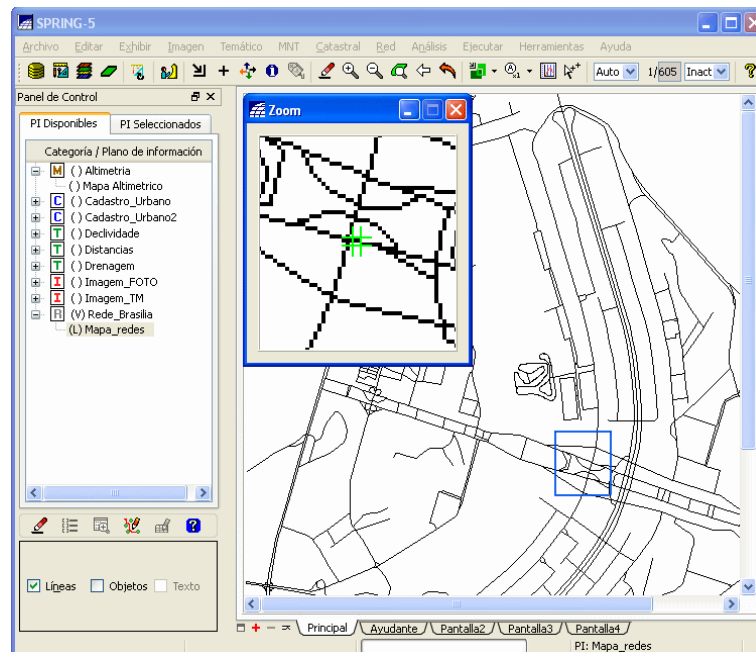


Figura 4. 48. Utilizando el botón Ampliar

Este recurso es bastante útil cuando se desea localizar con mayor precisión los puntos de control del proceso de registro de una imagen.

4.3.15. VISUALIZACIÓN AUTOMÁTICA DEL PI CREADO

Área Útil de la Pantalla del Monitor

Para presentar los datos en escalas reales es necesario informar cual es el valor de **Largo** y **Altura** (en milímetros), que puede ser medido con una regla cuando se maximiza cualquier aplicativo, pues el valor normalmente presentado por Windows no corresponde a la realidad. En caso no sea informado ningún valor, cero o blanco, será considerado el de Windows.

Plano de Información

Si esta opción estuviera marcada, al crear un nuevo PI, este será exhibido automáticamente en la pantalla auxiliar, inmediatamente después de su creación. Esta funcionalidad está presente solamente en las ventanas de las siguientes opciones de menú:

Menú imagen

Contraste: informar del destino de las nuevas bandas de imagen sintética (genera nuevo PI - Imagen);

Segmentación: informar del destino de la segmentación, imagen rotulada (genera nuevo PI - Imagen);

Clasificación > *Clasificación*: informar del destino de la imagen clasificada (genera PI - Imagen);

Clasificación > *Mapeo*: informar del destino de la imagen mapeada (genera PI - temático);

Mapeo de Clases para Imagen temática: informar del destino de la imagen mapeada (genera PI - temático);

Mapa de Distancias: informar del destino del mapa (genera PI – MNT, temático, de acuerdo con la opción);

Menú de MNT

Generación de Rejilla Rectangular: informar del destino de la rejilla (genera nuevo PI o puede generar la rejilla en el mismo PI);

Generación de Rejilla Triangular: informar del destino de la rejilla (genera nuevo PI o puede generar la rejilla en el mismo PI);

Declividad: informa del destino de la carta declividad (genera nuevo PI – MNT);

Fragmentación: informar del destino de la fragmentación (genera nuevo PI – temático);

Mapa de Distancias: informa destino del mapa (genera PI – MNT o temático);

Menú de Red

Mapa de Distancias: informa destino del mapa (genera PI – MNT o temático);

Menú de Herramientas

Recortar Plano de Información: informa destino (genera PI – temático);

Mesa Digitalizadora

La mesa digitalizadora debe ser configurada en función del formato de datos en que la misma trabaja. Por tanto, se debe usar el programa "*testmesa.exe*" para verificar cual es el formato de comunicación de la mesa. Se debe también verificar en el manual de la mesa que tipo de comunicación trabaja, pues es necesario informar cual es la **Paridad, Bits de Datos, Bits de Stop** y la puerta serial donde la mesa está conectada.

Hacer clic en **ejecutar** después de efectuar las alteraciones. No es necesario reiniciar SPRING.

Próxima Sesión SPRING

Debe escoger una de las opciones:

- Configuración Actual - al cerrar el aplicativo SPRING, los campos con Directorio del Banco, Banco y proyecto, son actualizados automáticamente, haciendo que los mismos sean activados al ejecutar nuevamente el sistema.
- Nueva Configuración - al cerrar el aplicativo SPRING, los campos con Directorio del Banco, Banco y proyecto, no son actualizados, manteniéndose siempre los datos rellenos. En caso algún campo quede en blanco, el sistema solicitará por la interfaz correspondiente el banco o proyecto a ser activado.

Para la versión de SPRING se debe escoger una de las opciones:

- Versión Clásica: Presenta los elementos visuales de SPRING idénticos al de la versión 4.

- Nueva Versión - Opción *por defecto de SPRING*. Esta opción exhibe SPRING con sus nuevas mejoras.

Dibujar los datos al activar un proyecto:

- Dibujar proyecto activo - al activar cualquier proyecto, independiente de las opciones superior, será (án) presentado(s) en la(s) pantalla(s) de dibujo(s) los datos que estaban siendo mostrados antes de cerrar SPRING.
- Es posible alterar el color del área de trabajo (área de dibujo) a través del botón "Color".
- Dithering: activa o desactiva el difuminado al utilizar 8 bits en la configuración del monitor.

4.4. MENÚ IMAGEN

4.4.1. CONTRASTE

MANIPULAR REALCE O CONTRASTE

El acceso a la función de Contraste a través del menú principal de SPRING se hace a través del ítem Imagen de la barra de menús. Esto solo es permitido en el caso que exista una imagen (un PI) en la ventana activa.

SPRING permite a manipulación de contraste a través de varias opciones accedidas en el ítem Operaciones, tales como: MinMax, Linear, Raíz Cuadrada, Cuadrado, Logaritmo, Negativo, Ecularizar Histograma, Intervalo e Editar

Al accionar la función contraste de SPRING, una ventana se presenta. Ver Figura 4.49.

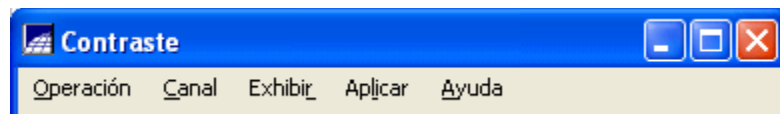


Figura 4. 49. Ventana contraste

En el ítem de menú Operación escoger el tipo de ecuación que será aplicada a una imagen, dependiendo del canal activo en el momento. Por "*defecto*" al abrir la ventana de "Contraste" ninguna de las operaciones estará activa. Al cerrar la ventana se muestra el mensaje interrogando si se desea volver a la situación inicial, y en este caso, el sistema no aplicará nuevamente el contraste cuando cargue cualquier otra imagen.

En el ítem de menú Canal se escoge el canal que quedará habilitado para modificar el histograma. Para una única imagen (banda) en niveles de gris usar la opción Mono. Para

composiciones coloridas la visualización de los histogramas puede ser individualmente, en los canales Azul (B), Verde (G) y Rojo (R), y al mismo tiempo se puede observar el resultado de la manipulación.

Para trabajar con manipulación de histogramas en composiciones coloridas ver "Realizando composición colorida". En el ítem de menú Exhibir se puede controlar el histograma que se quiere presentar.


En el ítem de menú Ejecutar el usuario tiene algunas opciones; en Recomponer restaura el histograma para la operación Lineal sin alteración de contraste, en Histograma permite analizar el histograma de una región definida por el usuario, y en Guardar, graba en disco una imagen realizada.

La parte central de la ventana "Contraste" es la región donde se presentan los histogramas y la curva de transformación. Es sobre esta área que el usuario manipula con el mouse, el histograma. Al pie de la ventana "Contraste" el usuario tiene algunos parámetros como, frecuencia (población de pixeles) y NC, cuando se pasa el mouse sobre el área de los histogramas.

MANIPULAR UN HISTOGRAMA

Antes de abrir la ventana de "**Contraste**" se debe seleccionar la imagen a ser realizada y la presentará en la pantalla activa. Solamente imágenes en niveles de gris pueden ser seleccionadas para realce, sea una única imagen (banda) o un conjunto de tres, formando una composición colorida.

OPERANDO UN HISTOGRAMA

- Seleccionar la imagen (PI) a ser manipulada. Si se desea sólo una imagen, hacer clic sobre un Plano de Información en el "Panel de Control" y seguidamente hacer clic en M (para monocromático); si se desea una composición en color, Seleccionar las tres bandas a través de los canales R, G, B;
- Hacer clic en Ejecutar - Visualizar  en el menú principal de la pantalla en la cual desea presentar la imagen (Pantallas 1 a 5);
- Hacer clic en Imagen - Contraste... en el menú principal;
- En la caja de diálogo "Contraste", Seleccionar la Operación de contraste deseada: MinMax, Linear , Raíz Cuadrada, Cuadrado, Logaritmo, Negativo, Ecuilizar Histograma, Intervalo, Editar;
- Manipular la curva de transformación;

- Hacer clic en Aplicar para ejecutar el realce en la imagen que está en la pantalla activa. Para ver el efecto de una alteración en la curva de transformación sobre la imagen, se debe seleccionar Aplicar de la ventana "Contraste".

MANIPULACIÓN DE LA CURVA DE TRANSFORMACIÓN

La manipulación de la curva de transformación es realizada en cada canal individualmente, bien sea en el monocromático (sólo una imagen en **NG**) o en una composición en color (**R** - rojo, **G** - verde o **B** - Azul) con una banda en cada canal.

MOVER ECUACIÓN DE REALCE

- Presentar una imagen en la pantalla activa;
- Seleccionar una Operación y un Canal;
- Hacer clic con el BI en cualquier lugar del área del histograma, para mover la extremidad izquierda de la curva;
- Hacer clic con el BD en cualquier lugar del área del histograma, para mover la extremidad derecha de la curva. En la figura 4.50 el área de diseño presenta simultáneamente el histograma de Entrada y el Nuevo, siendo este último, con una nueva distribución de los NC a cada movimiento de la curva de transformación;
- Después de encontrar la mejor forma del nuevo histograma hacer clic en Aplicar para ejecutar el realce en la imagen que está en la pantalla activa.

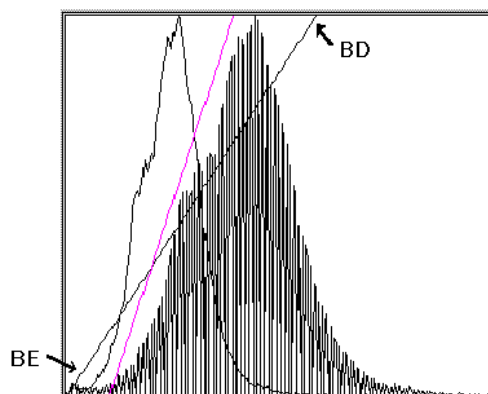


Figura 4. 50. Histograma de entrada y salida

Después de aplicar el contraste, verificar que el histograma de Salida y el Nuevo tienen la misma forma, hasta que sea alterada nuevamente la posición de la curva.

La opción de mover las extremidades de la curva es válida sólo para las operaciones MinMax, Lineal, RaizCuadrada, Cuadrado, Logaritmo y Negativo. Las operaciones de Ecualizar Histograma, Intervalo y Editar tienen procedimientos diferentes.

ANÁLISIS PARÁMETROS DEL HISTOGRAMA

Al mover el mouse en el área del histograma, algunos parámetros de la imagen se presentan. La figura 4.51 muestra los parámetros cuando se disponen tres bandas (PIs) en una composición en color.

The screenshot displays a control panel for histogram adjustments. At the top, it shows 'Nivel de Entrada: 166' with an 'Aplicar' button. Below this is the 'LUT/Populación' section, which includes 'Entrada: 166 4537' and 'Nueva: 167 1250'. The 'Media' section contains 'M: 121', 'G: []', and 'B: []'. The 'Edición(salida)' section has an empty input field. The 'Valores' section shows 'Mín: 0 CR' and 'Máx: 253 CR'. The 'Intervalos' section shows '5 CR'.

Figura 4. 51. Parámetros para imágenes con composición de color

Navegando por el histograma:

- Visualizar una imagen en la pantalla activa;
- Seleccionar una Operación y un Canal;
- Mover el cursor del mouse a lo largo del eje x del histograma;
- En Nivel de Entrada se tienen los valores de NG (entre 0 y 255) correspondiente a la posición del mouse en el eje x;
- En LUT(Tabla de color)/Población se presentan los valores de NG y el número de pixeles con un determinado valor, conforme se mueve el mouse sobre el histograma. Los datos que se presentan dependen de la opción seleccionada en Exhibir en el menú de la ventana "Contraste";
- En Media se muestran los valores correspondientes a la imagen de Entrada, valores que son calculados al abrir la ventana "Contraste" o en el caso de que se altere alguna imagen en el "Panel de Control";

- En Valores se informa el valor exacto para la parte inferior de la curva (Min:) o superior (Max:). Esta función es válida solamente cuando se selecciona en Operación una de las siguientes opciones MinMax, Lineal, RaizCuadrada, Cuadrado, Logaritmo o Negativo;
- Los campos Edición (salida) e Intervalo son utilizados en las respectivas operaciones, descritas más adelante.

Exhibiendo el histograma deseado

Durante la manipulación del histograma, se puede seleccionar el tipo de histograma que desea presentar.

A continuación se describen los tres tipos de histogramas:

- Entrada: corresponde al histograma de la imagen originalmente grabada en disco, es decir, aquel que el usuario no puede alterarlo a menos que grabe la imagen manipulada sobre la original;
- Salida: corresponde al histograma de una imagen visualizada en una de las cinco pantallas de visualización, realizada o no;
- Nuevo: corresponde al histograma que se presenta en la ventana "Contraste" y que aún no fue aplicado sobre la imagen en la pantalla activa. Al ejecutar un contraste, los histogramas Salida y Nuevo son iguales, hasta una nueva alteración.

SELECCIONANDO EL TIPO DE HISTOGRAMA A SER PRESENTADO

- Hacer clic en Exhibir en el menú de la ventana "Contraste" y Escoger con el mouse la opción deseada. Se tiene la opción de mostrar el histograma de Entrada, Salida, Nuevo, Entrada/Salida, Entrada/Nuevo y Salida/Nuevo, o inclusive Ninguno.

Automáticamente son actualizados los campos LUT/Población al pie de la ventana, así como el propio histograma.

ALTERAR VALORES MIN y MAX de niveles de gris

En caso que se desee posicionar la base y el tope de la curva de transformación en un valor exacto, se puede escribir los valores mínimo y máximo respectivamente, en vez de apuntar con el mouse sobre el histograma.

Cambiando el valor mínimo y máximo de nivel de gris:

- Visualice una imagen en la pantalla activa;
- Seleccionar una Operación (solamente una de las opciones: MinMax, Lineal, RaizCuadrada, Cuadrado, Logaritmo o Negativo) y un Canal;
- Escribir en los cuadros de texto Min: y/o Max: los valores deseados y hacer clic en el CR correspondiente, para que la curva se ajuste a la nueva posición (observar la figura 4.52);
- Después de ajustar la curva de transformación en el histograma hacer clic en Aplicar para ejecutar el realce.

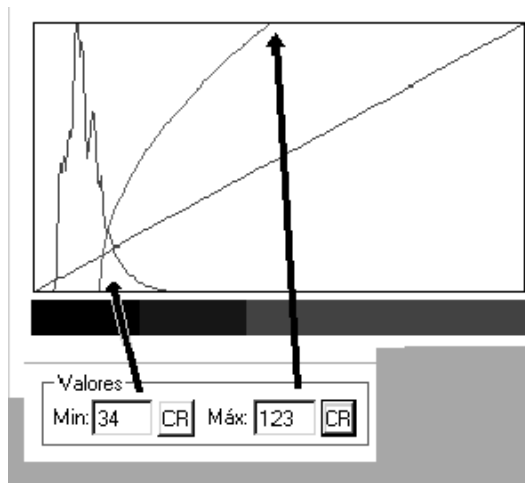


Figura 4. 52. Alterando de valores Min y Max para ajustar curva

RESTITUIR EL HISTOGRAMA DE LA IMAGEN ORIGINAL

Si se desea restituir el contraste de la imagen original, es decir, obviar el contraste aplicado, sin que altere los NG de la imagen que está en la pantalla activa, se puede hacer en cualquier momento, siempre y cuando no se haya guardado la imagen contrastada en disco.

RESTITUIR UN HISTOGRAMA ORIGINAL


- Hacer clic en el ítem Ejecutar - Restituir del menú, si se desea restaurar la imagen original.

Además de la imagen original a ser restaurada, la curva "*por defecto*" para esta operación es la Lineal, donde los valores mínimo y máximo son alterados para 0 y 255 respectivamente.

Para definir una región de la imagen y ver el histograma

Se puede definir un histograma para una región específica de la imagen, para lo cual se debe utilizar el mouse y definir un rectángulo sobre el área de visualización en que está la imagen.

Seleccionado una parte de la imagen para analizar el histograma:

- Activar el Cursor de Área  en Exhibir en el menú principal del "Spring";
- En la imagen visualizada hacer clic sobre dos vértices diagonalmente opuestos (primero el superior izquierdo y después el inferior derecho), formando un rectángulo como si se fuera a aplicar un zoom;
- Una vez definida el área, hacer clic sobre el ítem Ejecutar - Histograma de la ventana "Contraste". El nuevo histograma reflejará la distribución de los niveles de gris del área definida en la imagen, para el canal seleccionado;
- Manipular la curva de transformación como se desee y aplicar el contraste.
Si desea restituir el histograma de toda la imagen, utilizar el ítem Restituir del menú de la ventana "Contraste"

GUARDAR IMAGEN CONTRASTADA

Se puede guardar el resultado de las alteraciones de contraste de tres formas:

- Como una **Imagen Sintética**, es decir, una única imagen en color, resultante de la fusión de tres bandas y su tabla de color (LUT) asociada;
- Como una imagen en **Niveles de Gris** (opción **Banda**), con su LUT asociada. Si el realce fue aplicado en una composición de tres bandas, estas son guardadas como planos de informaciones distintos, cada cual con su propia LUT;
- Como una **Imagen Clasificada**, asociada a una tabla de colores. Esta opción está disponible solamente para la operación **Intervalo**, donde intervalos de NG serán asociados a colores.

GUARDAR IMAGEN CONTRASTADA

- Hacer clic en el campo Nombre en Guardar Imagen y escribir el nombre de la banda de salida. El nombre dado corresponderá a un nuevo plano de información de la categoría en que está la imagen original;
- Seleccionar entre Banda, Sintética o Clasificada;
- Hacer clic en Ejecutar - Guardar en el menú de la ventana "Contraste".

Después de la operación, la imagen contrastada se encuentra disponible en el Panel de Control para otras opciones de procesamiento de imagen.

REALIZAR DIVISIÓN EN INTERVALOS DE NIVELES DE GRIS

La división por intervalos de niveles de gris es considerada la forma más simple de clasificación, de modo que es aplicada sobre una única banda espectral.

Ejecutando una división en intervalos de niveles de gris:

- Hacer clic en el ítem del menú Operaciones - Delimite Intervalo y Seleccionar el tipo de división: Normal, Equidistribuida o Arco Iris;
- Observar que el histograma presenta la operación seleccionada.

Para los tipos Normal y Equidistribuida se puede definir el número de intervalos en el cuadro de texto, en la parte inferior derecha de la ventana "Contraste".

Informar el número de intervalos:

- Hacer clic en el cuadro de texto Intervalos y escribir el número deseado;
- Hacer clic en CR para aplicar el nuevo número de intervalos.

REALIZAR EDICIÓN DE UN HISTOGRAMA

En esta opción, se tiene la libertad de editar una curva en el formato que se desee.

EDITAR HISTOGRAMA

- Hacer clic en el ítem de menú Operaciones y Seleccionar Editar + <opción de edición>;
- Escoger entre Mover, Borrar o Adicionar un punto a la recta que se presentará.

La primera vez que es realizada la opción Edición, la recta desplegada en el área de visualización presenta tres puntos predefinidos

MOVER UN PUNTO EN LA RECTA

- Hacer clic en el ítem de menú Operación y Seleccionar Editar - Mover;
- Presionar el BI sobre cualquier punto de la recta y arrastrar el mouse moviendo el punto a la posición deseada;

- Liberar el BI del mouse y observar que el nuevo histograma es automáticamente recalculado.

ADICIONAR UN PUNTO EN LA RECTA

- Hacer clic en el ítem de menú Operación y Seleccionar Editar - Adicionar;
- Posicionar el cursor en la región de la recta donde desea adicionar el punto;
- Presionar el BI para adicionar el punto.

Se puede aprovechar que está adicionando un punto y al mismo tiempo posicionarlo en otro lugar, basta que cuando se presiona el mouse para insertar el punto se mantenga apretado el BI y se mueva el mouse para donde se quiera localizar el punto.


ELIMINAR UN PUNTO EN LA RECTA

- Hacer clic en el ítem Operación y Seleccionar Editar - Borrar;
- Hacer clic con el BI sobre el punto de la recta que desea eliminar.

REALIZAR UN REALCE DE UNA COMPOSICIÓN DE COLOR

Todas las opciones de contraste disponibles para realzar una banda en el canal monocromático, pueden ser aplicadas individualmente para cada banda en una composición en color, a excepción de la opción Intervalo que no está disponible para más de una banda.

REALZAR UNA COMPOSICIÓN DE COLOR

- Seleccionar las imágenes (PIs) que serán manipuladas, colocando cada imagen (banda) en los canales R (rojo), G (verde) y B (Azul), en el "Panel de Control" de SPRING. No puede ser una imagen sintética;
- Hacer clic en Ejecutar - Visualizar  en el menú de la pantalla en la cual desea visualizar la imagen (Pantallas 1 a 5);
- Hacer clic sobre Imagen y Seleccionar la opción Contraste en la pantalla principal;
- Seleccionar en la ventana "Contraste" una de las Operaciones de contraste para cada canal;
- Seleccionar en el ítem de menú Canal una de las opciones (Rojo, Verde o Azul). Observar que para cada canal se presenta el histograma de entrada con el color correspondiente;

- Ejecutar el mejor realce en cada banda y hacer clic en Aplicar para visualizar el resultado de una alteración en cualquiera de las bandas.

Cuando se esté satisfecho con el realce obtenido se puede guardar las bandas individualmente contrastadas o codificar la imagen en color en una imagen sintética.

4.4.2. FILTRAJE


MANIPULAR UN FILTRAJE SOBRE UNA IMAGEN

Las técnicas de filtraje sobre imágenes digitales en SPRING se accesa a través del menú principal Imagen - Filtraje... Los prerequisites para efectuar un filtraje son:

- 1- Tener una imagen monocromática (en niveles de gris) y;
- 2- Activar esta imagen, sin necesidad de visualizarla en la pantalla.

El procedimiento para efectuar un filtraje es semejante para todos los tipos de filtros implementados. Dependiendo del tipo seleccionado la interfaz es modificada, ajustándose a su elección. Para editar una máscara de un nuevo filtro y aplicarla, el procedimiento también es semejante, además se debe editar la máscara antes.

REALIZAR UN FILTRAJE

- Activar en el "Panel de Control" () un PI imagen;
- Hacer clic en el menú principal en Imagen y Seleccionar Filtraje...;
- Escoger el Tipo (Lineal, No Lineal o Radar). Para cada tipo seleccionado se tiene un grupo de filtros
- Escribir en el cuadro de texto Nombre (PI de Salida) se debe colocar el nombre del PI a ser creado (máximo 32 caracteres);
- Hacer clic en Área del Proyecto... para definir un área menor que la del proyecto, en caso que se quiera efectuar el filtraje solamente en una parte de la imagen;
- Definir el Número de iteraciones, es decir, cuantas veces será aplicado el filtro sobre la misma imagen;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar el filtraje.

En el caso que sea una máscara definida por el usuario, la secuencia de operaciones para aplicar el filtraje es semejante, basta seleccionar una máscara creada anteriormente y aplicarla sobre la imagen escogida.

EDITOR DE MASCARA

SPRING permite que el usuario Crear sus propios filtros. Un editor de máscaras permite definir máscaras para filtraje de tipo Lineal y No Lineal.

- Para filtrajes lineales el usuario tiene la opción de crear máscaras con diferentes dimensiones usando los valores 1, 3, 5 y 7, por ejemplo, 1x3, 3x3, 7x5, etc.
- Para filtrajes no lineales se dispone la opción de crear filtros de Dilatación, Mediana y Erosión, utilizando una máscara de 3x3 para los pesos del elemento estructurante.

CREAR UNA MASCARA DE FILTRO LINEAL

- Hacer clic en Imagen - Filtraje... del menú principal para abrir la ventana "Filtraje";
- Hacer clic en Lineal para seleccionar el tipo;
- Hacer clic en Máscaras en las opciones de Filtros Lineales. Observar que se presenta un campo de texto para informar el nombre de la máscara a ser creada por el usuario, o utilizar el botón Seleccionar...;
- Hacer clic en Seleccionar... para crear una máscara nueva. Se presenta la ventana "Máscaras";
- Después de crear o actualizar una máscara se puede ejecutar el filtraje como se describió, en los últimos cuatro pasos.

CREAR UNA MASCARA DE FILTRO NO LINEAL

- Hacer clic en Imagen - Filtraje del menú principal para abrir la ventana "Filtraje";
- Hacer clic en No Lineal para seleccionar el tipo;
- Hacer clic en Máscaras en las opciones de Filtros No Lineales. Observar que un campo de texto se presenta para informar el nombre de la máscara a ser creada, o utilizar el botón Seleccionar;
- Hacer clic en Seleccionar para crear una máscara nueva. La ventana "Elemento Estructurante" se presenta;

- Después de crear o actualizar una máscara puede realizar el filtraje como se describió, en los cuatro últimos pasos.

FILTRAJE DE IMÁGENES RADAR

Al seleccionar un filtraje del tipo Radar la interfaz se modifica para este tipo. En esta opción los parámetros son predefinidos, no permitiendo que el usuario Crear una máscara como en los tipos Lineal y No Lineal.

REALIZAR UN FILTRAJE SOBRE UNA IMAGEN RADAR

- En las opciones de Tipos hacer clic en Radar;
- Escoger el tipo de Filtros de Ruido Speckle entre Lee, Kuan o Frost;
- Definir los parámetros en Tipo (Fijo o Adaptativo), Ventana (3x3, 5x5, 7x7 o 9x9), Imagen (Amplitud o Intensidad) y Número de Looks;
- Definir el nombre del PI de Salida;
- Altere el Área del Proyecto ... si se desea;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar el filtraje.

El Número de Looks representa en cuantos "*looks*" la imagen fue generada, dicha información generalmente está almacenada en el encabezado de la imagen.

4.4.3. OPERACIONES ARITMÉTICAS

REALIZAR UNA OPERACIÓN ARITMÉTICA ENTRE IMÁGENES

- Hacer clic en Imagen y Operaciones aritméticas del menú principal;
- Hacer clic sobre el botón de selección Operación y Seleccionar la operación deseada. Dependiendo de la selección se tendrá que informar las bandas de entrada (A y/o B);
- Hacer clic sobre el botón A o B y seguidamente hacer clic sobre un PI en la lista Planos de Información. Observar que la lista de PIs que se presenta corresponde solamente a la categoría seleccionada en el Panel de Control;
- Hacer clic en el cuadro de texto Ganancia y escribir el valor. Hacer lo mismo para Offset;
- Hacer clic en el cuadro de texto Salida C: y escribir el nombre del PI resultante de la operación;

- Hacer clic en Ejecutar para efectuar la operación entre las bandas. Observar que aparecerá en el Panel de Control la nueva imagen creada. Al nombre dado será acrecentado un sufijo referente al tipo de operación seleccionada.

Suponiendo que el nombre de la Imagen de salida sea "*Ima_salida*" y la operación seleccionada sea la segunda de la lista ($C=Ganancia*(A-B)+Offset$), la imagen creada tendrá el nombre "*Ima_salida-(OP2)*".

4.4.4. TRANSFORMACIÓN IHS<-> RGB

EJECUTAR UNA TRANSFORMACIÓN IHS

- Seleccionar un PI del modelo Imagen en el "Panel de Control"
- Hacer clic en Imagen - Transformación IHS<->RGB en el menú principal;
- Escoger en Transformaciones la opción deseada (RGB-IHS, IHS-RGB, RGB-Imagen, IHS-Imagen);
- En Planos de Entrada informar cuales bandas formarán parte de la transformación (R, G, y B o I, H y S). Para insertar el nombre de los PIs de entrada se presenta la ventana "Categorías y PIs", hacer clic en la lista de categorías y Seleccionar un PI de esta categoría, hacer clic en Ejecutar. Observar que además del nombre del PI seleccionado se presenta enfrente a este, la resolución de cada uno;
- En PI de Salida: escribir el nombre de la imagen de salida. Este nombre será usado como prefijo para generar las imágenes de salida, por ejemplo, para la transformación RGB-IHS y un PI de Salida denominado "Trans1", se obtendrá como resultado "Trans1_I, Trans1_H y Trans1_S" y para la transformación RGB-Imagen y nombre del PI de Salida "Trans2", se tendrá como resultado "Trans2_C";
- En Resolución de Salida Escoger una de las tres opciones. No es necesario escribir el valor, ya que la resolución solamente puede ser una de las imágenes usadas como entrada (I, H y S o R, G y B);
- Seleccionar el tamaño en bits de la imagen de salida;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar la transformación.

Verificar en el "Panel de Control" que las imágenes resultantes, siempre asociadas a la misma categoría de las imágenes de entrada, estarán disponibles para otros cálculos.

4.4.5. COMPONENTES PRINCIPALES

MANIPULAR LA TRANSFORMACIÓN POR COMPONENTES PRINCIPALES

Antes de realizar la función de Componentes Principales, se puede analizar los parámetros estadísticos de las bandas seleccionadas. Se puede ver estos parámetros referentes a **toda el área** de la imagen o en una **porción seleccionada** con ayuda del cursor.

Ver los parámetros estadísticos de toda la imagen:

- Hacer clic en Imagen y Componentes Principales para abrir la interfaz de operación;
- Hacer clic en la lista Planos de Información para seleccionar las bandas deseadas. Por lo menos dos bandas deben ser marcadas. Observar que solamente los planos de informaciones (bandas) con igual resolución e igual área de proyecto se presentan en esta lista;
- En Muestra hacer clic en Imagen;
- Hacer clic en Adquirir. En este caso (toda el área de la imagen) no es necesario que la imagen esté visualizada en la pantalla, basta que un PI, correspondiente al grupo de bandas a ser analizado, esté activo.
- Hacer clic en Parámetros... La ventana "Parámetros de las Componentes Principales" se presentará. Las opciones de parámetros disponibles son; Media y Variancia de cada banda, Autovalor y Porcentaje de información en cada componente, Matriz de Covariancia, Matriz de Correlación y Matriz de Autovectores.

Ver los parámetros estadísticos de un área seleccionada:

- Hacer clic en Imagen y Componentes Principales para abrir la interfaz de operación;
- Hacer clic en la lista Planos de Información para seleccionar las bandas deseadas. Por lo menos dos bandas deben ser marcadas. Observar que solamente los planos de informaciones (bandas) con igual resolución e igual área de proyecto se presentarán en la lista;
- Hacer clic con el cursor en Muestras;
- Marcar la región sobre la imagen, que debe ser presentada en una ventana activa, utilizando el Cursor de Área. hacer clic (BE) primero en el extremo superior izquierdo, arrastrar el cursor hasta donde se desee y hacer clic nuevamente con (BE);

- Hacer clic en Adquirir. Observar que las regiones seleccionadas aparecen destacadas en la pantalla. Para seleccionar otras regiones repetir la etapa anterior. En este caso es necesario que la imagen esté visualizada en la pantalla, antes de adquirir las muestras, en caso contrario aparecerá el mensaje "*¡No existe Imagen en la pantalla activa!*";
- Hacer clic en Parámetros.... Se presentará la ventana "Parámetros de las Componentes Principales".

Después de analizar los parámetros estadísticos de la imagen seleccionada, se puede aplicar la transformación. No necesariamente se debe pasar por la interfaz de "Parámetros de las Componentes Principales".

APLICAR UNA TRANSFORMACIÓN POR COMPONENTES PRINCIPALES

- Hacer clic en Imagen y Componentes Principales... para abrir la interfaz de operación;
- Hacer clic en la lista Planos de Información para seleccionar las bandas deseadas. Por lo menos **dos** bandas deben ser marcadas. Observar que solamente los planos de informaciones (bandas) con igual resolución e igual área de proyecto se presentarán en la lista;
- En Muestra, hacer clic Cursor en caso de una área seleccionada o Imagen para toda imagen;
- Hacer clic en Imagen Resultante: y escribir el nombre el cual será usado como prefijo para generar las imágenes de salida. Por ejemplo, para el caso de dos bandas seleccionadas y el nombre de PI de Salida "Comp", el resultado será "Comp-PC1"y"Comp-PC2";
- Hacer clic en Ejecutar. Las imágenes (componentes) creadas se presentan en el "Panel de Control" en la misma categoría de las bandas seleccionadas.

4.4.6. MODELO DE MEZCLA

CREAR MODELO DE MEZCLA

- Hacer clic en Imagen - Modelo de Mezcla... en el menú principal. En el caso de que no exista modelo de Mezcla en el directorio actual, responder el mensaje haciendo clic en Continuar. En ese momento se presenta la ventana "Modelos de Mezcla";

- En el Modelo hacer clic en Seleccionar (la opción Aplicar será presentada abajo) para crear un nuevo modelo o modificar uno ya existente. Esta es una opción *por defecto* del sistema;
- Hacer clic en Directorio... y una ventana será presentada para informar donde será creado el Archivo del modelo de Mezcla. Por *defecto* será solicitado el directorio donde se encuentra instalado SPRING;
- Hacer clic en Crear... en la ventana "Modelos de Mezcla". La ventana "Crear/Modificar Modelo de Mezcla" se abrirá. Esta ventana es la misma utilizada para editar o modificar un modelo

APLICAR MODELO DE MEZCLA

- Hacer clic en Imagen - Modelo de Mezcla del menú principal. La ventana "Modelo de Mezcla" será presentada, si no estuviera abierta;
- Hacer clic en un modelo de la lista Modelos y enseguida en el botón de opción Aplicar, o en el botón Aplicar. Observar que la ventana se modifica, si el modelo escogido este activo. Se pueden exhibir los datos referentes al modelo seleccionado, basta hacer clic en Exhibir, en ese caso será presentada una pantalla gráfica y otra con un resumen de todos los componentes;
- Seleccionar la Categoría (modelo Imagen) para escoger los PIs que serán usados para aplicar el modelo. El "*default*" implica todas las Categorías del modelo Imagen; si no hacer clic en el botón de opción y en seguida en Categoría de Entrada. Utilizar la caja de diálogo "Lista de Categorías" para escoger que Categoría Imagen será considerada. Después de escoger la Categoría hacer clic en Ejecutar en esta última ventana;
- Hacer clic en Planos de Entrada para escoger que imágenes serán utilizadas. OBS: Deben ser las mismas bandas definidas en el modelo;
- Hacer clic en Área de Interés en caso de querer modificar el área donde será aplicado el modelo. Si no fuera informado será utilizado el área del proyecto del PI activo;
- Definir un Estimador: entre M.Q.P.(*Mínimo Cuadrado Ponderado*), M.Q.R. (*Mínimo Cuadrado c/ Restricción - 3 componentes*) o PRINCO (*Principales Componentes*);

- Hacer clic en Opciones y definir una ventana "Opciones para Estimadores" los parámetros para Calcular Error Medio, Generar Imágenes de Error o Restringir proporciones en el intervalo [0,1]. El error está definido en una ecuación (4) arriba;
- Hacer clic en Ejecutar En este momento se presenta una ventana "Confirmar Planos de Salida", en la cual el usuario tiene los nombres de las Imágenes Proporciones y Imágenes de Error;

Se puede alterar la Categoría de Salida para los dos tipos de imágenes, utilizando el botón Categoría, también con el nombre de la Imagen.

Para modificar los datos (componentes, bandas y valores) se debe retornar a la ventana "Modelos de Mezcla" y Hacer clic en Modificar, y en "Modificar Modelo de Mezcla" hacer las modificaciones como si estuviese definiendo un nuevo modelo.

4.4.7. SEGMENTACIÓN

SEGMENTAR UNA IMAGEN

- Seleccionar en el "Panel de Control" una imagen y hacer clic en Imagen - Segmentación en el menú principal;
- Seleccionar la(s) imagen(es) que se desean utilizar para la segmentación;
- Escoger un Método de segmentación: Crecimiento de Regiones o Detección de Cuencas;
- Introducir un valor, entero y mayor que cero, que será usado como límite de Similaridad;
- Introducir un valor, entero y mayor que cero, que será usado como tamaño mínimo de Área, en píxeles, que representará una región segmentada
- Escoger una Banda de Exclusión en caso se quiera que la región de imagen, definida por esta banda, no sea considerada durante el proceso de clasificación. Aparte de exclusión sirve, así, para definir regiones donde no se desea segmentar la imagen escogida.
- Introducir un nombre para el PI que contendrá la Imagen Segmentada a ser creada;
- En Suavización de Arcos, escoger Si, si desea suavizar los bordes o No para no suavizar de los bordes;
- Hacer clic en Rectángulo Envolvente para definir un área menor del proyecto, caso quiera efectuar la segmentación en una parte de la imagen.
- Hacer clic en el botón Ejecutar para realizar la segmentación.

Notas:

1. La medida de Similaridad está basada en la distancia Euclidiana entre los valores medios de los niveles de gris de cada región. Así dos regiones son consideradas distintas si la distancia entre sus medias fuera superior al límite de Similaridad escogido.
2. Regiones con área menor que el mínimo escogido son absorbidas por las regiones adyacentes más similares a estas.

4.4.8. CLASIFICACIÓN

ANALIZAR MUESTRAS Y CALIFICAR UNA IMAGEN

- Después de hacer clic en Clasificación en la ventana "Clasificación", se pueden analizar las muestras antes de ejecutar la Clasificación propiamente dicha;
- Digitar el Nombre a ser creado para la imagen clasificada y hacer clic en Crear;
- Hacer clic en Analizar Muestras de esta ventana. Después de algunos segundos será presentada la ventana "Análisis de Muestras";
- Después de analizar las muestras y decidir por clasificar toda imagen puede ejecutar la Clasificación.

CLASIFICAR IMAGEN POR PIXEL

- Después de haber analizado las muestras se puede ejecutar la Clasificación. *No es obligatorio el análisis de las muestras*; se puede ir directo a la Clasificación de toda la imagen;
- Digitar el Nombre a ser creado para imagen clasificada y hacer clic Crear (*en el caso de todavía no tenerlo creado, cuando analizaron las muestras*);
- Escoger el Clasificador, Seleccionar: Maxver, Maxver-ICM o Distancia Euclidiana o KMédias ;
- Si se escoge Maxver: ingresar el Umbral de Aceptación (%): 100, 99.9, 99, 95, 90 o 75;
- Si se escoge Maxver (ICM): ingresar el Porcentaje de Cambio: 1 a 100 (solamente para clasificador MAXVER-ICM);
- Si se escoge Kmédias -ingresar el número de temas (de 2 hasta 55) deseado y el número de iteraciones. Si se quiere que el clasificador se base solamente en una área da imagen, Escoger Área de Adquisición;

- Hacer clic en Clasificar;
- Después clasificar la imagen puede visualizarla a partir del "Panel de Control" y si desea, ejecutar una Post-Clasificación.

El porcentual de cambio es el valor máximo de interacciones realizadas durante el proceso de Clasificación para efectuar los cambios de valores de pixeles. Para un valor de porcentaje de cambio igual a 30, o todavía, hasta este valor, serán realizadas nuevas interacciones, y con esto nuevos cambios. Cuanto mayor el número de interacciones, más rápida será a Clasificación.

CLASIFICAR UNA IMAGEN POR REGIÓN

- Digitar el Nombre a ser creado para la imagen clasificada y hacer clic Crear (*en el caso de todavía no tenerlo creado, cuando se analizaron las muestras*);
- Escoger el Clasificador, Seleccionar: Isoseg, Battacharya o ClaTex
 - Si se elije Isoseg - ingresar el Umbral de Aceptación (%): 99.9, 99, 95, 90 o 75;
 - Si se elije Battacharya - ingresar el Umbral de Aceptación (%): 99.9, 99, 95, 90 o 75 y analice muestras si desea;
 - Si se elije ClaTex – se debe definir el archivo de textura, por tanto, hacer clic en Archivo de Textura...
 - Si se elije Archivo SRN, hacer clic en Importar Arq. SRN...
 - Si se elije Histograma, se debe definir el número de temas (de 2 hasta 55);
- Hacer clic en Clasificar;
- Después de clasificar la imagen se puede visualizar a partir del "Panel de Control" y si se desea, ejecutar una Post-Clasificación.

4.4.9. MAPEO DE IMAGEN PARA CLASES TEMÁTICAS

EJECUTAR MAPEO PARA CLASES

- Esta función puede ser accedida de dos formas: o por el menú Imagen (Mapeo de clases para imagen temática) o por la ventana "Clasificación" Hacer clic en Mapeo. La ventana "Mapeo para Clases" será presentada en los dos casos;
- En Categorías se presentan todas las del modelo temático existentes en el Banco de Datos activo, hacer clic en una categoría en la lista. Observar que a lista Clase presenta las clases y colores de la categoría seleccionada;

- Hacer clic en la lista Imágenes Clasificadas y Escoger la que desea mapear;
- Hacer clic sobre un tema que corresponderá a la clase deseada (las clases tendrían que haber sido creadas anteriormente por la opción Archivo-Esquema Conceptual);
- Hacer la asociación de todos los temas con las clases temáticas existentes en el banco de datos;
- Hacer clic en Ejecutar. Observar en el "Panel de Control" que la imagen temática estará disponible.

4.4.10. ROTULACIÓN DE COMPONENTES CONECTADOS

EJECUTAR ROTULACIÓN DE IMÁGENES

La Rotulación de componentes conectados produce como salida un PI del modelo Imagen, con representación vectorial del tipo **Imagen Rotulada**, semejante a la función de segmentación de Imágenes.

La Rotulación es ejecutada sobre el PI activo, normalmente sobre una Imagen clasificada (modelo Imagen) o una matriz referente a una Imagen temática (modelo Temático). En ambos de los casos el usuario puede controlar el parámetro de área (en pixeles), referente al PI de entrada y/o salida, además del suavizado, o no, de las líneas a ser creadas.

En el caso del PI de entrada, el mismo puede sufrir alteraciones, eliminándose polígonos con áreas menores que un determinado valor definido, substituyendo la clase o color por el que tiene a su alrededor. Ya para el PI de salida, donde será creada solamente la Imagen rotulada (vectorial), se puede optar por eliminar, o no, las áreas menores que el valor ingresado.

EJECUTAR ROTULACIÓN DE COMPONENTES CONECTADOS

- Activar un PI del modelo temático (que tenga la representación Matriz) o Imagen (con representación Imagen Clasificada) en el Panel de Control
- Hacer clic en Imagen - Rotulación de Componentes Conectados... o Temático - Rotulación de Componentes Conectados... en el menú principal;
- En la ventana "Rotulación de Comp. Conectados" observar que el PI de Entrada corresponde al PI activo;
- Seleccionar en la lista Categorías cual deberá recibir el PI con la Imagen rotulada. Observar que estarán disponibles solamente aquellas del modelo Imagen en la lista. Se

ninguna de las categorías fuere conveniente para la Rotulación, Crear un nueva en Modelo de Datos;

- Digitar o nombre para el PI de Salida: en el campo;
- Digitar en Eliminación de Áreas el valor en Área (pixeles) que desea, y en este caso, Hacer clic, si desea eliminar, sobre el PI de Entrada o PI de Salida;
- si desea Suavización de Arcos para el PI de Salida, hacer clic en SI o NO;
- Hacer clic en Ejecutar.

Después del procedimiento observar que el PI estará disponible en el "Panel de Control". La figura 4.53 muestra una Rotulación de componentes conectados ejecutada sobre un PI del modelo Imagen, donde fueron eliminadas áreas menores de 40 pixeles solamente en el PI de entrada. En la Imagen rotulada de salida fueron mantenidas las líneas que envolvían los polígonos eliminados.

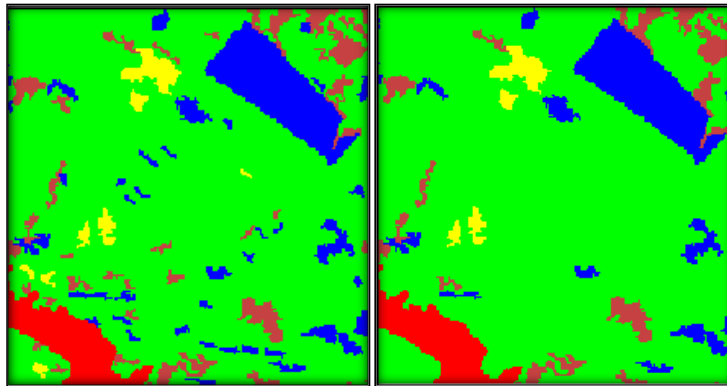


Imagen clasificada (original)

Imagen con áreas eliminadas

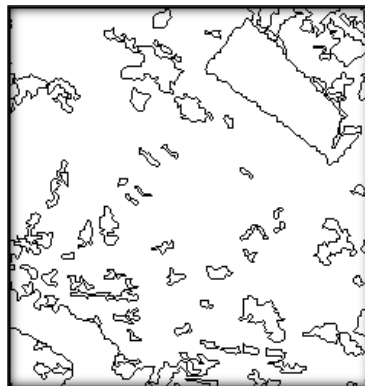


Imagen rotulada de salida

Figura 4. 53. Procedimiento para rotulación de imágenes por componentes conectadas

4.4.11. ESTADÍSTICA

Esta ventana está dividida en dos partes, la parte superior presenta en forma gráfica los resultados y en la parte inferior una lista alfanumérica presenta los resultados de los cálculos.

En el caso de los parámetros estadísticos Momentos, Mediana, Matriz de Covariancia y Correlación, el histograma correspondiente al PI seleccionado será mostrado en la pantalla de gráfico. Para las Matrices de Autocorrelación y Correlación Cruzada serán desplegadas las curvas de las respectivas funciones de Autocorrelación y Correlación Cruzada correspondientes al PI seleccionado.

En los cuadros de texto **Operación** y **Muestra**, aparecen respectivamente, el parámetro estadístico y el nombre de la muestra seleccionados anteriormente por el usuario.

Dependiendo del tipo de cálculo seleccionado se tienen los siguientes resultados:

Momentos

Serán calculados y mostrados el histograma, la Media, la Desviación Estándar, la Variancia, el Momento de orden 3, el Momento de orden 4, la Moda, el Valor mínimo, el Valor máximo y los Coeficientes de Variación, Asimetría y Kurtosis para las bandas y muestras seleccionadas (la figura anterior muestra los resultados de la opción momentos).

Mediana

Serán calculados y mostrados el histograma y los valores de la mediana correspondientes a las bandas previamente seleccionadas.

Matriz de covariancia y de correlación

Serán calculados y mostrados el histograma correspondiente a cada PI, las matrices de Covariancia y Correlación entre los PI's mostrados en la lista **Selección de PI**.

Los valores de covariancia y correlación se muestran en el orden en que aparecen las bandas en la lista de **Selección de PI**, en la generación de las matrices. Por ejemplo, si en la lista de selección las imágenes aparecen en el siguiente orden,

banda 3

banda 4

banda 5

Las matrices de Covariancia y Correlación aparecerán en este orden:

33 34 35

43 44 45

53 54 55

Donde ij corresponden a los valores de covariancia o correlación entre las bandas i y j .

MATRIZ DE AUTO CORRELACIÓN

Los valores de autocorrelación de la muestra son calculados con relación a la vecindad del punto para diferentes distancias, medidas en número de pixeles. Estas distancias son definidas por el parámetro LAG (4-20) en la pantalla de Adquisición de Muestras. Así, los valores de autocorrelación son calculados para todos los valores de distancias en el intervalo $[0, \text{LAG}]$. El resultado se presenta en forma de una matriz y a través de un gráfico, que muestra las curvas de la función de autocorrelación solamente en las direcciones X y Y.

La figura a seguir muestra un ejemplo de los cálculos realizados por una matriz de autocorrelación.

MATRIZ DE CORRELACIÓN CRUZADA

Cuando el usuario selecciona los cálculos estadísticos por Matriz de Correlación Cruzada en la pantalla Adquisición de Muestras, aparece una nueva pantalla Planos de Información. El usuario debe:

- Seleccionar dos o más bandas (PIs);
- Hacer clic en Ejecutar.

Los valores de correlación cruzada de la muestra son calculados en forma semejante a los de la matriz de autocorrelación, es decir, con relación a vecindad del punto para diferentes distancias, medidas en número de pixeles. La diferencia es que los puntos vecinos son adquiridos en las diferentes bandas, tomadas de dos en dos. De esta manera, los valores de correlación son calculados para todos los valores de distancia en el intervalo $[0, \text{LAG}]$. El resultado se presenta en forma de una matriz y a través de un gráfico que muestra las curvas de la función correlación cruzada solamente en las direcciones X y Y. Los resultados de un análisis estadístico pueden ser almacenados en disco para un análisis posterior por parte del usuario.

Imprimir los resultados de un análisis en disco:

- Hacer clic en Imprimir y utilizar la ventana Selección de Archivos para definir el nombre del archivo que contendrá los resultados.

Retornando al cuadro de diálogo Análisis Estadístico de Muestras el usuario puede seguir uno de los siguientes procedimientos:

- Cargando y Actualizando un archivo de análisis estadístico;
- Seleccionar el archivo en la lista de Archivos Estadísticos;

Hacer clic en el botón Cargar;

En el cuadro de texto Nombre, aparecerá el nombre del archivo seleccionado;

Los planos de información serán actualizados. O sea, los PIs utilizados aparecerán marcados en la lista de Planos de Información.

- Hacer clic en el botón Actualizar.

El cuadro de diálogo Adquisición de Muestras aparecerá. La operación de esta opción es la misma descrita anteriormente.

Borrando un archivo de análisis estadístico:

- Seleccionar el archivo en la lista de Archivos Estadísticos;
- Hacer clic en el botón Borrar. El archivo previamente seleccionado será borrado y el nombre del mismo dejará de constar en la lista.

Después de crear o cargar un archivo estadístico es necesario guardarlo para su posterior utilización. Este archivo contendrá los PIs utilizados y las muestras adquiridas.

Guardando un archivo de análisis estadístico:

- Hacer clic en el botón Guardar en el cuadro de diálogo Análisis Estadístico de Muestras.

El archivo estadístico es guardado en el directorio especificado.

4.4.12. RESTAURACIÓN

EJECUTAR LA RESTAURACIÓN DE IMÁGENES

- Seleccionar una imagen (PI) en el Panel de Control;
- Hacer clic sobre Imagen, en la barra de menús, y Seleccionar la opción Restauración... en la capa principal;
- Seleccionar el tipo de Sensor, correspondiente a la imagen escogida anteriormente, de entre las siguientes opciones:

- Spot-P : Imagen Spot, banda pancromática;
- Spot-X : Imagen Spot, bandas espectrales;
- TM : Imagen Lansat-TM;
- ETM-X : Imagen ETM, bandas espectrales;
- ETM-P : Imagen ETM, banda pancromática;
- CBERS2_CDD-X: Imagen CBERS, bandas espectrales;

- Seleccionar la Banda de imagen;

En la opción (1), del procedimiento anterior, la banda ya está, automáticamente, definida como la pancromática, y por tanto no aparece la opción de escoger la banda en la interface.

En la opción (2), se pueden escoger las bandas 1, 2 o 3.

En la opción (3) se pueden escoger las bandas 1, 2, 3, 4, 5 o 7.

En la opción (4) se pueden escoger las bandas 1, 2, 3, 4, 5 o 7.

En la opción (5) se pueden escoger PAN.


En la opción (6) se pueden escoger las bandas 1, 2, 3 o 4.

- Definir el Nombre del PI que contiene la imagen de salida;
- Después del procesamiento, la imagen corregida será guardada en el disco.
- Definir el tamaño de Pixel de la imagen de salida. La imagen procesada puede ser generada en una escala diferente de aquella de la imagen original, de acuerdo con las opciones definidas en la interface;
- Hacer clic en el botón Ejecutar, para ejecutar el procesamiento.

Para ver el resultado basta seguir los procedimientos comunes de visualización de imágenes en la capa de dibujo.

4.4.13. ELIMINACIÓN DE RUIDO

REALIZAR LA ELIMINACIÓN DE RUIDO

- Seleccionar una imagen (PI) en el Panel de Control;
- Hacer clic en Ejecutar - Visualizar () en la pantalla en la que se desea visualizar la imagen;

- Hacer clic sobre Imagen, en la barra de menús y Seleccionar la opción Eliminación de Ruido... en la pantalla principal. La ventana "Eliminación de Ruido" se abrirá;
- Definir los valores de los parámetros Umbral Inferior y Umbral Superior;
- Escribir el nombre del PI de salida, en el cuadro de texto Nombre;
- Hacer clic en Área del Proyecto... para definir el área a ser procesada;
- Hacer clic en el botón Ejecutar, para iniciar el procesamiento.

4.4.14. LECTURA DE PÍXELES



La lectura de píxel permite saber cuál es el valor del nivel digital de un determinado píxel y sus vecinos. Esta función no produce, ni permite ninguna alteración en la imagen original.

El análisis del nivel digital de una banda es útil para trabajos que involucren estudios de comportamiento espectral de los objetos, en las diversas bandas de las imágenes satélites.

El programa SPRING presenta los niveles digitales de los píxeles de la(s) banda(s) visualizada(s). Los valores presentados corresponden a los píxeles presentes en la imagen original, independientemente de la escala de visualización de la imagen en la pantalla.

La lectura de niveles digitales de los píxeles de una imagen o composición color puede ser ejecutada de dos modos: Haciendo clic sobre la imagen en el punto deseado o posicionando el cursor de punto en coordenadas Geográficas, Planas o línea X columna de la Imagen.

LEER EL NIVEL DIGITAL DE UNA IMAGEN

- Seleccionar una imagen en el "Panel de Control" en Monocromático o una Composición Color (RGB);
- Hacer clic en Ejecutar - Diseñar () en el menú del área de diseño activa;
- Hacer clic en Imagen - Lectura de Píxeles en el menú principal;
- Hacer clic en Exhibir - Cursor de Punto () en el menú principal para activarlo. Por defecto este cursor será activado al abrir por primera vez la ventana "Lectura de Píxeles";
- Hacer clic sobre la imagen para que aparezca una cruz (verde) sobre la misma. Para cancelar el cursor de punto, retornando al modo Área, hacer clic nuevamente en Exhibir - Cursor de Punto. Observar también que cada vez que el usuario hace un clic sobre una imagen serán presentados los valores de ND de la ventana.

NOTA: Además de los valores de ND presentados en la ventana "Lectura de Píxeles", son presentadas, también, las coordenadas Geográficas, Planas y de Imagen del punto elegido.

HACER UNA LECTURA DE PÍXELES AL POSICIONAR EL CURSOR DE PUNTO

- Hacer clic en Imagen - Lectura de Píxeles en el menú principal después de tener una imagen en el área de diseño;
- Hacer clic en Posicionar... o en Herramientas - Posicionar Cursor de Punto...;
- los valores de ND son presentados a cada Ejecutar de la ventana "Posicionar Cursor de Punto".

SALVAR DATOS PRESENTADOS EN LA VENTANA "LECTURA DE PÍXELES"

- Hacer clic en Salvar...;
- La ventana "Selección de Archivo" para Linux o "Salvar Archivo Como" en Windows se presenta para asignar el nombre de un archivo texto (*txt*) para salvar los datos.

La lista con los valores presentados es acumulativa, es decir, mantiene los valores anteriores hasta que se limpie la lista.

BORRAR VALORES PRESENTADOS

- En la ventana "**Lectura de Píxeles**" hacer clic en **Borrar** para limpiar los datos presentados.

4.4.15. MOSAICO



MOSAICO DE IMÁGENES

Para el mosaico de imágenes es fundamental que las imágenes estén georeferenciadas con aproximadamente la misma precisión. Las imágenes pueden estar en proyectos diferentes o en archivos GRIB que aún no son parte de un proyecto, en este segundo caso deben existir puntos de control asociados al archivo. Sin el registro no es posible mosaicar imágenes, una vez que no existe referencia geográfica asociada.

La calidad de un mosaico está directamente asociada a la precisión del registro de las imágenes cuando están en proyectos diferentes.

La operación de mosaico es realizada considerando como PI destino, el que está activo en el "Panel de Control", o sea, aquel que recibirá los datos provenientes de otros PIs.

REALIZAR MOSAICO DE IMÁGENES


- Crear un plano de información () del modelo Imagen (PI que recibirá los datos) y activar el mismo en el "Panel de Control" (); o simplemente activar uno ya existente;
- Hacer clic en Editar - Mosaico o Imagen - Mosaico en el Menú Principal;
- En la ventana "Mosaico", Escoger en la lista Proyectos el que contiene los datos de origen. Se puede escoger inclusive el Proyecto activo, permitiendo de esta manera hacer copia de datos entre PIs de un mismo proyecto;
- Hacer clic en una Categoría de la lista. Las categorías desplegadas se refieren solamente al Proyecto previamente escogido, en el cual existe por lo menos un PI asociado;
- Hacer clic en un Plano de Información de Origen en la lista. Cuando el PI es del tipo imagen las representaciones existentes no son desplegadas, pues el PI destino solamente puede ser del tipo imagen. En este caso el mosaico reconoce automáticamente cuando se trata de una imagen en niveles de gris o en colores (sintética);
- Hacer clic en el botón de selección Mosaico para adicionar datos al PI destino. En el caso que no activar este botón será solicitada la confirmación para eliminar los datos existentes. En el caso de ser la primera vez que se aplica a un PI recién creado, no es necesario activar este botón;
- Hacer clic en Área del Proyecto para seleccionar un área menor que el PI fuente;
- Hacer clic en Ejecutar para completar el mosaico.

Repetir los pasos anteriores para cada PI que será insertado en el PI destino.

4.4.16. CORRECCIÓN DEL PATRÓN DE LA ANTENA

A continuación se presentan los procedimientos de la ventana "Corrección del Patrón de Antena" para imágenes de radar.

Los pasos para la corrección del patrón de antena son:

- Activar un Banco de Datos y un Proyecto;
- Seleccionar en el "Panel de Control" el PI que contiene la imagen de radar y hacer clic en Ejecutar - Visualizar () en el menú principal para presentarlo en la pantalla activa;
- Hacer clic en Imagen - Corrección del Patrón de Antena...;

- Activar el Cursor de Área;
- Seleccionar una muestra en la pantalla con ayuda del cursor;
- Hacer clic en Adquirir;



NOTA: El número de muestras adquiridas debe cubrir toda la variación de tonos de gris de la imagen en la dirección de "range";

- Hacer clic en Exhibir para verificar todas las muestras o hacer clic sobre el nombre de la muestra deseada;
- En Ajuste del Patrón de Antena Seleccionar Media Móvil o Polinomio;
- Si selecciona Media Móvil informe el tamaño de la ventana del filtro para el ajuste;
- Si selecciona Polinomio debe informar el grado del polinomio para el ajuste;
- Hacer clic en Ajustar;
- Hacer clic en Visualizar para verificar el resultado en un gráfico;
- Informe el nombre de la Imagen de Salida;
- Hacer clic en Área del Proyecto si desea definir un área menor para aplicar el filtro.
- Hacer clic en Ejecutar para confirmar la uniformidad del área seleccionada;

4.4.17. CONVERSIÓN SLANT GROUND RANGE

A continuación se presentan los procedimientos de la ventana "**Conversión**" de **Slant to Ground** en imágenes de radar.

CORREGIR DISTORSIÓN GEOMÉTRICA "SLANT TO GROUND"

- Seleccionar en el "Panel de Control" () el PI que contiene la imagen para la corrección;
- Hacer clic en Ejecutar - Visualizar () en el menú principal;
- Seleccionar en el menú principal Imagen - Conversión Slant to Ground...;
- Informe los Parámetros de Vuelo;

OBS: En caso que existan dos parámetros de vuelo no será necesario acrecentar más informaciones.

- Seleccionar el lado del imageamiento: izquierdo o derecho;
- Suministre el Nombre de la imagen de salida;
- Hacer clic en Área del Proyecto si desea definir un área menor a ser corregida;

- Seleccionar el Interpolador que será utilizado para la conversión: Vecino más próximo, Lineal o Bicúbico;
- Hacer clic en Ejecutar;

4.4.18. EDICIÓN MATRICIAL

EDICIÓN MATRICIAL

La edición matricial, se hace necesaria cuando se desea mejorar el aspecto de la imagen al limpiarla, corregirla o actualizarla.

Tres modos de edición matricial están disponibles:

- **Edición de Área:** Permite que líneas cerradas (islas) sean digitalizadas y que los polígonos generados sean asociados a las clases temáticas. Antes de confirmar la asociación a clases temáticas (relleno del polígono) se puede efectuar la adición de líneas, moviendo o apagando puntos;
- **Copia de Área:** Utiliza un plan de informaciones de referencia para cambiar las clases temáticas. Este plan puede ser una imagen clasificada, rotulada, sintética o temática, donde los polígonos formados de pixeles (temas) de una imagen clasificada, vectores de una imagen rotulada, pixeles de una imagen sintética o pixeles de las clases de un mapa temático, son utilizados como límites de la región a ser rellenada por la nueva clase. Este modo tiene la ventaja de tener siempre un PI de referencia, para cuando se desea volver a la clase anterior;
- **Clasificación de Área:** Permite pintar la imagen temática con clases temáticas sobre las áreas (polígonos) que son formadas por los propios pixeles de la imagen.

En cualquier de los tres modos, el sistema solo cambiará las clases de los pixeles que serán visibles en la pantalla.

EDICIÓN MATRICIAL EN ÁREAS (POLÍGONOS)

- Activar un PI del modelo temático que tenga la representación Matriz y dibujar en la pantalla activa;
- Hacer clic en Temático/Imagen - Edición Matricial en el menú principal o en el Panel de Control, con el botón derecho del ratón sobre el PI que se desea utilizar. Una caja de diálogo será desplegada. Seleccionar Edición Matricial.

- En la barra de herramientas "Edición Matricial" Hacer clic en el botón Tipo y Hacer clic en Editar Área;
- Escoger en la lista de Clases/Temas/Lut, lo que se desea utilizar. Observar que en el caso de imagen temática son presentadas solo las clases del modelo de datos del PI activo, la clase Ninguna, representa el *fondo* del Sistema. En el caso de imagen clasificada, son presentados los temas de esta y en el caso de imagen sintética, el color que compone la lut (tabla de colores) de esta;
- Hacer clic en el botón Edición de Área. En la opción Modo, Escoger entre Continuo o Paso;
- Al escoger el modo Continuo, definir un Factor Digital(mm);
- Hacer clic en el botón Edición de Área hacer clic en Operación y escoger Crear Polígono. Esta opción es igual a la digitalización de islas (líneas cerradas);
- Hacer clic con el botón de la derecha para cerrar el polígono. Otros polígonos pueden ser editadas para la misma clase escogida arriba;
- Utilizar las otras opciones en Operación: si se desea Adicionar Punto, Mover Punto o Suprimir Punto, antes de ejecutar el relleno de clase;
- Hacer clic en Eliminar una Tarea para cancelar la tarea seleccionada;
- Hacer clic en Eliminar todas las Tareas para cancelar todas las tareas;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar el relleno de los polígonos con la clase escogida. (Ver secuencia en figura 4.54).

No es posible deshacer la operación después de hacer clic en ejecutar.

Utilizar el botón **Visual...** para cambiar el color de la clase temática, el color del tema o el color del pixel que se está seleccionando en la lista.

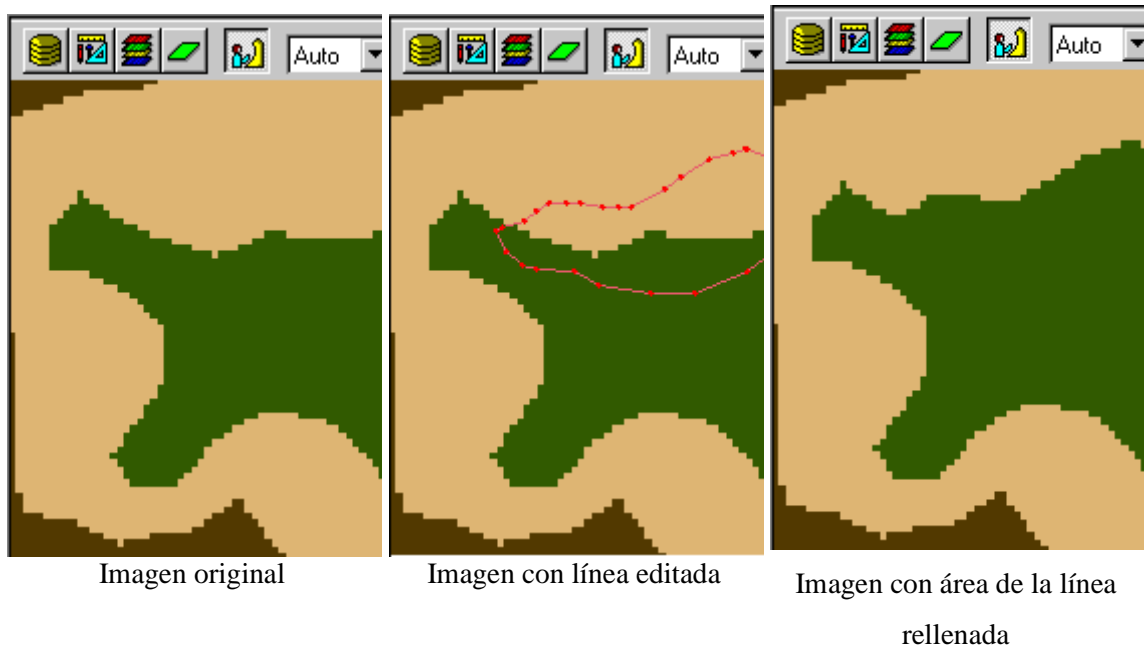


Figura 4. 54. Edición matricial en áreas (polígonos)

EDICIÓN MATRICIAL DE IMÁGENES (rotulada, clasificada, sintética o temática)

- Activar un PI del modelo temático que tenga representación Matriz y dibujar en la pantalla activa;
- Hacer clic en Temático/Imagen - Edición Matricial... en el menú principal en el Panel de Control hacer clic con el botón derecho del ratón sobre el PI que se desea utilizar. Una caja de diálogo es desplegada, Seleccionar Edición Matricial.
- En la barra de herramientas "Edición Matricial", hacer clic en el botón Tipo y luego en Copiar Área;
- Escoger en la lista de Clases/Temas/Lut el que se desea utilizar. Solo las clases del modelo de datos del PI activo aparecen. La clase Ninguna, representa el *fondo* del sistema. En el caso de imagen clasificada, se presentan los temas de esta y en el caso de la imagen sintética que compone la lut de esta;
- Hacer clic en el botón PI... y escoger en la ventana "Categorías y Planes" el PI que se desea utilizar como referencia, pudiendo ser del tipo de imagen Clasificada, Rotulada, Sintética o Temática, el PI temático o catastral, cuya representación vectorial contiene

polígonos, después de hacer clic en Ejecutar, el PI escogido es dibujado en La Pantalla Auxiliar del sistema;

- Hacer clic en cualquier polígono de la imagen de la Pantalla Auxiliar y observar que la misma área del polígono es transferida para el PI Activo con la clase, tema o lut seleccionada. Se puede cambiar la clase, temas o luts para seleccionar otros polígonos (ver secuencia en la figura 4.55).

No es posible deshacer la operación después de seleccionar el polígono.

Utilizar el botón **Visual...** para cambiar el color de la clase temática, el color del tema o el color del pixel que se está seleccionado en la lista.

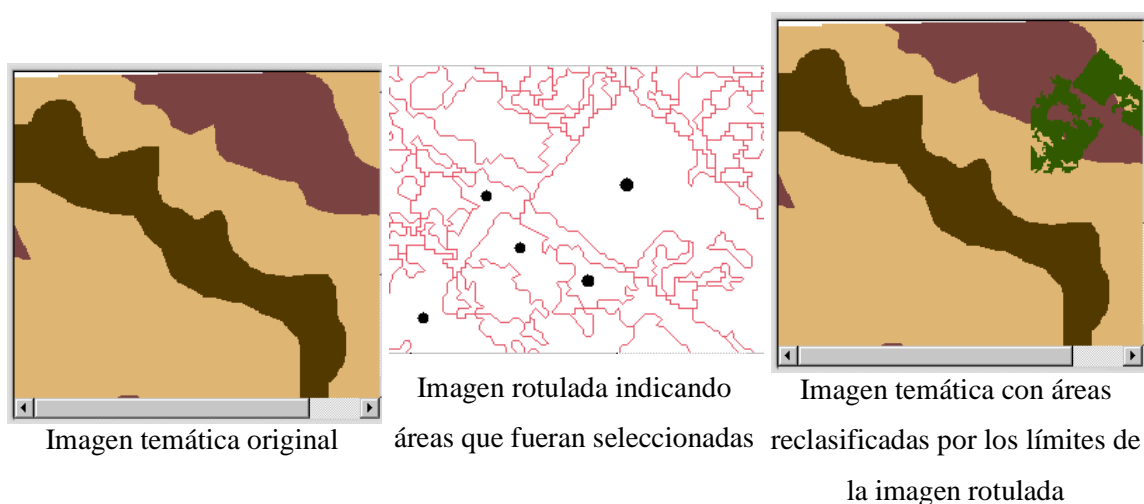


Figura 4. 55. Edición matricial de imágenes

EDICIÓN MATRICIAL POR CLASIFICACIÓN DE ÁREAS:

- Activar un PI del modelo temático que tenga la representación Matriz y dibujar en la pantalla activa;
- Hacer clic en Temático/Imagen - Edición Matricial en el menú principal en el Panel de Control o con el botón derecho del ratón sobre el PI que desea utilizar. Una caja de diálogo se presenta, seleccionar Edición Matricial.
- En la Barra de herramientas "Edición Matricial" hacer clic en el botón Tipo y hacer clic en Clasificar Área;
- Escoger en la lista de Clases/Temas/Lut el que se desea utilizar. En el caso de imagen temática son presentados solo las clases del modelo de datos del PI activo. La clase Ninguna, representa el *fondo* del sistema.

- Hacer clic sobre el polígono de la imagen;
- Responder **SÍ** a la pregunta sustituir el color de la clase/tema/lut seleccionada por la clase/tema/lut actual del polígono (ver secuencia de figuras abajo).

No se puede deshacer la operación después de hacer clic en **SÍ** en la pregunta.

Utilizar el botón **Visual...** para cambiar el color de la clase temática, el color del tema o el color del pixel que se está seleccionado en la lista.

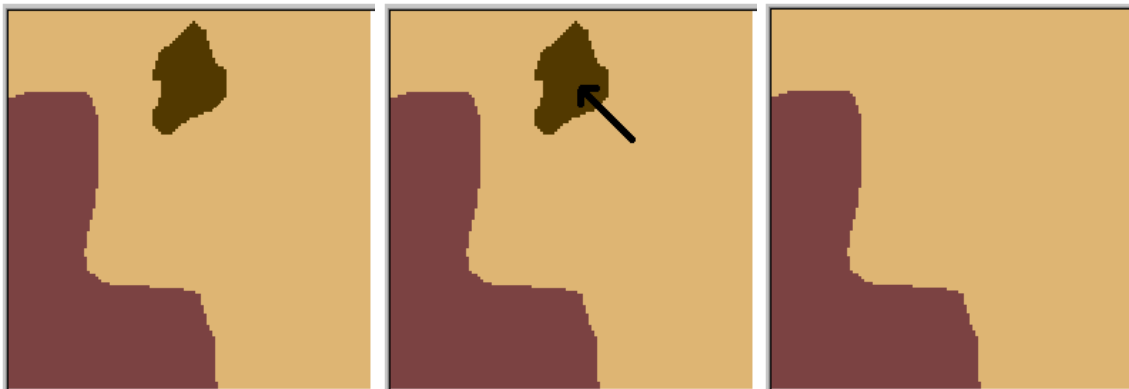


Figura 4. 56. Edición matricial por clasificación de áreas

LIMPIAR PIXELES

Permite eliminar de las imágenes los pixeles solitarios, o sea, regiones delimitadas por solo un pixel se eliminan, siendo incorporadas a una región vecina.

Se presenta entre paréntesis la composición RGB del visual de la lista Temas/Lut

En la imagen sintética y clasificada, el índice 0 o *fondo*, con RGB (0, 0, 0), negro, se cambia a transparente al dibujar la imagen en la pantalla de SPRING.

4.4.19. SINTÉTICA-> RGB

Esta herramienta permite a partir de una imagen sintética, desmembrar La misma en tres canales, R, G, y B, a partir de los valores encontrados en el archivo *.lut.

NOTA 1: Las imágenes obtenidas por esta herramienta, no son los valores originales de las imágenes que generaron la sintética, visto que, la imagen sintética es una generalización de estas, siendo su umbral menor que las originales.

4.5. MENÚ TEMÁTICO

4.5.1. EDICIÓN VECTORIAL

El procedimiento para la edición vectorial de mapas temáticos se encuentra descrito en la Sección 4.2.3 pagina 238 de este documento.

4.5.2. EDICIÓN MATRICIAL

Para ver la descripción de los distintos modos de edición matricial para mapas temáticos favor referirse a la sección 4.4.18 en la página 311 de este documento

4.5.3. MOSAICO

Para ver el procedimiento de cómo realizar un mosaico para el modelo de datos temático favor referirse a la sección 4.2.4. en la página 257 de este documento

4.5.4. CREACIÓN DE RÓTULOS

GENERAR TEXTOS EN SPRING

Para el modelo temático se pueden generar textos para los temas asociados a polígonos, líneas y puntos.

Inicialmente **Seleccionar** el PI en el Panel de control para el cual se desea generar el texto, pues será ejecutado sobre el **PI activo**.

GENERAR TEXTO PARA UN PI DEL MODELO TEMÁTICO

Selección:

- Seleccionar Clases Seleccionadas para generar el texto de las clases previamente seleccionadas para visualización en el panel de control.
- Seleccionar Puntos Seleccionados para generar el texto de clases de puntos escogidos en la pantalla clicando el mouse.
- Seleccionar Líneas Seleccionados para generar el texto de clases de líneas escogidas en la pantalla clicando el mouse.
- Seleccionar Polígonos Seleccionados para generar el texto de clases de polígonos escogidos la pantalla a través clicando el mouse.

- Seleccionar Todo para generar el texto con las clases de todas las entidades existentes en el plano de información.
- Definiendo Visual: Al hacer clic el botón Visual será presentada la ventana Visuales de presentación Gráfica - Texto con algunos valores padrón, bastando alterar alguno de estos valores, usualmente color, ancho, estilo de letra y espaciamento, siendo que el ángulo será calculado por el algoritmo, entonces Hacer clic en Ejecutar en la ventana de Visual para encerrar la definición.
- Adicionar al PI: Utilizado para el caso en que ya existe la representación texto en el PI activo y se desea adicionar un nuevo texto en el mismo PI.
- Otro campo a ser definido es el dislocamiento horizontal no control de visualización. Este valor es utilizado como dislocamiento entre las líneas y/o puntos y el texto a ser insertado.
- Hacer clic en Ejecutar.

NOTA 1: Las entidades seleccionadas (puntos, líneas o polígonos) son presentadas con el color CYAN.

NOTA 2: Para deseleccionar una entidad (punto, línea o polígono) basta hacer clic sobre la misma.

NOTA 3: Solamente las entidades (puntos, líneas o polígonos) clasificados pueden ser seleccionados.

4.5.5. MEDIDAS DE CLASE

Un plano de información temático puede contener las representaciones matricial (raster) y vectorial. Después la digitalización de los datos de un plano de información temático (puntos, líneas y polígonos), el usuario puede convertir la representación vectorial en matricial, y disponer de las dos para el mismo PI.

Eventualmente, se puede obtener un plano de información temático solamente con la representación matricial resultante, por ejemplo, de un cruzamiento de otros dos PI's, o de la clasificación de imágenes digitales. Este PI temático puede también ser convertido de matricial a vectorial.

El informe de medidas de clases muestra los valores de área y tamaño en caso la representación sea vectorial, y solamente área en caso de la representación matriz (imagen temática), ambos en kilómetros cuadrados.

El valor de área es mostrado para cada clase, el **total de las clases**, el **total de los polígonos no clasificados** y el área **total del PI** temático que estuviera activo. En caso el PI tenga las dos representaciones, esto es, matricial y vectorial, se puede obtener un informe de las dos para efectos de comparación.

El valor del tamaño de las clases solamente será mostrado cuando hubiera líneas vectoriales asociadas a las clases temáticas.

CALCULANDO MEDIDAS DE CLASES

- Activar en el "Panel de Control" el plano de información temático para el cálculo;
- Seleccionar en menú principal **Temático-Medidas de Clases**;
- Hacer clic el botón de Imagen Temática y/o Mapa Vectorial. Caso el PI activo tenga las dos representaciones, ambos botones quedarán habilitados;
- Hacer clic en **Ejecutar**. el informe es mostrado en la parte central en la ventana, el informe de área muestra:
 - Nombre del PI,
 - Tipo de representación,
 - Valores de área por clase,
 - Área total de las clases,
 - Área total de los polígonos no clasificados (caso vectorial), y
 - Área total del plano de información.

El informe de tamaños (solamente para líneas asociadas a clases) muestra:

- Nombre del PI,
- Valores de tamaño por clase,
- Tamaño total de las clases, y
- Tamaño total de las líneas no clasificadas.

OBS: Hacer clic en Guardar para almacenar los datos en un archivo texto. La ventana "Guardar Como" es desplegada. Digitar un nombre y hacer clic en Guardar.

OBS: Hacer clic en Exportar Hoja... para almacenar el informe en forma de planilla en un archivo de texto (ASCII). La ventana "Salvar Como" se presenta. Escoger o Alterar el nombre y Hacer clic en Salvar

- El nombre sugerido corresponde a la categoría que genera la segunda columna (CATEG_<nombrecategoria>)
- Si el archivo ya existiera, la "sustitución" será de la siguiente forma, el archivo anterior será mantenido como <nombrerq>_OLD.txt, el archivo nuevo será creado con todas las líneas del archivo anterior, con el incremento de nueva(s) línea(s) y habrá una consistencia de clases (clases nuevas generan columnas nuevas)
- La hoja es acumulativa y puede ser importada en "EXCEL" para calcular la suma de las áreas de clases de varios proyectos
- Hoja exportada vía "Tabulación Cruzada" puede ser usada para acumular datos de "Medida de Clases" y viceversa
- Delimitador de columna = carácter punto y coma (;)
- Datos numéricos : separador decimal = carácter punto (.) y separador de millar = nada (inexistente)

OBS: Hacer clic en Cerrar para limpiar los datos mostrados en la ventana.

NOTA: la lista que muestra los valores de área es acumulativa para número de veces que el botón Ejecutar fuera activado.

4.5.6. TABULACIÓN CRUZADA

La operación de tabulación cruzada permite calcular el área de las intersecciones entre las clases de dos PI's temáticos. Para utilizar esta función, es preciso que un proyecto esté activo.

La operación será realizada entre PI's en formato raster. Los datos deben presentar la misma resolución horizontal y vertical, el mismo número de líneas y columnas ("*pixeles*") y comprender las mismas coordenadas en el terreno.

La tabulación cruzada compara las clases de dos planos de informaciones, determinando la distribución de sus intersecciones. Los resultados representan tablas de dos dimensiones, como lo muestran los valores presentados a continuación.

```

Plano-1: Uso do Solo
# linhas      1120
# columnas   1037
# pixels     1161440
Resolucao h  50.000000
Resolucao v  50.000000

Plano-2: Geomorfo
# linhas      1120
# columnas   1037
# pixels     1161440
Resolucao h  50.000000
Resolucao v  50.000000

Tabela cruzada de areas (em pixels):
Plano-1 (nas linhas) : Uso do Solo
Plano-2 (nas columnas): Geomorfo
-----|-----
          | Background   Cerrado     Campo     Mata
-----|-----
Background |      389809    60638         0         0
Planicie  |     166810    119422    120081    75176
Planalto  |      20754     32537     9403     51529
Depressao |       50821     14470    34024    15966

Tabela cruzada de areas (em Km²):
Plano-1 (nas linhas) : Uso do Solo
Plano-2 (nas columnas): Geomorfo
-----|-----
          | Background   Cerrado     Campo     Mata
-----|-----
Background |       974.52    151.59         0.00     0.00
Planicie  |       417.02    298.56    300.20    187.94
Planalto  |        51.88     81.34     23.51    128.82
Depressao |       127.05     36.17     85.06     39.91

Tabela cruzada de areas (em hectares):
Plano-1 (nas linhas) : Uso do Solo
Plano-2 (nas columnas): Geomorfo
-----|-----
          | Background   Cerrado     Campo     Mata
-----|-----
Background |     97452.25   15159.50         0.00     0.00
Planicie  |     41702.50   29855.50    30020.25   18794.00
Planalto  |      5188.50    8134.25    2350.75   12882.25
Depressao |     12705.25    3617.50    8506.00    3991.50

```

Figura 4. 57. Tabla de Tabulación cruzada de dos PIs

Como ejemplo se podría obtener de la tabla anterior, que el área de intersección entre la clase Sabana del PI Uso del Suelo con la clase Planicie de PI Geomorfológico es de 298.56 Km². SPRING presenta también los valores "tabulados" para el número de píxeles entre las clases y los valores de área en hectáreas.

EJECUTAR UNA TABULACIÓN CRUZADA

- Activar en el "Panel de Control" una categoría temática y un PI asociado, que contenga polígonos matriciales;
- Seleccionar en el menú principal Temático - Tabulación Cruzada. La ventana "Tabulación Cruzada" se presenta. Observar que el PI Activo en el paso anterior es presentado;
- Hacer clic en PI de Intersección para escoger el segundo PI temático, también matricial. La ventana "Categoría y Planos" se presenta. hacer clic en Ejecutar después de seleccionar PI deseado;
- Hacer clic en Ejecutar o hacer clic en Exportar Planilla
- Al Ejecutar un archivo texto (formato ASCII) con los valores (como en la tabla de la figura 4.57) es creado en su sistema de archivos. Este archivo puede ser editado y manipulado como se desee.
- Al Exportar Planilla genera y exporta uno de los valores en forma de planilla en un archivo texto (ASCII). La ventana "Salvar Como" se presenta. Escoger o Alterar el nombre y hacer clic en Guardar
 - El nombre sugerido corresponde a la categoría, que genera la segunda columna (CATEG_<nombrcategoria>)
 - Si el archivo ya existe, la "sustitución" será de la siguiente forma, el archivo anterior será mantenido como <nombrearq>_OLD.txt, el archivo nuevo será creado con todas las líneas del archivo anterior, con el incremento de nueva(s) línea(s) y habrá una consistencia de clases (clases nuevas generan columnas nuevas)
 - La planilla es acumulativa y puede ser importada en "EXCEL" para calcular la suma de las áreas de clases de varios proyectos
 - Planilla exportada vía "Medida de Clases" puede ser usada para acumular datos de "Tabulación Cruzada" y vice-versa
 - Delimitador de columna = caracter punto y coma (;)
 - Datos numéricos : separador decimal = caracter punto (.) y separador millar = nada (inexistente)

4.5.7. MAPA DE DISTANCIAS

Un mapa de distancia es un tipo de análisis de proximidad (medida de distancia entre objetos, normalmente medida en unidad de longitud) que presenta zonas con medidas especificadas (distancias) respecto a uno o más elementos del mapa, tal y como muestra la figura 4.58.

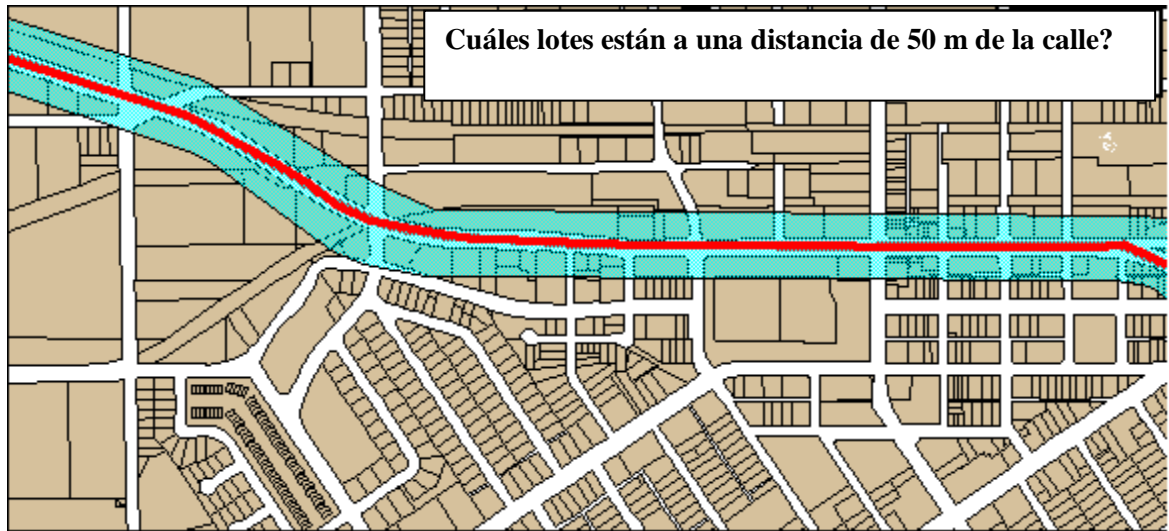


Figura 4. 58. Ejemplo mapa de distancias

La figura 4.59, muestra los dos caminos posibles para crear un mapa de distancia, utilizando como referencia elementos en forma de puntos, líneas o polígonos. Observar que se puede llegar a un mapa temático matricial (pudiendo ser convertido a vector posteriormente) a través del fragmentamiento de un PI numérico con la representación de una rejilla de distancias, en este caso los pixeles estarán agrupados en franjas asociadas a clases temáticas. Otra opción, implementada a partir de la versión 3.6, se puede llegar al mismo mapa temático, aunque vectorial, definiendo los fragmentos y la asociación con clases temáticas previamente definidas en el banco.

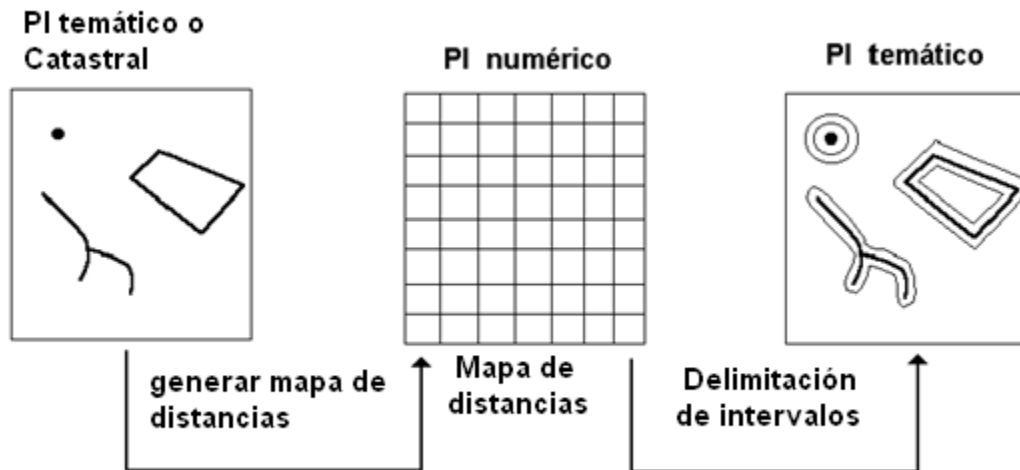


Figura 4. 59. Caminos para generar un mapa de distancias.

La diferencia entre generar una rejilla numérica de distancias o un mapa temático vectorial está en la selección de la categoría de salida, es decir, numérico o temático respectivamente.

Son necesarios los siguientes elementos para generar un mapa de distancia:

1. Identificar sobre qué representación será ejecutado el mapa de distancia (raster o vector)
2. Identificar el elemento (punto, línea o polígono), clase u objeto que será usado para generar el PI de salida. Esta operación es válida para PI's temáticos, catastrales, redes o numéricos;
3. Tener una categoría numérica previamente definida en el banco, donde será almacenada la rejilla de distancias. Y tener también una categoría temática, con número de clases suficiente para ejecutar el posterior fragmentamiento de esta rejilla;
4. Tener una categoría temática, con número de clases suficiente para definir el fragmentamiento, generando directamente un PI con representación vectorial.

CREAR UN MAPA DE DISTANCIAS

- Activar en el "Panel de Control" el plano de información de entrada, sea uno temático, catastral, numérico o red a partir del cual se desee crear el mapa de distancia;
- Seleccionar la representación de PI de interés y dibujar en una de las pantallas;
- Seleccionar el PI en el menú principal Temático / Catastral / MNT o Red - Mapa de Distancias dependiendo del modelo al cual pertenece el PI activo;

- En Selección de los botones Clase , Elemento o Objeto, seleccionar la representación a ser utilizada, estarán habilitados si:
 - PI activo temático: Clase: todos los elementos de la clase escogida serán considerados. Elemento: solamente la entidad seleccionada (Punto, Línea o Polígono). Seleccionar una opción;
 - PI activo catastral: Objeto: para todos los objetos con el mismo rótulo. Elemento: solamente la entidad seleccionada (Punto, Línea o Polígono). Seleccionar una opción;
 - PI activo redes: Objeto para todos objetos con el mismo rótulo. Elemento: solamente la entidad seleccionada (Punto o Línea). Seleccionar una opción;
 - PI activo numérico: Elemento solamente la entidad seleccionada (Punto o, Línea). Seleccionar una opción;
- Hacer clic en la pantalla sobre la entidad deseada. En cada selección se muestra la lista Elementos Seleccionados;
- En caso se desee eliminar una entidad, seleccionar un ítem de la lista Elementos Seleccionados y hacer clic en Suprimir;
- Hacer clic en Categoría para seleccionar la categoría numérica que será usada para almacenar el PI con la rejilla de distancias o una categoría temática que será utilizada para crear el mapa vectorial de distancias. En este momento la ventana "Lista de Categorías" se presenta, seleccionar una lista y hacer clic en Ejecutar;
- Si la categoría de salida escogida fuera numérica:
 - Rellenar el nombre del PI de salida;
 - En Resolución de Rejilla, rellenar el valor de resolución de rejilla en X y Y (metros);
- Si la categoría de salida escogida fuera temática:
 - Rellenar el nombre del PI de salida;
 - En Fajas de Distancia, hacer clic primero en Definición para informar los intervalos de las fajas de distancias. La ventana "Definición de las Fajas" se presenta. Hacer clic en Ejecutar en esta ventana después de definir las fajas;
 - En Fajas de Distancia, hacer clic en Asociación... para hacer la asociación de las fajas con las clases de la categoría temática escogida. La ventana "Faja - Clases"

se presenta. Hacer clic en Ejecutar en esta ventana después de definir la asociación;

- Digitar en N°.Puntos de la Curva: el valor deseado. Valores válidos entre 1 y 180. Este valor corresponde al número de puntos a ser creado en una curva de 180 grados. Curvas con ángulos menores tendrán un número de puntos proporcional a este ángulo. Cuanto mayor la faja de distancia se recomienda utilizar valores mayores de puntos de curva;
- Hacer clic en Ejecutar;

NOTA: Utilizar valores de resolución menores que el intervalo de menor distancia que será definida posteriormente en el fragmentamiento.

OBS: Si posee la rejilla, con valores de distancias, retornar al "Panel de Control", activar el PI que contiene la rejilla creada encima y hacer clic en el menú principal MNT - Fragmentación... para crear el mapa de distancias.

4.5.8. ROTULACIÓN DE COMPONENTES CONECTADOS

El procedimiento para la Rotulación de Componentes Conectados de mapas temáticos es el mismo realizado para Imágenes, el cual fue descrito en la sección 4.4.10 de este documento.

4.5.9. MATRIZ A VECTOR

La conversión de la representación raster a vectorial es un proceso más complejo que la conversión vector-raster, pues además de extraer los contornos de los objetos, se deben crear también las relaciones espaciales entre ellos, tales como relaciones de vecindad y pertenencia entre polígonos, y conectividad entre arcos.

El proceso de conversión raster-vector aquí descrito es adecuado solamente para datos del modelo donde los objetos presentes tienen extensión en área, o sea polígonos.

A partir de la imagen original, el algoritmo genera una imagen binaria conteniendo las fronteras entre los objetos presentes, como lo muestra la figura 4.60.

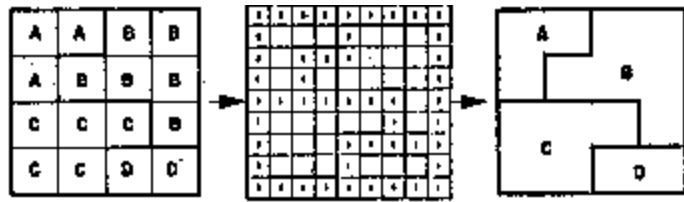




Figura 4. 60. Generación de imagen binaria

1. Las fronteras son construidas entre los "píxeles": si la imagen original tiene formato $(n \times n)$, donde n es el número de líneas y el número de columnas, la imagen binaria tendrá tamaño $(2n + 1) \times (2n + 1)$.
2. Durante la conversión de la imagen para el formato binario, se detectan también los nodos.
3. A continuación, los contornos de los objetos son extraídos (vectorizados) a partir de la imagen binaria y suavizados para minimizar el "efecto de escalera", característico de la representación raster.
4. Finalmente, se construyen los polígonos y las relaciones espaciales (vecindad y pertenencia entre polígonos, y conectividad entre arcos).

Antes de utilizar esta función, se debe observar el aspecto de la imagen temática. El aspecto está directamente relacionado a su homogeneidad. Cuánto más homogénea la imagen, mayor la probabilidad de obtener éxito en la vectorización.

CONVERTIR RASTER A VECTOR

- Activar el Banco de Datos () y el Proyecto () deseado;
- Seleccionar en el "Panel de Control" el PI de la categoría Temática de representación matricial (imagen) que tendrá sus clases representadas en el formato vectorial;
- Clic en Temático - Raster -> vector en el menú principal;
- En PI Activo: informar lo que fue seleccionado por el "Panel de Control";
- Clic en Si en el botón de Suavización de Arcos para que esta sea ejecutada o clic en el si se desea que el formato vectorial considere los bordes matriciales;
- Escoger el Tipo de Conversión (Total o Solo Arcos). Si *Total* será creada la topología (ajuste de la línea y poligonalización), y si *Solo Arcos* solamente los archivos de líneas serán creados;
- Clic en Ejecutar para efectuar la conversión.

OBS: Verificar con el "Panel de Control" que el plano de información contiene la representación vectorial (puntos, líneas y clases de los polígonos).

4.5.10. VECTOR A MATRIZ

La conversión Vectorial - Raster crea la representación **Imagen Temática** a partir de las clases presentes en el PI. Un PI podrá contener solamente una Imagen Temática. En caso de que sea hecha alguna modificación en los vectores y clases, la conversión deberá ser realizada nuevamente. Esta conversión origina una imagen en formato raster a partir de datos representados vectorialmente. Hay dos casos a ser analizados: el elemento lineal y el polígono.

Para un elemento lineal la conversión puede ser esquematizada sobreponiéndose el vector o elemento lineal, a una matriz raster. Esa conversión identifica cuales elementos de la matriz están cruzando la línea y los codifica con atributos o valores de la clase asociada a la línea.

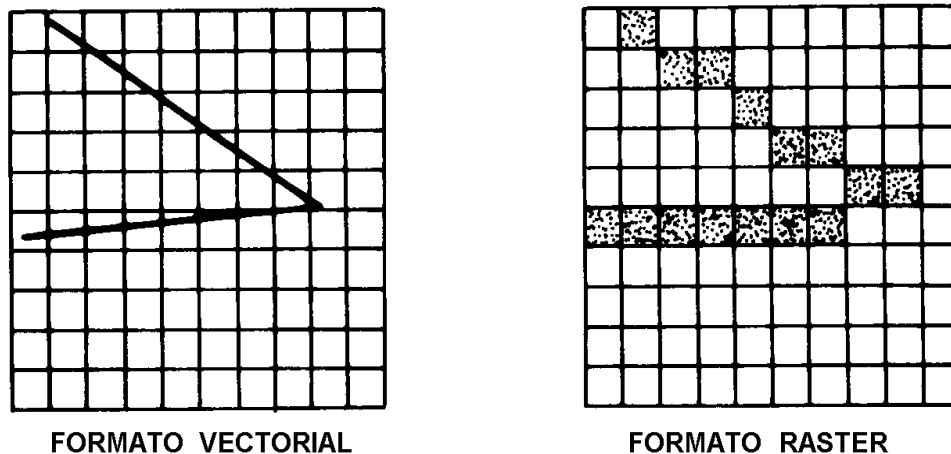


Figura 4. 61. Conversión vector a matriz

Para elementos poligonales se define inicialmente el área a ser convertida (el rectángulo que abarca el conjunto de polígonos) y el tamaño del "*pixel*". Estas informaciones definen una retícula la cual es sobrepuesta al mapa de polígonos original. A cada "*pixel*" debe ser asociada una clase (o valor de algún atributo). Existen varias soluciones para este problema. La más común consiste en calcular el centro del "*pixel*" y verificar dentro de cual polígono se encuentra, asociando al "*pixel*", el valor de la clase definida para el polígono.

La figura siguiente ilustra el procedimiento de la conversión vectorial - raster.

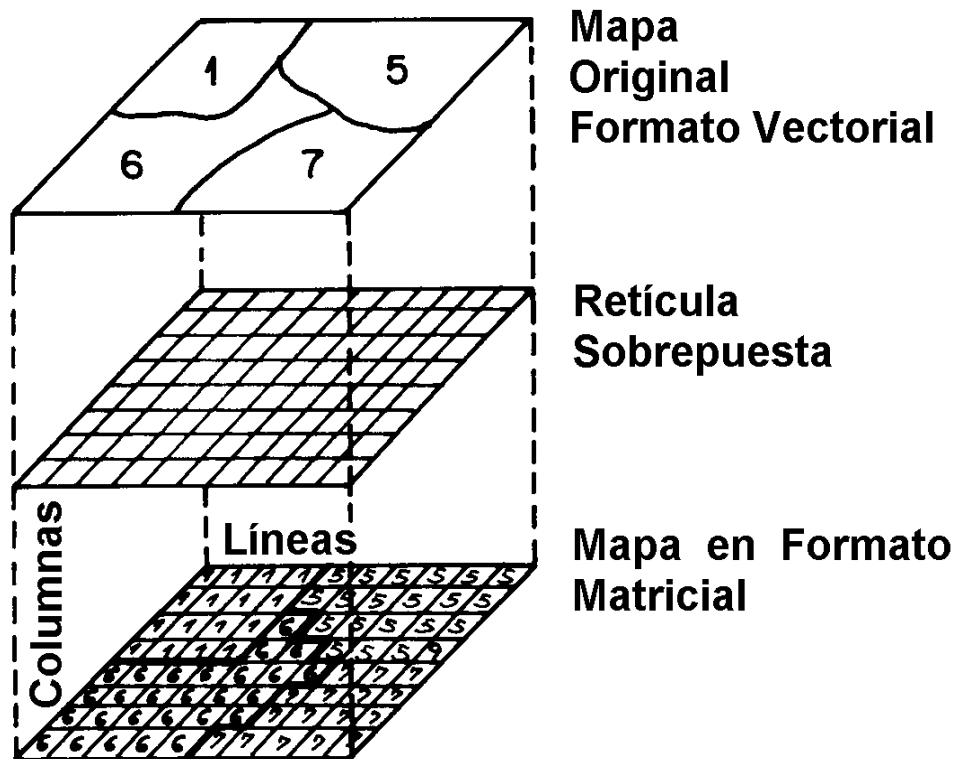




Figura 4. 62. Procedimiento conversión vector a raster

La conversión de la representación vectorial a raster introduce distorsiones en la geometría original de los datos. Estas distorsiones aumentan con el tamaño del "*pixel*" y con la complejidad de las fronteras entre polígonos. "Píxeles" localizados sobre una frontera ("*pixeles*" mixtos) serán mapeados para la clase del polígono más próximo.

A menor tamaño de célula ("*pixel*"), mayor es la fidelidad de la imagen convertida, sin embargo también requiere más espacio para almacenar la imagen temática.

CONVERTIR VECTOR A RASTER

- Activar el Banco de Datos () y el Proyecto () deseado;
- Seleccionar en el "Panel de Control" el PI de la categoría Temática que tendrá sus clases representadas en formato raster;
- Hacer clic en Temático - Vector -> Raster en el menú principal;
- En PI Activo: informar lo que fue seleccionado por el "Panel de Control";

- En Resolución de la Imagen de Salida: escribir las resoluciones Horizontal y Vertical de la imagen a ser creada;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar la conversión;

OBS: Un PI podrá contener solamente una imagen temática. Si se desea cambiar la resolución, se debe realizar la conversión Vectorial - Raster nuevamente, indicando la nueva resolución y siendo sustituida la imagen temática anterior. La resolución de la imagen debe ser la mejor posible para representar los detalles de los vectores presentes en el PI, esta resolución es limitada por el espacio disponible en disco. Se recomienda utilizar la resolución máxima compatible con el límite de precisión del mapa, o sea 0.5 mm la escala del mapa. Para una información en escala 1:100,000, la resolución de 50 m es adecuada.

OBS: Verificar en el "Panel de Control" que el plano de información temático pasará a contener la representación imagen.

4.5.11. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN

LOCALIZACIÓN DE MEDIANAS

Utilizando la herramienta "Localización de las Medianas" se puede localizar en una red n medianas, minimizando la suma de todas las distancias de cada punto de demanda a su mediana más próxima.

Suponiendo que se quiere construir una escuela y que se tiene algunas opciones de localización. *"Cuál es la mejor localización a fin de que las distancias recorridas por los niños sea mínima?"*. En esta versión inicial el problema se caracteriza en escoger un número n de medianas, de un total de objetos y optimizar la suma de las distancias de cada objeto a la mediana más próxima.

EJECUTAR ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN

- Seleccionar en el Panel de Control un PI de la Categoría Red, Catastral o Temático (este PI deberá ser compuesto solamente de puntos)
- En el menú principal hacer clic en Red, Catastral o Temático y, en seguida, entre las opciones que se presentan escoger " Localización de medianas...". La ventana "Análisis de Localización " se presenta;

- Plano corriente es presentado en el texto;
- Ingresar el número de medianas;
- Ingresar la categoría del objeto;
- Escoger en la lista "Cálculo de distancia", si la distancia debe ser lineal o red. En el caso "lineal", se considera la distancia lineal entre el punto y la mediana. En el caso "red", la mediana es escogida de tal forma que la distancia que el objeto debe recorrer en la red para llegar a la mediana sea mínima.
- Hacer clic en Ejecutar.

4.6. MENÚ MNT

4.6.1. EDITAR

El modelo digital de terreno es una representación matemática de la distribución espacial de una determinada característica vinculada a una superficie real. Para obtener esta representación es necesario hacer la digitalización de líneas y puntos, que constituirán las muestras para posteriormente generar interpolaciones (rejillas) y obtener productos, tales como visualizaciones en 3D, perfil etc.

En la digitalización de líneas el cursor acompaña los contornos, abiertos o cerrados, definidos en el mapa. Se asocia a la línea un valor de coordenada z (cota). Otro tipo de línea que puede ser digitalizado son las líneas de quiebra. Las líneas de quiebra son utilizadas para la generación de rejillas triangulares por interpolador quíntico. Estas líneas pueden referirse a discontinuidades en la superficie, representadas por el alineamiento de valles o crestas.

En la digitalización de puntos se aplica manualmente el cursor de la mesa a un punto, y sus coordenadas (x,y) son registradas. Se asocia al punto un valor de coordenada z (cota).

Un mapa de MDT deberá estar asociado a una categoría del modelo numérico (MNT), donde el proceso de modelaje espacial es definido por geocampos, así para una área geográfica dada, un geocampo numérico asocia a cada punto del espacio un valor real.

Un mapa de MDT puede ser almacenado en la forma **vectorial** (cuando la representación referente a las muestras o rejilla triangular exista) o **matricial** (cuando una rejilla regular exista).


En la representación vectorial, la topología puede ser del tipo arco-nodo, con arcos que se conectan entre sí a través de nodos (punto inicial y final) o Rejilla Triangular (TIN), en la que los arcos se conectan a través de puntos, formando una malla triangular.


La representación matricial es del tipo rejilla rectangular, o sea, un área dada será dividida en células de tamaño fijo, donde cada célula tendrá un valor de acuerdo con el tipo de dato mostrado y el interpolador utilizado.

DIGITALIZACIÓN DE MUESTRAS

Los mecanismos de edición tales como Modo (Continuo o Paso), Topología Manual (Automática no es utilizada en este tipo de dato), Factor de Digitalización y todas las opciones de Edición de puntos y líneas, son los mismos descritos para mapas temáticos o catastrales, no se debe olvidar de informar el valor de Z antes de iniciar la digitalización.

DIGITALIZACIÓN DE ISOLÍNEAS

- Activar el Banco de Datos y el proyecto deseados;
- Crear un Plano de Información del modelo numérico. La escala del PI debe ser la misma del mapa (omitir esta etapa caso el PI haya sido creado anteriormente);
- Hacer clic en Herramientas, Calibrar Mesa... en caso no haya sido ejecutada la calibración anteriormente para el mapa fijado a la mesa;
- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que contendrá los datos que serán digitalizados;
- Hacer clic en MNT - Edición Vectorial.. o Editar - Vectorial... en el menú principal;
- Hacer clic en Edición Gráfica;
- Hacer clic en el botón de opciones Editar y seleccionar Líneas;
- Hacer clic en el botón de opciones Modo y seleccionar entre Paso o Continuo;
- Hacer clic en el botón de opciones Factor de Digit.(*mm*) y Seleccionar un valor (el valor es función de la escala del PI);
- El botón de opciones Topología no está disponible, pudiendo utilizar solamente la opción Manual;
- Digitar en Valor Z (el valor de cota de la isolínea) haciendo clic en el botón . No se debe olvidar hacer clic en Ejecutar y Cerrar para que el sistema asuma el valor digitado.

- Hacer clic en Maestra si se desea que la isolínea a ser editada tenga un visual diferenciado de las demás. En este caso el espesor tendrá un valor mayor; hacer clic en CR para que el sistema asuma el valor digitado.
- Hacer clic en Crear Líneas (para isolíneas abiertas) o Crear Línea Cerrada (para isolíneas cerradas, es decir, se cierran como islas) tal y como se desee;
- Si la digitalización se efectúa vía mesa Hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. En este momento solamente el cursor de la mesa tiene efecto;
- Iniciar la digitalización con el BE (botón izquierdo) del mouse o el Botón 1 de la mesa;
- Hacer clic el BD (botón derecho) del mouse o Botón 2 de la mesa para cerrar un arco o una isla;
- Hacer clic el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).


Al iniciar la edición de un arco o isolínea, como "por defecto" se utiliza el color verde y al finalizar el arco, este pasa a color rojo.

Es más ventajoso digitalizar todas las isolíneas de mismo valor de Z, antes de cambiar el valor de la cota. Al cambiar el valor de Z para la próxima isolínea no hay que olvidar hacer clic en el botón CR para que el sistema reconozca que fue alterado el valor. Para corregir valores de Z incorrectos, se debe utilizar la operación de Verificación, la cual se describe más abajo.

Para muestras de modelo numérico (isolíneas) puede ser útil que cada isolínea se presente con un color diferente. Esto facilita la identificación de errores en la cota de las mismas. Este recurso depende de la escala del PI para generar la graduación de colores, y para habilitar se debe alterar el visual del área para el tipo VACIO, a partir de la ventana "Plano de Información".

CORRIGIENDO LÍNEAS EN MAPAS NUMÉRICOS

- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que será editado;
- Hacer clic en MNT - Editar en el menú principal. También se puede optar por Editar - Vectorial para editar el PI activo;
- Hacer clic en Edición Gráfica;

- Se puede Hacer clic en Contorno () para mostrar los límites del PI en edición. Esto muestra el límite útil del PI. No es permitido editar el contorno;
- Hacer clic en el botón de opciones Editar y Seleccionar Líneas;
- Escoger la operación deseada: Adicionar Punto, Mover Punto, Mover Arco, Mover Área, Quebrar Línea, Juntar Línea, Eliminar Línea, Eliminar Punto, Limpiar Área, Concatenar Líneas o Concatenar Área

GUARDANDO ISOLÍNEAS

Las líneas editadas se presentan en color rojo. Para que sean definitivamente almacenadas en la estructura vectorial de SPRING es necesario hacer clic el botón "Salvar o guardar". Las líneas se presentan en el color definido para el visual del PI activo. Después de guardar las líneas no es posible realizar la operación "Deshacer"


DIGITALIZACIÓN DE LÍNEAS DE QUIEBRA

La edición de líneas de quiebra ocurre de modo semejante a la edición de una isolínea, con la diferencia que no existe valor de Z para la misma. Normalmente, estas líneas son utilizadas como crestas de colinas o fondos de valles.


DIGITALIZACIÓN DE PUNTOS ACOTADOS

Los puntos acotados deben estar en el mismo PI de las líneas, en caso que se necesite que el sistema los reconozca a la hora de usar los interpoladores. Así como las isolíneas, los puntos acotados pueden ser editados vía mesa digitalizadora o mouse. Los pasos para realizar la digitalización son:


- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que contiene los datos a ser digitalizados;
- Hacer clic en MNT - Edición Vectorial o Editar - Vectorial en el menú principal;
- Hacer clic en Edición Gráfica;
- Hacer clic en el botón de opciones Editar y seleccionar Puntos. Los botones de Edición de Puntos están habilitados;
- Digitar en Valor Z el valor de punto. No olvidar hacer clic en CR para que el sistema asuma el valor digitado;
- Hacer clic en Crear para seleccionar opción de insertar puntos;

- Si la digitalización es vía mesa, Hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. En este momento solo el cursor de la mesa tiene efecto;
- Iniciar la digitalización haciendo clic con el BI (botón izquierdo) del mouse o el Botón 1 de la mesa para insertar un punto;
- Hacer clic en el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

ELIMINAR PUNTOS DE MAPA NUMÉRICO

- En la ventana de edición vectorial, Hacer clic en Eliminar para seleccionar opción de eliminar puntos;
- Si la digitalización se realiza vía mesa Hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. En este momento solamente el cursor de la mesa tiene efecto;
- Hacer clic con el BI (botón izquierdo) del mouse el o Botón 1 de la mesa sobre el punto;
- Hacer clic en el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

MOVER PUNTOS EN EL MAPA NUMÉRICO

- En la ventana de edición vectorial, Hacer clic en Mover para seleccionar opción de mover puntos ;
- Si la digitalización se realiza vía mesa, Hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. En este momento solamente el cursor de la mesa tiene efecto
- Hacer clic con el BI (botón izquierdo) del mouse o el Botón 1 de la mesa sobre el punto y arrastrar hasta la posición deseada;
- Hacer clic el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

GUARDAR PUNTOS ACOTADOS


Así, como ocurre en las líneas, los puntos existirán en la estructura vectorial de SPRING, después de hacer clic en el botón "Salvar o guardar". Después de salvar no será posible realizar la operación de "Deshacer".

Los puntos editados se presentan como círculos rojos, después de guardados se presentan en color y estilo definido en el visual del PI en la categoría a la que pertenecen.

VISUAL DE PI

Durante la digitalización de las isolíneas y puntos de un mapa, la visual no puede ser alterada.


ALTERAR VISUAL


- Hacer clic en Visual para desplegar la ventana "Visuales de presentación Gráfica".
Alterar los parámetros de espesor de línea, color etc.;
- Hacer clic en ejecutar para efectuar las alteraciones;
- Hacer clic en Ejecutar - Visualizar o  en la pantalla activa para ver las alteraciones.

AJUSTE DE NODOS

El ajuste de los nodos garantiza la coincidencia de los nodos en el extremo de las isolíneas. El algoritmo utiliza una tolerancia definida por el usuario, que corresponde a un valor de distancia centrado en cada nodo. Si otro nodo estuviera contenido en el área del cuadrado definido por el factor de tolerancia, se ajustará para un único nodo, siendo el mismo procedimiento para todos los nodos.

Se debe tener cuidado con valores grandes de tolerancia, para que no ocurra la unión de isolíneas con valores de cota Z diferentes. Cuanto menor es el factor de tolerancia, menor es la posibilidad de errores y mayor la posibilidad de no comprender todos los nodos vecinos. Se sugiere la utilización de un factor de tolerancia mínimo, y en caso de puntos no ajustados, utilizar el ajuste manual (Juntar Líneas), a través de las opciones de edición de líneas.

Durante la fase de edición de líneas o corrección de posibles arcos que no hayan sido unidos para cerrar polígonos, se puede hacer clic en la opción Mostrar Nodos, en la caja de diálogo Edición Topológica. Después de activar esta opción hacer clic en Ejecutar - Visualizar o  de la pantalla activa que contiene los arcos editados. En la extremidad de cada arco (nodo) aparecerá una estrella (X) de color azul cuando este no se encuentre conectado a otro, y un círculo verde cuando haya un nodo con más de un arco, es decir, el ajuste de dos o más arcos se haya ejecutado correctamente.

Existe también la opción de presentar el contorno del PI activo, activando el botón Contorno de la caja de diálogo "Edición Topológica"; en seguida, hacer clic en ejecutar - Visualizar o  de la pantalla activa.

Aunque la poligonalización de datos de modelos digitales de terrenos no sea usual, puede ser requerida, como en el caso del análisis de cuencas hidrográficas, cuando se desean informaciones como área y volumen de los intervalos de curvas hipsométricas. De esta forma, se hace necesario generar los polígonos a partir de informaciones altimétricas. En este caso, los datos de MDT deberán ser convertidos para la categoría temática, ajustados, poligonalizados y posteriormente tener las clases temáticas asociadas.

VERIFICACIÓN DE DATOS

La función de verificación permite obtener informaciones respecto a los datos digitalizados. Dependiendo del modelo del PI activo se tiene:

- Informaciones se presentan al pie de la ventana; para PI's temáticos y Catastrales;
- Informaciones en ventanas específicas con posibilidad de alteraciones; para PI's Numéricos y Redes

Para PI's temáticos o catastrales los siguientes datos se pueden verificar al pie de la ventana:

- Líneas: número de la línea (L:), número de puntos de la línea (pts), ancho (en metros), polígono de la derecha (PR), polígono de la izquierda (PL) y clase si pertenecen a un PI temático;
- Puntos: número del punto y coordenadas de este punto;
- Polígonos: número del polígono (P), número de líneas del polígono (L), número de polígonos hijos (H) y clases (C) si es temático;
- Nodos: número del nodo (Nodo) y número de líneas ligadas al nodo (Líneas).
- Objetos Múltiplos: muestra en la pantalla todos los puntos/líneas/polígonos que están unidos a más de un objeto. Se puede utilizar también para un mapa de redes. Automáticamente retorna a la opción "Líneas" después de realizar los objetos en la pantalla;

- Líneas individuales: muestra en la pantalla todas las líneas que son límites a solamente un polígono o a ningún polígono. Automáticamente retorna a la opción "Líneas" después de realizar los objetos en la pantalla.

Para PI's numéricos y redes además de que las informaciones se presentan al pie de la ventana, otras ventanas se presentan.

- Para PI's numéricos: Verificar / Alterar valores de isolíneas ?
- Para PI's numéricos: Verificar / Alterar valores de puntos ?
- Para PI's redes: Verificar / Alterar valores de impedancia y demanda de las líneas ?

El procedimiento para hacer la verificación de cualquier dato se presenta a continuación.

VERIFICAR DATOS EN UN PI ACTIVO

- Activar en el "Panel de Control" el PI que desea verificar;
- Hacer clic en Editar - Vectorial en el menú principal. La ventana "Edición Topológica" se presenta. Esto puede ser hecho también a través de las opciones temático - Edición Vectorial, Numérico - Edición Vectorial, Catastral - Edición Vectorial o Redes - Edición Vectorial dependiendo del modelo del PI activo;
- Hacer clic en Verificación. Todas las otras opciones de la ventana están deshabilitadas;
- Hacer clic en el botón Verificar y seleccionar entre las opciones que se presentan;
- Hacer clic sobre la entidad en la pantalla y observar las que están realzadas. Los valores se presentan al pie de la ventana de edición o en otra ventana (caso numérico y redes) para hacer alteraciones.

En el caso de polígonos, al hacer clic sobre el mismo en la pantalla activa, un cuadrado de color verde destaca el polígono con un número, tal y como ilustra la figura 4.63.

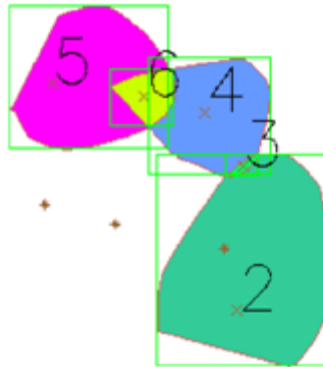


Figura 4. 63. Verificación de datos

4.6.2. MOSAICO

Para ver el procedimiento de cómo se realiza un mosaico de datos de la categoría MNT favor referirse a la Sección 4.2.4 pagina 257 de este documento

4.6.3. SUAVIZACIÓN DE LÍNEAS

SUAVIZACIÓN DE LÍNEAS

Un mapa de isolíneas generado a través de métodos analógicos tradicionales evita que las líneas sean visualmente suaves. Cuando las isolíneas son obtenidas a través de sistemas digitales a partir de rejillas regulares rectangulares o rejillas irregulares triangulares, se observan bordes abruptos. Un método de suavizado de isolíneas crea aproximaciones de curvas para estos datos. La spline Catmull-Rom fue seleccionada para suavizar las isolíneas debido a sus propiedades de interpolación de puntos de control y la simplicidad de cálculo.

La figura siguiente muestra las isolíneas suavizadas en líneas trazadas y el dato original en líneas continuas.

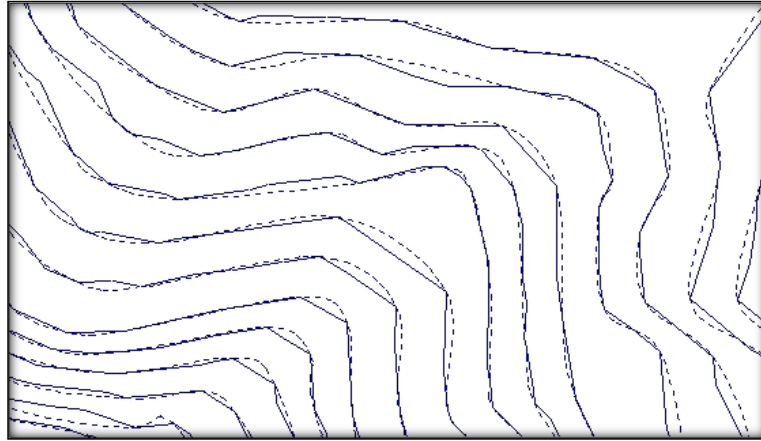


Figura 4. 64. Suavización de líneas

Para suavizar líneas se debe seguir los pasos siguientes:

- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Informaciones que contiene los datos (muestras o isolíneas) a ser suavizadas;
- Hacer clic en MNT - Suavizado de Líneas del menú principal;
- En Entrada: hacer clic la representación que será suavizada: Muestra o Isolínea. El sistema habilita solamente la(s) representación(es) existentes asociada(s) al PI activo de entrada;
- Digitar el nombre del Plano de Salida que contendrá las líneas simplificadas. Por "*defecto*" el sistema presenta el nombre del PI activo. Si se desea preservar el dato original, digitar otro nombre para el PI de salida;
- Digitar el Factor de Simplificación. Este valor será utilizado para hacer un filtro de las líneas de entrada. Por "*defecto*" el sistema presenta un valor calculado a partir de la escala definida para el PI activo (0.4 mm en la escala). Si se desea el valor puede ser modificado;
- Digitar la Distancia Máxima. Este valor definirá la distancia entre los puntos de las líneas simplificadas. Por "*defecto*" el sistema presenta un valor calculado a partir de la escala definida para el PI activo (0.4 mm en la escala). Si se desea el valor puede ser modificado;
- Hacer clic en Ejecutar para suavizar las líneas.

NOTA: Botón Simplificar Salida: al seleccionar ese botón las líneas después de suavizadas pasan por el método de simplificación de Douglas-Peucker, usando como tolerancia para simplificación el mismo factor de suavización.

4.6.4. CREACIÓN DE RÓTULOS

Para el modelo numérico se puede generar texto para muestras en general, tanto para puntos como para líneas acotadas.

GENERAR TEXTO PARA UN PI DE MODELO NUMÉRICO

Para puntos y maestras: Serán generados textos solamente para puntos y líneas maestras del PI activo.

Alterando maestras:

- Se debe proveer un valor en metros para isolínea inicial, a partir de la cual serán designadas las maestras.
- Proveer el intervalo entre las maestras; Por ejemplo, si su dato comprende cotas entre 0 y 1000 metros, entonces, podemos definir como isolínea inicial el valor de 0 y como intervalo 100. Entonces serán definidas 10 líneas maestras.
- Definiendo la Distancia entre los textos (metros): Valor entre un texto y otro en una misma isolínea.
- Definiendo el número (#) de decimales del texto. Varía de 0 a 6. *Esta opción es válida solamente para MNT.*
- Definiendo Visual: al hacer clic el botón Visual será presentada la ventana Visuales de Presentación Gráfica - Texto con algunos valores padrón, bastando alterar alguno de estos valores, usualmente color, grosor y espaciado, mientras que el ángulo será calculado por el algoritmo, entonces **hacer clic** en Ejecutar en la ventana de Visual para cerrar la definición.
- Otro campo a ser definido es el desplazamiento horizontal en el control de visualización. Este valor es utilizado como desplazamiento entre el ponto 3D y el texto a ser insertado.

Para puntos e isolíneas: Serán generados textos para todas las isolíneas y puntos del PI activo.

- En este caso se debe definir la distancia entre textos, el visual y el desplazamiento horizontal entre texto y puntos, como se expresó anteriormente.

Hacer clic en Ejecutar. El texto será generado y enseguida será visualizado en la pantalla activa de SPRING.

4.6.5. CREACIÓN DE RETÍCULA RECTANGULAR



Para generar una retícula Rectangular:

- Verificar que fue creado anteriormente un PI del modelo numérico conteniendo muestras (puntos y/o isolíneas) que fueron editadas o importadas o una retícula rectangular o triangular;
- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que contiene los datos (muestras o retículas) para la generación de la retícula rectangular;
- Hacer clic en MNT - Generación de Retícula Rectangular del menú principal;
- En Entrada hacer clic en la representación que originará la retícula: Muestra (puntos y/o isolíneas), Retícula (retícula rectangular) o TIN (retícula triangular). El sistema habilita solamente la(s) representación(es) asociada(s) al PI activo de entrada;
- Escribir el nombre del Plano de Salida que tendrá la retícula. Por "*defecto*" el sistema presenta el nombre del PI activo. Si se desea generar una retícula con Área del Proyecto y/o Resolución diferente del plano de origen, escribir otro nombre para el PI de salida;
- Hacer clic en el Área del Proyecto en caso de querer generar una retícula para un área geográfica menor que el área del PI activo. En este caso deberá ser informado el nombre de otro PI de salida;
- Proporcionar la Resolución de la retícula en X (m) y Y (m). La resolución presentada corresponde al valor definido durante la creación del PI numérico o durante otro proceso de interpolación. Si se desea informar una resolución diferente del PI activo, será necesario cambiar el nombre del PI de salida.
- Seleccionar el Interpolador. Las opciones disponibles dependerán de la representación del PI de entrada seleccionado anteriormente. Si la opción es Muestras los interpoladores disponibles son: Media Ponderada/Cota/Cuadrante/; Media Ponderada/Cuadrante; Media Ponderada; Media Simple o Vecino más próximo. Si la opción es Retícula rectangular los interpoladores disponibles son: Bilinear o Bicúbico. Y en el caso que la opción sea TIN para la generación de retícula rectangular los

interpoladores son: Lineal, Polinomio de quinto grado sin líneas de quiebra o polinomio de quinto grado con líneas de quiebra;

- Hacer clic en Ejecutar para generar la retícula rectangular.

Después de generar una retícula rectangular en un PI del modelo numérico, se tiene también disponible en el "Panel de Control". Para visualizar la retícula basta activar el PI que la contiene y seleccionar la representación Retícula en el panel.

Para no saturar la presentación de los puntos en la pantalla, el sistema hace un remuestreo mostrando una cantidad de los puntos. En el caso que se realicen varias aplicaciones de escala con el cursor de área () o Zoom. En (), se puede llegar a ver realmente todos los puntos del área ampliada. Las figura 4.66 presenta las muestras de un PI numérico y las muestras con la retícula de la misma área.

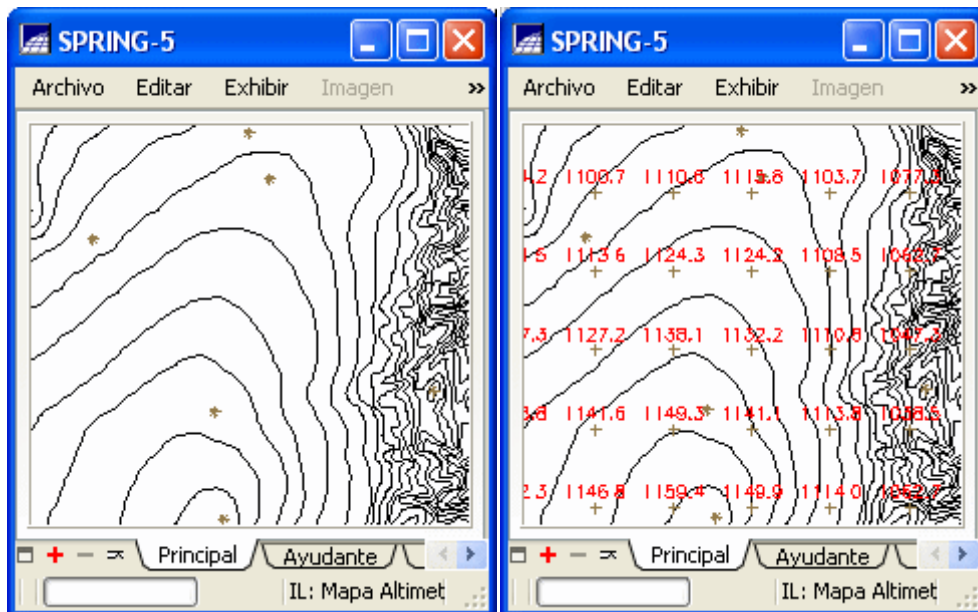


Figura 4. 65. Generación de retículas rectangulares

Se puede alterar la visual de presentación de la retícula al hacer clic en Editar - Plano de Información en el menú principal, seleccionar la representación Retícula del PI numérico y hacer clic en Visual para hacer las alteraciones.

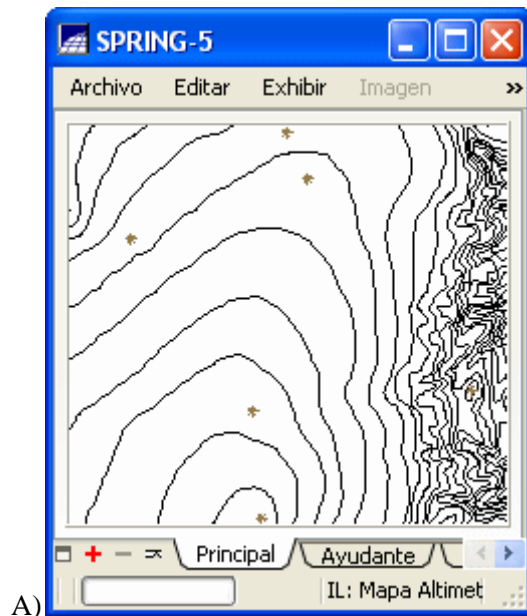
4.6.6. CREACIÓN DE RETÍCULA TRIANGULAR

- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que contiene las muestras (isolíneas y puntos acotados) para la generación de la retícula;
- Hacer clic en MNT - Generación de Retícula Triangular en el menú principal;
- En Entrada - hacer clic en la representación que dará origen al TIN: Muestra (puntos y/o isolíneas), Retícula rectangular o Retícula triangular (TIN). *En esta versión del SPRING solamente la opción Muestra está disponible;*
- Proporcionar el nombre del PI de salida que contendrá el TIN. Por " defecto" el sistema presenta el nombre del PI activo. Si se desea generar un TIN con el Área del Proyecto diferente del plano de origen, escribir otro nombre para el PI de salida;
- Hacer clic en Área del Proyecto en caso que se desee generar la retícula para un área geográfica menor que el área del PI activo. En este caso, se deberá informar el nombre de otro PI de salida;
- Seleccionar el Tipo del interpolador: Se pueden seleccionar la triangulación de Delaunay, Delaunay con modificación por Menor Ángulo entre normales o la triangulación de Delaunay por modificación Con Isolíneas que no interceptan las aristas de la triangulación (ver descripción anterior);
- Informar si el interpolador utilizará líneas de quiebra o no. En caso se utilicen líneas de quiebra, se puede informar el nombre de un PI (temático, catastral o redes) que contiene las líneas de quiebra o si no es informado, el sistema busca líneas de quiebra en el propio PI numérico que contiene las muestras. En el caso que No, el sistema no considera líneas de quiebra;
- En Simplificación de Líneas se tienen los valores de la fase de Preprocesamiento de los Datos presentados anteriormente, que son calculados inicialmente a partir de la escala definida para el PI activo. Se pueden alterar los parámetros de *Tolerancia de Isolíneas (m)*, *Distancia entre puntos de Isolíneas (m)* y *Tolerancia de Líneas de Quiebra (m)*;
- Definir en Triangulación el valor de la Menor Arista (m);
- Hacer clic en Ejecutar para confirmar la generación de la retícula Triangular.

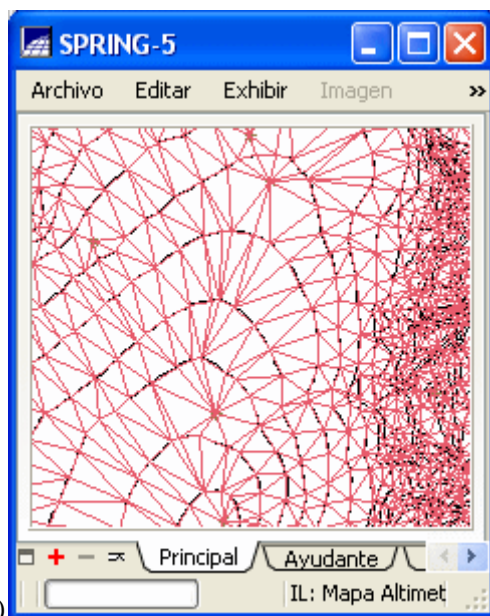
Después de generar una retícula triangular en un PI del modelo numérico, se tiene también disponible en el "Panel de Control". Para visualizar la retícula basta con activar el PI que la contiene y seleccionar la representación TIN en el panel.

El resultado de la triangulación de **Delaunay** se presentan en las Figura 4.66: en (A) se tienen las muestras (isolíneas y puntos acotados) de una carta 1:25,000. En (B) y (C) se tienen las retículas triangulares generadas con parámetros de simplificación diferentes: *Tolerancia de Isolíneas (m)* = 10 y 5, *Distancia entre puntos de Isolíneas (m)* = 200 y 100 y *Tolerancia de Líneas de Quiebra (m)*= 10 y 5 respectivamente. La densidad de triángulos generados en (C) es prácticamente el doble, en función de la reducción de los parámetros anteriores y también el espacio requerido para almacenar es mayor.

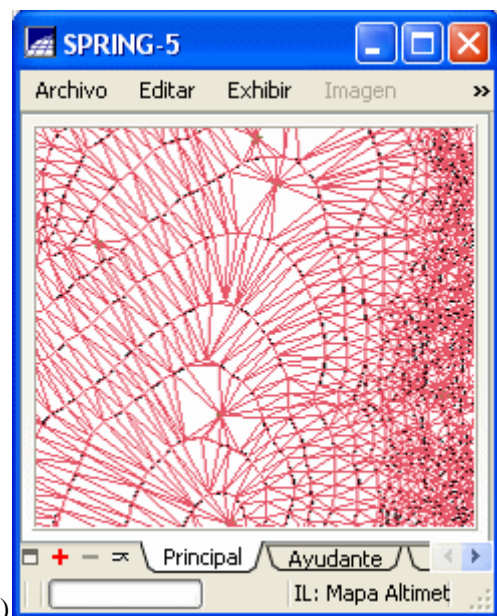
Se recomienda hacer algunas pruebas para encontrar la triangulación que se adapte mejor a la escala de trabajo y al propio modelaje.



A)



B)



C)

Figura 4. 66. Retículas triangulares generadas a partir de parámetros diferentes

NOTA: Se puede alterar la visual de presentación de la retícula triangular haciendo clic en Editar- Plano de Información en el menú principal, Seleccionar la representación TIN del PI numérico y hacer clic en Visual para hacer las alteraciones.

4.6.7. CREACIÓN DE IMAGEN

GENERAR IMAGEN EN NIVELES DE GRIS E IMAGEN SOMBREADA

- Verificar que una retícula rectangular fue generada para el plano de información de categoría numérica deseada. Caso contrario, al intentar acceder a la función de generación de imagen, el siguiente mensaje se presenta: "No se encontró rejilla en el Plano de Información activo!";
- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que contiene la rejilla rectangular;
- Hacer clic en MNT del menú principal y seleccionar Generación de Imagen;
- Seleccionar el tipo de Imagen deseada, Nivel de Gris o imagen Sombreada (ver lo que se hace para cada opción a continuación);
- Rellenar los campos VMin y Vmax con los valores mínimo y máximo, respectivamente, de cota a ser considerados en la transformación de la rejilla en imagen. Los valores fuera de esa franja son mapeados para el nivel de Gris 0, cuando fuera menor que VMin, y para 255, cuando fuera mayor que VMax. Observación: Valor de VMin debe ser menor que valor de VMax.
- Hacer clic en Categoría de Salida y utilizar el cuadro de diálogo "Lista de Categorías" para escoger una categoría del modelo Imagen la cual estará asociada al PI de salida. Después de escoger la categoría, hacer clic en Ejecutar en esta ventana;
- Seleccionar el tamaño en bits de imagen de salida;
- Digitar el nombre del PI de Salida;
- Para Imagen en Nivel de Gris: basta hacer clic en Ejecutar para crear la imagen en niveles de Gris;
- Para Imagen Sombreada , completar los Parámetros de Iluminación:
 - **Azimuth** en grados: corresponde a la posición de la fuente luminosa, a partir del Sur (eje y), variando de 0° a 360°, en el sentido anti-horario.
 - **Elevación** en grados: corresponde al ángulo entre la fuente luminosa y el plano de superficie, varía de 0° a 90°.
 - **Exagero** de relevo: es el valor para incrementar en la escala vertical de la superficie en relación a la escala horizontal.

- Hacer clic en Ejecutar para crear la imagen

Después de generar la imagen (niveles de Gris o sombreada) en un PI del modelo imagen, esta está disponible en el "**Panel de Control**". Para visualizar la imagen, basta activar el PI que la contiene y seleccionar la representación **M** (monocromático) para Visualizar.

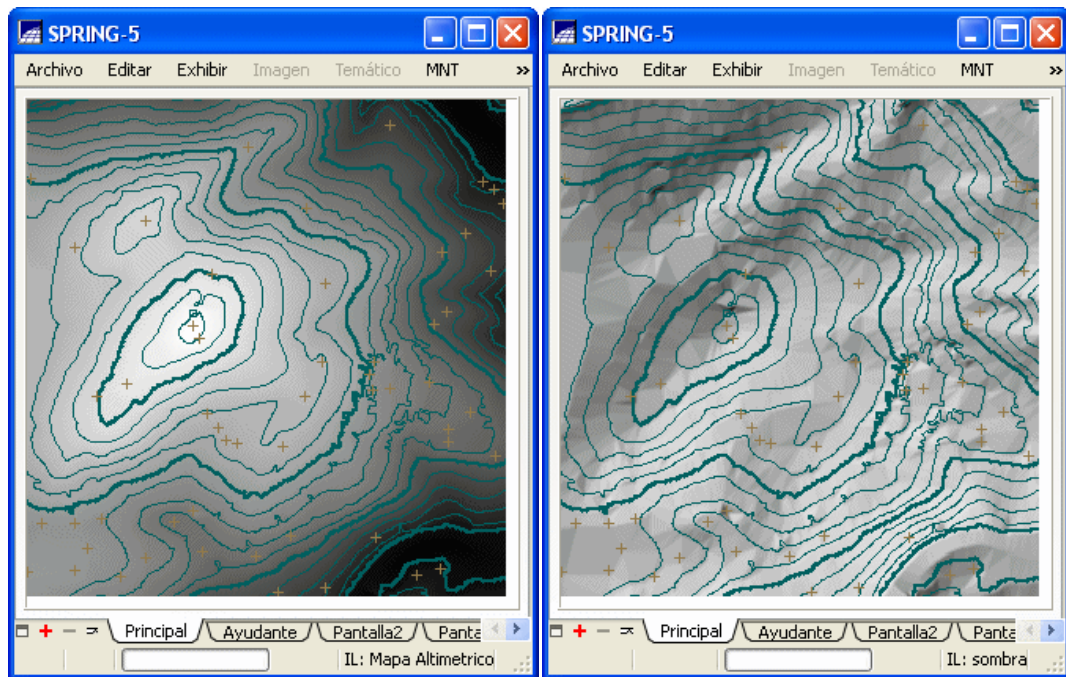


Figura 4. 67. Imagen en niveles de gris y sombreada

4.6.8. PENDIENTE

GENERAR MAPA DE DECLIVIDAD Y ASPECTO.

- Verificar que una retícula rectangular o triangular fue generada a partir del plano de información altimétrico apropiado.
- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que contiene a la retícula rectangular o triangular que será utilizada para el cálculo de la declividad o exposición;
- Hacer clic en MNT del menú principal y seleccionar Declividad...;
- En Entrada seleccionar entre Retícula o TIN. Solamente quedará habilitada la opción en que está la representación asociada al PI activo;

- En Salida seleccionar entre Declividad o Exposición según lo deseado;
- En Unidad (*solamente para la opción Declividad*) escoger la salida para los valores de la retícula de declividad: Grados o Porcentaje;
- Hacer clic en Categoría de Salida y utilizar la caja de diálogo "Lista de Categorías" para escoger la categoría numérica que será utilizada. Por *defecto* solamente categorías del modelo numérico se presentan. Después de escoger la categoría Hacer clic en Ejecutar en esta ventana;
- Definir el nombre del PI de Salida que será creado;
- Hacer clic en Área de Proyecto en caso se desee generar la retícula de salida para un área geográfica menor que el área del proyecto. No es necesario realizar esta opción en el caso que se desee la misma área del plano activo;
- Informar la Resolución de la retícula en X(m) y Y(m) en metros;
- Hacer clic en Ejecutar para generar declividad/exposición.

Una vez creada la retícula de declividad o exposición, se debe efectuar la delimitación de intervalos (fatiamento) de la misma para obtener un mapa temático que represente los intervalos de declividad/ exposición conforme lo deseado.

4.6.9. DELIMITACIÓN DE INTERVALOS

DELIMITAR INTERVALOS DE UN MODELO DIGITAL DEL TERRENO

- Verificar que una retícula rectangular ha sido generada para el plano de información de la categoría numérica deseada, en caso contrario el siguiente mensaje será presentado ¡"No encontró grid en el Plano de Información activo!", al intentar acceder a la función de delimitación de intervalos;
- Activar en el "Panel de Control" el PI que contiene la retícula rectangular que será utilizada para la delimitación de intervalos;
- Hacer clic en MNT del menú principal y Seleccionar Delimitación de Intervalos para abrir la ventana asociada;
- Hacer clic en Categoría de Salida y utilizar la ventana "Lista de Categorías" para escoger cual categoría temática será utilizada. Por *defecto* solamente categorías del modelo temático se presentan. Después de escoger la categoría hacer clic en Ejecutar en esta ventana. La categoría escogida deberá contener clases temáticas compatibles con los

intervalos ("fatias") que serán generados, en caso contrario volver a Archivo – Modelo de datos y definir las mismas;

- Definir el nombre del PI de Salida que tendrá la imagen temática "fatiada";
- Hacer clic en Definición de Intervalos
- Volver a la ventana "Delimitación de Intervalos MNT" hacer clic en Asociación Intervalos-Clases para seleccionar la clase temática que corresponderá a cada intervalo del "fatiamento"
- En la ventana "Delimitación de Intervalos MNT", hacer clic en Ejecutar para realizar la delimitación de intervalos de la retícula.

La imagen delimitada en intervalos "fatiada" (en la representación raster) estará disponible en el "**Panel de Control**" después que el procesamiento haya terminado. Para visualizar la imagen temática basta con activar el PI generado anteriormente y seleccionar la representación Imagen para visualizar. Si se desea se puede convertir esta imagen temática a vector

La figura 4.68 muestra un ejemplo de delimitación de intervalos ("fatiamento") realizado sobre una retícula numérica con valores de distancias. Para la generación de un **mapa de distancias** ("*buffer*") se necesita generar una retícula de distancias, que posteriormente debe ser "fatiada" para producir un mapa temático.

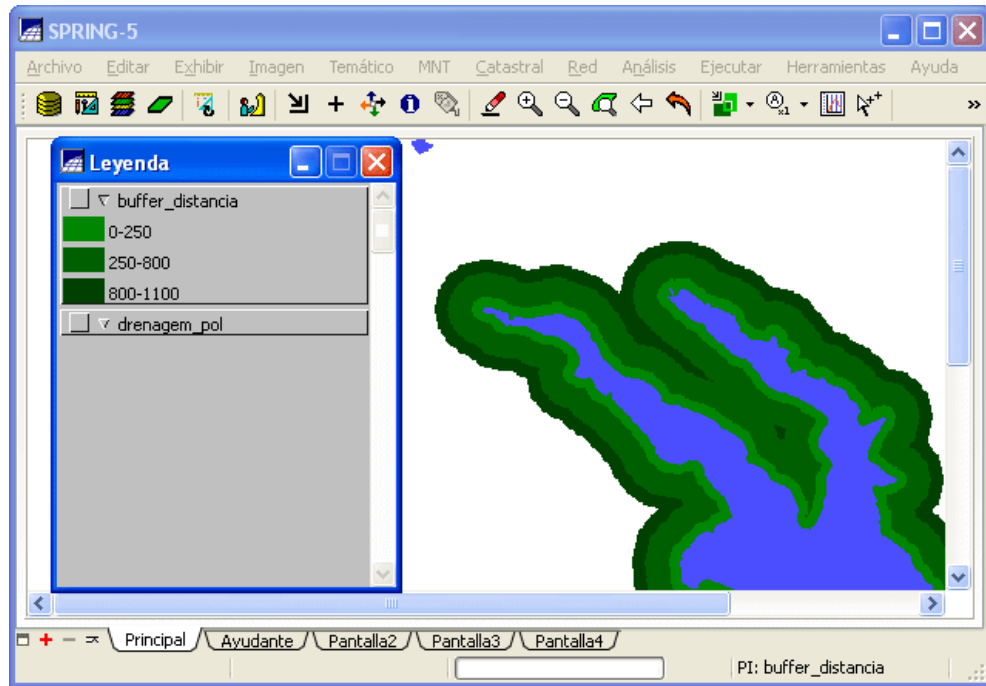


Figura 4. 68. Ejemplo de Delimitación de intervalos (Fatiamento)

4.6.10. CREACIÓN DE ISOLÍNEAS

GENERAR ISOLÍNEAS

- Verificar que una retícula rectangular o triangular se encuentre generada para el plano de información deseado. Se sugiere que las isolíneas sean generadas inicialmente en la Pantalla, de manera de poder verificar si está coherente antes de registrarla definitivamente, generando con la opción Archivo.
- Activar en el "Panel de control" el PI que contiene la retícula para generar isolíneas;
- Hacer clic en MNT del menú principal y seleccionar Generación de isolíneas para abrir la ventana asociada;
- Seleccionar la opción Pantalla para solamente presentar las isolíneas en la pantalla o Archivo para crear esta representación definitivamente;
- En Entrada - Seleccionar la retícula sobre la cual serán generadas las isolíneas: Retícula rectangular o TIN;
- Seleccionar el modo Fijo si desea que las isolíneas sean equidistribuidas en intervalos iguales o el modo Variable para insertar manualmente las cotas de las isolíneas deseadas;

- En Modo Fijo, se presentan los valores mínimos V_{min} y máximos V_{max} de cota existentes en la retícula seleccionada. Se pueden alterar si se desea y Definir el Paso, o sea, el intervalo constante entre las isolíneas;
- Hacer clic en Ejecutar para presentar las isolíneas en la pantalla o para generar el archivo, dependiendo de la opción seleccionada;
- En Modo Variable, definir Valor de isolínea deseada;
- Hacer clic en Insertar y repetir para cada nuevo valor de isolínea deseado;
- Hacer clic en Borrar en el caso que se desee eliminar un valor de isolínea de la lista;
- Hacer clic en Borrar Todos en el caso se desee eliminar todos los valores de isolínea de la lista;
- Hacer clic en Ejecutar después de definir todos los valores de isolíneas deseados para presentar las isolíneas en la pantalla o para generar el archivo, dependiendo de la opción seleccionada anteriormente.

Si la opción de generar las isolíneas fue en el menú Archivo, las mismas (en la representación vectorial) estarán disponibles en el "Panel de Control" después de haber terminado el procesamiento. Para visualizar las isolíneas, basta con activar el PI generado arriba y seleccionar la representación isolíneas para visualizar.

Las isolíneas generadas por el método de interpolación de no están disponibles para edición. Para poder editar las isolíneas de ese PI se debe **exportar** (para **ASCII** o **DXF**) esta representación (**isolíneas**) e importar nuevamente para un otro PI, de modo que los datos pasen para la representación de **Muestras**.

4.6.11. VISUALIZACIÓN 3D

VISUALIZAR IMAGEN 3D

- Seleccionar en el "Panel de Control" el PI numérico que contiene una retícula rectangular a la cual se desea sobreponer una imagen;
- Hacer clic en MNT del menú principal y seleccionar Visualización en 3D para abrir la ventana asociada;
- Hacer clic en Plano de Textura para seleccionar la categoría y el plano de información asociado que contiene la imagen textura. La ventana "Categorías y Planos" se presenta

- Hacer clic en Ejecutar para confirmar la selección del PI imagen;
- En la ventana "Visualización en 3D" en Límites se muestran los límites del área del proyecto de los datos seleccionados en coordenadas planas (Xmin, Xmax; Ymin, Ymax) y los valores de cota mínima y máxima (Zmin y Zmax) del objeto seleccionado como relieve;
- Seleccionar la proyección deseada, o sea, Paralela, Perspectiva o Par Estereoscopio.
- Si la opción seleccionada es Proyección Paralela: Definir los parámetros del observador:
 - El Azimut es dado por la posición angular (en grados) del observador en relación al Norte en el sentido horario;
 - La Elevación es dada por la posición angular (grados) del observador, en relación al plano horizontal.
- Si la opción seleccionada es Perspectiva: Definir los parámetros del observador: posición del observador en las coordenadas X, Y (en coordenadas planas) y Z (valor de la cota);
 - El Azimut es dado por la posición angular (grados) del observador en relación al Norte, en el sentido horario;
 - La Elevación es dada por la posición angular (grados) del observador, en relación al plano horizontal;
 - La Abertura es dada por el ángulo del observador.
- Si la opción seleccionada es Par Estereoscopio: Definir los parámetros del observador: azimut, elevación (descritos anteriormente);
 - La Distancia entre proyecciones es dada por la distancia entre la separación de dos imágenes en "píxeles".
 - La Exageración Vertical es el valor asociado a la dimensión de z que altera la escala vertical de presentación. Se sugiere valores inferiores a 1.
- Hacer clic en Ejecutar para visualizar la imagen en tres dimensiones.

El resultado de la visualización en 3D no puede ser impreso directamente por **SPRING**, pero se puede crear un archivo imagen en el formato **JPEG** del contenido que esté en la pantalla activa, y posteriormente abrir este archivo en cualquier otro aplicativo.

GUARDAR IMAGEN 3D EN FORMATO JPEG

- Después de crear la imagen en 3D, hacer clic en Archivo - Guardar Imagen JPEG en el menú principal;
- En la ventana "Guardar Archivo Como" elegir el directorio/carpeta donde será creado el archivo y escribir el nombre del mismo;
- Hacer clic en Guardar.

4.6.12. PERFIL

EJECUTAR UN PERFIL

- Activar en el "Panel de Control" un Plano de información del modelo numérico que contenga una retícula rectangular o triangular (en esta versión de SPRING opción disponible solamente para retícula rectangular);
- Hacer clic en MNT del menú principal y seleccionar Perfil... para abrir la ventana asociada;
- En Entrada, seleccionar entre Retícula o TIN de acuerdo con los datos existentes en el PI numérico seleccionado;
- En Trayectoria, seleccionar entre Edición o PI. En la Edición, la trayectoria será definida a partir de la opción edición de líneas, en la opción PI serán utilizadas las líneas del propio Plano de Información como referencia para la trayectoria.

EDICIÓN DE TRAYECTORIA

- Hacer clic en Edición. La parte central de la ventana presenta algunas opciones. En la Edición son definidos los puntos de una línea de la trayectoria, como si fuera la digitalización de arcos en el modo paso;
- En Líneas, seleccionar Crear;
- En el área de visualizado activo hacer clic con el botón de la izquierda (BI) para adquirir el punto inicial e intermedios. Para definir el punto final de la trayectoria Hacer clic con botón de la derecha (BD) del mouse. Definir otras trayectorias si se desea (en total 5);
- Seleccionar Borrar y hacer clic sobre una trayectoria en la pantalla activa para suprimir la línea;

Una vez definida una trayectoria, **Utilizar** los botones en **Puntos** para:

- **Crear:** Hacer clic con el botón de la izquierda (BI) sobre una línea para crear puntos;
 - **Mover:** Hacer clic sobre un punto y arrastrar de su posición original;
 - **Borrar:** Suprime un punto de la línea (trayectoria).
 - **Trayectoria a través de un PI:** En el Plano de Información son utilizados los puntos de líneas ya existentes para las trayectorias.
-
- Verificar si fue activado en el "Panel de control" y presentado en una pantalla el Plano de Información del modelo numérico que contiene la retícula seleccionada y el Plano de Información del modelo temático, catastral o red que contiene la línea de la trayectoria, pues serán usados los datos de estos como referencia;
 - En Trayectoria seleccionar un PI. Observar que la ventana se modifica en la parte central;
 - Hacer clic en Modelo: Temático, Catastral o Red para seleccionar la categoría del PI que dará la trayectoria;
 - Hacer clic en PI para seleccionar la Categoría y el Plano de Información correspondiente y hacer clic seguidamente en Ejecutar;
 - Hacer clic en seleccionar Trayectoria;
 - Utilizar el cursor en el Área de Visualización de la pantalla activa para seleccionar la trayectoria; Hacer clic sobre las líneas y observar que las mismas se destacan con otro color;

* Visualizar el perfil independientemente de cómo fue seleccionada la trayectoria:

- Suministrar el Título del Gráfico;
- Indicar un nombre para el Eje Y y la Unidad (metros, Km, etc) del gráfico;
- Hacer clic en Ejecutar para visualizar el gráfico con el(los) perfil(es) como en la Figura 4.69;

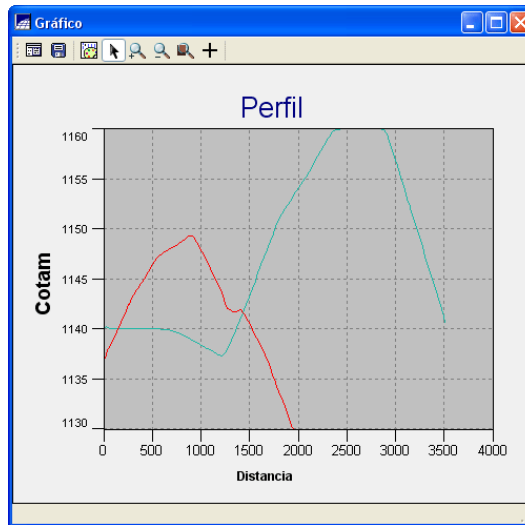


Figura 4. 69. Visualización de perfil

4.6.13. VOLUMEN

CALCULO DE VOLUMEN

- Seleccionar en el "Panel de Control" el PI del modelo numérico que contenga, obligatoriamente, una retícula regular o Triangular (TIN).
- Hacer clic en MNT del menú principal y seleccionar Volumen... para abrir la ventana asociada;
- Hacer clic en Modelos Numéricos para seleccionar el tipo de retícula de entrada, o sea, Grid (retícula rectangular) o TIN (retícula triangular);
- Hacer clic en PI... para seleccionar la Categoría y el Plano de Información temático o catastral que contienen los polígonos para el cálculo del volumen, en la ventana de la figura que sigue y seguidamente hacer clic en Ejecutar;
- Indicar el valor de la Cota Base que definirá el volumen de relleno y el volumen de corte;
- Hacer clic en Opciones de Cálculo: Total o Parcial ;
 - Total - Calcula el volumen total en todas las áreas, polígonos cerrados, del PI;
 - Parcial - Calcula el volumen de uno o más polígono/s seleccionado/s con el botón izquierdo del mouse;
- Hacer clic en Ejecutar para verificar el(los) resultado(s).

OBS: Los resultados aparecen en una tabla, la cual indica los valores de volúmenes de Corte, Relleno, Área y Corte Ideal, para cada polígono cerrado.

Corte: es el volumen calculado arriba de la cota base dada;

Aterro: es el volumen calculado abajo de la cota base dada;

Área: es el valor total o parcial del área.

Cota Ideal - corresponde al valor de cota que mantendrá un equilibrio entre el volumen de corte y el volumen de relleno.

- Hacer clic en Guardar para guardar los resultados en un archivo.
- Hacer clic en Borrar para limpiar el área de resultados.
- Hacer clic en Copiar para insertar una tabla de valores ya existente.

4.6.14. EXTRACCIÓN DE TOPOS

EXTRACCIÓN DE TOPOS (CIMAS)

SPRING toma el concepto "topo" como un área de preservación permanente, y "morro" o "monte" como una "elevación del terreno con cota de cima en relación a la base entre 50 (cincuenta) a 300 (trescientos) metros de ladera con declividad superior al 30% (aproximadamente 17°) en la línea de mayor declividad". Monte "se aplica de ordinario a las elevaciones aisladas en el paisaje". Las reservas ecológicas son definidas "en 'cimas de colinas', montes y montañas, en áreas delimitadas a partir de la curva de nivel correspondiente a los 2/3 (dos tercios) de la altura mínima de la elevación en relación a la base".

El objetivo de esta herramienta es auxiliar en la definición de las áreas de preservación en los "cimas de colinas". Utilizando una retícula regular de elevación como soporte, se puede seleccionar el punto máximo de un "monte" y el punto mínimo (la base del monte). A partir de los puntos de máximo y mínimo seleccionados, el sistema calcula el valor de cota correspondiente a los dos tercios del máximo y genera una isolínea con este valor de elevación. La línea es generada y almacenada en el Plano de Información temático previamente seleccionado. Para realizar la extracción de cimas se debe seguir el procedimiento siguiente:

- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que contiene la retícula regular de elevaciones;
- Hacer clic en MNT - Extracción de Topos del menú principal;
- Hacer clic en PI de Salida;

- Seleccionar la categoría y el Plano de Salida que contendrá las líneas con "topos de morros"(cimas de colinas);
- Hacer clic en Punto Máximo;
- Seleccionar con el cursor de punto sobre la posición de máximo de un "morro";
- Hacer clic en Punto Mínimo;
- Seleccionar con el curso de punto sobre la posición de mínimo (en la base) de un "morro";
- Hacer clic en Generar isolínea para generar la isolínea correspondiente al "topo do morro" seleccionado.

4.6.15. MAPA DE DISTANCIAS

Para ver el procedimiento de cómo crear un mapa de distancias para planos de información de la categoría MNT favor referirse a la Sección 4.5.7 pagina 322 de este documento.

4.6.16. PROCESOS HIDROLÓGICOS

CÁLCULO DE RETÍCULAS HIDROLÓGICAS

En esta interface se calculan las retículas hidrológicas. Se generan dos retículas:

- Una retícula de direcciones de flujo (Local Drain Direction – LDD), que almacena en cada célula de la retícula la dirección del flujo a partir de esa célula y,
- Una retícula de flujos acumulados (ACM), que en cada célula, guarda la información de por cuantas células un determinado flujo pasó antes de llegar a ella.

El nombre del PI de entrada, por ' defecto', es igual al del PI activo, aunque puede ser cambiado. Al nombre escogido se le agregará el prefijo "_LDD" para la retícula de LDD y el prefijo "_ACM" para la retícula de flujos acumulados.

Calculando las retículas hidrológicas:

- Activar en el "Panel de Control" el plano de información numérico que contiene la retícula de altimetría
- Hacer clic en MNT del menú principal y seleccionar Procesos Hidrológicos-Generación de Retículas, para abrir la ventana asociada;

- Hacer clic en Categoría... para escoger la categoría a cual pertenecerá el PI que va a ser creado. La ventana " Lista de Categorías" se presenta. Por 'defecto', solamente las categorías del modelo numérico se presentan. Después de escoger la categoría, Hacer clic en Ejecutar en esta ventana;
- Indicar el nombre del PI de Salida en caso que se desee utilizar un nombre diferente al del PI activo ;
- Hacer clic en Ejecutar para generar las retículas LDD y ACM.

CÁLCULO DE UNA RED DE DRENAJE

Una red de drenaje está definida a partir de " FLUJOS ACUMULADOS". Se suministra un umbral de salida y cada célula de la grilla está identificada. La célula será parte de la red de drenaje si el valor de la célula de la grilla de flujos acumulados fuera mayor o igual al dado. En este caso, el valor de esa célula será insertado en la misma posición en la grilla de salida, que contendrá la red de drenaje. Así, al final del procesamiento solo los valores mayores o iguales al umbral de salida estarán representados en la grilla de drenaje, y en las otras células un valor por 'defecto' será colocado.

A continuación se presenta el procedimiento para el cálculo de la retícula de drenaje:

CALCULAR UNA RETÍCULA DE DRENAJE

- Activar en el "Panel de Control" el plano de información numérico que contiene la grilla de flujos acumulados;
- Hacer clic en MNT del menú principal y Seleccionar Procesos Hidrológicos-Generación de Redes, para abrir la ventana asociada;
- Hacer clic en Categoría para escoger la categoría a cual pertenecerá el PI que va a ser creado. La ventana " Lista de Categorías" se presenta. Por 'defecto', solamente las categorías del modelo numérico se presentan. Después de escoger la categoría, Hacer clic en Ejecutar en esta ventana;
- Indicar el nombre del PI de Salida que contendrá la grilla de drenaje;
- Indicar el umbral de salida deseado
- Hacer clic en Ejecutar para generar la grilla que contendrá la red de drenaje.

CÁLCULO DE MANCHAS DE INUNDACIÓN

El objetivo de esta función es delimitar una región que debe ser inundada bajo determinadas condiciones. Para eso, utiliza la red de ríos (mapa catastral que tiene como atributo el nombre del río), la altimetría representada por una retícula regular y un archivo ASCII generado por el modelo hidrodinámico MIKE11 conteniendo las cotas de inundación, o sea, las posiciones muestreadas en cada río y para cada posición, el valor de inundación, ya sumado con el valor de elevación en el punto. Además, ese archivo debe contener el nombre de cada río para que sea posible asociar las cotas de inundación con el río correspondiente.

El resultado será otra retícula numérica con valores de cotas de inundación en la región de la mancha de inundación y un valor negativo en las otras posiciones. Para visualizar esa mancha se puede generar, posteriormente, un PI temático, atribuyendo una clase o clases para todos los valores de cota de inundación.

CALCULANDO MANCHAS DE INUNDACIÓN

- Activar en el "Panel de Control" el plano de información numérico que contiene la retícula de altimetría
- Hacer clic en MNT del menú principal y seleccionar Procesos Hidrológicos-Mancha de Inundación, para abrir la ventana asociada;
- Seleccionar en Entrada la opción Retículas;
- Hacer clic en PI de entrada para seleccionar un PI catastral que contenga la representación vectorial de los ríos;
- Utilizar el botón Directorio, para posicionarse donde se encuentra el archivo conteniendo las cotas de inundación para ser seleccionado, o Digitar la ruta o camino (path) y hacer clic en CR;
- Seleccionar el archivo deseado entre los que figuran en la lista de archivos;
- Hacer clic en Categoría... para escoger a cual pertenecerá el PI que será creado. La ventana " Lista de Categorías" se presenta. Por 'defecto', solamente las categorías del modelo numérico se presentan. Después de escoger la categoría, Hacer clic en Ejecutar en esta ventana;
- Indicar el nombre del PI de Salida que debe ser diferente del PI activo;
- Hacer clic en Ejecutar para generar la retícula conteniendo la mancha de inundación.

4.7. MENÚ CATASTRAL

4.7.1. EDICIÓN VECTORIAL

Para revisar el procedimiento relacionado con la edición vectorial para el modelo Catastral favor referirse a las sección 4.2.3 pagina 238 de este documento.

4.7.2. MOSAICO

Para revisar el procedimiento de cómo se realiza un mosaico en planos de información de la categoría Catastral favor referirse a la sección 4.2.4 página 257 de este documento.

4.7.3. CREACIÓN DE RÓTULOS

Para el modelo catastral se puede generar textos para objetos para atributos de objetos asociados al plano de información.

GENERAR TEXTOS PARA UN PI DEL MODELO CATASTRAL

Selección:

Presionar el botón categoría para seleccionar una categoría de modelo objeto;

Seleccionada la categoría, será completada la lista de atributos de la categoría seleccionada, y también el RÓTULO, NOMBRE y GEOID. Seleccionar el atributo deseado.

- Definiendo Visual: al hacer clic el botón Visual será presentada la ventana Visuales de Presentación Gráfica - Texto con algunos valores padrón, bastando alterar alguno de estos valores, usualmente color, grosor y espaciado, mientras que el ángulo será calculado por el algoritmo, entonces **hacer clic** en Ejecutar en la ventana de Visual para cerrar la definición.
- Adicionar al PI: Utilizado para el caso en que ya exista la representación texto en el PI activo y si desea adicionar un nuevo texto en el mismo PI.

- Alineamiento: Se pueden definir los siguientes alineamientos:
 - Horizontal:
 - NORMAL
 - LEFT
 - CENTRE
 - RIGHT
 - Vertical:
 - NORMAL
 - TOP
 - CAP
 - HALF
 - BASE
 - BOTTOM

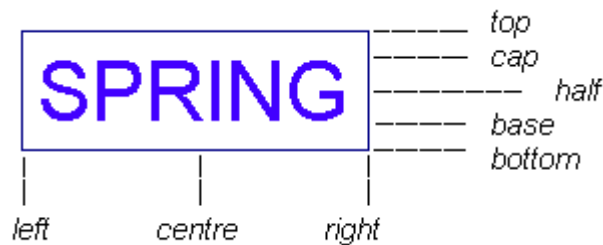


Figura 4. 70. Alineamiento de texto

- Otro campo a ser definido es el desplazamiento horizontal en el control de visualización. Este valor es utilizado como desplazamiento entre el punto 3D y el texto a ser insertado.
- Hacer clic en Ejecutar. el texto será generado y en seguida será visualizado en la pantalla activa de SPRING.

IMPORTANTE:

Mientras esté en el módulo de generación de textos el Panel de control no estará respondiendo a eventos en la lista de categorías.

Pudiendo navegar solamente en la lista de planos de información. **Tener cuidado**, pues el texto será generado para el PI que estuviera activo en el momento de la ejecución.

No es recomendable cambiar de PI mientras no se **ejecute** el proceso. En consecuencia si se desea manipular se debe cerrar la ventana de generación de textos, principalmente si se desea cambiar de categoría.

Como se trata de un proceso automático, es probable que precise de algunos ajustes, y estos pueden ser hechos en el módulo Edición de textos.

4.7.4. MAPA DE DISTANCIAS

Revisar el procedimiento a seguir para obtener un mapa de distancias en planos de información modelo Catastral en la sección 4.5.7 pagina 322 de este documento

4.7.5. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN

Revisar el procedimiento para realizar el análisis de localización en mapas del modelo Catastral en sección 4.5.11 pagina 329 de este documento.

4.8. MENÚ RED

4.8.1. EDITAR

MAPA DE RED

Es un mapa que utiliza la topología **arco-nodo** y que almacena la localización y la **simbología** que está asociada a las estructuras linealmente conectadas. Las informaciones gráficas de redes son almacenadas solamente en coordenadas vectoriales. Un mapa de red puede ser asociado a informaciones del tipo:

- Servicio de utilidad pública, agua, luz y teléfono;
- Redes de drenaje (cuencas hidrográficas);
- Estaciones de autobús.

Este mapa permite generar una base cartográfica continua a partir de informaciones dispersas en varios mapas. Las redes (eléctrica, telefónica, agua, desagüe, etc.) son interligadas en toda malla, para permitir la realización de análisis y simulaciones de los datos.

Este mapa deberá estar asociado a la categoría del modelo Red, similarmente al modelo catastral, donde el proceso de modelaje espacial es definido por objetos geográficos. Cada objeto geográfico del mapa de red (ej. cable telefónico, transformador de red eléctrica, tubo de agua) posee una localización geográfica exacta y está siempre asociado a atributos descriptivos, presentes en el banco de datos.

Los atributos de arcos, indican el sentido de flujo en cuanto los atributos de los nodos indican la impedancia. La topología de redes constituye un grafo, que almacena informaciones sobre recursos que fluyen entre localizaciones geográficas distintas. La topología es creada automáticamente, o sea, durante el cruzamiento de las líneas, los nodos son creados automáticamente, de forma que es posible ajustar los nodos. Para citar un ejemplo, se toma una red eléctrica, que tiene entre los componentes: postes, transformadores, sub-estaciones, líneas de transmisión y llaves. Las líneas de transmisión serán representadas topológicamente como los arcos de un grafo orientado, estando las demás informaciones concentradas en sus nodos.

La figura 4.71 muestra un pequeño segmento de una red de calles/avenidas, cada segmento se encuentra conectado a un nodo (circulo verde). Se puede relacionar objetos asociados a cada segmento de la red y a los nodos.

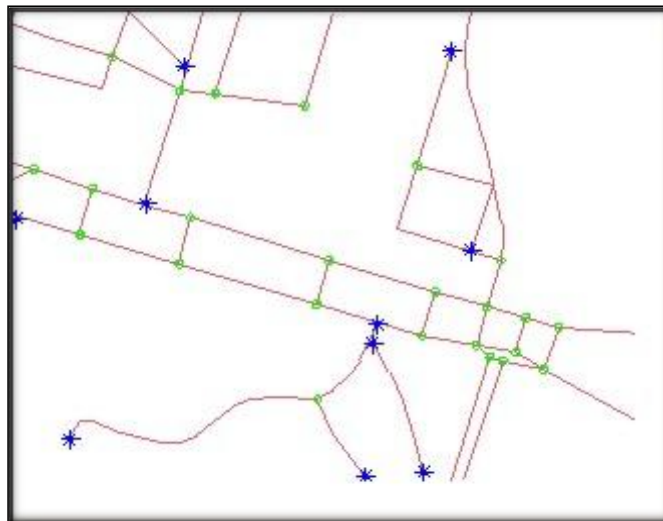



Figura 4. 71. Segmento de Mapa red

Los mecanismos de edición tales como el Modo (Continuo o Paso), Topología (Manual o Automática), Factor de Digitalización y todas las opciones de Edición de puntos y líneas, son los mismos descritos para mapas temáticos o catastrales.

DIGITALIZAR LÍNEAS EN MAPAS DE RED

- Activar el Banco de Datos y el proyecto deseados;
- Crear un Plano de Información, del modelo red, recordando que la escala del PI debe ser la misma del mapa (omitir esta etapa en caso de que el PI haya sido creado anteriormente);

- Hacer clic en Herramientas - Calibrar Mesa, en caso no haya hecho esto en una operación anterior para el mapa fijado a la mesa.
- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que contendrá los datos que serán digitalizados;
- Hacer clic en Red - Edición Vectorial o Editar - Edición Vectorial en el menú principal;
- Hacer clic en Edición Gráfica;
- Hacer clic en el botón de opciones Editar y seleccionar Líneas;
- Hacer clic en el botón de opciones Modo y seleccionar entre Paso o Continuo;
- Hacer clic en el botón de opciones Factor de Digit.(mm) y seleccionar un valor (el valor es función de la escala del PI);
- Hacer clic en el botón de opciones Topología y seleccionar entre Automática o Manual ;
- Hacer clic en Crear Línea (para arco) o Crear Línea Cerrada , Crear Círculo o Crear Rectángulo (para isla) tal y como se desee;
- Si se fuera a digitalizar vía mesa hacer clic en Exhibir - Cursor de Mesa o  en el menú principal. En este momento solamente el cursor de la mesa tiene efecto;
- Iniciar la digitalización con el BI (botón izquierdo) del mouse o el Botón 1 de la mesa;
- Hacer clic en el BD (botón derecho) del mouse o Botón 2 de la mesa para encerrar un arco o una isla;
- Hacer clic el Botón 4 del cursor de la mesa para retornar los comandos al mouse (solamente para digitalización vía mesa).

Durante la edición de una línea (arco), pequeños círculos (rojos) aparecen alrededor de cada punto de la línea. El tamaño de estos círculos depende del valor seleccionado para el factor de digitalización. Para una línea creada anteriormente también es posible ver los puntos de la misma, siendo necesario solamente hacer clic con el botón derecho sobre la misma.

Durante la edición de una línea, como "por defecto", el color verde (modo continuo) y rojo (modo paso) es utilizado hasta cerrar tal línea.

El botón de Poligonalización no tiene sentido para un mapa de redes, por eso debe estar deshabilitado. Solamente el Ajuste para todo PI está disponible.

CORREGIR LÍNEAS EN MAPAS RED

- Activar en el "Panel de Control" el Plano de Información que será editado;
- Hacer clic en Red - Editar en el menú principal. También se puede optar por Editar - Edición Vectorial para editar el PI activo;
- Hacer clic en Edición Gráfica;
- Se puede hacer clic en Contorno para mostrar los límites del PI en edición. Esto muestra el límite útil del PI. No es permitido editar más del contorno;
- Para facilitar hacer clic en Muestra Nodos para mostrar las extremidades de las líneas. Los nodos que no están conectados a otros aparecerán con cruces azules y los nodos conectados a otros por círculos verdes. Utilizar el botón de opciones Factor de Digit.(*mm*) para ampliar o reducir el tamaño de los puntos;
- Hacer clic en el botón de opciones Editar y seleccionar Líneas;
- Escoger la operación deseada: Adicionar Punto, Mover Punto, Mover Arco, Mover Área, Quebrar Línea, Juntar Línea, Eliminar Línea, Eliminar Punto, Limpiar Área, Concatenar Líneas, Mudar Orientación o Concatenar Área

GUARDAR LÍNEAS

Las líneas editadas son presentadas de color rojo. Para que estas sean definitivamente almacenadas en la estructura vectorial de SPRING es necesario hacer clic en el botón "Salvar". Las líneas son presentadas en el color definido para el visual del PI activo.

Después de guardar las líneas no es posible realizar la operación "Deshacer"

Para tener un mapa de redes completo, después de digitalizar o importar las líneas, se debe:

- Definir la asociación a objetos - rotular los segmentos de líneas y nodos y
- Verificar las impedancias y demanda - definir el sentido de flujo

4.8.2. MOSAICO

Para ver el procedimiento de cómo se realiza un mosaico para mapas tipo Red favor referirse a la sección 4.2.4 en la página 257 de este documento

4.8.3. CREACIÓN DE RÓTULOS

El procedimiento para la creación de rótulos en mapas tipo Red se encuentra descrito en la sección 4.7.3 página 360 de este documento

4.8.4. MAPA DE DISTANCIAS

Para ver el procedimiento de cómo generar un mapa de distancias a partir de un plano de información tipo Red favor referirse a la sección 4.5.7 página 322 de este documento

4.8.5. COSTO MÍNIMO

CALCULO DE CAMINO ÓPTIMO

Encontrar el camino más corto o más eficiente para visitar una serie de ubicaciones es una tarea importante en problemas de transporte.

Un servicio de entrega necesita designar a sus empleados la mejor ruta que deben hacer para llegar a los consumidores. Servicios de emergencia deben llegar rápidamente al local del accidente.

El algoritmo utilizado, costo mínimo, acepta paradas intermedias entre el origen y el destino y considera como impedancia atributos de objeto como velocidad, largura de pista, volumen de tráfico en el cálculo del camino óptimo.

NOTA: Suponiendo que se tiene creado el modelado de la red, editando líneas y puntos, creando objetos, asociando atributos y todos los pasos necesarios, la utilización del "cálculo del camino óptimo" se puede realizar de la siguiente manera:

CALCULO DE CAMINO ÓPTIMO

- Seleccionar en "Panel de Control" un PI de Categoría Red;
- En el menú principal Hacer clic en Red y seguidamente, entre las opciones que se presentan escoger Costo mínimo. Se presenta la ventana "Cálculo de Caminos Óptimos". El PI activo se presenta en el campo Plano Corriente;
- En "Adquirir", escoger primeramente y en cualquier orden una de las opciones de la lista, Punto de Partida, Punto de Llegada o Punto intermedio. Los puntos son

adquiridos con ayuda del mouse. El # asociado al punto escogido, que es un nodo de la red, aparece en el texto de "Partida" y de "Llegada". Cada punto intermedio escogido es presentado en la lista de "Puntos intermedios". La selección de puntos intermedios es opcional y una vez escogidos el camino pasará por ellos. En esta opción el orden de visita a los puntos intermedios no está disponible en el algoritmo así que este visita esos puntos en el orden de la lista;

- Hacer clic el botón Eliminar o Eliminar Todas en el caso que se quiera eliminar alguno de los puntos intermedios o todos estos;
- Hacer clic en "Cálculo de Impedancia" siempre que cambie el atributo de impedancia. En la primera ejecución de una sesión el cálculo de impedancia es obligatorio pero las siguientes veces, si no se cambia el atributo impedancia, podrá ser deshabilitado. Cuando el "Cálculo de Impedancia" está habilitado, escoger en la lista la impedancia que deberá ser utilizada. Si la selección de la impedancia fuera "Atributo de Objeto", la lista de "Categorías de Objeto" aparecerá disponible y se debe escoger una de ellas;
- La lista "Atributos como impedancia" es mostrada para escoger el atributo del objeto que deberá ser la impedancia. En caso que la selección de la impedancia sea por la "Distancia de la Red", valor que ya está en el banco de datos, la lista de categorías y la de atributos no puede ser accedida;
- Hacer clic el botón Ejecutar y el valor del "Costo Mínimo" se muestra al pie de la ventana;
- Hacer clic en el botón Descripción para obtener un informe de todas las líneas visitadas en este camino.

4.8.6. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA

ASIGNACIÓN DE RECURSOS

La asignación de recursos es una función que identifica una zona de influencia de un centro u objeto puntual. Este centro, proveedor o receptor, tiene un valor de demanda asociado. Este valor de demanda puede corresponder, por ejemplo, la potencia total que una sub estación soporta, o el número de estudiantes que una escuela sostiene.

Para ese tipo de aplicación, los parámetros que deben ser modelados en la red son los siguientes:

- A. El centro debe corresponder a un objeto puntual e poseer un atributo que pueda ser usado como demanda (depende de la aplicación).
- B. Cada representación linear de la red debe tener un valor de demanda asociado, equivalente a la demanda del centro. Este valor de demanda puede ser obtenido a partir de un atributo de un objeto para cada representación linear.
- C. Así como en la aplicación de camino óptimo, las direcciones de flujo en la red deben estar modeladas. Esos flujos son especificados por las impedancias (o costos) positivas (a partir del nodo inicial) y negativas (a partir del nodo final). Valores de impedancia igual a -1, indican bloqueo en la respectiva dirección. Las impedancias pueden ser modeladas usándose la propia distancia de las líneas o algún atributo del objeto.

La asignación de recursos puede ser calculada a partir del objeto de referencia, en estos casos las direcciones de flujos consideradas son las que parten de la fuente. Como ejemplo, la energía eléctrica producida en una estación, es distribuida a los consumidores a través de una red. La estación es el centro que concentra la energía disponible. Los consumidores, localizados a lo largo de la red, crean una demanda a ser asignada. En este caso, el recurso disponible, energía eléctrica, debe ser transportado a través de la red, partiendo desde la estación para satisfacer la demanda de los consumidores.

En otra situación las direcciones de flujo consideradas deben ser las que llegan al centro. Como ejemplo, alumnos residentes a lo largo de una red vial y que deben mover en la red en dirección a una escuela. La escuela posee una capacidad total que puede funcionar como demanda, y las demandas de cada elemento linear de la red corresponden al número de alumnos en cada trecho.

En modelado de redes el ítem impedancia es fundamental. Impedancia es el costo para moverse en la red. En el ejemplo de la escuela, la impedancia podría ser el tiempo que le lleva a un niño llegar a la escuela. Cada elemento lineal en la red tiene impedancias asociadas en los dos sentidos de flujo.

EJECUTAR UNA ASIGNACIÓN DE RECURSOS

- Activar el PI del modelo de redes en el "Panel de Control";
- Verificar que el nombre del Plano Corriente corresponde al plano que está activo;
- En el área Objeto:
 - Hacer clic en Seleccionar, para Seleccionar el objeto puntual en la pantalla. El nombre del objeto seleccionado se muestra en el campo Nombre y los atributos del objeto listados en Atributo de Demanda. Hacer clic sobre un atributo de demanda y el valor del mismo es mostrado en el campo Demanda. El atributo seleccionado debe ser de tipo numérico.
 - Hacer clic en Asignar: y escoger entre Llegando al Nodo o Partiendo del Nodo para a dirección de flujo considerada. En el ejemplo de la escuela sería " Llegando al Nodo ", pues los niños se movilizan en dirección a la escuela. En el caso de la estación de energía eléctrica abasteciendo consumidores de una red, se escogería " Partiendo del Nodo".
- En el área parámetros de Costo en la Red:
 - Hacer clic en Impedancia si se desea o no que los valores de impedancia sean nuevamente calculados. En caso que el procesamiento sea repetido y los valores de costo a ser utilizados sean los mismos, puede desmarcarse este ítem, haciendo que el programa use los datos ya almacenados en la base sin necesidad de calcularlos nuevamente;
 - Escoger si la impedancia será un Atributo de Objeto o la Distancia entre nodos de la red. E el caso de la distancia, la lista de atributos de la impedancia queda desactivada;
 - Digitar el valor de Impedancia Máxima. El programa finaliza cuando la impedancia máxima es alcanzada o cuando el parámetro de demanda del centro seleccionado es alcanzado;
 - Escoger en la lista de categoría aquella que pertenece a los objetos lineales que están representados de la red;
- Escoger el atributo de impedancia a ser utilizado;
- Activar o desactivar el atributo de demanda para cada elemento linear. Escoger el atributo de demanda de los elementos lineales. Hacer clic en el botón ejecutar. El botón "Descripción", lista el resultado obtenido.

4.8.7. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN

El procedimiento para ejecutar un análisis de localización en un plano de información de la categoría Red se describe en la sección 4.5.11 página 329, favor referirse a dicha sección.

4.8.8. GEOCODIFICACIÓN DE DIRECCIONES

GEOCODIFICACIÓN DE DIRECCIONES

El análisis de Geocodificación de Direcciones ("*Address Matching*") implementado en el SPRING es una herramienta muy común disponible en varios otros SIGs. La geocodificación es un proceso de identificación de un punto sobre el mapa en base a los atributos del objeto, por ejemplo, el tipo de vía (parques) en el modelo de redes del SPRING. La localización de una dirección está dada por una secuencia de caracteres alfanuméricos (string de texto), que puede estar dividida en varios componentes (nombre de la calle, número inicial y final, barrio, ciudad, etc., que están almacenados en campos de una tabla de objeto.

Se puede imaginar la geocodificación como un simple posicionamiento de un alfiler sobre un mapa en papel. El usuario tiene una dirección que desea posicionar en el mapa, siendo que este mapa tiene el trazado de todas las calles de su ciudad.

La geocodificación de direcciones compara una determinada dirección con una base de direcciones en el banco de datos, y así determinar el mejor posicionamiento sobre el mapa. Por tanto, la base de direcciones debe estar preparada para que se realice la comparación.

Todos los tramos de un tipo de vía de una ciudad deben tener informaciones básicas para ejecutar la comparación. En el caso del SPRING nombre de la calle, número inicial y número final son informaciones obligatorias de cada segmento de línea. Así, por un proceso de interpolación, se estima la posición de la dirección en el tramo encontrado y además de qué lado (derecho o izquierdo) debe estar.

Se creará un par de coordenadas para mostrar el punto en el área de diseño, que si se desea, podrá ser almacenado en un PI.

GEOCODIFICACIÓN POR DIRECCIÓN

- Un PI del modelo de redes, con el trazado de los tipos de vía;
- Cada tramo del mapa de tipos de vía debe estar asociado a un rótulo/nombre de un objeto en el banco de datos;
- Este objeto debe tener informaciones descriptivas (atributos) fundamentales para construir la secuencia de comparación. Son atributos obligatorios: nombre de la calle (tipo TEXTO), número inicial (tipo ENTERO) y número final (tipo ENTERO);
- Un parámetro de búsqueda, definido por otra secuencia de caracteres, que puede ser informada de tres (3) modos:
 - Por edición, informado una dirección cada vez;
 - Por un archivo de texto, conteniendo una lista de direcciones a buscar;
 - Por lectura de un archivo DBF, conteniendo una lista de direcciones (**todavía no implementada**);
- Un valor de % de acierto escogido: corresponde a un valor de cuánto (en porcentaje) de la secuencia de búsqueda fue encontrada, cuando es comparada con la secuencia del objeto. Permite así, que más de un candidato aparezca como respuesta. Valores bajos de porcentaje pueden llevar a situaciones donde "*Calle Andrade*", "*Calle Antonio*" y "*Calle Antonieta*" sean todos candidatos para el tipo de vía (calle) "*Calle Andrade de Souza*". Valores altos restringen el número de candidatos para exactamente los mismos valores de comparación.
- Un valor de Offset (m) escogido: una vez encontrado el punto en el mapa, se puede informar a cuántos metros, a derecha o izquierda, será posicionado el punto (**todavía no implementado**);
- Una categoría temática o catastral para almacenar el(los) punto(s) encontrado(s).

A continuación se describe los procedimientos para cada tipo de parámetro de búsqueda.

GEOCODIFICACIÓN POR EDICIÓN

- Activar el PI del modelo de redes en el "Panel de Control";
- Hacer clic en Redes - Geocodificación de Direcciones... para abrir la ventana correspondiente;

- Hacer clic en el botón Propiedades de Objeto... para asociar los parámetros de comparación con los atributos del objeto;
- Después de definir los parámetros del objeto Hacer clic en Editar para Parámetros de Búsqueda.
- Digitar en los campos Dirección, Número y Complemento de la dirección de búsqueda;
- Hacer clic en % de acierto y escoger el valor deseado;
- Hacer clic en Offset (m) y escoger el valor deseado;
- Hacer clic en el botón Calcular para ejecutar la consulta de las direcciones. Los puntos encontrados se presentan en el área de diseño.
- Hacer clic en Desmarcar si se desea cancelar los puntos localizados antes de aplicar nuevamente o salvarlos en un PI.
- Hacer clic en Categoría... y escoger un temático o catastral disponible;
- Si la categoría escogida fue catastral, Hacer clic en Objeto... y escoger uno previamente definido en el banco;
- Si la categoría de salida fuese catastral, Digitar en Rótulo una identificación del punto encontrado;
- Digitar el nombre del PI a ser creado;
- Si la categoría de salida fue catastral, se puede optar por insertar, además del rótulo/nombre, otros atributos. Si no fuera este el caso Hacer clic en Insertar atributos para incluir la DIRECCION, NÚMERO, COMPLEMENTO, COORDX y COORDY en la tabla de objeto;
- Hacer clic en el botón Ejecutar para salvar los puntos en el mapa.

Si se desean otros puntos podrán ser consultados y almacenados en el mismo PI, pero con rótulos diferentes para la misma categoría de objeto.

GEOCODIFICACIÓN POR ARCHIVO DE TEXTO

- Activar el PI del modelo de redes en el "Panel de Control";
- Hacer clic en Redes - Geocodificación de Direcciones... para abrir la ventana correspondiente;
- Hacer clic en el botón Propiedades del Objeto... para asociar los parámetros de comparación con los atributos del objeto;

- Definir los parámetros del objeto Hacer clic en Archivo de Texto para Parámetro de Búsqueda.
- Hacer clic en Archivo para escoger el archivo *.txt que contiene los campos de búsqueda (ver la sintaxis del archivo de texto abajo);
- Hacer clic en % de acierto y escoger el valor deseado;
- Hacer clic en Offset (m) y escoger el valor deseado;
- Hacer clic en el botón Calcular para ejecutar la consulta de las direcciones. Los puntos encontrados serán presentados en el área de diseño.
- Hacer clic en Desmarcar si se desea cancelar los puntos localizados antes de aplicar nuevamente o salvar en un PI.
- Hacer clic en Categoría y escoger una temática o catastral disponible;
- Si la categoría escogida es catastral, Hacer clic en Objeto... y escoger uno previamente definido en el banco;
- Digitar el nombre del PI que será creado;
- Si la categoría de salida es catastral, se puede optar por insertar, además del rótulo/nombre, otros atributos. En ese caso Hacer clic en Insertar atributos para incluir la DIRECCION, NÚMERO, COMPLEMENTO, COORDX y COORDY en la tabla de objeto;
- Hacer clic en el botón Ejecutar para salvar los puntos en el mapa.

En caso de que el PI de salida sea catastral el **rótulo y nombre** del objeto deberá ser la primera columna del archivo TXT (ver la sintaxis abajo).

SINTAXIS DEL ARCHIVO DE TEXTO

Cada línea del archivo corresponde a un "string" (cadena) de búsqueda. Cada campo debe estar separado por punto y coma (;). La primera columna debe ser una identificación única de dirección. Si no hay datos para el complemento, se debe colocar un punto y coma (;) después del tercer campo. Esquemáticamente, se tiene:

<rótulo_end>; <nome_end>; <numero>; <complementos>

EMP00023 ; Calle Santa Helena ; 45 ;

EMP00022 ; Calle Arturo Romero; 345; San Dimas



CODIFICACIÓN POR UN ARCHIVO DBF: (todavía no implementado)

4.9. MENÚ ANÁLISIS

4.9.1. LEGAL

A continuación se presentan los procedimientos para editar, ejecutar y modificar un programa en LEGAL.

CREAR Y EJECUTAR UN PROGRAMA LEGAL

- Activar una Base de Datos () y un Proyecto ().
- En el Menú Principal Hacer clic en <Editar> <Legal>. Se abre la ventana "Álgebra";
- En la ventana "Álgebra" hacer clic en <Directorio...> para seleccionar el lugar donde será grabado el programa, o Digitar el camino y hacer clic <CR>. Se recomienda crear un sub-directorio debajo del directorio correspondiente a la Base de datos, así cuando hacer copia de seguridad (backup), los programas serán grabados junto a la base;
- En Nombre, Digitar el nombre del Programa y Hacer clic <Crear...>. Se abre la ventana "Editor de Modelos";
- En la ventana "Editor de Modelos" Digitar el programa;
- Hacer clic <Guardar > o <Guardar como...> para grabar el programa digitalizado;
- En la ventana "Álgebra" Hacer clic <Ejecutar>;

Si ocurren errores de sintaxis o comandos inválidos, se verá el mensaje *"Error de sintaxis del programa. Verificar errores en la consola!"*. Al hacer clic en el botón del mensaje, la ventana "Editor de Modelos" será abierta indicando los errores y el número de línea correspondiente. Hacer las correcciones y guardar las modificaciones del programa e intentar ejecutarlo nuevamente.

Al término de la ejecución del programa, los resultados en planos de información y objetos catastrales, pueden ser verificados a partir del "**Panel de Control**".

MODIFICAR UN PROGRAMA LEGAL

- Seleccionar en la Lista de Programas el que se desea modificar;
- Hacer clic en <Editar...>;
- En la ventana "Editor de Modelos", hacer las modificaciones deseadas y Hacer clic en <Guardar >, o <Guardar como...>

4.9.2. SOPORTE PARA DECISIÓN (AHP)

INTRODUCCIÓN GEOPROCESAMIENTO Y SOPORTE A LA DECISIÓN

Uno de los aspectos más importantes del uso de las geotecnologías es el potencial de los SIGs en producir nuevas informaciones a partir de un banco de datos geográficos. Tal capacidad es fundamental para aplicaciones como ordenamiento territorial y estudios de impacto ambiental, donde la información final debe ser deducida y compilada a partir de levantamientos básicos. También es muy relevante en estudios socio-económicos, cuando se desea establecer indicadores que permitan una visión cuantitativa de información espacial.

El gran desafío de la producción de nuevas informaciones en un SIG es la capacidad de comparar y evaluar las diferentes posibilidades de generación de nuevos mapas. Como el SIG ofrece una gran cantidad de funciones de Álgebra de Mapas, no siempre es fácil escoger la forma de combinación de datos más adecuada para nuestros propósitos.

En este contexto, es muy útil disponer de herramientas de soporte a decisión, que nos ayuden a organizar y establecer un modelo racional de combinación de datos. SPRING dispone de una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en Geoprocesamiento, basada en la técnica AHP ("Proceso Analítico Jerárquico").

SOPORTE A LA DECISIÓN CONCEPTOS BÁSICOS

Decidir es escoger entre alternativas. Con base a esta visión, podemos encarar el proceso de manipulación de datos en un sistema de información geográfica como una forma de producir diferentes hipótesis sobre el tema de estudio.

El concepto fundamental de los modelos de toma de decisión es el de *racionalidad*. De acuerdo con este principio, individuos y organizaciones siguen un comportamiento de elección entre alternativas, basado en criterios objetivos de juicio, cuyo fundamento será satisfacer un nivel pre-establecido de aspiraciones.

El modelo racional de toma de decisión define cuatro pasos que deben ser seguidos para una selección apropiada:

- Definición del problema: formular el problema como una necesidad de llegar a un nuevo estado.
- Búsqueda de alternativas: establecer las diferentes alternativas (aquí consideradas como las diferentes posibles soluciones del problema) y determinar un criterio de evaluación.
- Evaluación de alternativas: cada alternativa de respuesta es evaluada.
- Selección de alternativas: las posibles soluciones son ordenadas, seleccionando la más deseable o agrupando las mejores para una evaluación posterior.

TÉCNICA AHP-PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO

Cuando tenemos diferentes factores que contribuyen para nuestra decisión, como hacer para determinar la contribución relativa de cada uno? Para abordar este problema, Thopero Saaty propuso, en 1978, una técnica de elección basada en la lógica de la comparación pareada. En este procedimiento, los diferentes factores que influyen la toma de decisión son comparados dos-a-dos, y un criterio de importancia relativa es atribuido a la relación entre estos factores, tal y como una escala pre-definida (ver tabla 4.3).

Intensidad de importancia	Definición y Explicación
1	Importancia igual: los dos factores contribuyen igualmente para el objetivo
3	Importancia moderada: un factor es ligeramente más importante que el otro
5	Importancia esencial: un factor es claramente más importante que el otro
7	Importancia demostrada: Un factor es fuertemente favorecido y su mayor relevancia fue demostrada en la práctica
9	Importancia extrema: La evidencia que diferencia los factores es la de mayor orden posible.
2,4,6,8	Valores intermediarios entre juicios: posibilidad de compromisos adicionales

Tabla 4. 3. Escala de valores AHP para la comparación pareada

A partir del establecimiento de criterios de comparación para cada combinación de factores, es posible determinar un conjunto óptimo de pesos que pueden ser utilizados para la combinación de los diferentes mapas.

SOPORTE A LA DECISIÓN EN GEOPROCESAMIENTO

Considerando una de las situaciones más comunes en SIG: clasificar el espacio en áreas más o menos adecuadas para una finalidad. Este problema ocurre en gran número de aplicaciones, como zoneamiento, prospección mineral, y selección de áreas para un nuevo proyecto comercial. Tomando como ejemplo, un estudio de preservación ambiental en áreas de costa, para establecer una política de ocupación, asociada a mapas de riesgo de desmoronamiento e impacto ambiental. Suponiendo que se dispone de un mapa topográfico, de la carta geotécnica, y de un mapa de uso y ocupación del suelo (obtenido a partir de foto-interpretación o clasificación digital de imágenes de satélite).

El procedimiento tradicional de análisis se basa en el principio de “intersección de conjuntos espaciales de misma orden de medida ” (Yves Lacoste) y está basada en condicionantes (“riesgo máximo ocurre en áreas cuya declividad es mayor del 10%, no son áreas de preservación ambiental, y el tipo de terreno es inadecuado”). La transposición de esta metodología analógica para el ambiente de SIG requiere el uso de operaciones booleanas (O, Y, NO) para expresar las diferentes condiciones. Esta técnica utiliza la computadora como herramienta automatizada de dibujo, ignorando todo el potencial de procesamiento numérico del SIG, y genera discontinuidades inexistentes en el dato original. Por ejemplo, áreas con declividad igual al 9,9% serán clasificadas de forma diferente a regiones con inclinación de 10,1%, no importando las demás condiciones.

Mapas son datos y no dibujos. Tratar mapas como datos significa dar forma numérica al espacio a asociar, a cada localización, un valor que representa la grandeza en estudio; requiere incluso, en la mayor parte de los casos, el uso del formato matricial (“raster”), más adecuado a una representación continua del espacio.

En el caso de estudio, el análisis espacial en SIG será mucho mejor realizado con uso de la técnica de clasificación continua: los datos son transformados para el espacio de referencia [0..1] y procesados por combinación numérica, a través de media ponderada o inferencia “fuzzy”. Al revés de un mapa temático con límites rígidos generados por las operaciones booleanas, se obtendrá una superficie de decisión, sobre forma de una rejilla numérica. Que representa este

resultado ? Una visión continua de la variación de nueva grandeza (sea la adecuación al plano, indicador de mineralizaciones o susceptibilidad ambiental).

En el ejemplo citado, el resultado será una rejilla numérica que indica, para cada localización, el riesgo de desmoronamiento, en una graduación de 0% a 100%. Cuál es la gran ventaja de esta situación? Que permite construir escenarios (por ejemplo, riesgo de 10%, 20% o 40%), que indican los diferentes compromisos de toma de decisión (mayor énfasis en protección ambiental o en minimizar el costo económico). Se obtiene así una flexibilidad y un entendimiento mucho mayor sobre los problemas espaciales.

SOPORTE A LA DECISIÓN EN SPRING

En SPRING, es posible utilizar la técnica de decisión AHP para establecer la combinación óptima de alternativas. Por tanto, se deben seguir los pasos que se describen a continuación:

EJECUTAR ANÁLISIS DE SOPORTE A LA DECISIÓN

- Activar el Banco y el proyecto que tiene las definiciones en el modelo de datos;
- Hacer clic en Análisis Espacial - Soporte a la Decisión(AHP);
- En la ventana asociada a la lista de Categoría se presentan solamente las del modelo del banco que son temáticas, numéricas o imagen. Seleccionar como mínimo 2 y como máximo 5 categorías. En caso de seleccionar más de cinco categorías, un mensaje será presentado informando que solamente las cinco primeras serán consideradas;
- Hacer clic en Exhibir. Las categorías (comparación entre los diferentes criterios), dos a dos, serán presentadas en los campos inferiores;
- Seleccionar para cada par de categorías el Peso deseado. Los valores correspondientes se presentan a la izquierda de cada botón;
- Hacer clic en el botón <=> si desea invertir el orden entre cada par de categorías;
- El valor de la Razón de Consistencia es calculado nuevamente en cada alteración de peso. Caso el valor ultrapase 0.1, será alertado antes de calcular los pesos para el programa a ser creado;
- Hacer clic en Calcular Peso. La ventana de Salvar Como se presenta para escoger el directorio donde será gravado el programa en LEGAL.

Después seleccionar los factores que se desea combinar y establecer la importancia relativa de cada uno de ellos el sistema proveerá una indicación de la consistencia de su juicio (indicada en el ítem "razón de consistencia"). Según los especialistas en AHP, es recomendable que el índice de consistencia sea siempre menor que 0.1. Así, si su índice de consistencia fue mayor que 0.1, considere la posibilidad de rehacer su juicio.

Como resultado, esta función de SPRING genera un esqueleto de programa en LEGAL, que deberá ser completado por el usuario con las informaciones específicas sobre los datos en los cuales desea aplicar el procedimiento. La aplicación de la técnica AHP es sobre la forma de una media ponderada. Así, los datos deberán ser convertidos para una escala de [0..1] antes de la aplicación del programa.

4.9.3. ESTADÍSTICA ESPACIAL

ANÁLISIS DE PATRONES PUNTUALES

El análisis de datos espaciales consiste en observar datos disponibles en el espacio e intentar, de alguna forma, a través de métodos y modelado, describir y explicar el comportamiento del proceso espacial y sus relaciones con algún otro fenómeno espacial.

En el caso de análisis de "Patrones Puntuales" los datos son puntos relacionados a algún evento. Por ejemplo, ocurrencia de dolencias, centros de cráteres volcánicos, células biológicas.

En análisis de Patrones de puntos, solamente la localización de los puntos es considerada, al contrario de la geoestadística, donde los atributos relacionados a la muestra punto, son importantes.

El objetivo básico del análisis de Patrones Puntuales es verificar si los eventos observados en una dada región de estudio muestran comportamiento sistemático, como por ejemplo, agrupamiento, regularidad o aleatoriedad.

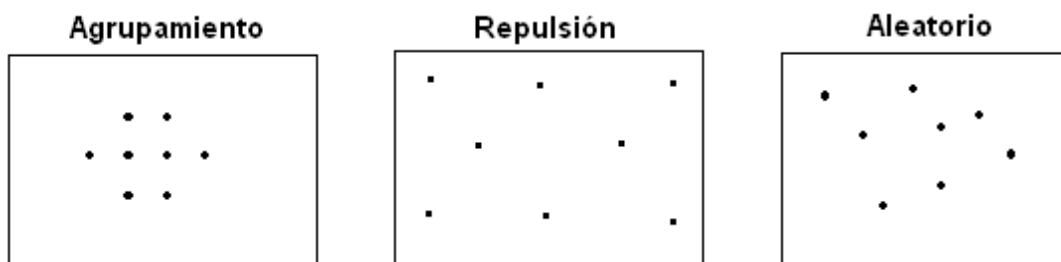


Figura 4. 72. Análisis de patrones puntuales

Cualquier análisis espacial de datos envuelve un conjunto de métodos de análisis que pueden ser divididos entre, métodos que están relacionados a la visualización de los datos, métodos llamados exploratorios y aquellos centralizados en la especificación del modelo estadístico y la estimativa de parámetros. SPRING muestra, en esta versión, dos procedimientos para el análisis de Patrones Puntuales univariados, el método de distancia al vecino más próximo y el de la Función L. Estos dos métodos analizan propiedades de los datos, conocidas como de segundo orden o dependencia espacial. El componente de segundo orden es responsable por los desvíos estocásticos en relación a la media y, al contrario de asumir esos desvíos espacialmente independientes se puede considerar una estructura de covariancia espacial o dependencia espacial en el proceso. Esa componente de segundo orden es modelada como un proceso espacial estacionario e isotrópico. Un proceso espacial $\{Y(s), s \in R\}$ es estacionario u homogéneo si sus propiedades estadísticas, media y variancia, son constantes en la región R y, por tanto, no dependen de la localización, s . Además de eso sugiere que la matriz de covariancia, entre valores de cualquiera de los lugares s_i y s_j , depende exclusivamente de la dirección y distancia entre ellos y no de sus valores absolutos. Si además de eso la matriz de covariancia del proceso fuere independiente de la dirección, entonces se tiene un proceso estacionario isotrópico. En un proceso isotrópico, existe una relación estrecha entre la distribución de las distancias entre eventos y las propiedades de segundo orden. La distancia al vecino más próximo es una medida que lleva en consideración propiedades de segundo orden. Una manera de verificar el grado de dependencia espacial en un padrón de puntos y observar el comportamiento de la distribución acumulada de esas distancias.

Vecino más Próximo: El método del vecino más próximo considera la estimativa de $G(w)$, como la distribución acumulada da distancia entre cualquier evento escogido aleatoriamente y el evento vecino más próximo. Para análisis univariada, la estimativa del vecino más próximo es reducida a:

$$\hat{G}(w) = \#(w_i \leq w) / n$$

Donde:

= número de intervalos

n = es el número de eventos en esta área

w_i = distancia medida entre eventos

w = distancia de comparación escogida por el usuario

Los gráficos de los resultados empíricos de $G(w)$ versus " w " pueden ser utilizados como método para inferir si hay alguna evidencia de interacción entre los eventos. Si el gráfico muestra una función con brusca elevación en el inicio, puede sugerir un agrupamiento en la escala considerada. Si la elevación ocurre a intervalos de distancias mayores, mas hacia el final de la curva, se sugiere repulsión en la regularidad entre los eventos

El vecino más próximo puede ser usado como método formal para comparación estadística da distribución observada de los eventos, como sería esperado bajo la hipótesis de Aleatoriedad Espacial Completa (CSR). Este caso corresponde a la opción de **Vecino más próximo con simulación**.

El modelo espacial padrón para Aleatoriedad Espacial Completa es aquel en que los eventos siguen un proceso homogéneo de Poisson en la región de estudio. Esto significa que en el proceso espacial puntual descrito, se considera $Y(A_i)$ y $Y(A_j)$ variables aleatorias independientes para cualquier elección de A_i y A_j y que la distribución de probabilidad de $Y(A)$ obedece a la distribución de Poisson con media $l A$, donde A es el área de A y l el número medio de eventos por unidad de área. Además de eso, considerando el número total de eventos en R , eventos son independientes y uniformemente distribuidos en R . Esto significa que cualquier evento tiene la misma probabilidad de ocurrir en cualquier posición y que la posición de cualquier evento es independiente de la posición del otro, no hay interacción entre eventos.

Se puede entonces simular ' n ' eventos con distribución uniforme dentro de la región, y formular la hipótesis para probar si los patrones observados están agrupados, aleatorios o regulares.

El método consiste en simular "sobres" para la distribución CSR para evaluar la significación de los datos de salida. La simulación estimada para $G(w)$ bajo la hipótesis CSR es $\bar{G}(w) = \sum \hat{G}_i(w) / n$, donde $\hat{G}_i(w)$, $i=1, \dots, n$ son las funciones distribución estimadas sin corrección de borde. Cada una de las ' n ' funciones estimadas corresponde a una simulación y para cada simulación son generados ' m ' eventos independientes con distribución uniforme. Los sobres superior e inferior son definidos como: $U(w) = \max_{i=1, \dots, n} \{ \hat{G}_i(w) \}$ y $L(w) = \min_{i=1, \dots, n} \{ \hat{G}_i(w) \}$

Si los datos son compatibles con CSR el resultado a ser obtenido cuando se grafica la función simulada $\bar{G}(w)$ versus la función acumulada adquirida a partir de las observaciones, $\hat{G}(w)$, deberá ser una función próxima de una línea a 45 grados. Si existe agrupamiento, la función

observada $\hat{G}(w)$ deberá estar arriba de la recta de 45 grados y, la presencia de regularidad $\hat{G}(w)$ quedará debajo de la recta.

El método del vecino más próximo se basa en distancias a los eventos más próximos y, por lo tanto, consideran las escalas menores del padrón. Para obtener informaciones más efectivas de un padrón espacial incluyendo grandes intervalos de escala, el mejor método es la función K.

Función L: proporciona una descripción más efectiva de la dependencia espacial en un intervalo más largo de escalas y está relacionada con propiedades de segundo orden de un proceso isotrópico. Por lo tanto, suponiendo el proceso isotrópico en toda la región, la Función L es definida para un proceso univariado como:

$lK(h) = E(\# \text{ de eventos de distancia } h \text{ de un evento arbitrario})$, donde:

= número de intervalos

$E(\)$ = es el operador esperanza

l = es la intensidad o número medio de eventos por unidad de área, en una región asumida como constante.

$$\frac{R}{n^2} \sum_{i \neq j} \sum \frac{I_k(d_{ij})}{w_{ij}}$$

La Función L puede ser estimada por $K(h) =$

Para entender esa función se puede suponer que cada evento es visitado y a su alrededor se construyen círculos concéntricos espaciados. El número acumulado de eventos dentro de cada uno de esos círculos es contado. Todos los eventos son visitados y el número de eventos que caen dentro de una distancia h de todos los eventos es calculado y pasa a ser a estimativa de la

Función L, cuando ponderada por $\frac{R}{n^2}$, ignorando efecto de bordea (w_{ij}).

En el caso de un proceso homogéneo sin dependencia espacial, $K(h) = p h^2$. Por lo tanto, bajo agrupamiento, se espera que $K(h) \geq p h^2$, en el caso de regularidad, $K(h) \leq p h^2$.

A fin de facilitar a interpretación gráfica de la Función L, que es menos intuitiva que la del

vecino más próximo, se utiliza una fórmula simplificada $\hat{L}(h) = \sqrt{\frac{\hat{K}}{\pi}} - h$. en el gráfico de

$\hat{L}(h)$ contra h , picos positivos indican atracción espacial o agrupamiento y picos negativos indican repulsión o regularidad.

El método de la Función L tiene, por lo tanto, ventajas en relación al abordaje del vecino más próximo. Muestra información en diversas escalas de Patrones, envuelve el uso de la localización precisa del evento e incluye todas las distancias evento-evento. Otro motivo para su uso es que la forma teórica de $K(h)$ es conocida para varios modelos de puntos. Por lo tanto, $\hat{K}(h)$, no es utilizado para explorar la dependencia espacial más en la sugestión de modelos que representen esa dependencia y en la estimativa de parámetros del modelo.

En el caso de la **Función L con simulación**, así como en el caso anterior, son construidos sobres superiores e inferiores para 'm' simulaciones de 'n' eventos en la región, bajo hipótesis de aleatoriedad espacial completa, CSR, y las estimativas asociadas de $\hat{L}(h)$. Los sobres son incluidos en el gráfico da Función L versus h. La significación de los picos y depresiones puede

ser considerada con base en la $Pr(\hat{L}(h) > U(h)) = Pr(\hat{L}(h) < L(h)) = \frac{1}{(m+1)}$, que provee el valor de m a ser usado, o sea, cuantas simulaciones deben ser hechas para detectar la no aleatoriedad a un nivel de significación específico. En el ejemplo abajo, se comprueba que a suposición de agrupamiento verificada por la Función L, es confirmada en esta prueba padrón ya que la curva $\hat{L}(h)$, está situada arriba del sobre superior. los sobres simulados superior e inferior son calculados por las fórmulas

$$U(h) = \max_{i=1, \dots, m} \{L_i(\hat{h})\} \quad L(h) = \min_{i=1, \dots, m} \{L_i(\hat{h})\}$$

Algunos gráficos que son generados por el SPRING son mostrados e interpretados.

- a. *Vecino más próximo*. Gráfico de distribución cumulativa versus Distancia: Si el gráfico crece rápidamente en el inicio y después se estabiliza en un dato valor, significa interacción entre los eventos o agregación (clustering). Si la curva crece más rápido solamente en la parte final del gráfico, esto significa repulsión entre los eventos, caracterizando regularidad en la distribución para las distancias analizadas.

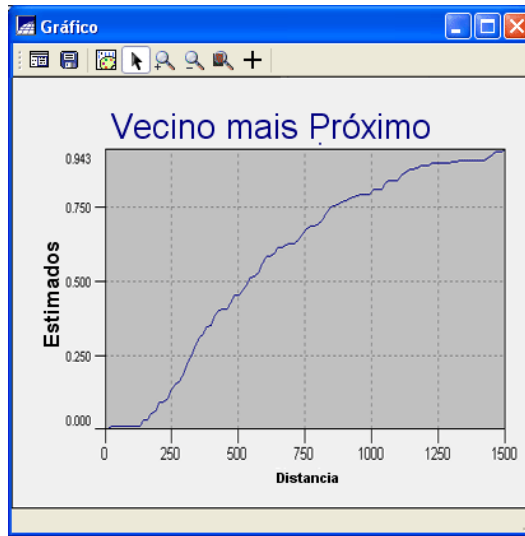


Figura 4. 73. Grafico Vecino más próximo versus distancia

- b. *Vecino más próximo con simulación.* Gráfico de la función estimada 'G' versus media de la función simulada 'G'. Curvas (estimada de 'G', sobres máximos y mínimos) abajo de 45° indican agregación. Curvas debajo de la línea de 45° representan regularidad.

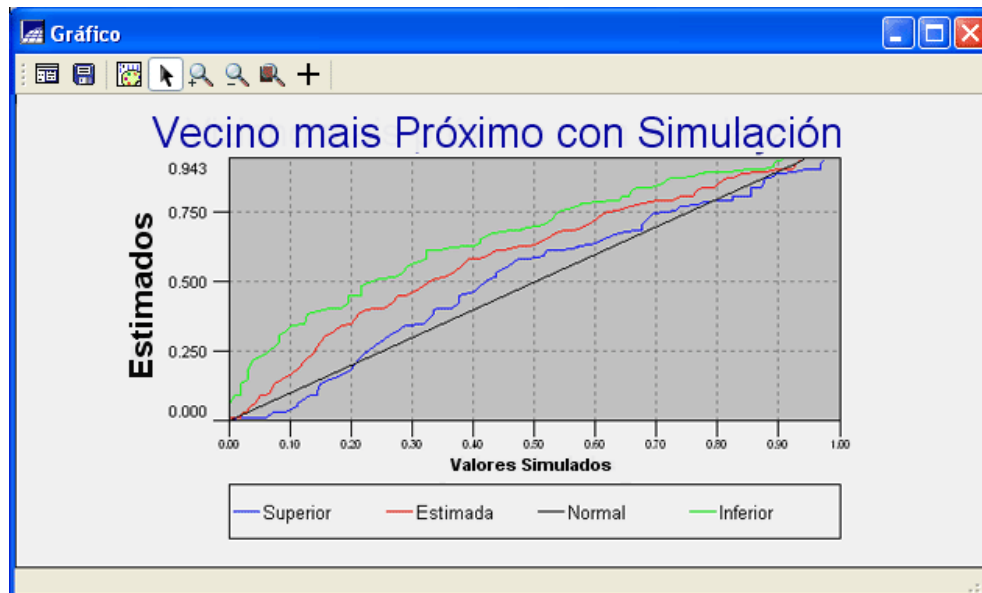


Figura 4. 74. Grafico vecino más próximo con simulación

- c. *Función L:* Gráfico de la función 'L' estimada, versus Distancia: Valores positivos significan agregación y valores negativos significan regularidad. Extremos positivos

corresponden a distancia donde la agregación es más acentuada, en cuanto extremos negativos reflejen valores de distancia donde la repulsión entre eventos es más fuerte.

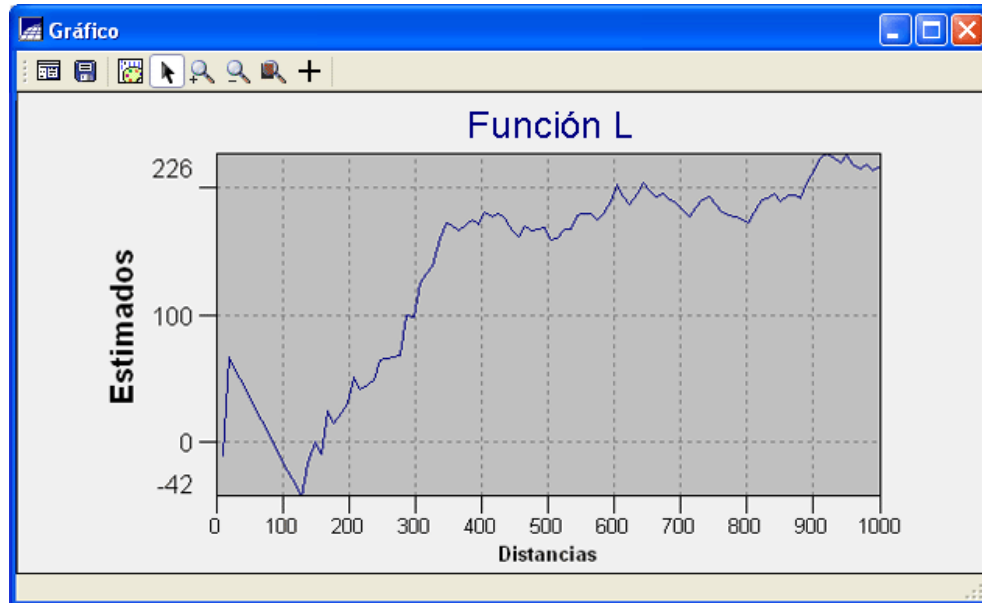


Figura 4. 75. Grafico función L

d. *Función L con simulación* - Gráfico de la función estimada L y sobres versus Distancia: Extremos positivos da función L, arriba de los sobres, indican agregación y extremos negativos, abajo de los sobres, representan regularidad para las respectivas distancias.

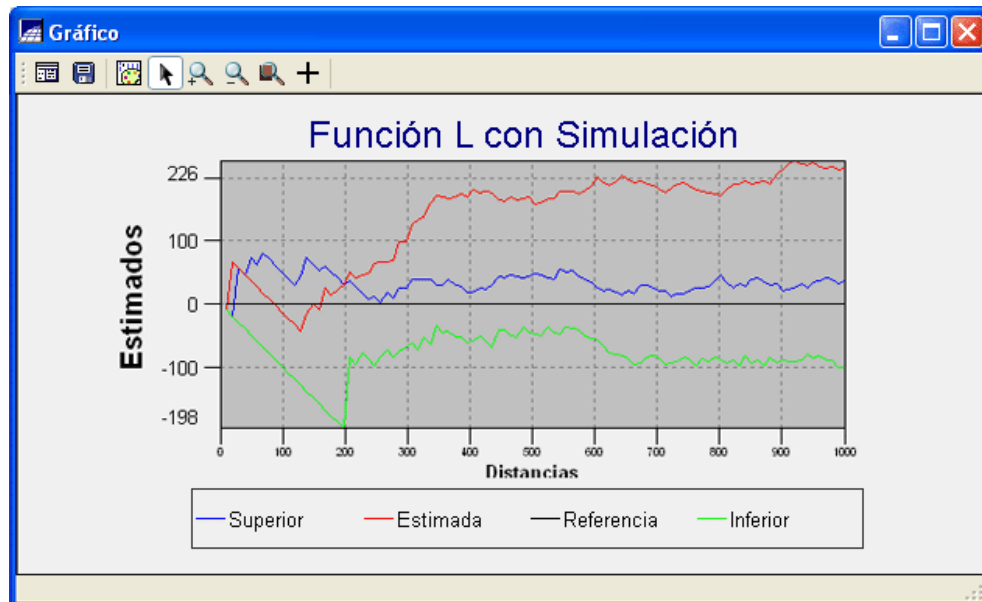


Figura 4. 76. Grafico función L con simulación

EJECUTAR ANÁLISIS ESPACIAL DE PUNTOS

- Seleccionar en el "Panel de Control" un PI de la categoría Temático
- Hacer clic en Análisis Espacial; en la secuencia hacer clic en Estadística Espacial y en seguida ingresar al Análisis Univariada de Puntos. La ventana "Padrón de Puntos" se muestra.
- Escoger el método entre los disponibles *Vecino más Próximo*, *Vecino más Próximo con Simulación*, *Función L* o *Función L con Simulación*.
- Digitar en el cuadro de texto Distancia Mínima (distancia mínima, escogida, entre eventos), Distancia Máxima (distancia máxima, escogida, entre eventos), número de Intervalos (Número de Intervalos, define el ancho de cada intervalo de distancia). Idealmente se debe observar previamente la distribución de los puntos, para definir con coherencia las distancias mínimas y máximas. Se puede activar las coordenadas en el menú principal para auxilio.
- **Obs1:** El número de intervalos, define o número de círculos concéntricos donde estarán los puntos distantes de cada evento de una valor en el máximo igual al radio.
- **Obs2:** El aplicativo que genera el gráfico muestra siempre 10 coordenadas en X y en Y a pesar de que el número de intervalos escogido fuera diferente de diez. Un número mayor de intervalos provee un gráfico con más detalles.
- Para los métodos con simulación, un cuadro de texto adicional aparece para ser cargado: número de simulaciones (simula eventos – crea los "sobres").
- Hacer clic en Ejecutar. El resultado es mostrado automáticamente en la pantalla, en forma de gráfico(s).

ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN ESPACIAL

- Este módulo permite al usuario realizar algunas técnicas de análisis exploratoria en datos espacial (catastral, conteniendo objetos-área). El provee índices de asociación espacial y algunas posibilidades de su visualización, con la intención de permitir al usuario identificar agrupamientos espaciales, casos atípicos y diferentes regímenes espaciales existentes en el plano de información. El concepto central de este módulo es la autocorrelación espacial.

ASOCIACIÓN ESPACIAL MORAN

- Técnicas de análisis exploratoria de datos espaciales DISPONIBLES
- Las técnicas implementadas en el SPRING están relacionadas directa y indirectamente al índice de Moran local y global. Estas técnicas, combinadas con funciones de visualización de atributos de objetos, forman un conjunto de herramientas para el análisis exploratoria:
 - 1 - Índice de Moran - I^MMoran
 - 2 - Índice Local de Asociación Espacial (LISA)
 - 3 - Gráfico de Dispersión de Moran
 - 4 - Mapa de barras Z x WZ
 - 5 - Box map, Lisa map y Moran map
- Para el atributo en análisis, son generados 7 nuevas columnas en la tabla de objetos correspondientes, conteniendo as informaciones necesarias para el módulo de visualización.
- Para ejecutar este módulo:

1 - Escoger el PI deseado, el debe ser del modelo catastral y contener objetos representados espacialmente por polígonos;

2 - Hacer clic en: Análisis Espacial – Estadística Espacial – Asociación Espacial Moran..., en el menú principal;

3 - Definir el objeto y el atributo para el cual el índice será generado;

4- Definir el número de permutaciones.

5 - Hacer clic en ejecutar.

- EL resultado del índice global es presentado en el pié de página de la ventana del módulo. Siete nuevas columnas son acrecentadas en la tabla de objetos conteniendo las informaciones necesarias para las diferentes formas de visualización.

1 - Índice de Moran - I'Moran

El Índice de Moran, provee una medida general de la asociación espacial existente en el conjunto de los datos, variando de [-1, 1]. Datos con baja asociación espacial, resultan en un índice bajo. Valores positivos y negativos, auto-correlación espacial positiva y negativa, respectivamente. Los valores para los índices locales son acrecentados como una nueva columna en la tabla de objetos (IMoran).

Para visualizar espacialmente los LISAs:

- 1- Después ejecutar el módulo de asociación espacial, seleccionar el botón *consultar... en el* panel de control.
- 2 - en la ventana *visualización de objetos* escoger: *editar-agrupamientos...* Escoger el modo paso igual o quantil. Posicione sobre el atributo *IMORAN*. Hacer clic en agrupar y espere por el resultado. Finalmente, Hacer clic en ejecutar.

2 - Índice Local de Asociación Espacial (LISA)

- En tanto los indicadores globales, como el índice de Moran, proveen un único valor como medida de la asociación espacial para todo el conjunto de datos, los indicadores locales producen un valor específico para cada objeto, permitiendo así, la identificación de agrupamientos de objetos con valores de atributos semejantes (clusters), objetos anómalos (outliers) y de más de un régimen espacial. un indicador local tiene como objetivos:
 - i) permitir a identificación de proveen de asociación espacial significativos;
 - ii) ser una descomposición del índice global de asociación espacial.
- O indicador local utilizado en el SPRING, es denominado de Índice Local de Moran.

3 – Gráfico de dispersión de Moran

Este dispositivo permite visualizar el comportamiento de los datos utilizando un gráfico de dispersión, donde los valores de desvío de los atributos de los objetos en relación a la media (Z), son asociados al eje X, y el valor de la media de sus vecinos (Wz), al eje Y.

Para visualizar el gráfico en el SPRING:

- 1 - en la tabla de objetos, seleccionar las columnas Z (desvíos de los atributos en relación a la media) y WZ (media de los Z de los vecinos);
- 2 - Posicionar el cursor sobre una de las columnas seleccionadas y apretar el botón derecho del mouse. Aparecerá un nuevo menú, y entonces, escoger opción **gráfico**.

4 - Mapa de barras Z x WZ

- Este dispositivo permite a visualización simultanea del valor relacionado al atributo del objeto y del valor correspondiente a su respectiva vecindad, con el uso de dos barras gráficas sobre a área correspondiente al objeto en el mapa. La altura de las barras son proporcionales a los valores del atributo del objeto (o el desvío) y la media de los vecinos. Ambas informaciones, pueden ser obtenidas de las columnas en la tabla de objetos: Z y WZ

Para generar el mapa de barras en el SPRING:

- 1- Después ejecutar el módulo de asociación espacial, seleccionar el botón **consultar... en el** panel de control.
- 2 - En la ventana **visualización de objetos** escoger: **editar-agrupamientos...** Escoger el modo **gráfico de barra**. Posicione sobre el atributo **Z** y hacer clic en el botón **insertar**. Repetir para el atributo **WZ** y hacer clic en ejecutar.

5 - Box map, Lisa map y Moran map

Estos tres dispositivos gráficos de visualización son basadas en los resultados del LISA y del gráfico de dispersión de Moran. En el *box map*, cada objeto es clasificado conforme su posición en relación a los cuadrantes, recibiendo una correspondiente en el mapa a ser generado. En la generación del *LISA map*, a evaluación de la significancia es hecha comparando los valores de LISA obtenido, con una serie de valores, obtenidos por medio de permutaciones de los valores de los atributos de los vecinos (número de permutaciones definida por el usuario). Bajo la hipótesis nula (no existencia de autocorrelación espacial). Los valores de significancia son, entonces, clasificados en cuatro grupos: no significantes, con significancia de 0.05, de 0.01 y de 0.001. La evaluación de significancia de 0.001. Sólo es efectuada para el número de permutaciones iguales o mayores que 999.

- En el *Moran map*, de forma semejante al *LISA map*, solamente los objetos para los cuales los valores de LISA fueran considerados significantes ($p < 0,05$), se presentan, clasificados en cuatro grupos, conforme el cuadrante a los cuales pertenecen en el gráfico de dispersión. Los demás objetos, quedan clasificados como "sin significancia".

Para generar estos mapas en la pantalla de SPRING:

1 - Después ejecutar el módulo de asociación espacial, seleccionar el botón **consultar... en el** panel de control.

2 - En la ventana *visualización de objetos* escoger: *editar-agrupamientos...* Escoger el modo paso igual o cuantil. Posicionarse sobre el atributo *BOXMAP* o *LISAMAP* o *MORANMP*, de acuerdo al interés y hacer clic en agrupar. Esperar por el resultado y finalmente, hacer clic en ejecutar.

4.9.4. GEOESTADÍSTICA

ANÁLISIS EXPLORADORA

Este módulo tiene por finalidad proceder al Análisis Exploratorio de los datos a través de estadísticas univariadas y bivariadas. Las estadísticas univariadas proveen un medio de organizar y sintetizar un conjunto de valores, que se realiza principalmente a través del histograma. Características importantes del histograma son organizadas en tres grupos (Costa Neto, 1977):

- *Medidas de localización*: media, valor mínimo, cuartil inferior, mediana, cuartil superior y valor máximo;
- *Medidas de dispersión*: variancia y desvío padrón;
- *Medidas de forma*: coeficiente de Asimetría, coeficiente de curtose y coeficiente de variación.

Las estadísticas bivariadas proveen medios de describir la relación entre dos variables, esto es, entre dos conjuntos de datos o de dos distribuciones. Esta relación puede ser visualizada a través del diagrama de dispersión (*ScatterPlot*). El grado de la relación lineal entre las variables puede ser medido a través del coeficiente de correlación.

EJECUTAR ANÁLISIS EXPLORATORIO


- Activar en el "Panel de Control" el PI, del modelo numérico, que contiene las muestras del tipo puntos acotados;
- Hacer clic en Análisis - Geoestadístico - Análisis Exploratorio...;
- en la ventana "Análisis Exploratorio", hacer clic en Estadística y escoger un ítem de la lista (Estadísticas Descriptivas, Histograma, Gráfico de Probabilidad Normal o Diagrama de Dispersión) ;
- Hacer clic en Ejecutar. Una nueva ventana se abrirá dependiendo de la opción escogida.

ANALIZANDO ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS.

- En la ventana "Análisis Exploratorio" escoger el ítem Estadísticas Descriptivas;
- Hacer clic en Ejecutar. La ventana "Descripción de Datos" es mostrada con los siguientes datos:
 - Número de muestras
 - Número de muestras válidas
 - Media
 - Variancia
 - Desvío padrón
 - Coeficiente de Variación
 - Coeficiente de Asimetría
 - Coeficiente de Curtose
 - Valor Mínimo
 - Quartil Inferior
 - Mediana
 - Quartil Superior
 - Valor Máximo
- Si lo desea se pueden **guardar** los datos en un archivo ASCII (texto sin formato).

ANALIZANDO HISTOGRAMA.

- En la ventana "Análisis Exploratorio" escoger el ítem Histograma;
- Hacer clic en Ejecutar. La ventana "Histograma" es mostrada ;

- Por *defecto* el histograma es mostrado en 10 partes (o clases), en tono amarillo, y a distribución Gaussiana, con media y desvío padrón calculados a partir de los datos modelados, es mostrada en rojo;
- Si se desea cambiar el número de parte, hacer clic en Número de Clases y escoger un valor entre 1 y 20, y luego hacer clic en 

De manera análoga, para visualizar el gráfico de probabilidad normal, se describe el procedimiento a continuación:

ANALIZANDO GRAFICO DE PROBABILIDAD NORMAL

- En la ventana "Análisis Exploratorio" escoger el ítem Gráfico de la Probabilidad Normal;
- Hacer clic en Ejecutar, la ventana "Gráfico de la Probabilidad Normal" es mostrada ;
- Por *defecto* es mostrado en línea azul hace referencia a los Datos de la muestra y la línea roja a Una distribución Gaussiana.;
- Si se desea alterar el tamaño de la ventana, arrastrar hacia los lados

ANALIZANDO DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

- En la ventana "Análisis Exploratorio" escoger el ítem Diagrama de Dispersión;
- Hacer clic en Seleccionar otro PI. La ventana ">Categorías y Planos" se muestra para escoger un segundo modelo numérico;
- Hacer clic en Ejecutar.... La ventana "Diagrama de Dispersión" es mostrada ;
- si desea modificar el tamaño de la ventana, arrastre por las laterales.

CREACIÓN DE SEMIVARIOGRAMA

Análisis unidireccional

En la geoestadística, el análisis del semivariograma es una etapa importante, pues el modelo de variograma escogido es la interpretación de la estructura de correlación espacial a ser utilizada en los procedimientos inferenciales de KRIGING. El análisis completo del semivariograma comprende los siguientes pasos:

1. Levantamiento del semivariograma experimental;
2. Ajuste a una familia de modelos de semivariograpero;
3. Validación del modelo a ser utilizado en los procedimientos de KRIGING.

Inicializando Análisis Espacial por Semivariograma:

- Activar en el "Panel de Control" el PI, del modelo numérico, que contiene las muestras del tipo PUNTOS;
- En el menú principal de SPRING, presionar en Análisis -> geoestadística -> Generación de Semivariograma...;
- En la ventana "Generación de Semivariograma" se presenta la variable correspondiente al PI activo, en su parte superior, presionar en Análisis y escoger un ítem de la lista: Unidireccional, Superficie o Nuve ;

Análisis Unidireccional

La opción *Unidireccional* engloba dos tipos de estadísticas: *Univariada* y *Bivariada*. Las estadísticas *Univariadas* disponibles son: Semivariograma, Covarianza, Correlograma, Semivariograma Relativo General, Semivariograma Relativo emparejado, Semivariograma de Logaritmos, Semimadograma, Semivariograma Indicador Continuo y Semivariograma Indicador Categórico. La opción *Bivariada* corresponde al Semivariograma Cruzado.

Análisis Unidireccional sobre muestras Irregulares

- Después de seleccionar el Análisis del tipo Unidireccional, presionar en Muestraje y escoger Irregular;
- observar que la ventana "Generación de Semivariograma" presenta algunos campos rellenos como: parámetros del Lag (*Nº de Lag*, *Incremento* y *Tolerancia*) y parámetros de Direcciones (*Dir_i*, *Tol_i* y *Bw_i*, donde *i=1,2,3* y *4*) que son inicializados con valores por defecto. Aunque en muchos casos, dependiendo de la geometría de muestraje, se hace necesario revisar los valores de esos parámetros para mejorar el semivariograma experimental. Para una mejor comprensión de esos campos, se puede consultar la bibliografía de Deutsch y Journel (1992);
- presionar en Opciones y escoger entre Semivariograma, Semivariograma Cruzado, Covarianza, Correlograma, Semivariograma Relativo General, Semivariograma Relativo emparejado, Semivariograma de Logaritmos, Semimadograma, Semivariograma Indicador Continuo y Semivariograma Indicador Categórico. Ver cada una de las opciones a continuación.

- Si la elección superior fuera Semivariograma Cruzado, presionar en PI de Cruzamiento. La ventana "Categorías y Planos" es presentada; observar que solamente categorías del modelo numérico son presentadas. Escoger el PI correspondiente y presionar en ejecutar;
- Si la elección fuera Semivariograma Indicador Continuo el Semivariograma Indicador Categórico, es necesario definir el valor de Corte.
- En parámetros de Direcciones escoger la dirección deseada. Los colores presentados, alrededor de cada una de las cuatro opciones, corresponden a los colores a ser presentados en el gráfico;
- Si la elección fuera Semivariograma, se puede optar por Padronizar (por la varianza de los datos) o los valores a ser dibujados en el gráfico;
- Presionar el botón ejecutar. Observar que la ventana es presentada en la Figura 4.77.

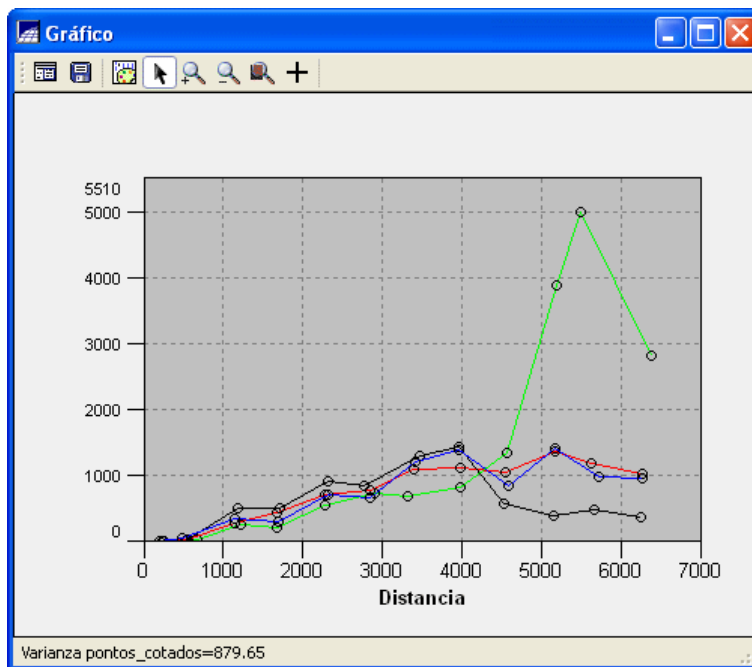


Figura 4. 77. Grafico semivariograma

NOTA: El resultado de la Figura 4.77 presenta cuatro semivariogramas. El semivariograma rojo está relacionado con la primera dirección, 0° , el verde con la segunda, 45° , el azul con la tercera, 90° y el negro con la dirección de 135° .

Además de los gráficos, es posible verificar los resultados numéricos de los cuatro semivariogramas generados.

Presentando Resultado Numérico del Análisis Unidireccional sobre muestras Irregulares:

- Después de presionar el botón ejecutar , observar que el botón Resultado Numérico... aparece habilitado;
- Presionar el botón Resultado Numérico... y una pantalla asociada será exhibida.

Análisis Unidireccional sobre muestras Regulares

Los parámetros que definen la malla regular de la muestra son: Número de Columnas, Número de Líneas, Resolución X y Resolución Y tal y como ilustra la Figura 4.78.

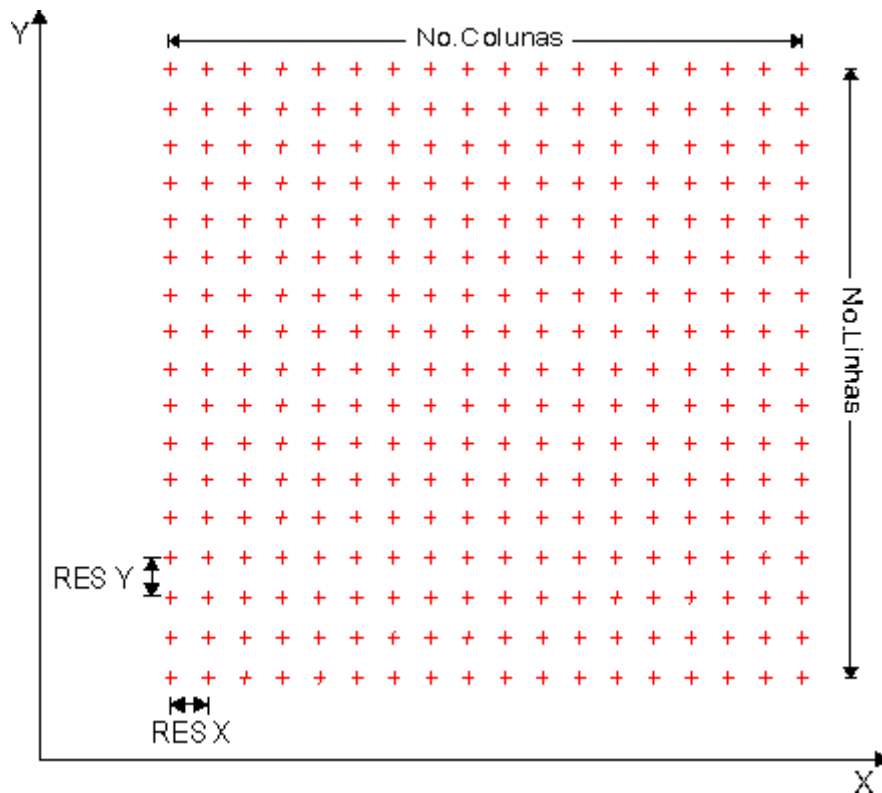


Figura 4. 78. Malla regular

Ejecutando Análisis Unidireccional sobre muestras Regulares

- Después seleccionar el Análisis del tipo Unidireccional, presionar en muestreaje y escoger Regular;
- Presionar en Opciones y escoger entre Semivariograma, Semivariograma Cruzado, Covarianza, Correlograma, Semivariograma Relativo General, Semivariograma Relativo

General, Semivariograma de Logaritmos, Semimadograma, Semivariograma Indicador Continuo y Semivariograma Indicador Categórico.

- Si la elección superior fuera Semivariograma Cruzado, presionar el botón PI de Cruzamiento. La ventana "**Categorías y Planos**" es presentada, observar que solamente las categorías del modelo numérico son presentadas. Escoger el PI correspondiente y presionar el botón ejecutar;
- Si la elección fuera Semivariograma Indicador Continuo el Semivariograma Indicador Categórico, presionar el botón PI de Cruzamiento...
- Observar que los campos relacionados a los *parámetros de la muestra Regular* son rellenos automáticamente y son solamente informativos. Los parámetros que definen la malla regular de la muestra son: No. Columnas, No. Líneas, Res.X y Res.Y
- En parámetros de Direcciones, escoger la dirección deseada. Los colores presentados alrededor de cada una de las cuatro opciones corresponden a los colores presentados en el gráfico;
- Si la elección fuera Semivariograma, se puede incluso optar por Padronizar (por la varianza de los datos) los valores a ser dibujados en el gráfico;
- Presionar el botón ejecutar.

NOTA: El resultado es ilustrado en una pantalla gráfica, la cual presenta hasta cuatro semivariogramas, análogos a los descritos anteriormente.

El resultado numérico es visualizado tal y como descrito en la generación de semivariograma para muestras *Irregulares*.

Los semivariogramas generados, tanto para muestras *Irregulares* como *Regulares*, son almacenados en archivos y utilizados en la fase de ajuste el modelaje.

AJUSTE DE SEMIVARIOGRAMA

Modelado o Ajuste de Semivariograma

Esta página describe el módulo de ajuste de semivariograma experimental, mediante dos modos: Automático o Visual.

- El modo automático utiliza el algoritmo de Olea et al. (1996), el cual se basa en el método de los **mínimos cuadrados**. Este algoritmo provee también una medida cuantitativa, denominada información de Akaike (Akaike, 1974), que reporta para cual modelo el ajuste es más preciso.

- El modo visual es recomendado a especialistas que poseen afinidad y conocimiento del fenómeno en estudio. En este modo, todos los parámetros son definidos por inspección.
- Además de los procedimientos de ajuste, Automático o Visual, este módulo define el modelo teórico de semivariograma a ser utilizado por los módulos de Validación y Krigeagem.

El ajuste o modelado del semivariograma experimental se inicia después de la Generación de Semivariograma.

EJECUTAR AJUSTE DE SEMIVARIOGRAMA EXPERIMENTAL

- En el menú principal del Spring presionar en Análisis -> Geoestadística -> Ajuste de Semivariograma...;
- La ventana "Ajuste de Semivariograma" es mostrada;
- Escoger el tipo de Ajuste : Automático o Visual;
- Si Ajuste fuera Automático, defina el Número de Estructuras (1, 2 o 3) necesarias al ajuste del semivariograma experimental;
- Si Ajuste fuera Automático, defina los modelos teóricos mediante los botones de selección Modelo 1, Modelo 2 y Modelo 3 de la ventana. Escoger para cada modelo una de las opciones Esférico, Exponencial, Potencia y Gaussiano.
- Presionar el botón Ejecutar y observar dos cosas: que el botón Definir... queda habilitado para establecer los parámetros del modelo; y el(los) ítem(s) que componen la lista Verificar Ajustes quedan activos.

VERIFICAR EL AJUSTE DEFINIENDO PARÁMETROS DE MODELO

- Presionar sobre un ítem de la lista Verificar Ajustes, observar que será mostrada una ventana gráfica "Modelo de Ajuste" y una pantalla "Informe de Datos".
- La pantalla "Modelo de Ajuste" presenta gráficamente el ajuste del modelo teórico escogido (en negro) sobre el semivariograma experimental (puntos blancos). Visualmente es posible decir si el ajuste es o no satisfactorio, conforme a la figura abajo.

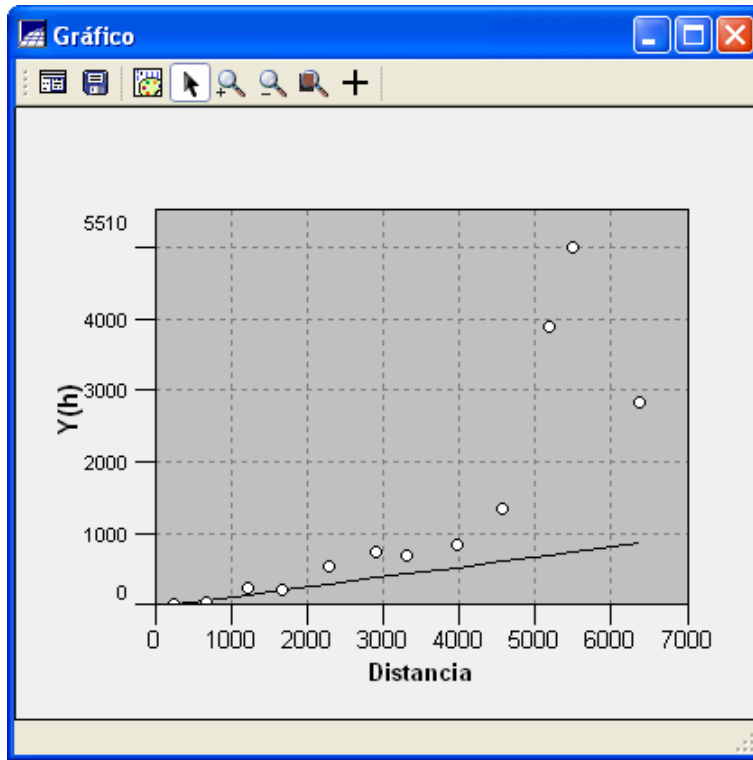


Figura 4. 79. Modelo de ajuste de semivariograma

- La pantalla "Informe de Datos" presenta un conjunto de informaciones, tales como: el tipo de modelo teórico escogido, los valores de *Efecto Pepita*, *Contribución* y *Alcance* que son parámetros que componen el modelo. Es explícito también el valor de Akaike, que es un indicador del ajuste realizado; pues cuanto menor su valor mejor el ajuste. Entonces, los parámetros *Efecto Pepita*, *Contribución* y *Alcance* son siempre tomados con relación al menor valor de Akaike, conforme la Figura abajo.

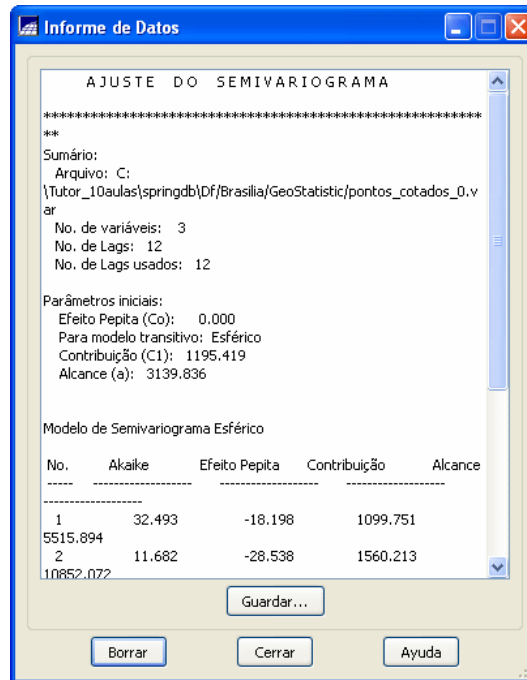


Figura 4. 80. Informe de datos de ajuste semivariograma

- El próximo paso es definir el modelo de semivariograma basado en las informaciones contenidas en la pantalla "Informe de Datos". Para esto, presionar el botón Definir... .

NOTAS

- El módulo de ajuste se limita a los modelos Esférico, Exponencial, Potencia y Gaussiano. Otros modelos están previstos en implementaciones futuras.
- Los valores de los parámetros del modelo (*Efecto Pepita* , *Contribución* y *Alcance*) contenidos en la ventana de "Informe de Datos" deben ser transportados manualmente para los correspondientes campos de la ventana " Parámetros Estructurales"

VALIDACIÓN DEL MODELO DE AJUSTE

Como ya hemos visto anteriormente, el análisis del semivariograma comprende el levantamiento del semivariograma experimental y posteriormente el ajuste de una familia de modelos teóricos. En toda esta secuencia, existe siempre un cierto grado de incerteza sobre los parámetros ajustados a los modelos. Esta incerteza es el *error de estimativa*, el cual puede ser obtenido a través de un procedimiento llamado *validación del modelo*. Resumidamente, el proceso de

validación envuelve la re-estimación de los valores conocidos a través de los parámetros ajustados al modelo del semivariograma.

Antes de ejecutar la kriging, es recomendable verificar los resultados de la validación. Problemas obvios pueden ser identificados con los parámetros de entrada (por ejemplo, la especificación del semivariograma) o con los datos (por ejemplo, valores aberrantes, o "outliers").

El módulo de validación desarrollado en SPRING utiliza la subrutina "*kt3d*" de la GSLIB (Deutsch y Journel, 1992) y rellena las siguientes salidas:

- Diagrama espacial de error;
- Histograma de error;
- Estadísticas de error;
- Diagrama de los valores Observados x Estimados;
- Resultados Numéricos.

EJECUTAR VALIDACIÓN DEL MODELO DE AJUSTE

- En el menú principal de SPRING presionar en Análisis -> Geoestadística -> Validación del Modelo de Ajuste...;
- la ventana "Validación del Modelo" es presentada;
- observar que el PI activo es presentado en la parte superior de la ventana. Debe ser un PI del modelo Numérico adecuado. En caso que el PI no sea del modelo numérico y en él tenga la representación de Muestras, será presentado un mensaje de advertencia;
- antes de proceder con la validación, es recomendable averiguar el modelo definido. Para esto, presionar el botón Verificar Modelo... ;
- Los Parámetros de Interpolación Mínimo y Máximo se refieren a Número de puntos en el Elipsoide de Busca. Son rellenos con valores por defecto (4 y 16 respectivamente). A continuación, son definidos los radios y la orientación del Elipsoide de Busca. Los campos R.min, R.max y ángulo son inicializados, para un caso isotrópico, con los siguientes valores por defecto: R.min y R.max equivalen, en metros, la diagonal del rectángulo envolvente del Proyecto y el Angulo, por ejemplo igual a cero. Evidentemente que si la anisotropía se hace presente, esos parámetros deben ser ajustados y escogidos de acuerdo (Deutsch y Journel, 1992);

- Presionar el Botón Ejecutar. Los resultados disponibles para visualización y análisis están en las opciones de la lista Resultados

RESULTADOS

Por ejemplo, presionando la opción Diagrama Espacial de Error, se abre la ventana gráfica en la Figura 4.81.

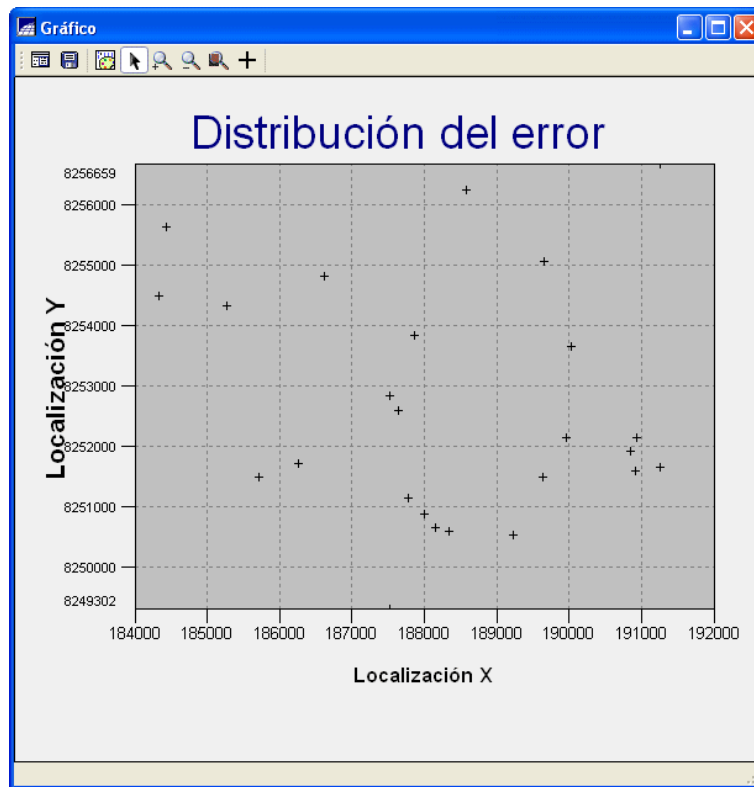


Figura 4. 81. Diagrama espacial de error

- Los símbolos tipo cruz en la Figura 4.81 superior indican la localización geográfica de las muestras y la magnitud de error (para los símbolos pequeños el error es menor y vice-versa). Informaciones más específicas son obtenidas de la siguiente forma: apunte con el mouse la localización deseada y en seguida presionar el botón izquierdo del mismo. el resultado de esta acción es informado en la ventana tal y como la figura superior.
- Análogamente, presionando las opciones *Estadísticas de Error* y *Histograma de Error*, se produce la abertura de las ventanas mostradas en la Figura 4.82.

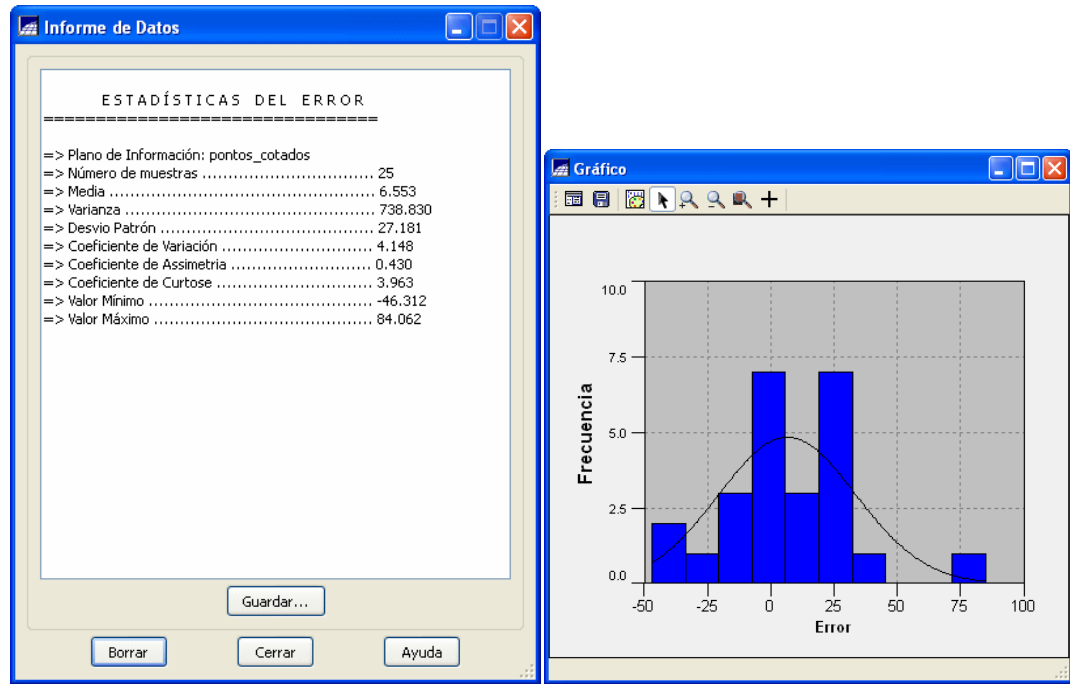


Figura 4. 82. Estadísticas de error

- Para visualizar el diagrama de valores Observados x Estimados, presionar la opción *Diagrama Observado X Estimado*. Esta acción lleva a la apertura de la ventana mostrada en la Figura 4.83.

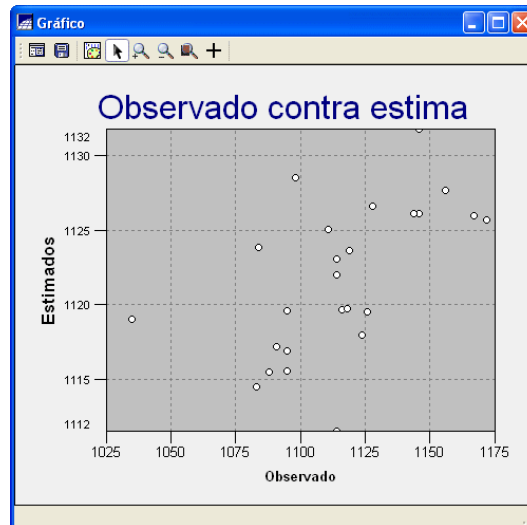


Figura 4. 83. Valores observados contra estimados

- Además de los resultados gráficos, el módulo de validación rellena una pantalla de resultados numéricos, la cual es visualizada seleccionando la opción Numérico. Esta opción abre la ventana presentada en la Figura 4.84.

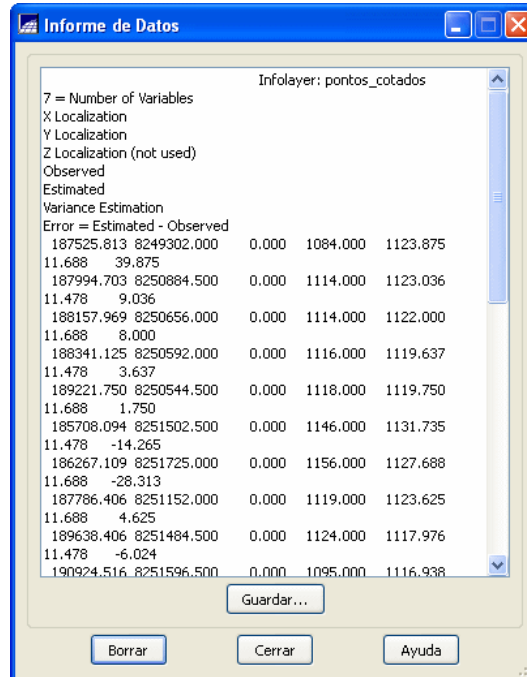


Figura 4. 84. Resultados numéricos

KRIGEAGEN

La etapa final constituye la interpolación por el método de krigeagen

Esta ventana describe la etapa de krigeagem, el objetivo de la cual es obtener una retícula regular de valores a partir de los datos (puntos) mostrados.

El módulo de Krigeagem implementado en SPRING se basa en la subrutina "*kt3d*" de GSLIB (Deutsch y Journel, 1992), la cual engloba krigeagem simples, krigeagem ordinaria y krigeagem con varios modelos de tendencia en dos dimensiones (2D) o tres dimensiones (3D).

EJECUTAR KRIGEAGEM

- Seleccionar en el "Panel de Control" un PI, del modelo NUMÉRICO, que contenga muestras de TIPO PUNTOS;
- En el menú principal de Spring, presionar Análisis -> Geoestadística -> Krigeagem...;
- En la ventana "Krigeagem" se presenta, en la parte superior, la variable correspondiente al PI activo;

- Antes de proceder a Krigeagem es recomendable verificar los parámetros modelo. Entonces, presionar el botón Verificar Modelo... ;
- A continuación, escoger entre krigeagem Tipo: Simple o Ordinaria;
- Si el Tipo fuera Simple, digitar el valor de la Media en el campo correspondiente. El valor de la Media puede ser obtenido del análisis exploratoria.
- En Definición de Retícula, los campos Res.X y Res.Y son cumplimentados con valores por defecto para proporcionar una retícula de salida cuya dimensión es de 200 columnas por 200 líneas. (ver nota debajo);
- Es posible restringir el área sobre la cual se desea realizar el Krigeagem. Para esto, presionar el botón Rectángulo Envolvente... ara establecer el área de interés. Automáticamente los campos Res.X y Res.Y son actualizados.
- Los Parámetros de Interpolación Mínimo y Máximo se refieren al Número de Puntos en el Elipsoide de Búsqueda. Son cumplimentados con valores por defecto (4 y 16 respectivamente). A continuación, son definidos los rayos y la orientación del Elipsoide de Búsqueda. Los campos R.min, R.max y Ángulo son inicializados, para un caso isotrópico, con los siguientes valores por defecto: R.min y R.max equivalen, en metros, a la diagonal del rectángulo envolvente del Proyecto y al Ángulo cualquier, por ejemplo igual a cero. Evidentemente que si la anisotropía se hace presente, esos parámetros deben ser ajustados y escogidos de acuerdo (Deutsch y Journal, 1992);
- La salida de Krigeagem es una retícula regular. Por tanto, es necesario definir una Categoría y un Plano de Información;
- Para finalizar presionar el botón Ejecutar.

NOTA:

Los campos **Res.X y Res.Y** se refieren a las resoluciones en X y Y de la retícula de salida. Estos campos pueden ser alterados desde que los nuevos valores no proporcionen una retícula de salida con número de columna y/o de línea mayor que 1000. En otras palabras, el módulo de Krigeagem genera retículas regulares con tamaño máximo de 1000 columnas por 1000 líneas. La Figura 4.85 resume los parámetros de la retícula de salida generada por el módulo de krigeagem.

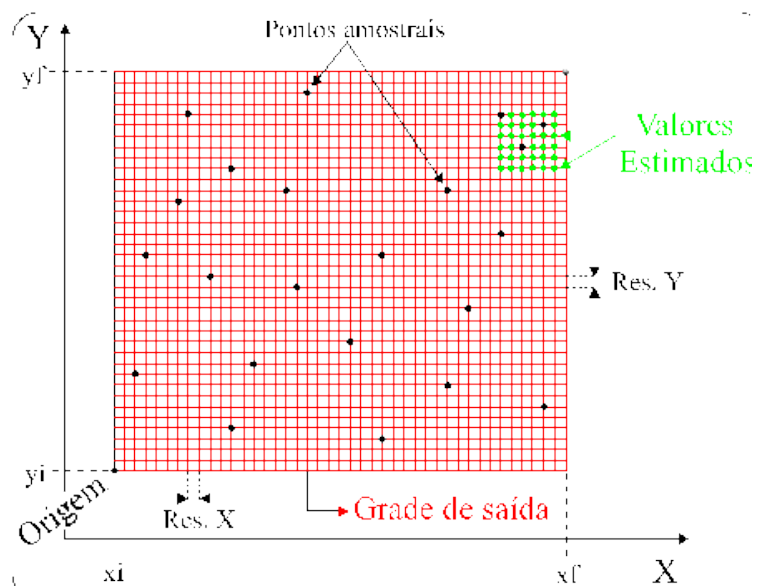


Figura 4. 85. Retícula de saída

4.9.5. LINEAMIENTOS

ANÁLISIS EXPLORADORA

Lineamientos - Análisis Exploratorio

Este módulo tiene por finalidad proceder al Análisis Exploratorio de las líneas , lineamientos, contenidas en el Plano de Información seleccionado (PI activo). El PI debe contener líneas y pertenecer a una categoría Temática, Catastral o Numérica.

Los resultados de los análisis son mostrados en informes y/o gráficos. Los informes proveen informaciones sobre el número total, el largo total y medio y el azimut total y medio de todos los lineamientos. Esas mismas informaciones pueden ser mostradas en gráficos, de roseta y de histograma, relacionados con intervalos angulares definidos por el usuario.

EJECUTAR ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS LINEAMIENTOS

- Activar en el "Panel de Control" el PI, del modelo Temático, Catastral o Numérico, que contiene los lineamientos;
- Hacer clic en Análisis Lineamientos - Análisis Exploratorio...;
- en la ventana "Análisis Exploratorio",

- Seleccionar la operación Estadística Descriptiva y presionar el botón Ejecutar para obtener un informe con informaciones generales sobre el *número total*, el *largo total y medio* y el *azimut total y medio* de todos los lineamientos;
- Seleccionar la operación Visualizar para obtener gráficos de distribución de los lineamientos. En este caso el usuario debe escoger el tipo de gráfico, Roseta o Histograma, o Intervalo angular y la Variable a ser consideradas en la generación de los gráficos. Caso el tipo de gráfico sea Histograma, el usuario debe escoger el tipo de histograma: linear, barras, linear filtrado o barras filtrada.
- Observación: Junto con los gráficos, se muestra una ventana Descripción de datos con las informaciones numéricas utilizadas para generar las descripciones.. En la ventana Descripción de datos el usuario puede guardar su contenido, en formato texto ASCII, presionando el botón Guardar... En este caso una ventana Guardar Como se muestra y el usuario debe escoger el directorio y un nombre para el archivo a ser guardado.

GENERAR MNT

Alineamientos - Generación de rejillas MNT

Este módulo posibilita la generación de Modelos Numéricos de Terreno, con representación y rejilla regular, con valores proporcionales a la cantidad y el tamaño de los alineamientos, de un PI activo, que cruzan cada elemento de la rejilla. El Plano de Información seleccionado (PI activo) debe contener alineamientos, representación vectorial de líneas. Un PI de una categoría numérica es creado con representación en rejilla regular. Para cada elemento de la rejilla el programa calcula un valor, proporcional al número o tamaño de los alineamientos que cortan el elemento.


Ejecutando la Generación de MNT de los Alineamientos:

- Activar en el "Panel de Control" el PI, del modelo Temático, Catastral o Numérico, que contiene los alineamientos;
- Hacer clic en Análisis - Lineamientos - Generar MNT...;
- En la ventana "Generar DTM ",
 - Seleccionar, como entrada, Frecuencia o Densidad.

- En la secuencia el usuario debe seleccionar una Categoría ya existente en el banco y teclear un nombre para el Nombre de PI que contendrá la rejilla numérica de salida. La categoría debe existir y pertenecer al modelo numérico. Caso contrario cree una nueva categoría en la opción Modelo de Datos del menú Archivo.
- Seguidamente, el usuario debe definir un rectángulo envolvente, las resoluciones X y Y también la cantidad de bits para la rejilla MNT que será
- Finalmente, se debe presionar el botón Ejecutar para que la rejilla de frecuencia o densidad sea generada.

4.10. MENÚ EJECUTAR

4.10.1. VISUALIZAR

El botón Visualizar  o [Ejecutar] [Visualizar] del menú principal actualiza los datos en la pantalla de acuerdo con la selección realizada en el "Panel de Control" y las características de presentación definidas en la propia pantalla, como ser escala. Debe ser accionado a cada nueva selección, después de cambiar los parámetros de visualización, edición de datos y después de haber definido áreas de zoom con el cursor.

4.10.2. ACERCAR

El botón Zoom In o [Ejecutar] [Zoom In] en el menú principal amplía de 2 veces el centro de la ventana desde la posición de selección del PI en el "Panel de control"

4.10.3. ALEJAR

EL botón Zoom Out o [Ejecutar] [Zoom Out] en el menú principal amplía 2 veces el centro de la ventana desde la posición de selección del PI en el "Panel de Control".

4.10.4. ZOOM PI

El botón de zoom PI o [Ejecutar] [Zoom PI] en el menú principal extiende la pantalla de acuerdo a los datos contenidos en el PI activo en el "Panel de Control", basado en el recuadro de delimitación del PI. Otros PI pueden ser seleccionado, pero la acción está en el PI activo

4.10.5. ANTERIOR

El botón Anterior o [Ejecutar] [Anterior] en el menú principal restaura la última acción de presentación de un dato en la pantalla usada. Deshace el último zoom realizado a través del Cursor de Área, Zoom In, Zoom Out, Zoom PI o Cursor de Vuelo.

4.10.6. RESTITUIR

El botón Restituir o [Ejecutar] [Restituir] en el menú principal redimensiona la presentación de los datos en función del tamaño de la pantalla y del área del proyecto activo. Deshace un zoom realizado a través del Cursor de Área y restaura el modo de presentación para Auto, en el caso que esté en Escala o Pleno.

4.11. MENÚ HERRAMIENTAS

4.11.1. POSICIONAR CURSOR DE PUNTO

- Elegir entre Coordenadas Geográficas, Planas o Imagen;
- Dependiendo de la opción seleccionada, escribir en los cuadros de texto los valores de Long:/Lat: (para Geográficas ejemplo: o 45 23 45.4 / s 24 30 45), X:/Y: (para Planas ej: 504100 / 8866200) o Col:/Lin: (para Imagen ejemplo: 200 / 300);
- Hacer clic en Ejecutar. Observar que una cruz (verde) será posicionada en la localización indicada.

NOTA: En el caso de estar con la ventana de "Lectura de Píxeles" abierta y una imagen visualizada en la pantalla activa, los valores de NG serán calculados en la posición indicada.

4.11.2. CONFIGURAR AMBIENTE

Aquí se presenta algunos parámetros de configuración del ambiente SPRING como:

Área Útil de la Pantalla del Monitor

Para presentar los datos en escalas reales es necesario informar cual es el valor de Largura y Altura (en milímetros), que puede ser medido con una regla cuando se maximiza cualquier aplicativo, pues el valor normalmente presentado por Windows no corresponde la realidad. Caso no sea informado ningún valor, cero o blanco, será considerado el de Windows.

Plano de Información

Si esta opción estuviera marcada, al crear un nuevo PI, este será exhibido automáticamente en la pantalla auxiliar, inmediatamente después de su creación. Esta funcionalidad está presente solamente en las ventanas de las siguientes opciones de menú:

Menú de Imagen

Contraste: informar del destino de las nuevas bandas de imagen sintética (genera nuevo PI - Imagen);

Segmentación: informar del destino de la segmentación, imagen rotulada (genera nuevo PI - Imagen);

Clasificación > *Clasificación*: informar del destino de la imagen clasificada (genera PI - Imagen);

Clasificación > *Mapeo* informar del destino de la imagen mapeada (genera PI - temático);

Asignación de Clases para Imagen temática: informar del destino de la imagen mapeada (genera PI - temático);

Mapa de Distancias: informar del destino del mapa (genera PI – MNT el temático, de acuerdo con la opción);

Menú de MNT

Generación de Rejilla Rectangular - informar del destino de la rejilla (genera nuevo PI o puede generar la rejilla en el mismo PI);

Generación de Rejilla Triangular - informar del destino de la rejilla (genera nuevo PI o puede generar la rejilla en el mismo PI);

Declividad - informa del destino de la carta declividad (genera nuevo PI – MNT);

Fragmentación - informar del destino de la fragmentación (genera nuevo PI – temático);

Mapa de Distancias - informa destino del mapa (genera PI – MNT o temático);

Menú Red

Mapa de Distancias: informa destino del mapa (genera PI – MNT o temático);

Menú de Herramientas

Recortar Plano de Información: informa destino (genera PI – temático);

4.11.4. OPERACIONES MÉTRICAS

Las opciones de medidas presentadas aquí, son cálculos de **área/perímetro**, **longitud** y **distancia** entre dos puntos cualquiera.

La operación de medidas puede ser efectuada por Indicación sobre entidades geográficas (**puntos, líneas o polígonos**) existentes, o por Edición, donde las líneas, puntos y polígonos no forman parte de ningún PI definido en el proyecto, solamente son diseñadas en la pantalla durante la operación de medidas.

- Activar en la pantalla activa un PI temático o catastral;
- Hacer clic en Herramientas – Operaciones métricas... en el menú principal. La ventana "Medidas" es presentada

MEDIDAS POR INDICACIÓN

La operación de medir entidades por indicación sobre un plano de información existente, requiere que exista un PI, que puede ser de los modelos **temático, numérico, catastral o red** y cualquier entidad digitalizada. En caso contrario, la opción del tipo "indicar" quedará inactiva.

MEDIR ÁREA Y PERÍMETRO DE POLÍGONOS

Para calcular el área y perímetro de cualquier polígono (polígono cerrado), representado en mapas temáticos o catastrales, activar un PI que tenga este tipo de entidad.

- Hacer clic en Indicación para definir el **Tipo** de medidas;

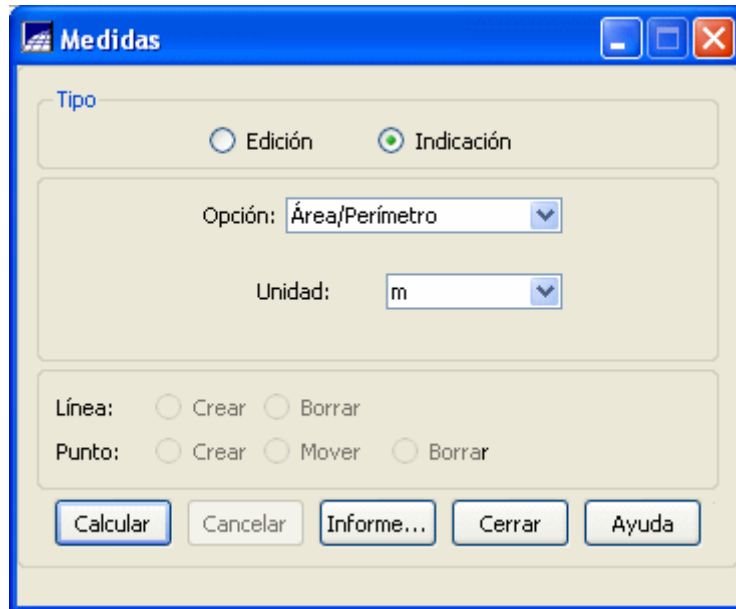


Figura 4. 86. Ventana medidas métricas

Seleccionar Área/Perímetro en Opción;

Escoger la Unidad de los resultados a ser presentados (*metros, kilómetros o hectáreas*);

Utilizando solamente el botón izquierdo (BI) del mouse, hacer clic una vez sobre el polígono en la pantalla activa, el cual queda destacado con un color diferente (ver Figura4.87). Observar que los valores son presentados al pie de la ventana "Medidas" (ver la figura 4.89).

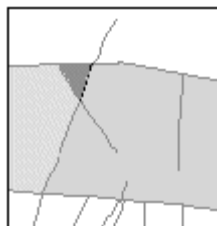


Figura 4. 87. Medida de áreas en polígonos

OBS: El sistema busca el polígono más próximo a la posición del mouse en la pantalla activa, en el caso que no encuentre, el mensaje "Polígono no encontrado" será presentado, hacer clic en Continúe para proseguir.

MIDIENDO LONGITUD DE LÍNEAS

Para calcular la longitud de cualquier línea representada en mapas **temáticos, catastrales, redes** o incluso **numérico** (isolíneas), activar un PI que tenga este tipo de entidad.

- Hacer clic en Indicación para definir el Tipo de medidas;
- Seleccionar Longitud en Opción;
- Escoger la Unidad para los resultados a ser presentados (*metros, kilómetros, pulgadas o pies*);
- Utilizando solamente el botón izquierdo (BE) del mouse, hacer clic una vez sobre la línea en la pantalla activa, la cual se encuentra destacada con un color diferente (ver Figura 4.88). Observar que los valores son presentados al pie de la ventana "Medidas" (ver Figura 4.89).

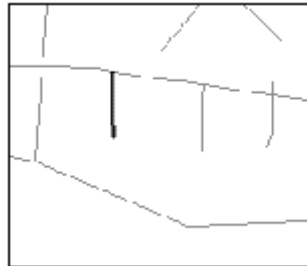


Figura 4. 88. Medida de líneas

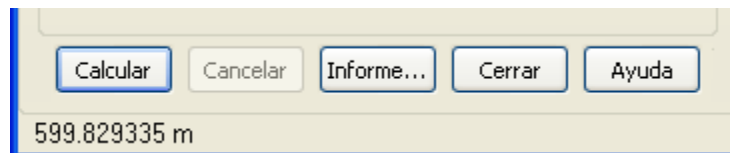


Figura 4. 89. Muestra de datos en ventana medidas

OBS: El sistema busca por la línea más próxima a la posición del mouse en la pantalla activa, en el caso que no encuentre, el mensaje "**Línea no encontrada**" será presentado, **hacer clic** en Continúe para proseguir.

MEDIR DISTANCIA ENTRE PUNTOS

Para calcular la distancia entre dos puntos cualquiera (entidad punto, o un punto de una línea o inclusive un punto a ser definido por la proximidad del mouse sobre una línea) representado en

mapas temáticos, catastrales, redes o también numérico (isolíneas y puntos acotados), activar un PI que tenga estos tipos de entidades.

- Hacer clic en Indicación para definir el Tipo de medidas;
- Seleccionar Distancia en Opción;
- Escoger la Unidad para los resultados ser presentados (*metros, kilómetros, pulgadas o pies*);
- utilizando solamente el botón izquierdo (**BE**) del mouse, **hacer clic** sobre los dos puntos del PI activo. Los puntos pueden estar aislados, o un punto cualquier de una línea, o incluso un punto creado sobre una línea por la proximidad del mouse. Un segmento de línea aparece en la pantalla destacando la distancia medida con un color diferente (ver Figura 4.90). **Observar** que después de hacer clic sobre el siguiente punto los valores son automáticamente presentados al pie de la ventana "**Medidas**".

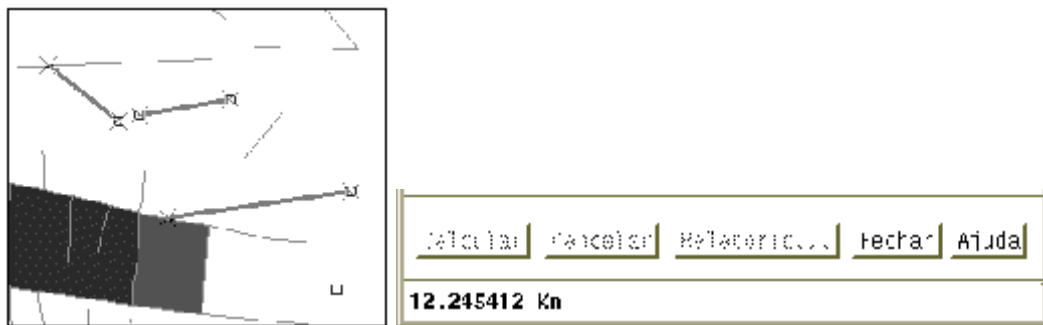


Figura 4. 90. Midiendo distancia entre dos puntos

OBS: El sistema busca por el punto más próximo a la posición del mouse en la pantalla activa, en caso que no encuentre, el mensaje "Punto no encontrado" será presentado, hacer clic en Continúe para proseguir.

MEDIDAS POR EDICIÓN

La operación de medir entidades por edición no requiere de ningún tipo de plano de información activo o visible en el área de visualización. En este caso se puede inclusive, utilizar una imagen de fondo, sobre la cual serán efectuadas las medidas. Las entidades digitalizadas no son

almacenadas en ningún plano, quedando solamente visible mientras la ventana de medidas esté abierta.

MEDIR ÁREA Y PERÍMETRO DE POLÍGONOS EDITADOS

Para calcular el área y perímetro de un polígono (polígono cerrado) editado, no es obligatorio la visualización de ningún PI en la pantalla. Los polígonos serán editados como **líneas cerradas (islas)**, esto significa que al cerrar la edición, automáticamente el último y primer punto se unen.

- Hacer clic en Edición para definir el Tipo de medidas;

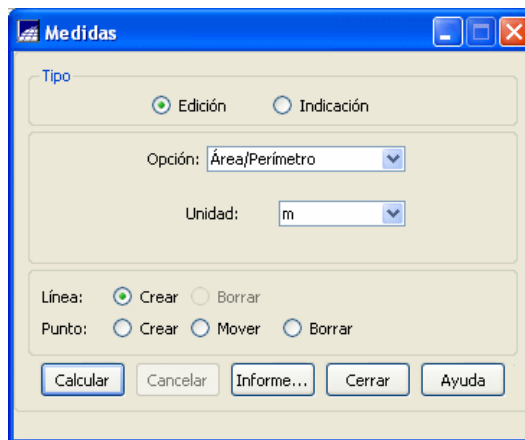


Figura 4. 91. Medidas por Edición

- Seleccionar Área/Perímetro en Opción;
- Escoger la Unidad de los resultados a ser presentados (*metros, kilómetros o hectáreas*);
- utilizando solamente el botón izquierdo (BI) del mouse, hacer clic en cada punto para definir la forma del polígono. Para cerrar el polígono hacer clic con el botón del medio (BM) del mouse. Antes de calcular los valores se pueden hacer correcciones sobre el polígono editado. Utilizar las herramientas de Crear, Mover y Borrar;
- Hacer clic en Calcular. Observar que los valores son presentados al pie de la ventana "Medidas" (ver Figura 4.92);
- Repetir los dos últimos pasos para ver los datos de otros polígonos.

MIDIENDO LONGITUD DE LÍNEAS EDITADAS

Para calcular la longitud de cualquier línea editada, no es obligatoria la visualización de ningún PI en la pantalla. Las líneas serán editadas como líneas abiertas (arcos).

- Hacer clic en Edición para definir el Tipo de medida;
- Seleccionar Longitud en Opción;
- Escoger la Unidad de los resultados a ser presentados (*metros, kilómetros, pulgadas o pies*);
- Utilizando solamente el botón izquierdo (BI) del mouse, hacer clic en cada punto para definir la trayectoria de la línea. Para cerrar la línea hacer clic con el botón del medio (BM) del mouse. Antes de calcular los valores se pueden hacer correcciones sobre la línea editada. Utilizar las herramientas de Crear, Mover y Borrar;

Hacer clic en Calcular. Observar que los valores son presentados al pie de la ventana "Medidas" (ver Figura 4.92);

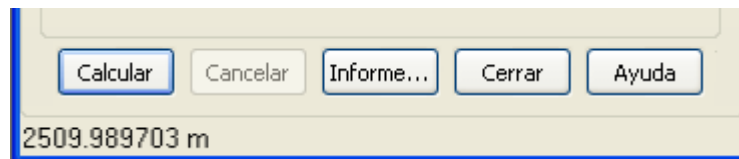


Figura 4. 92. Resultado medidas por indicación

4.11.5. LIMPIAR VECTORES

EJECUTAR LIMPIAR VECTORES

- Activar el PI en "Panel de Control" que contiene las líneas a ser limpiadas y ajustadas;
- Seleccionar "Eliminar fragmentos duplicados" para eliminar líneas (arcos) que tengan segmentos duplicados con sobreposición exacta de los segmentos;
- Seleccionar "Eliminar Líneas menores que" elimina líneas (arcos) que tengan ancho menor que el valor (en metros) indicado en el campo de entrada correspondiente;
- Seleccionar "Eliminar polígonos menores que" <No Implementado> elimina polígonos formados por islas (un arco solamente) o por varios arcos, que tengan áreas menores que el valor (en metros cuadrados) indicado en la caja de entrada correspondiente;
- Seleccionar "Topología Automática" y indicar el "Factor de Ajuste" (en metros) para el ajuste automático de todos los nodos, incluyendo la eliminación de fragmentos

duplicados (mismo que los puntos no coincidan), eliminación de líneas y polígonos menores que el Factor de Ajuste indicado (en METROS)

- Hacer clic en Ejecutar para concluir la operación.

CUIDADO: La ejecución de Limpiar Vectores actúa directamente sobre el PI activo. Con el objetivo de analizar efectos de este procedimiento, se recomienda hacer una copia del PI (crear un nuevo PI y utilizar el mosaico para copiar).

Limpiar Vectores

Esta herramienta permite eliminar y ajustar líneas en función de los parámetros seleccionados en la ventana, por tanto, puede ser aplicado para cualquier PI que tenga líneas en su representación, como mapas temáticos, numéricos, catastrales y redes.

- **Eliminar Fragmentos Duplicados:** El segmento duplicado no precisa tener exactamente el mismo número de puntos en cada línea. La figura debajo muestra dos arcos (1 y 2), donde el 2 tiene un punto más de que el 1, pero gráficamente las líneas están sobrepuestas. Después del procesamiento, uno de los segmentos será eliminado y uno de los arcos será mantenido, creando así tres arcos. Para que el arco 1 sea dividido en tres es necesario utilizar también la opción Topología automática.

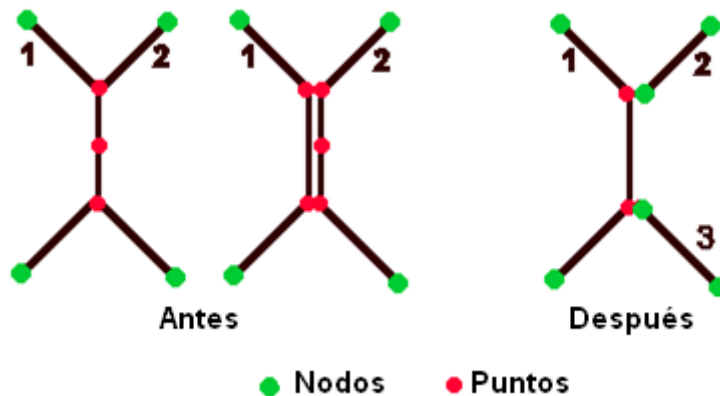


Figura 4. 93. Eliminar fragmentos duplicados

- Eliminar Líneas menores que:** La figura 4.94 muestra cinco arcos (1 a 5), donde el arco 3 es eliminado por tener longitud menor de que el valor introducido. Entretanto, no será ajustado la casilla criada, a no ser que el elemento Topología automática esté activa.

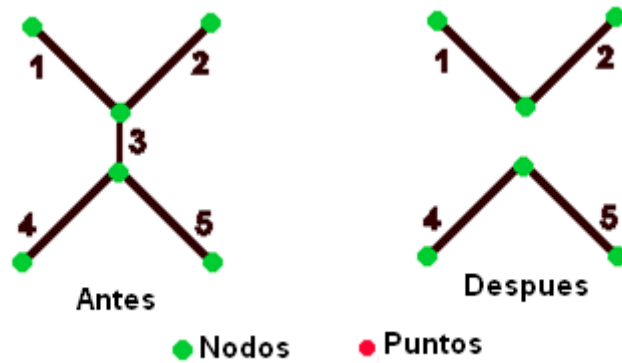


Figura 4. 94. Eliminar líneas menores que un cierto valor

- Eliminar polígonos menores que:** La figura 4.95 muestra tres polígonos (1, 2 y 3), donde el 1 es eliminado por ser una isla menor de que el valor introducido, y el 3 será eliminado también, pero solamente uno de los dos arcos que lo define será eliminado, pudiendo aumentar o disminuir el área del polígono 2 final.

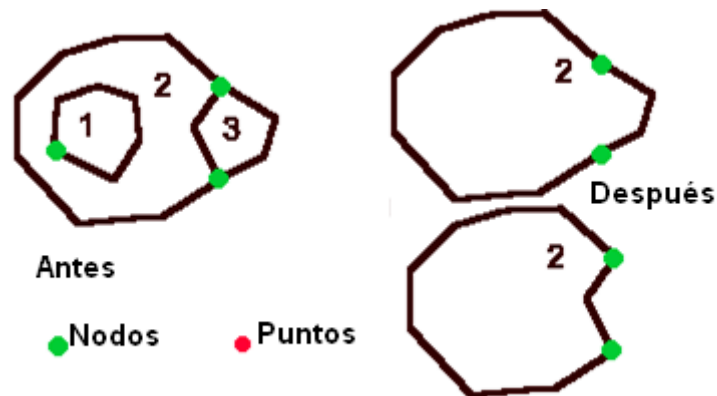


Figura 4. 95. Eliminar polígonos menores que cierto valor

NOTA: En el caso de un PI del modelo numérico, este parámetro no tiene efecto sobre los datos.

4.11.6. CREACIÓN DE PUNTOS DE MUESTRA

Esta herramienta permite, a partir de un PI, del modelo catastral o temático, representados por entidades de tipo punto o polígono, crear otro PI temático, catastral o numérico, pero de entidades del tipo punto.

Generación de Puntos de Muestra: Conceptos

Cuando el PI de entrada contiene polígonos, se puede optar por generar los puntos a través del centro de masa del polígono o del centroide (punto usado para identificar el objeto o clase) del mismo. Las figuras 4.96, 4.97 y 4.98 muestran un ejemplo de un mapa catastral con polígonos, donde se generan puntos de muestra por el centro de masa y también por el centroide.

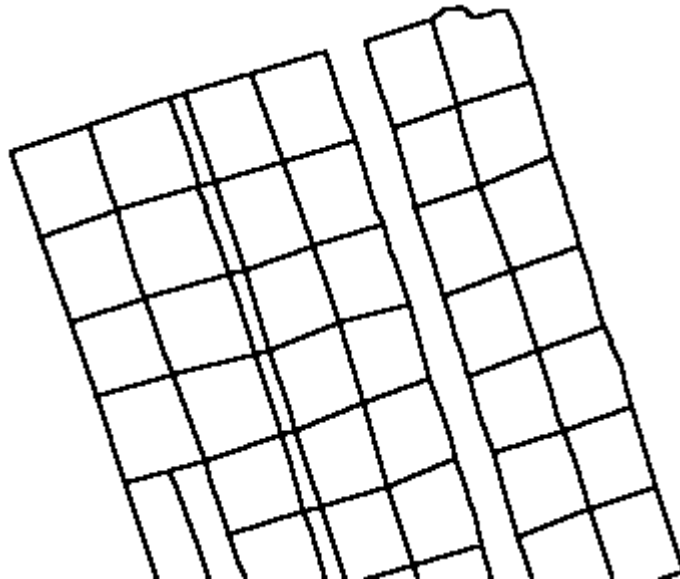


Figura 4. 96. Polígonos catastrales

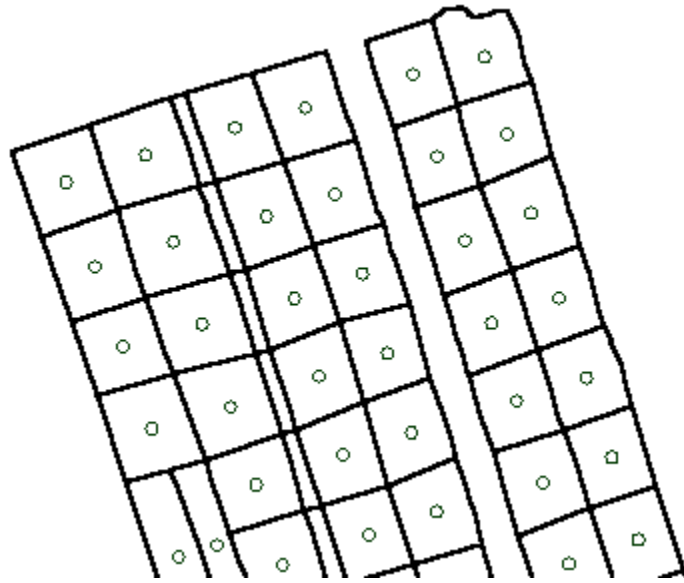


Figura 4. 97. Puntos centro de masa

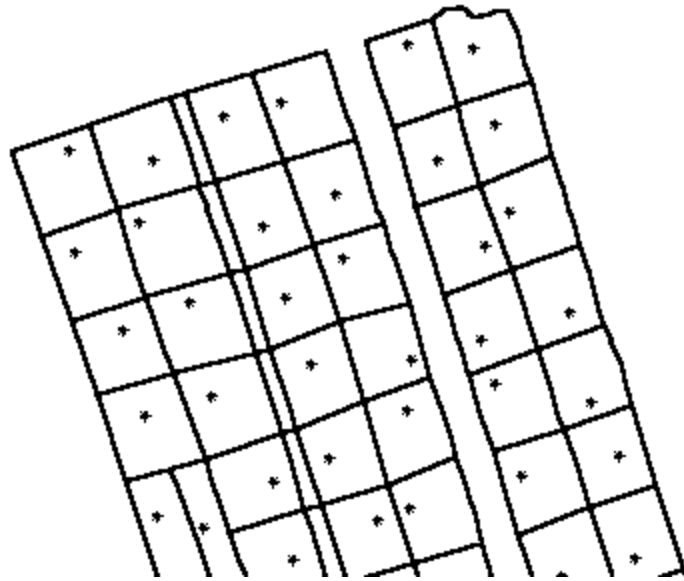


Figura 4. 98. Puntos centroide

Generando puntos de muestra a partir de un PI temático

- Activar en el "Panel de Control" una categoría temática y un PI asociado, que contenga polígonos o puntos vectoriales. PI's con representación matricial no pueden ser utilizados, pero si desea convierta de matriz a vector;
- Hacer clic en Herramientas - Generación de Puntos de Muestra... en el menú principal. La ventana asociada es presentada;
- Hacer clic en Categoría de Salida... para escoger a que categoría pertenecerá el PI a ser creado. La ventana "Lista de Categorías" es presentada. Escoger una categoría numérica o temática y hacer clic en ejecutar en esta ventana;
- Digitar el nombre del PI de Salida a ser creado;
- Hacer clic en ejecutar .

IMPORTANTE: La operación es realizada sobre el PI o mapa catastral que esté activo en el "Panel de Control".

NOTA: Observar que el nuevo PI debe estar disponible en el "Panel de Control". Si la categoría de salida fuera del modelo numérico, las cotas de los puntos serán las clases asociadas a los polígonos o puntos temáticos.

Generando puntos de muestra a partir de un PI catastral

- Activar en el "Panel de Control" una categoría catastral y un PI asociado, que contenga polígonos o puntos vectoriales;
- Hacer clic en Herramientas - Generación de Puntos de Muestra... en el menú principal. La ventana asociada es presentada;
- Hacer clic en Categoría de Salida... para escoger a cual pertenecerá el PI a ser creado. La ventana "Lista de Categorías" es presentada. Escoger una categoría numérica, temática o catastral y hacer clic en ejecutar en esta ventana;
- Digitar el nombre del PI de Salida a ser creado;
- En caso la categoría de salida sea del modelo Numérico, seleccionar en la lista Categoría, el objeto deseado y seleccionar también en la lista Atributos cual será utilizado para el valor de la cota Z del punto generado;

- Hacer clic en ejecutar .

NOTA: Observar que el nuevo PI debe estar disponible en el "Panel de Control". Si la categoría de salida fuera del modelo numérico, las cotas de los puntos generados corresponden al atributo del objeto seleccionado.

4.11.7. RECORTAR PLANO DE INFORMACIÓN

CONCEPTOS

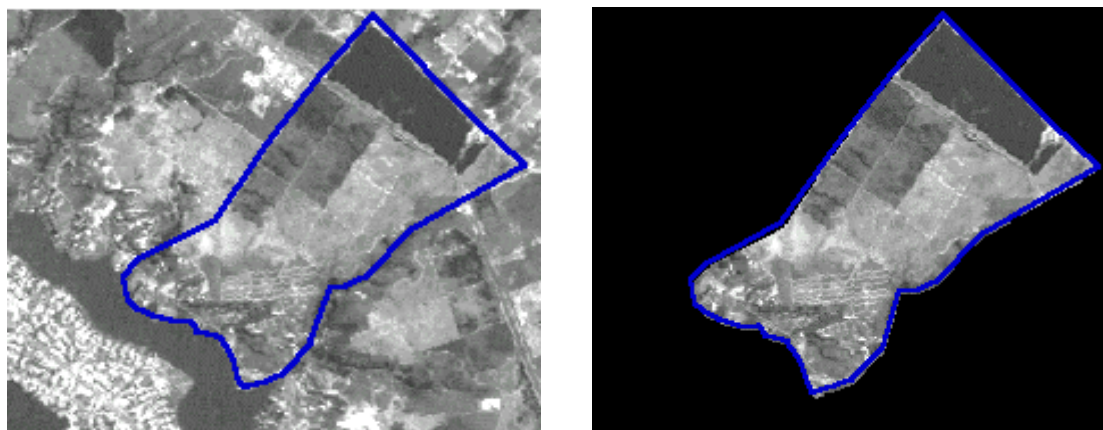
Esta herramienta permite delimitar o enmascarar cualquier plano de información (PI) de un proyecto. Para ejecutar el recorte, el usuario debe definir el límite a ser recortado. Este límite puede ser definido de tres modos:

- **Seleccionar Máscara:** a partir de un PI que lo contenga un polígono cualquiera;
- **Editar:** puede ser digitalizado en la pantalla como línea cerrada (isla);
- **Área del proyecto:** puede ser un área del proyecto definido por las coordenadas exactas o por el cursor de área.

El recorte puede ser ejecutado sobre:

- **PI Activo** - puede ser aplicado sobre el propio PI activo, alterando definitivamente el mismo, o crear otro PI, de la misma categoría;
- **Categoría activa** - será ejecutado el recorte sobre todos los PI's de la categoría corriente. Si ha informado un sufijo a los nombres de los PI's, serán creados otros PI's con este sufijo, manteniendo los originales; de lo contrario, todos los PI's serán definitivamente alterados.

El recorte puede aún ser ejecutado sobre cualquier PI de cualquier categoría, con representación matricial o vectorial. Para un contorno irregular, un límite de municipio por ejemplo, el PI matricial será llenado hasta sus extremos con pixeles negros (ver Figura 4.99), si fuese una imagen monocromática, de lo contrario serán blancos.



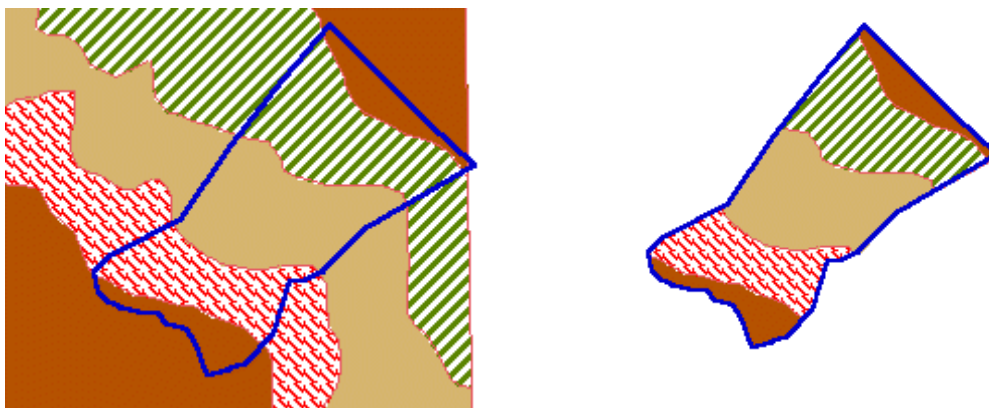
ANTES

DESPUES

Figura 4. 99. Recorte de PI matricial

NOTA: En caso de que aplique un recorte sobre el propio PI imagen, las dimensiones del área del proyecto permanecerán, llenando con pixeles negros o blancos hasta el límite de este rectángulo. Entretanto, cuando el recorte es aplicado creándose un nuevo PI, este tendrá un área del proyecto con dimensiones del propio límite de recorte.

En caso de que el PI a ser recortado sea vectorial, con topología de polígonos, por ejemplo, la línea de límite será parte del PI recortado, manteniéndose la identificación de los polígonos, sea catastral (mapa de objetos) o temático. La figura abajo muestra un PI temático recortado.



ANTES

DESPUES

Figura 4. 100. Recorte de PI vectorial

RECORTANDO UN PI A TRAVÉS DE LA SELECCIÓN DE UNA MÁSCARA

- Activar en el "Panel de Control" la categoría y/o el PI que desea recortar;
- Hacer clic en Herramientas - Recortar Plano de Información... en el menú principal. La ventana asociada es presentada;
- Seleccionar la opción Seleccionar Máscara;
- Hacer clic en PI... y en la ventana "Categorías y Planos" seleccionar la categoría y el PI que contiene el polígono con el límite que se desea utilizar y hacer clic en Ejecutar;
- Al seleccionar un PI, se abre la pantalla 5, donde se debe seleccionar el polígono que servirá de máscara para el recorte;
- Escoger si el recorte será ejecutado sobre el PI Activo o sobre todos los PI's de la Categoría activa. En ambos casos, adicionar un sufijo al nombre del PI Activo o de la Categoría (campo en banco delante del nombre de la categoría), para que sean creados nuevos PI's, de lo contrario los PI's originales serán modificados permanentemente;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar el recorte.

NOTA 1: La opción Recorte Interno genera un PI con los datos contenidos en la máscara; la opción Recorte Externo genera un PI con los datos que no están contenidos en la máscara.

NOTA 2: el polígono del PI de límite debe estar ajustado y poligonalizado. No es necesario estar asociado a una clase (si es temático), o a algún objeto (si es catastral).

Recortando un PI a Partir de la Edición de una Máscara:

- Activar en el "Panel de Control" la categoría y/ o PI que desea recortar;
- Hacer clic en Herramientas - Recortar Plano de Información... en el menú principal. La ventana asociada es mostrada;
- Seleccionar la opción Editar y estará habilitado para digitalizar el límite;
- Editar una línea cerrada, semejante al recurso disponible de la edición vectorial. Por defecto el modo de edición es PASO. Al hacer clic el botón derecho del mouse, el último y el primer punto se cierran automáticamente. *En esta versión del SPRING, podrá ser editado solamente un límite como entrada;*
- escoger si el recorte será ejecutado sobre el PI Activo o sobre todos los PI's de la Categoría activa. En ambos casos, adicione un sufijo al nombre del PI Activo o a la

Categoría (campo en blanco delante del nombre de la categoría), para que sean creados nuevos PI's, de lo contrario los PI's originales serán modificados permanentemente;

- Hacer clic en Ejecutar para efectuar el recorte.

NOTA: El límite editado no es almacenado en ningún PI, ni en la memoria, después de ejecutar el recorte. Por lo tanto, si se desea aplicar el mismo recorte a otros PI's, utilizar una de las otras opciones, esto es, Seleccionar Máscara y Rectángulo Envolvente.

Recortando un PI a Partir de un Rectángulo Envolvente:

- Activar en el "Panel de Control" la categoría y/ o PI que se desea recortar;
- Hacer clic en Herramientas - Recortar Plano de Información... en el menú principal. La ventana asociada es mostrada;
- Seleccionar la opción Rectángulo Envolvente. Observar que el botón debajo queda habilitado;
- Hacer clic en Rectángulo Envolvente.... y en la ventana asociada digitar los valores de coordenadas, en planas o geográficas, utilizar el cursor de área para definir el rectángulo de recorte y hacer clic en Ejecutar.
- Escoger si el recorte será ejecutado sobre el PI Activo o sobre todos los PI's de la Categoría activa. En ambos casos, adicionar un sufijo al nombre del PI Activo o a la Categoría (campo en blanco delante del nombre de la categoría), para que sean creados nuevos PI's, de lo contrario los PI's originales serán modificados permanentemente;
- Hacer clic en Ejecutar para efectuar el recorte.

OBS: En esta versión del SPRING no es ejecutado el recorte sobre la representación TIN.

4.11.8. INTERSECCIÓN DE PLANOS DE INFORMACIÓN

CRUZAMIENTO VECTORIAL

La interfaz "Cruzamiento Vectorial" lista todos PI's (temáticos y catastrales, digitales y redes y también permite un listado multi-selección, donde son seleccionados cuántos PI's serán cruzados.

El PI queda seleccionado en la lista, y para retirar la opción seleccionada, basta hacer clic nuevamente sobre él. Entre paréntesis aparece el nombre de la categoría a la cual el PI pertenece, pues puede haber PI's con nombres iguales en Categorías diferentes.

A continuación se presentan los campos que deben ser completados en la interfaz:

- En Categoría del Objeto , se selecciona la Categoría de objeto en la cual serán creados los objetos de salida
- En Categoría de Salida , se selecciona la Categoría catastral en la cual será creado el PI de salida.
- En PI de Salida, se digita el nombre do PI a ser creado.
- En Rectángulo Envolvente, se define el rectángulo del PI de salida. En el caso de no hacerlo, se asume como "por defecto" el rectángulo del PI activo.
- En Escala del PI, se define la escala del PI a ser creado; en el caso de no hacerlo, se asume como "por defecto" la escala del PI activo
- En Factor de Ajuste, se define la tolerancia, *en metros*, de la distancia mínima de proximidad de líneas para cálculo de la intersección.
- En Área del menor polígono, se define el área, *en metros cuadrados*, del menor polígono a ser generado.

CRUZAMIENTO VECTORIAL CONCEPTOS

- La salida será siempre un PI catastral, cuyos atributos de los objetos de salida serán definidos como los nombres de los PI's de entrada, y los atributos serán todos de tipo texto.
- En el caso de PI's catastrales, el nombre del atributo creado es la unión del nombre del PI con el nombre de la categoría del objeto presente en este PI.
- Todos los nombres de los atributos serán creados con el prefijo " IL".
- Será creado un objeto para cada polígono generado de la intersección de los varios PI's de entrada.
- El valor del atributo será el nombre de la clase o la etiqueta del objeto encontrado en el PI correspondiente.
- La etiqueta y el rótulo del objeto creado serán la unión del *id* del PI generado y el *id* del polígono al cual él está asociado.

En caso que uno de los PI's de entrada presente la representación *Punto2d* o líneas, será creado otro PI de salida con la extensión "_pt" . Este PI deberá contener los puntos encontrados en los PI's de entrada, o los puntos de intersección de las líneas con un objeto asociado a cada punto y con los atributos referentes a cada PI de entrada en aquella localización.

En caso que uno de los PI's fuera una matriz numérica, el atributo asociado al punto referente a esa matriz y el valor obtenido por una interpolación bilinear.

4.11.9. ESTADÍSTICA DE IMAGEN POR POLÍGONO

Esta herramienta permite hacer análisis de estadística a partir de Polígonos de Clases Temáticas. Los parámetros estadísticos presentados son: NÚMERO DE PIXEL, MÍNIMO, MÁXIMO, AMPLITUD, MEDIA, VARIANZA, DESVIO PADRON, ASIMETRIA, CURTOSE. COEFICIENTE DE VARIACIÓN, MEDIANA y MODA.

Para ejecutar tal herramienta es necesario:

ENTRADA

- 1- Escoger un PI Temático, Catastral o Imagen Rotulada que contenga los Polígonos o Clases Temáticas;
- 2- Seleccionar los PI's de Imagen, Rejilla o Imagen Temática que desea analizar, de una misma categoría.

SALIDA:

- 1- Informar el Polígono o la Clase seleccionado; opción Políg. seleccionado o Clase seleccionada.
- 2 - Tabla no-espacial con todos los parámetros de todos los Polígonos o Clases Temáticas del PI activo - opción Todos Políg o Todas Clases.

NOTA: En caso que el PI de entrada sea un mapa catastral con objetos asociados, la tabla no-espacial de salida tendrá, además de los atributos con la estadística, atributos con el GEOID, Rótulo y Nombre de los objetos. Esto permitirá que esta tabla sea enlazada a la del objeto, enriqueciendo así los recursos de consulta. A continuación el procedimiento básico para obtención de estadísticas.

EJECUTAR ANÁLISIS ESTADÍSTICA SOBRE IMÁGENES

- Activar en el "Panel de Control" la categoría y el PI que contiene Polígonos o Clases Temáticas. Puede ser un PI temático, catastral o imagen rotulada (resultante de una segmentación). Actualizar el PI escogido en la pantalla activa;
- Hacer clic en Herramientas - Estadística de Imagen por Polígono... en el menú principal. La ventana asociada es presentada;
- Observar que el nombre del PI activo debe estar en la parte superior de la ventana;
- Seleccionar en la lista Categoría la que tiene las Imágenes, Rejillas o Imágenes Temáticas a ser analizadas;
- Seleccionar en la lista Imagen uno o más PI's;
- Hacer clic en Entidad y seleccionar:
 - Si Todos - debe seleccionar el botón Categoría de Objetos... (solamente para PI catastral como PI activo) o objeto asociado al mapa activo, pues puede haber más que uno. Digitar en tabla No Espacial el nombre de la tabla a ser creada.
 - Si Seleccionado - el cursor cambia a modo punto. Hacer clic en la pantalla de dibujo sobre el Polígono el Clases Temáticas a ser analizado. Observar que el Polígono o Clase Temática queda destacado;
- Hacer clic en ejecutar para efectuar los cálculos.

RESULTADO 1: Si la opción fue Todos, la tabla no espacial estará disponible en el banco. Si se desea editar o ver el contenido de esta tabla utilizar la ventana " Datos No-Espaciales" disponible en Editar - tabla... .

RESULTADO 2: Si la opción fue Seleccionado, la ventana " Informe de Datos" presenta los valores del polígono. Para otro polígono, seleccionar nuevamente la pantalla y hacer clic nuevamente en ejecutar.

4.12. MENÚ AYUDA

En este menú se despliega toda la información de ayuda del programa.

Los tópicos desarrollados en este menú son los siguientes:

ÍNDICE GENERAL

Se encuentra la información como iniciar, informaciones conceptuales de SPRING, la descripción de cada una de las funciones de los módulos SPRING, IMPIMA y SCARTA-5, como instalar y configurar el producto y un tutorial paso a paso para ser desarrollado con un banco de datos de Brasil.

AYUDA DEL SPRING

Contiene todas las descripciones de las barras de menús del programa.

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Introducción al procesamiento de imágenes y técnicas del procesamiento digital de imágenes

ANÁLISIS NUMÉRICO

Conceptos de todo lo relacionado a los modelos digitales de terreno

ANÁLISIS GEOGRÁFICO

Concepto del análisis geográfico y descripción de herramientas

CONSULTA AL BANCO DE DATOS

Visión general de bancos de datos relacional (SGDB), con énfasis en lo referente a la ligación entre el SPRING y un gerenciador de bancos de datos relacionales. Son presentados también los mecanismos de consulta a objetos catastrales disponibles en el SPRING.

PROGRAMACIÓN LEGAL

Esta página describe el lenguaje de programación LEGAL - Lenguaje Espacial para Geoprocesamiento Algébrico

IMÁGENES RADAR

Los tópicos presentados son:

- o Introducción
- o Generación de Imágenes SAR
- o Formatos de las Imágenes SAR
- o Correcciones Radiométricas
- o Efecto del Padrón de Antena
- o Distorsiones Geométricas
- o Registro de Imágenes SAR
- o Registro entre Imágenes SAR e Imágenes Ópticas

CAPITULO 5

APLICACIONES DE LOS SISTEMAS
DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A
TRAVÉS DEL SOFTWARE DE
LICENCIA LIBRE SPRING EN
PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL

5.1. PROCEDIMIENTO PARA LA CREACIÓN DE BASE DE DATOS Y PROYECTO EN SPRING DE LOS PROYECTOS A DESARROLLAR

Uno de los primeros requerimientos para iniciar el programa SPRING es crear una Base de Datos, donde serán almacenados todos los datos del Proyecto a desarrollar, luego se debe crear un proyecto nuevo, donde se asigna nombre al proyecto, indicando el sistema de proyección a utilizar y definir el área de interés en coordenadas planas o geográficas.

Para iniciar un proyecto en SPRING es necesario realizar una serie de pasos que serán descritos a continuación:

- Cargar el programa SPRING 5.0.6
- En el menú archivo se debe crear la Base de Datos, indicando el directorio donde se almacenaran los datos, nombre de la misma y gerenciador a utilizar. Los gerenciadores disponibles en el programa SPRING se detallan en la tabla 5.1

Gerenciadores
DBase
Access
Oracle
MySQL
PostgreSQL

Tabla 5. 1. Gerenciadores de Base de Datos disponibles en SPRING 5.0.6

- Después de haber definido estos parámetros, debe hacerse clic en el puntero del mouse en el botón *Crear*, con lo que será creado físicamente el directorio donde serán almacenados, tanto el esquema del Banco de Datos, con sus definiciones de Categorías y Clases, y luego de debe activar el mismo para crear el nuevo proyecto.

Con lo anteriormente descrito, el programa está listo para iniciar el proceso de configuración del proyecto, el cual se describe a continuación.

- Seleccionar en el menú Archivo, Proyecto para desplegar la ventana de “Proyectos”, en ella se despliegan los recuadros de Proyectos y Área de Interés, como se muestra en la Figura 5.1.



Figura 5. 1. Ventana Proyectos

En esta ventana se introducen el nombre, sistema de proyección (los Sistemas de Proyección disponibles se detallan en la tabla 5.2), y ubicación del proyecto a crear o utilizar. Al hacer clic en el botón Proyección se despliega la ventana *Proyecciones*, en la cual se escoge el Sistema de Proyección y Modelo de Tierra (ver tabla 5.3), dependiendo de la región de la tierra en la que se encuentre el proyecto en estudio. Dependiendo de lo anterior, se activan las opciones debajo del recuadro Sistemas y Modelo de Tierra, como lo muestra la Figura 5.2.

Después de definir cada uno de los parámetros se hace clic en Ejecutar para que el sistema reconozca los datos y luego Cerrar para volver a la ventana de Proyectos y definir el Área de interés.

Para definir el área de interés, en la ventana proyecciones, primero de debe indicar el tipo de coordenadas a utilizar (Geográficas o Planas), estas deben ser indicadas como se muestran en la Figura 5.3. Cabe mencionar que el **Área del Proyecto** define también el límite máximo de los Planos de Información. Datos geográficos referentes a áreas mayores que el área del proyecto

serán limitados por las coordenadas del proyecto en el momento de la importación o entrada de los datos.

Luego se debe hacer clic en Crear y Activar, en la ventana Proyecto para generar un subdirectorío, debajo del directorío correspondiente al banco, el cual se almacenarán todos los datos referentes a una región. Al crear el Proyecto no es necesario aun definir las categorías. Se puede tener cuantos proyectos se desee, pero solamente uno por vez puede estar activo.

Proyección	Clasificación
Albers	Cónica Equivalente
Bipolar	Cónica Conforme
Cilíndrica Equidistante	Cilíndrica Equidistante
Gauss	Cilíndrica Conforme
Estereográfica Polar	Plana Conforme
Lambert	Cónica Conforme
Lambert Million	Cónica Conforme
Mercator	Cilíndrica Conforme
Miller	Cilíndrica
No_Projection	Plana
Policónica	Cónica
Latlong	-
Sinusoidal	Pseudo-cilíndrica Equivalente
UTM	Cilíndrica Conforme

Tabla 5. 2. Sistemas de Proyección disponibles en SPRING 5.0.6

Modelos de Tierra	
Datum- ITRF (WGS84)	Datum- PSAD56(EQ)
Datum- SIRGAS2000	Datum- Yacare(UR)
Datum- SAD69	Datum- REGVEN(VE)
Datum- CorregoAlegre	Datum- LaCanoa(VE)
Datum- AstroChua	Elipsoid- Hayford
Datum- SICAD	Elipsoid- Clarke1866
Datum- NAD83(US)	Elipsoid- Krasovsky
Datum- POSGAR(AR)	Elipsoid- Airy
Datum- Inchauspe(AR)	Elipsoid- Everest

Tabla 5. 3. Modelos de Tierra disponibles en SPRING 5.0.6



Figura 5. 2. Ventana Proyecciones

Para cada uno de los Proyectos a desarrollar en este capítulo es necesario realizar los pasos de *Crear una Base de Datos y un Nuevo Proyecto*, cuyo proceso es el anteriormente descrito. Para la definición del proyecto se utilizan los Parámetros de Sistema de Proyección Cónico Conformal de Lambert para El Salvador, los cuales se detallan en la tabla 5.4.



Figura 5. 3. Puntos para la definición del Área del proyecto.

Latitud de origen	13.78333333
Longitud de origen o meridiano central	-89
Falso Este	500,000.00
Falso Norte	295809.184
Paralelo Estándar 1	13.31666667
Paralelo Estándar 2	14.25
Escala	0.99996704

Tabla 5. 4. Parámetros del Sistema de Proyección Cónico Conformal de Lambert para El Salvador

5.2. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING EN EL PROYECTO 1

Para este primer proyecto lo que se requiere es visualizar de una forma grafica los datos del levantamiento de campo realizado a través del Método de Mendoza para la evaluación de la Estabilidad de Taludes, para la Carretera al Aeropuerto y Carretera Santa Tecla-Colon (ver ficha de referencia en Anexo 1).

PASO 1. Generación de una base de datos

- Después de cargar el programa SPRING 5.0.6, como se muestra en la Figura 5.4, se debe hacer clic en el menú **Archivo** y luego en *Base de datos*, lo cual despliega la ventana “Banco de Datos”(ver Figura 5.5.), en esta ventana se muestran los bancos de datos creados anteriormente.
- Primero se debe indicar el directorio o ruta en el cual será creada la Base de Datos, en este caso la ruta es C:\Archivos de programa\spring506_Esp\springdb, “*springdb*” es una carpeta creada por el sistema durante la instalación del programa donde se almacenan las bases de datos, el nombre de la base de datos asignada para este proyecto será “P1” que deberá ser colocada en el recuadro Nombre.
- Posteriormente se escoge el gerenciador de la lista disponible DBase, debido a que este gerenciador no precisa estar instalado en el computador, pues la instalación de SPRING ya provee las herramientas necesarias para trabajar con tablas en Dbase, luego se hace clic en “Crear” para crear el banco, para que el nombre pase a formar parte de la lista de bancos de datos del programa.

El resultado de realizar este procedimiento se muestra en la Figura 5.5.

- Después se activa la base de datos “P1”, haciendo clic con el botón izquierdo del mouse en el botón “Activar” de la misma ventana. En caso de estar activo otro banco se debe confirmar el mensaje de desactivación del mismo. Para lo cual la ventana de Banco de Datos desaparece. En la barra de titulo de SPRING se muestra el nombre del banco activo entre corchetes, para este caso específico [P1], como se muestra en la Figura 5.6.

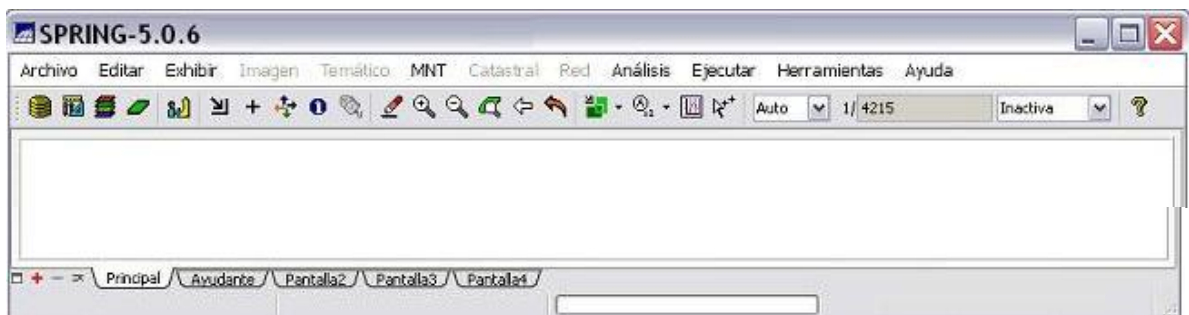


Figura 5. 4. Ventana principal del programa SPRING 5.0.6

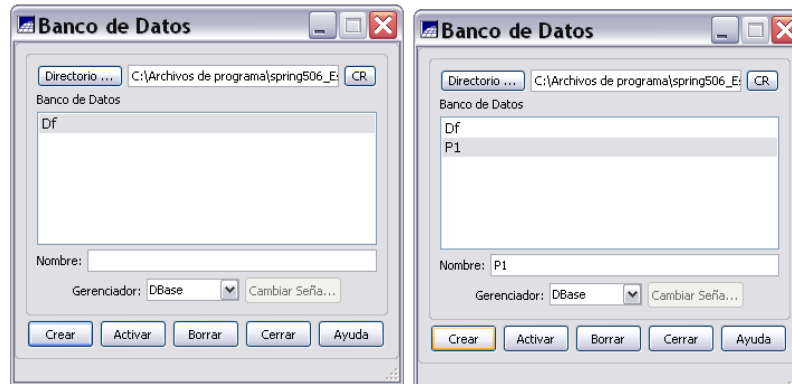


Figura 5. 5. Proceso para la creación de la Base de Datos P1

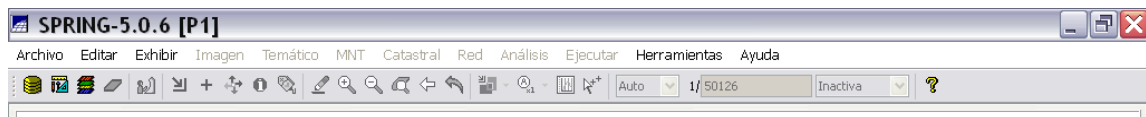


Figura 5. 6. Banco de datos activo en SPRING

PASO 2. Creación de un Nuevo Proyecto

Para la creación del banco de datos, como ya se mencionó en la sección 5.1, es necesario tener un banco de datos activo, para este caso será el banco de datos “P1”, que fue activado al finalizar el PASO 1.

- Teniendo activo el banco de datos “P1”, se hace clic en el menú Archivo y luego en “Proyecto”, lo cual despliega la ventana “Proyectos”, como se muestra en la Figura 5.7
- El nombre a asignar en el recuadro “Nombre” de la ventana de “Proyectos” será para este caso particular PROYECTO_UNO
- Luego se debe hacer clic en el botón “Proyección”, la ventana de “Proyecciones” es desplegada. En esta ventana se informa los parámetros cartográficos a ser usados en el proyecto. Se utilizará los valores contenidos en la tabla 5.4. El formato de introducción para coordenadas geográficas es en grados, minutos y segundos, por lo cual se transforman los valores, anteponiendo a estos, la letra inicial de la latitud (“n” de norte o “s” de sur) y longitud (“w” de este u “o” de oeste), como se muestra en la Figura 5.8
- Luego de haber completado los datos de la ventana “**Proyecciones**” con los datos de la tabla 5.4, se debe hacer clic en “Ejecutar” y “Cerrar” para regresar a la ventana “Proyectos” y así definir el Área de Interés o Área del Proyecto.

- En este recuadro se marca la opción “Planas” y se introducen los valores de los puntos para definir el rectángulo envolvente, donde los puntos deben ser diagonalmente opuestos, de acuerdo al formato de la Figura 5.3.
- Luego se debe hacer clic en el botón “Crear” para insertar en proyecto en el banco de datos activo. El nombre del proyecto es mostrado en la lista del recuadro Proyectos.

El resultado de realizar este procedimiento se muestra en la Figura 5.9

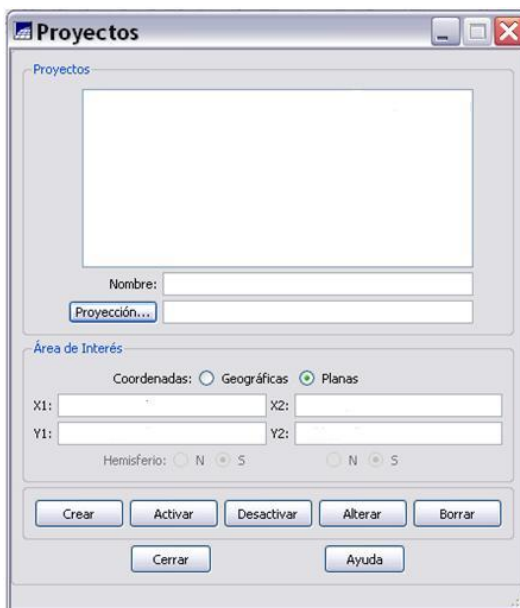


Figura 5. 7. Ventana para la creación de Proyectos

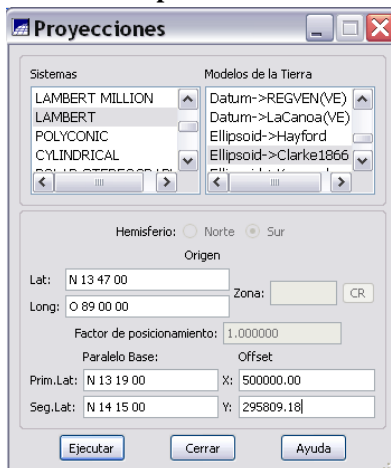


Figura 5. 8. Ventana Proyecciones de SPRING

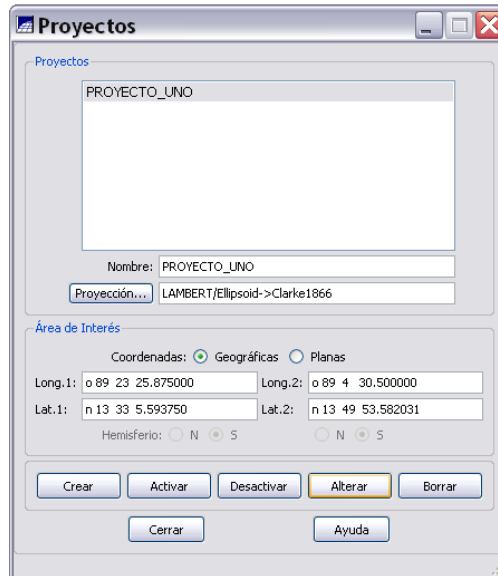


Figura 5. 9. Creación del Proyecto con el nombre PROYECTO_UNO

- Después de crear el proyecto, se debe activar el mismo para realizar la definición de planos de información e introducción de datos en los mismos. Al realizar esta acción, en la barra de título de SPRING aparece el nombre del Proyecto activo al lado derecho del banco de datos activo, al igual que para este entre corchetes, en este caso [PROYECTO_UNO], automáticamente la ventana “Proyectos” se cierra al activar el proyecto, y la ventana del “Panel de Control” se abre, como se muestra en la Figura 5.10

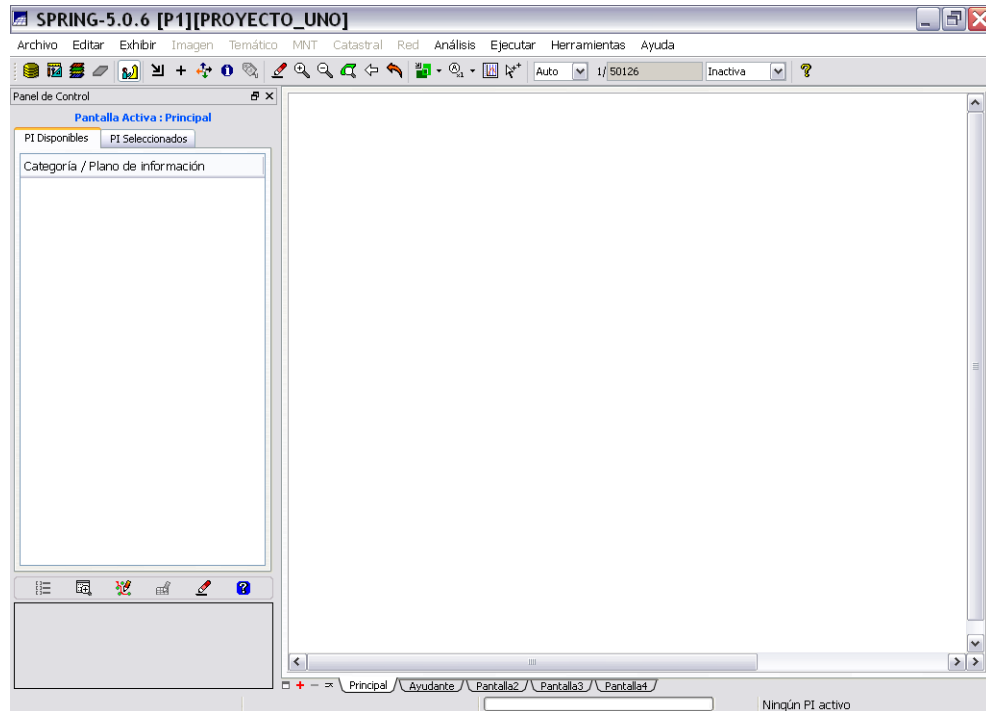


Figura 5. 10. Activación del Proyecto PROYECTO_UNO y visualización del Panel de Control.

PASO 3. Generación del Modelo de Datos

La creación del Modelo de Datos en SPRING no es más que la especificación de las Categorías, de acuerdo al tipo de datos que se poseen. Para este caso específico del PROYECTO_UNO, se poseen las coordenadas de ubicación de los taludes evaluados a través del Método de Mendoza y los valores de los parámetros de evaluación. Debido a que se necesita visualizar los atributos de los puntos, se debe crear un modelo de datos tipo OBJETO para insertar la tabla de atributos, se debe tratar los puntos como objetos, para lo cual se crea la categoría CATASTRAL y para poder clasificar los puntos de acuerdo a la escala del método de Evaluación de Amenaza, se debe crear una categoría TEMÁTICA para clasificar los puntos de acuerdo a la suma de Atributos relativos en la Estimación de Amenaza (ver Anexo 1).

- Para crear una categoría, se debe haber realizado los pasos 1 y 2, posteriormente en el menú Archivo se hace clic en Modelo de Datos, la ventana “Modelo de datos” es presentada. En esta ventana se definen las categorías que contendrá el proyecto, las cuales se detallan en la tabla 5.5:

Nombre de la Categoría	Modelo
TALUDES	CATASTRAL
MENDOZA	TEMATICO
PUNTOS_MENDOZA	OBJETO*

Tabla 5. 5. Definición de categorías PROYECTO_UNO

*Este modelo no posee Planos de Información

Cabe mencionar que no es necesario definir las categorías de una sola vez, se pueden crear a medida se avanza en el proyecto de ser necesario.

- Para crear las categorías, se debe digitar el nombre de la misma en el recuadro “Nombre”, de la ventana “**Modelo de datos**”, para el caso se digita TALUDES en el recuadro y luego se escoge el tipo de modelo al que pertenece(Catastral), luego se hace clic en el botón crear para que el nombre aparezca en la lista de Categorías y seguidamente hacer clic en el botón “Ejecutar” para crear la categoría en el banco de datos “P1”
- Luego hacer clic en el botón “Cerrar”. Este mismo procedimiento se realiza para crear las categorías restantes. Ver Figura 5.11.
- Las Categorías no son visualizadas en el Panel de Control debido a que no poseen ningún plano de información asociado a las mismas, por lo que el siguiente paso a realizar es la creación de los planos de información de cada una de las categorías, que se detallan en el PASO 4.

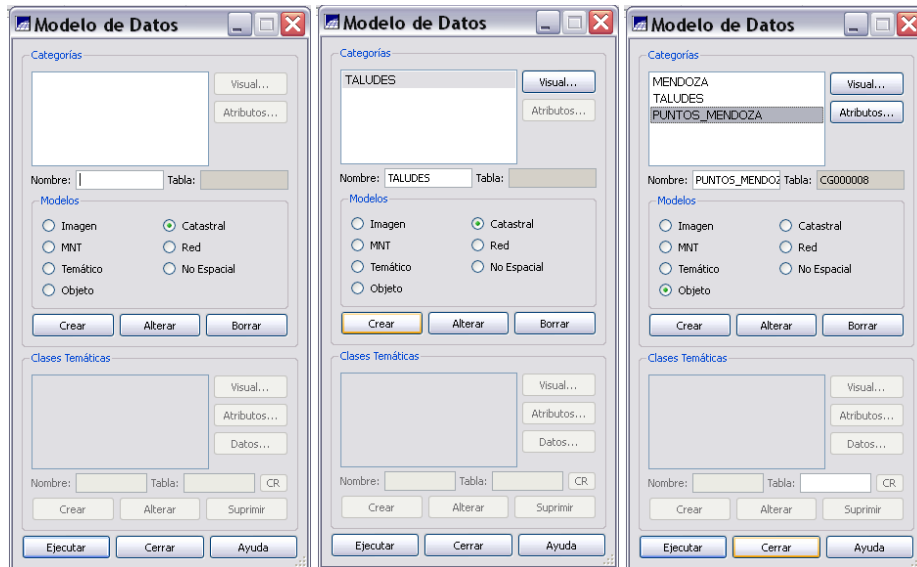


Figura 5. 11. Proceso para la creación de Categorías para el PROYECTO_UNO

PASO 4. Creación de los Planos de información.

Una vez creadas las categorías, se procede a la creación de los planos de información para poder realizar la importación de los datos.

- Para crear los Planos de Información (PI), se debe hacer clic en el menú “Editar” y luego en “Plano de Información”, la ventana “Planos de Información” es presentada, conteniendo en el recuadro de “Categorías”. (La lista de las Categorías definidas en el PASO 3)
- Se selecciona la categoría para la cual se creará el Plano de información, en este caso como ejemplo base se toma la Categoría TALUDES.
- En el recuadro de “Nombre”, colocamos “PUNTOS”, que será el nombre del PI que contendrá los puntos de los taludes evaluados en la Carretera San Salvador-Aeropuerto y la Carretera Santa Tecla-Colón.
- El área de interés será la misma definida para el proyecto.
- Para poder visualizar de una mejor forma los puntos respecto al tamaño de la pantalla, en el recuadro “Escala” se coloca el valor de 25000 (sin punto decimal o espacio en blanco)

Después de haber ingresado todos los datos necesarios en la ventana “Planos de Información”, se debe hacer clic en el botón “Crear”, para visualizar el PI en el Panel de Control, tal como lo muestra la Figura 5.12

- Se realiza el mismo procedimiento para la categoría temática. Luego se hace clic en “Cerrar” para introducir los PI al banco de datos del Proyecto.

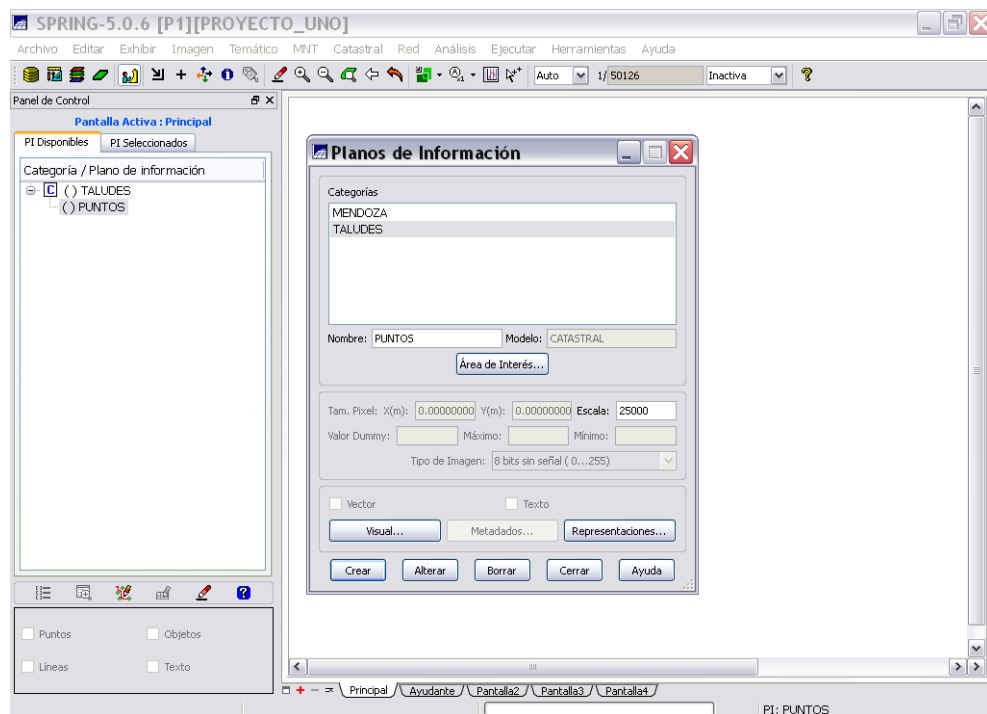


Figura 5. 12. Creación y visualización de Planos de Información en el Panel de Control.

PASO 5. Importación de datos.

En este paso se hará la descripción del procedimiento a realizar para la importación de los datos, a los Planos de información creados en el Paso 4, comenzando por la importación de los puntos de ubicación de los taludes al PI con el nombre “PUNTOS”.

- Primero se debe activar el PI PUNTOS, haciendo clic en el mismo.
- En el menú **Archivo**, elegir la opción “Importar”, aparece la ventana de “Importación”, con dos recuadros: *Datos Externos* y *SPRING*
- Al hacer clic en el botón “Directorio”, dentro del recuadro de Datos Externos, aparece la ventana “Buscar Carpeta”, se debe seleccionar la carpeta donde se encuentra el archivo

que contiene el archivo con los datos a importar, luego en “Formato” seleccionar DXF/R12, aparecen en la parte inferior de este recuadro la lista de archivos con esta extensión. Para este caso el nombre del archivo que contiene los puntos del levantamiento topográfico es PUNTOS TALUDES.dxf, por lo tanto se selecciona de la lista haciendo clic en el mismo.

- Se selecciona la entidad a importar, específicamente PUNTOS 2D, debido a que solo se necesita la ubicación de los puntos dentro del área del proyecto.
- En Unid. se selecciona m (metros) que es la unidad utilizada para el dibujo.
- En “Escala” se coloca el valor de 25000(sin punto decimal o espacio en blanco), para visualizar mejor los datos en la pantalla.
- Luego para efectuar la importación de los datos se debe escoger el o los layers que contienen la información, al hacer clic en el botón “Layer” aparece la ventana “Layers DXF”
- Se selecciona los layers que contienen los puntos, que en este caso son PUNTOS_AEROPUERTO y PUNTOS_LA_LIBERTAD-COLON, para mostrar el contenido del mismo hacer clic en el botón “Mostrar Contenido” (Mostrar Conteúdo), y verificar la existencia de puntos en el mismo. Luego hacer clic en “Ejecutar”, para que el sistema reconozca los Layers.
- Luego de verificar todos los datos hacer clic en “Ejecutar” de la ventana “Importación”, para realizar la importación de los puntos al PI PUNTOS.

Si la importación se realiza con éxito, en el recuadro inferior del panel de control se activan las entidades contenidas en el plano de información activo, para este caso Puntos.

Además se realiza la importación del texto que contiene el nombre de los puntos para facilitar la creación de rótulos, que se realizará más adelante, de la siguiente forma:

- En la ventana Importación, seleccionar en el recuadro Entidad la opción “Texto”, luego escoger el “Layer” donde se encuentra el texto a importar y se activa la opción “Mosaico”, para que al hacer clic en ejecutar no se borre el contenido existente en el PI de destino. Ver figura 5.13
- Al hacer clic en el botón “Cerrar”, se puede empezar a trabajar la información importada. Para visualizar cualquier entidad se debe activar el recuadro ubicado a la

izquierda de la entidad de interés, que se encuentran al pie de la ventana del panel de control y luego hacer clic en el botón visualizar.

- En la Figura 5.14 se muestra en la pantalla principal algunos de los puntos exportados al PI PUNTOS, donde se puede observar también el texto que identifica cada punto.

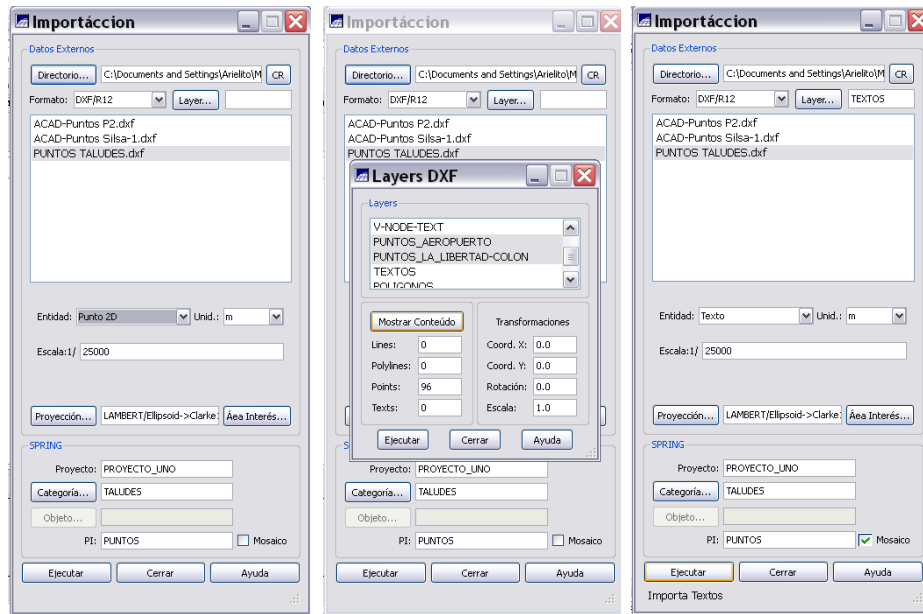


Figura 5. 13. Proceso para la importación de puntos de ubicación de taludes evaluados en Carretera San Salvador-Aeropuerto y Santa Tecla-Colon

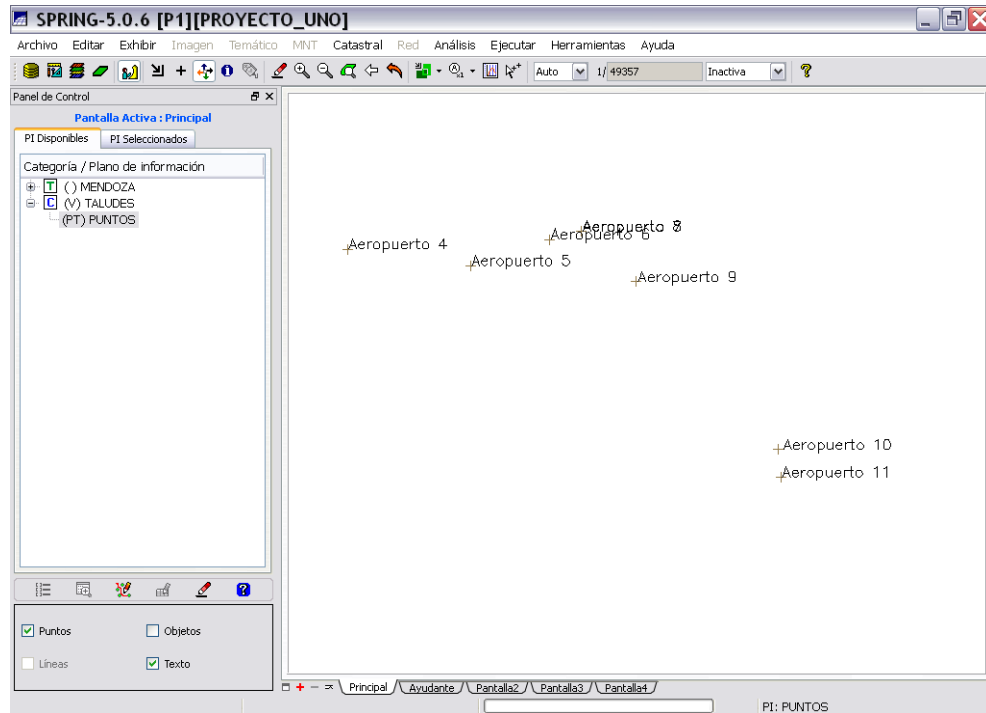



Figura 5. 14. Visualización de puntos y texto importados al PI PUNTOS

PASO 5. Crear y asociar objetos.

Para realizar la asociación de la entidad puntos del mapa Catastral, con objetos definidos en tablas en el Banco de Datos es necesario crear o seleccionar un objeto en el banco, los pasos a seguir para este proyecto se detallan a continuación:

- Activar las entidades Puntos y el Texto de la categoría “TALUDES” en el Panel de Control, hacer clic en el botón , de la pantalla activa.
- Luego hacer clic en el menú Editar y escoger la opción Objeto, la ventana “Editar Objetos” se presenta.
- Se muestra en el recuadro “Categoría Objetos” el nombre de la Categoría de objetos creada en el **Paso 3, PUNTOS_MENDOZA**, seleccionar ésta haciendo clic.
- Se debe escribir en los cuadros de texto, Rótulo y Nombre, para cada objeto a identificar. En este caso se coloca en Rótulo el prefijo **Aeropuerto** para los puntos de taludes evaluados en la Carretera San Salvador-Aeropuerto y **Ch** para los puntos de taludes evaluados en la Carretera La Libertad-Colon, con su respectiva numeración, tal y como se identifican en las fichas del Anexo 1

- Se marca la opción “Nombre=Rótulo”, luego se debe hacer clic en el botón “Crear”, para que el objeto sea creado en el banco de datos.
- Después de creado el objeto el botón “Atributos” es activado para cada objeto creado.
- A medida se crean los objetos, se puede realizar la operación Asociar. En este caso se crean primero todos los objetos y luego se asocian las entidades puntos.
- **Para asociar los objetos a los puntos:** se debe escoger el objeto a asociar en la ventana Editar Objetos, en este caso se toma como ejemplo el objeto “Aeropuerto 1-MD”, en el recuadro Asociación de las representaciones graficas se escoge la Operación: Asociar y en Entidad: Punto, luego se debe acercar a través del botón , el punto a asociar hasta ser completamente visible para hacer clic en el mismo.
- Al hacer clic en el punto, este aparece destacado en otro color en la pantalla activa y en la parte inferior izquierda de la Ventana Editar aparece el mensaje “Punto 1 fue asociado”, esto indica que el objeto Aeropuerto 1-MD fue asociado a la entidad punto Aeropuerto 1, para este caso específico. Ver Figuras 5.15 y 5.16.

Se hace la misma operación para todos los objetos creados y para los cuales se realizará la asociación.



Figura 5. 15. Ventana para la creación de objetos en el banco de datos.

- En el recuadro Tabla SPRING, aparecen las categorías de Objetos creadas, para el caso de la categoría PUNTOS_MENDOZA, en Asociación Tabla Externa x SPRING, aparecen todos los atributos de la tabla importada, en esta lista es se selecciona el atributo ID que corresponde al rótulo del objeto en SPRING. Ver Figura 5.18.

Después de hacer la importación de la tabla se asocia el atributo ID con el nombre del rotulo de los objetos creados anteriormente.

- Se puede hacer una prueba verificando los atributos de un objeto a través del menú Editar opción Objetos.
- Seleccionar el objeto a través del recuadro Selección de Objetos, se escoge el objeto con Rotulo=Nombre: Aeropuerto 1-MD y luego hacer clic en el botón Atributos, el resultado para el este objeto se muestra en la Figura 5.19.

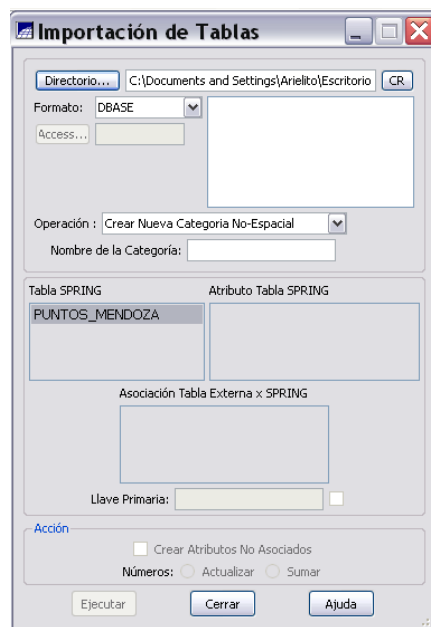


Figura 5. 17. Ventana de Importación de Tablas SPRING

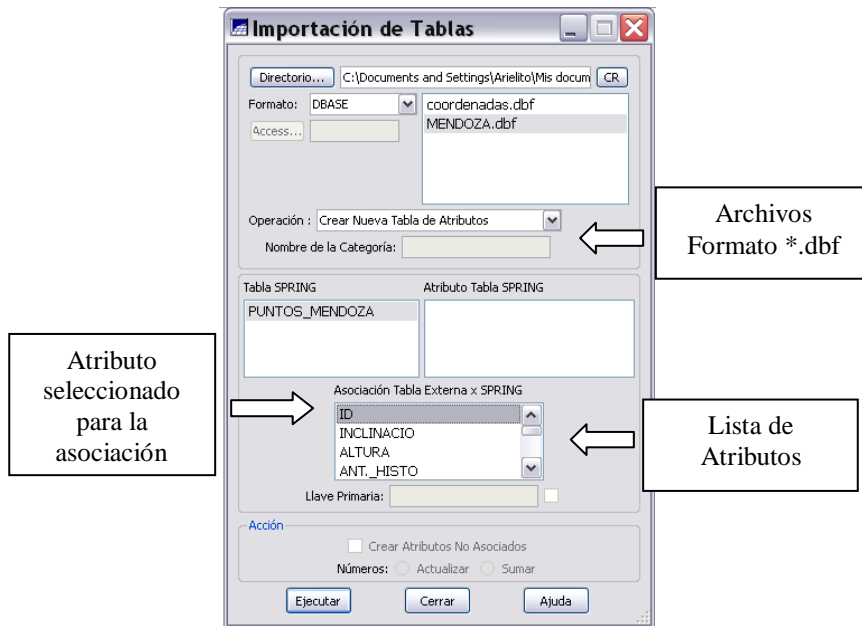


Figura 5. 18. Selección de datos para la importación de tabla de atributos de la categoría PUNTOS_MENDOZA



Figura 5. 19. Verificación de atributos del objeto Aeropuerto 1-MD, realizada después de la importación de la tabla.

PASO 7. Creacion de Rótulos

Despues de haber asociado los objetos a la tabla de Atributos, se crean los rótulos identificar los objetos en la pantalla. Los pasos a seguir para este caso particular son:

- Debido a que se ha utilizado el texto exportado del archivo dxf, se debe borrar para que no haya duplicidad de informacion en el plano, para esto hacer clic derecho con el mouse sobre el PI PUNTOS, y luego se escoge la opcion Borrar.
- Se muestra la ventana Borrar, marcar la opcion Texto, al hacer clic en Borrar, aparece un mensaje de confirmacion, hacer clic en Si. Ver Figura 5.20. Con esto se borra el texto del PI y luego hacer clic en cerrar. La entidad Texto se desactiva debido a que el PI ya no posee informacion de este tipo.
- Para la creacion de Rotulos de los objetos, en el menu “Catastral” escoger la opcion “Creacion de Rótulos”, la ventana con el mismo nombre se muestra.
- Hacer clic en el boton Categoria, para escoger la categoria de objetos a rotular, en este caso PUNTOS_MENDOZA
- Se muestran todos los atributos de los objetos en el recuadro de Atributos, del cual hay que escoger ROTULO, NOMBRE o ID, debido a que poseen la misma descripcion.
- En este caso se utilizara ID
- En el boton Visual, se puede cambiar el tipo de letra, tamaño, color,etc. Se colocan los valores: Tipo de letra: Arial Regular, Altura:3.00
- En el recuadro “Control de Visualizacion”, se coloca en Alineacion Horizontal: Izquierda, Vertical: Centro, Dislocacion: que es el valor del centro del objeto hacia la alineacion, 5 y 2 respectivamente, se pueden probar varios valores hasta obtener la ubicación deseada.Los valores positivos indican desplazamiento desde el centro hacia la derecha y valores negativos desde el centro hacia la izquierda
- Luego se hace clic en el boton Ejecutar para que sean creados los rotulos de los objetos.(Ver Figura 5.21)
- La entidad Textos se activa nuevamente.
- Se debe revisar los textos para verificar que no exista errores o superposicion de unos con otros. En este caso debido a que existen puntos de evaluacion muy cercanos se da el caso de superposicion, como lo muestra la Figura 5.22

- Para cambiar la ubicación del texto, se hace la edición en el menu “Editar” opción Textos, se muestra la ventana “Editar Texto”, se hace clic en el texto con el boton izquierdo del mouse, para seleccionarlo, el texto seleccionado aparece dentro de un rectangulo color cyan y se muestra ademas la “ Visualizacion Grafica para Textos”, en la cual se puede modificar el color, altura y angulo del texto seleccionado, en este caso solo se necesita modificar la posicion asi que se hace clic en el boton cerrar, se vuelve nuevamente a la ventana “Editar Texto” en la cual aparece el texto seleccionado en el recuadro texto. Se pueden escribir las coordenadas en las cuales se desea colocar el texto, pero en este caso se selecciona el texto con el boton izquierdo del mouse y se mantiene presionado para mover el texto a la ubicación deseada. Y asi para todos los textos a editar.

El resultado de realizar la Creacion de Rotulos y edicion de textos se muestra en la Figura 5.23

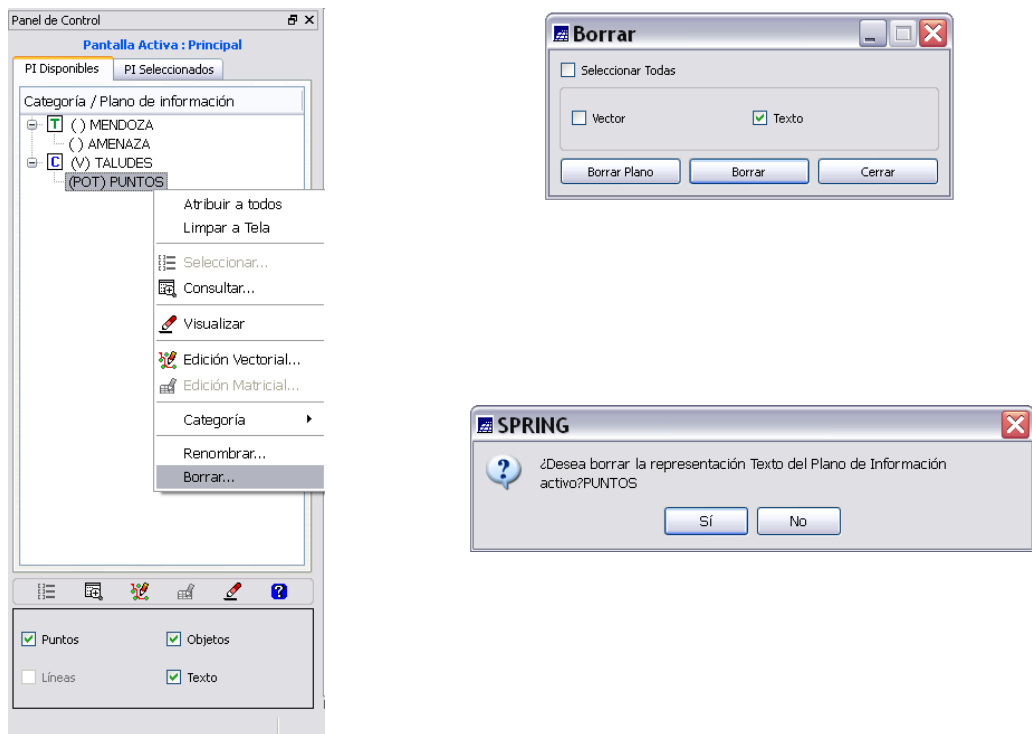


Figura 5. 20. Pasos a seguir para borrar texto del PI PUNTOS

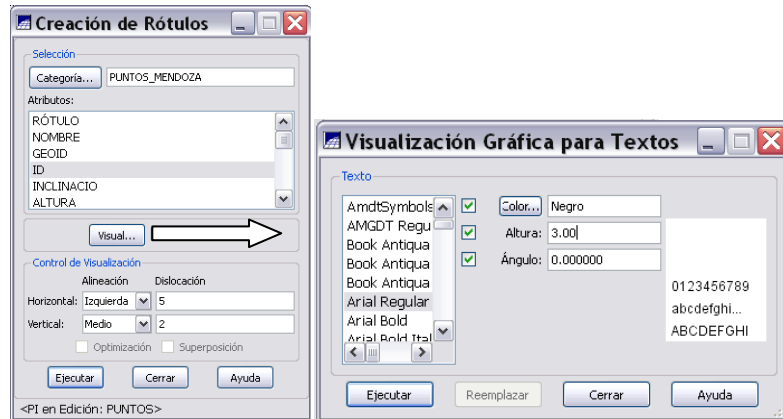


Figura 5. 21. Selección de parámetros para la Creación de rótulos para objetos del PI PUNTOS

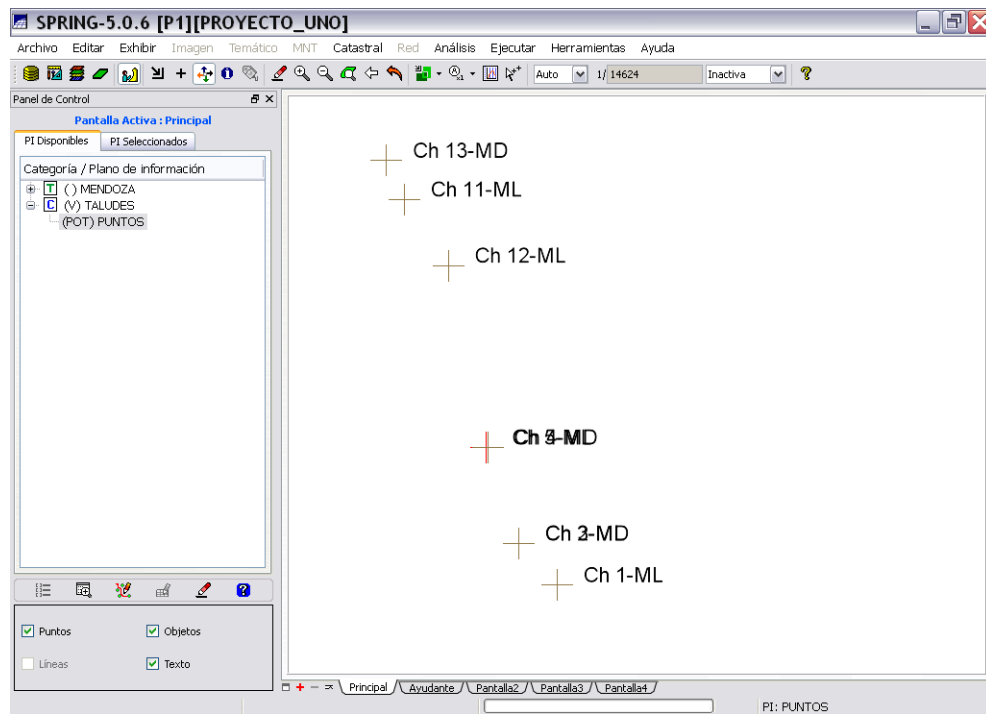


Figura 5. 22. Revisión de textos, existencia de superposición.

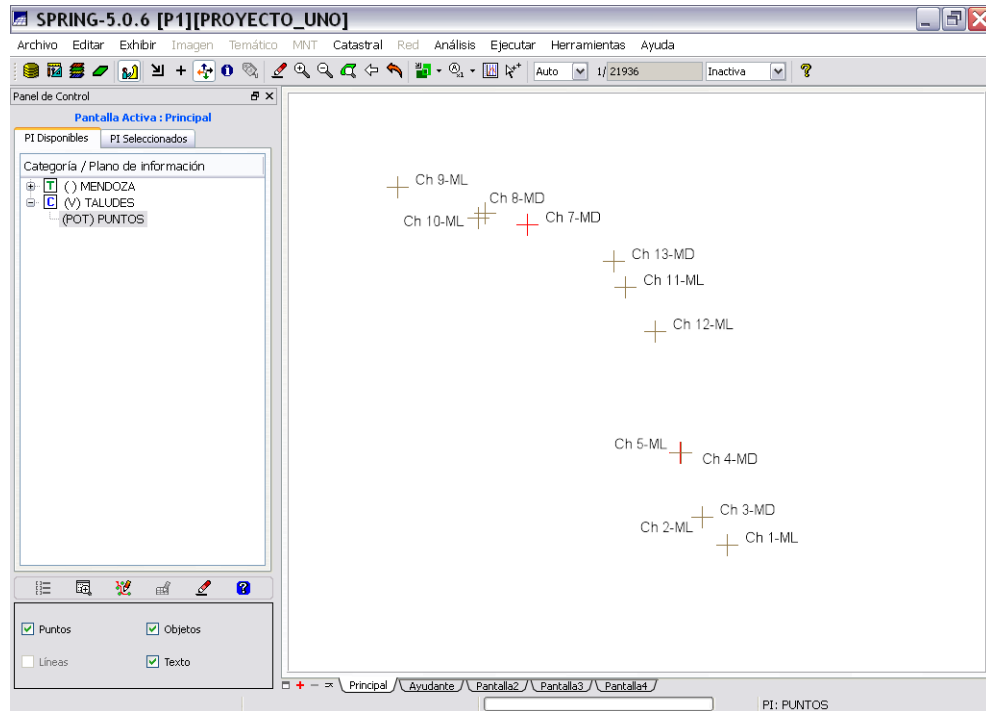



Figura 5. 23. Resultado final de la Creación de Rótulos y modificación de textos.

PASO 8. Visualización de la tabla de atributos para objetos

Para visualizar la tabla completa de atributos en la pantalla activa(Principal), se debe tener el PI Catastral activo, para este caso el PI PUNTOS de la categoría TALUDES.

- En el Panel de Control, arriba del recuadro de entidades, existe el boton “Consultar” , que sirve, como su nombre lo indica, para realizar consultas al banco de datos activo. Al hacer clic en este boton se muestra la ventana “Creacion y Selección de Colección” como lo muestra la Figura 5.24.
- Aparecen activados los recuadros Categoría de Objetos y Colecciones, se activa la Categoría PUNTOS_MENDOZA haciendo clic en la misma y la colección TODO para visualizar los datos de todos los objetos del proyecto. Después se hace clic en el botón aplicarse.
- Se muestran las ventanas “Visualización de Objetos” y “Tabla”, en la parte izquierda e inferior de la ventana de SPRING respectivamente, además se visualiza la ventana Principal de SPRING. Ver Figura 5.25

- Para visualizar mejor los datos se ocultan algunas columnas, dependiendo de lo que se requiera visualizar haciendo clic con el botón izquierdo del mouse y seleccionando la opción “Ocultar Columnas”



Figura 5. 24. Ventana para realizar consultas al banco de datos activo

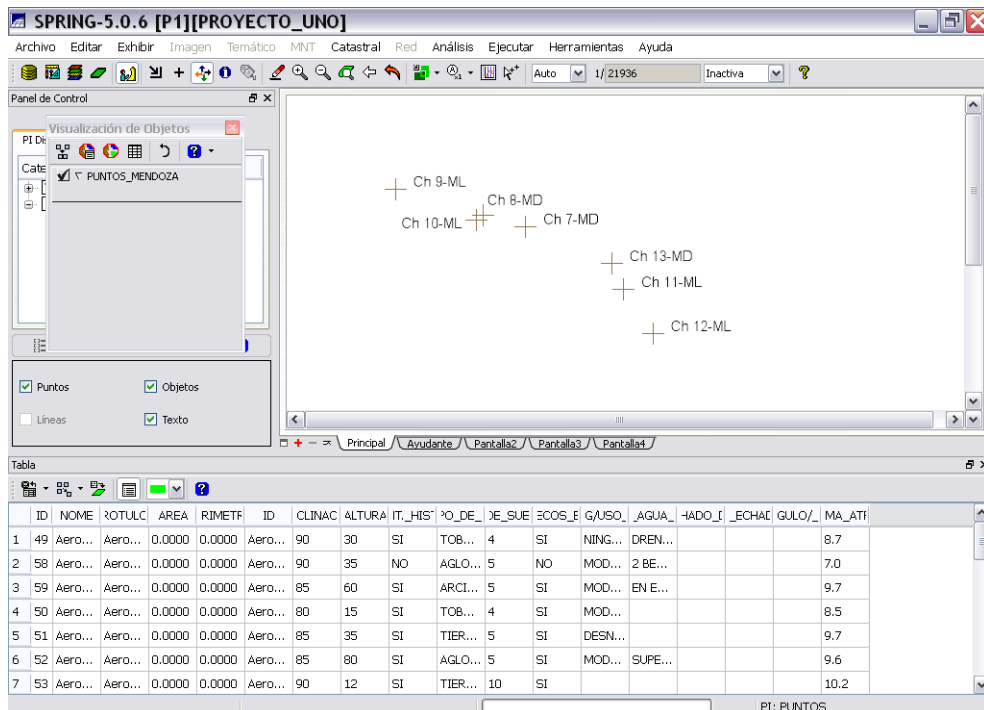


Figura 5. 25. Visualización de tabla de atributos de objetos.

PASO 9. Introducción de fotos a los objetos.

En este paso se introduce las fotos de referencia para cada uno de los taludes evaluados a través del Método de Mendoza.

- Siempre en el módulo de consulta, se hace clic en la primera columna de la Tabla de atributos de objetos, en la línea que contiene el objeto al cual se desea introducir la foto, luego seleccionar la opción Atributos...
- Se muestra la ventana Atributos: PUNTOS_..., que es la ventana de Atributos para la categoría de objetos PUNTOS_MENDOZA, para el objeto seleccionado, en este caso Aeropuerto 1-MD, con la información de las columnas escogidas previamente.
- Hacer clic derecho en una de las propiedades del objeto, seleccionar “insertar” y luego la opción JPEG/ GIF TIF/...
- Se muestra la ventana de “Selección de Archivo”, se selecciona la ubicación y el archivo que se desea insertar. Esta operación se puede realizar para más de una foto, las fotos insertadas aparecen al final de la lista, de la ventana “Atributos”. Todo este proceso se muestra en la Figura 5.26.

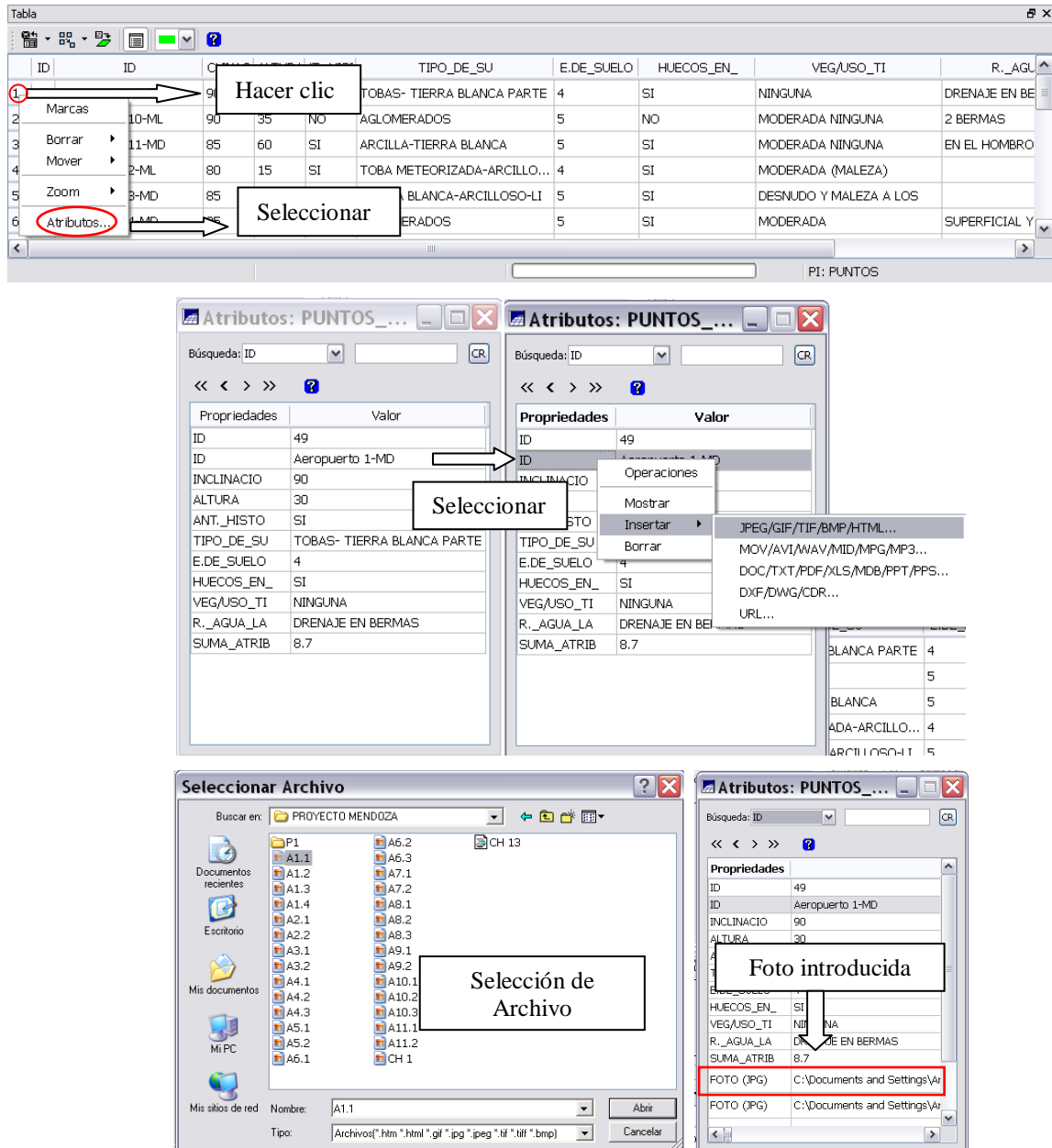


Figura 5. 26. Proceso para introducir fotografías de referencia a objetos a través de la tabla de atributos.

- Para poder visualizar las fotos se hace clic derecho en la ubicación de la foto dentro de la ventana de “Atributos”, y se selecciona Mostrar, la foto es desplegada en el visualizador predeterminado para la computadora en la que está siendo ejecutado el programa, que en este caso es el Visor de Imágenes y Fax de Windows, ver Figura 5.27

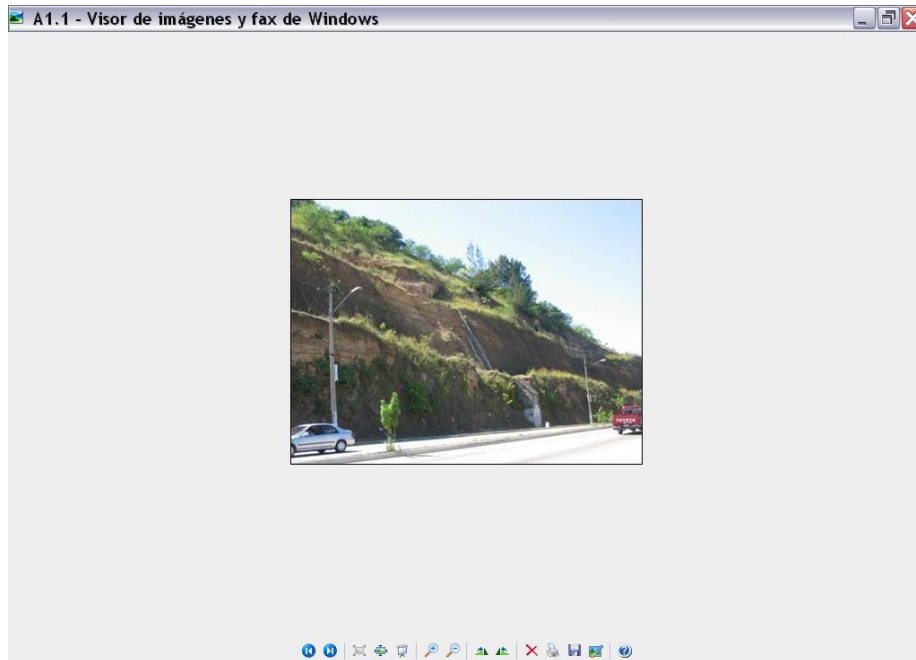



Figura 5. 27. Visualización de fotografía insertada para el objeto con ID Aeropuerto 1-MD.

PASO 10: Visualización de puntos de talud de acuerdo a valores de Estimación de Amenaza

En este paso se desarrolla el procedimiento para la visualización de los puntos de taludes en cada una de las clases que fueron creadas en la definición de categorías, de acuerdo a la Estimación de Amenaza realizada por medio de la sumatoria de los Atributos asignados en campo.

Nombre de la Categoría	Modelo	Clases (Valores de Suma de Atributos Método de Mendoza)
MENDOZA	TEMATICO	AMENAZA MUY ALTA(mayor 10) AMENAZA ALTA (8.5-10) AMENAZA MODERADA(7.0-8.5) AMENAZA BAJA(5.0-7.0) AMENAZA MUY BAJA(menor a 5)

Tabla 5. 6. Tabla de Clases creadas para la clasificación de taludes de acuerdo al valor de la sumatoria de atributos del Método de Mendoza para la Estabilidad de Taludes, de la categoría MENDOZA del modelo TEMATICO.

- En este caso se utilizarán como apoyo los atributos de los objetos de la categoría catastral, para generar los Rótulos de valores de la suma de atributos contenidos en el Atributo: SUMA_ATRIB de la tabla importada en el **Paso 6** y así poder asociar cada uno de los puntos a la clase a la que pertenecen.
- Se repiten los pasos para la creación de rótulos del **Paso 7**, en este caso se selecciona la opción Agregar al PI para que no se borren los rótulos creados. El resultado se muestra en la Figura 5.28
- Ahora en menú Temático se selecciona la opción Edición Vectorial, la ventana cambia a modo de Edición. Se selecciona en la lista del botón Herramientas () la opción Clases. Figura 5.29.
- La ventana para “Editar Clases Temáticas” se muestra, se selecciona la primera Clase (AMENAZA MUY ALTA), luego se debe hacer clic en el botón Visual para cambiar la representación del punto , seleccionando una de las imágenes disponibles en la lista del recuadro “Puntos” Ver Figura 5.30.

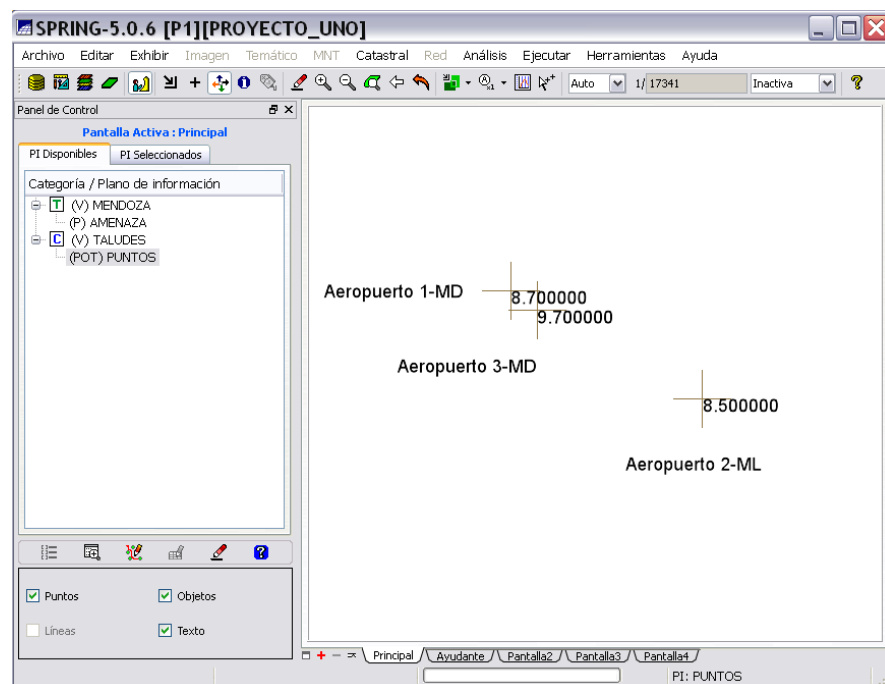


Figura 5. 28. Creación de rótulos auxiliares del atributo SUM_ATRIB en la categoría catastral para la asociación de puntos a clases temáticas.

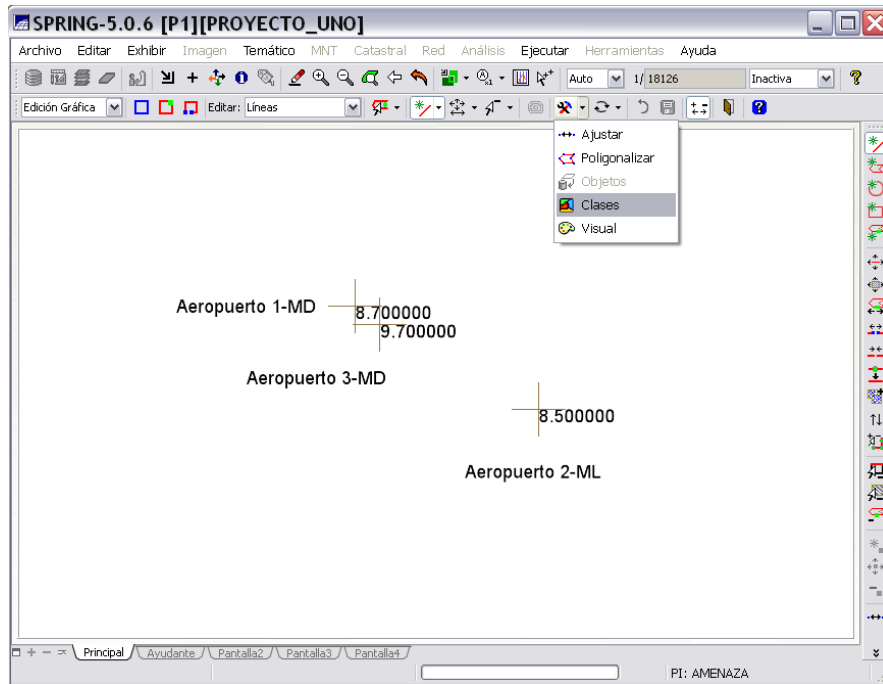


Figura 5. 29. Ventana de Edición Vectorial para la asociación de puntos a clases temáticas.

- Para Asociar los puntos de los taludes a cada una de las clases, solo se debe escoger en la ventana “Editar Clases Temáticas” la clase a editar, seleccionar la Operación: Asociar y Entidad: Punto, acercar los puntos a través de los botones acercar y cursor de vuelo hasta visualizar el valor de la suma de atributos de cada punto para así elegir los puntos que pertenecen a la clase seleccionada, haciendo clic en los mismos. En la Figura 5.31 se puede observar que los puntos Aeropuerto 5-MD, 6-ML que se encuentran visualizados en la pantalla principal en la ventana “Edición Vectorial”, pertenecen a la clase AMENAZA MUY ALTA(>10). Al hacer clic en los puntos para realizar la asociación en la ventana de “Edición de Clases Temáticas”, como fue descrito anteriormente, en la parte inferior izquierda de la ventana aparece el número del Punto asociado a la clase y en la ubicación del punto dentro de la pantalla principal, se agrega la imagen definida en la visual de la misma, como se muestra en la Figura 5.32. Así se hace la asociación de puntos para cada una de las clases.



Figura 5. 30. Cambio de Visual de Representación para la clase AMENAZA MUY ALTA, en la ventana de Edición de Clases Temáticas.

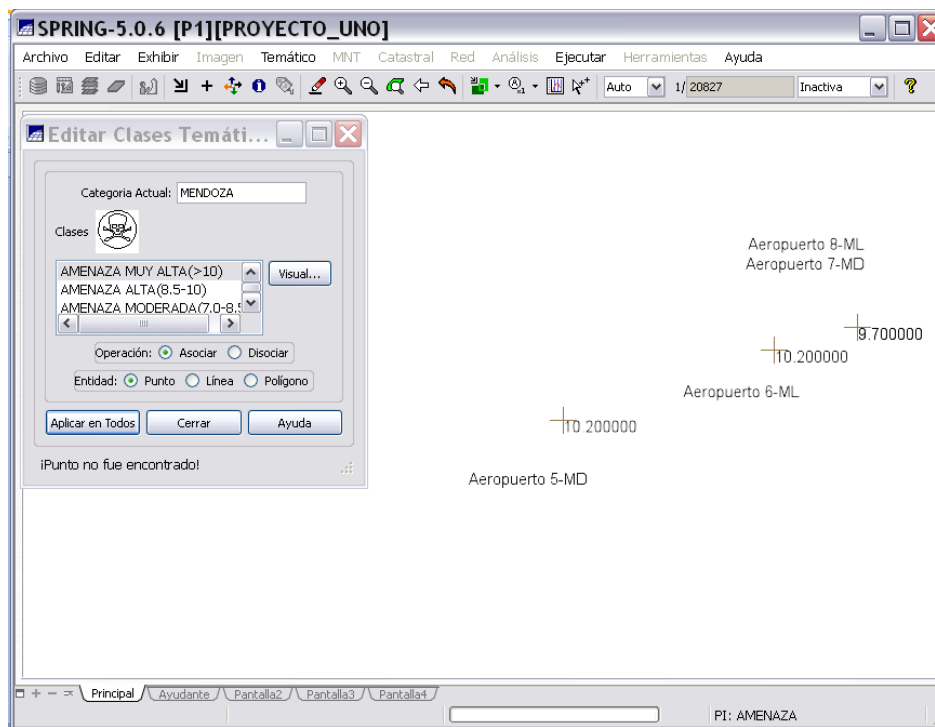


Figura 5. 31. Visualización de puntos para realizar la asociación a una clase.

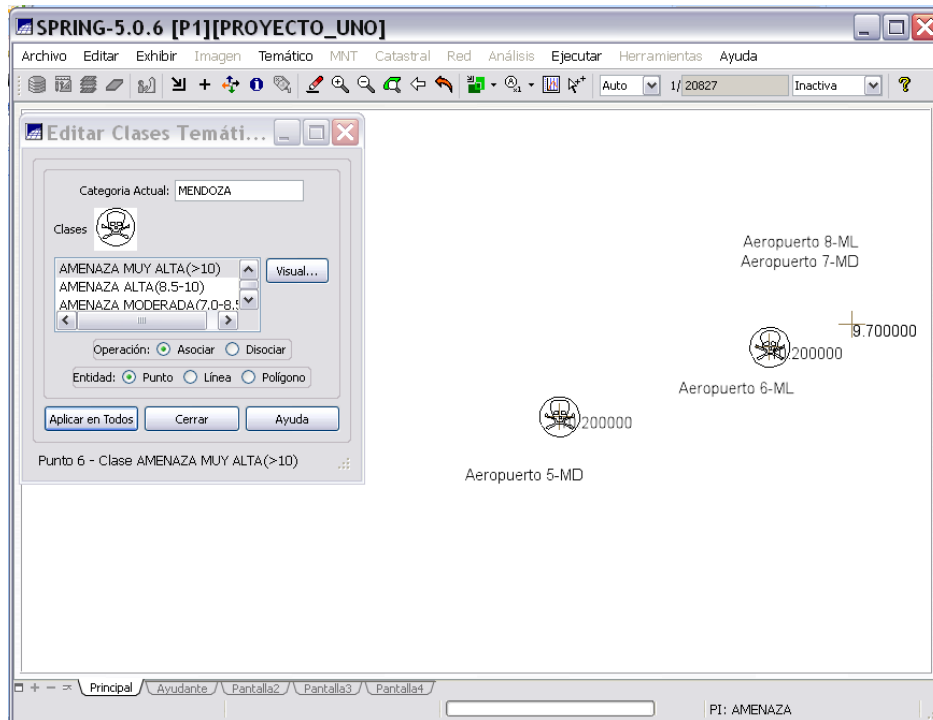





Figura 5. 32. Selección de puntos asociados a la clase AMENAZA MUY ALTA (>10)

PASO 11. Consulta y visualización de clases temáticas.

Después de realizar la clasificación de los puntos, se sale de la ventana “Edición Vectorial” haciendo clic en el botón Cerrar Edición Vectorial . La representación Clases se activa en el Panel de Control.

- Para visualizar todas las clases, se debe seleccionar el PI de la categoría temática MENDOZA y luego se marca la casilla de la entidad Clases en el Panel de Control, se hace clic en el botón visualizar . En este caso se puede acercar la Pantalla principal hasta visualizar el o los puntos que se desean consultar o hacer clic en el botón  (zoom PI), para visualizar todos los puntos del plano de información AMENAZA que contiene las clases creadas. Ver Figura 5.33
- Debido a que al hacer un zoom PI no se logra visualizar claramente los puntos, se debe acercar la pantalla para visualizar de una mejor forma un área del proyecto. Como se muestra en la Figura 5.34.

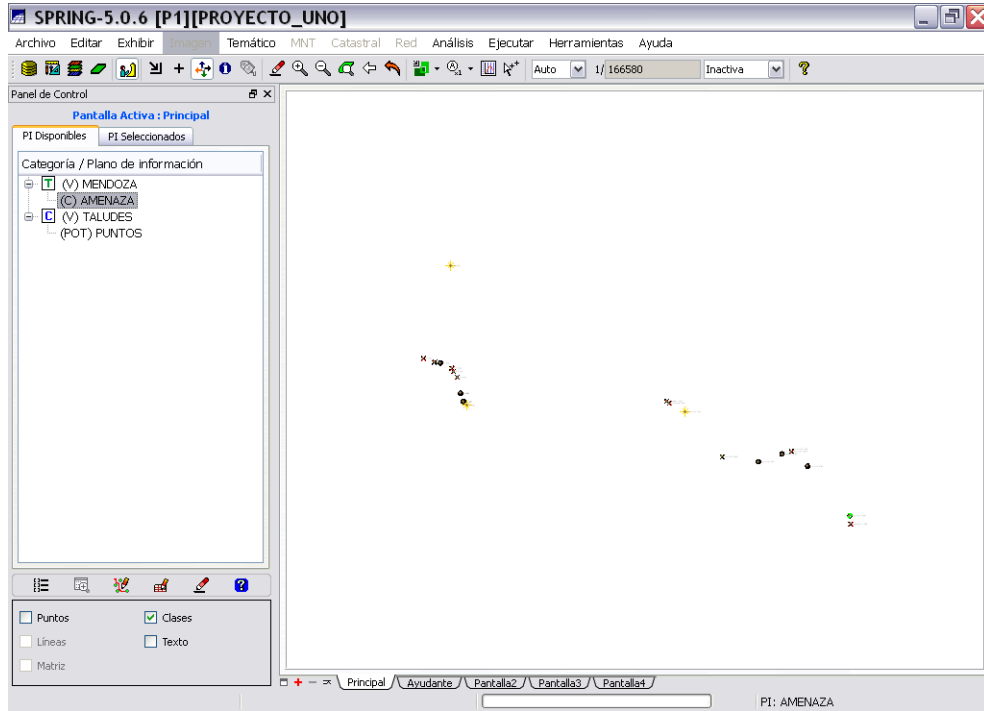


Figura 5. 33. Visualización de clases del PI AMENAZA a través del botón "Zoom PI"

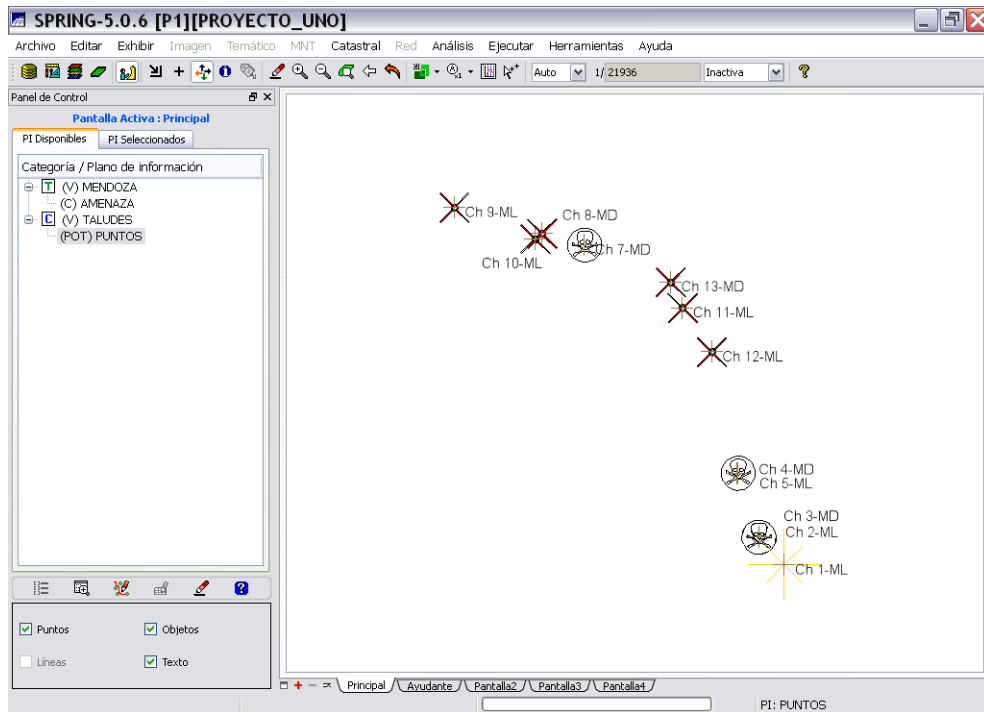


Figura 5. 34. Visualización del acercamiento a un área del proyecto para la visualización de las clases temáticas.

- Ahora que se tiene un acercamiento de los puntos en la pantalla, se observa la simbología utilizada. Para poder conocer el significado de cada símbolo asociado a las clases se necesita visualizar la leyenda de las mismas. Para lograr ese objetivo en el menú Exhibir se escoge la opción Leyenda, se muestra una nueva ventana con los PI del modelo temático, para este caso el PI AMENAZA. Se selecciona este PI y se hace clic en la flechita ubicada al lado izquierdo del nombre del PI (AMENAZA) para mostrar la leyenda de los datos incluidos en la pantalla activa y poder así interpretar su simbología.

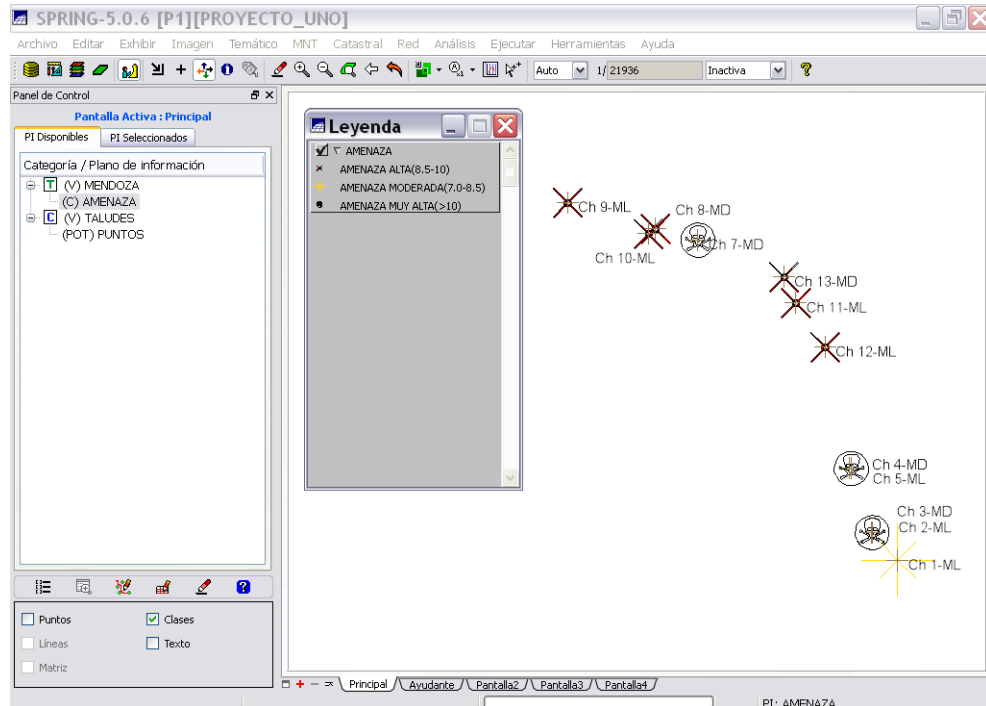



Figura 5. 35. Visualización de la leyenda de clases para la interpretación de los puntos contenidos en la pantalla activa.

- Además se puede hacer una visualización en otra ventana haciendo clic en cualquiera de las pestañas que se encuentran a la derecha de la ventana Principal, se seleccionan las entidades que se desea visualizar.
- Para hacer una visualización por clases, se hace clic en el botón selección , que se encuentra ubicado en la parte superior del cuadro de entidades del panel de control, al hacer clic en este se muestra la ventana de “Selección de Clases” en la cual aparecen el nombre de: la Categoría, Plano de Información y Clases del modelo Temático.

- Hacer clic en el botón Ninguna para quitar la selección de todas las clases y luego hacer clic en la clase para la cual se requiere la visualización en la pantalla, para este caso se escoge AMENAZA MUY ALTA, el resultado de visualización se muestra en la pantalla Ayudante como se muestra en la Figura 5.36.

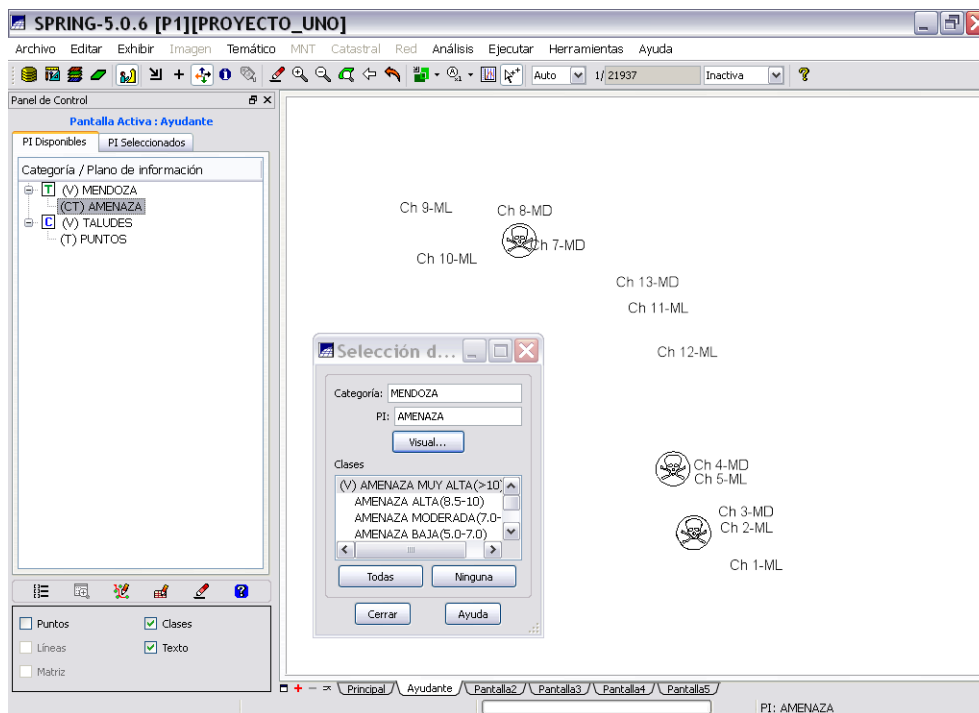


Figura 5. 36. Selección de visualización de clases en pantalla ayudante

5.3. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING EN EL PROYECTO 2

Para el caso del Proyecto 2, los datos a utilizar no provienen de ninguna fuente de información real y han sido formulados para desarrollar algunas de las aplicaciones de los SIG que se pueden realizar a un proyecto de ingeniería civil relacionado con Riesgos por Sismo en estructuras de la Evaluación de daños en edificios.

En este proyecto se desea representar la Habitabilidad de los edificios ubicados en la zona urbana que se denomina “Zona X” contenidos en el mapa catastral, a través de los datos

obtenidos en el inventario de evaluación para edificios después de un sismo de magnitud 7.6 en la escala de Richter y una duración de 45 segundos , utilizando como referencia el Formulario Único de Inspección Rápida, metodología desarrollada por el Dr. Héctor David Hernández para la comisión de evaluación de riesgos conformada por las siguientes instituciones: Dirección de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO (Ver Formulario en Anexo 2). A través de la cual se realiza la evaluación de daños efectuada por un ingeniero especializado en el área de estructuras, para seleccionar adecuadamente los criterios presentados en el formulario. Mediante los cuales se puede caracterizar la habitabilidad de las edificaciones después de ocurrido un fenómeno de sismo. Los resultados de este levantamiento son utilizados para generar la base de datos del proyecto. A continuación se desarrollan los pasos para realizar la visualización de los datos en el mapa catastral correspondiente a la zona de evaluación.

PASO 1. Generación de una base de datos.

- Después de cargar el programa SPRING 5.0.6, se debe hacer clic en el menú **Archivo** y luego en *Base de datos*, lo cual despliega la ventana “Banco de Datos”, en esta ventana se muestran los bancos de datos creados anteriormente.
- Primero se debe indicar el directorio o ruta en el cual será creada la Base de Datos, en este caso la ruta es C:\Archivos de programa\spring506_Esp\springdb, “*springdb*”, el nombre de la base de datos asignada para este proyecto será “P2” que deberá ser colocada en el recuadro Nombre.
- Posteriormente se escoge el gerenciador de la lista disponible DBase, luego se hace clic en “Crear” para crear el banco, para que el nombre pase a formar parte de la lista de bancos de datos del programa.
- Después se activa la base de datos “P2”, haciendo clic con el botón izquierdo del mouse en el botón “Activar” de la misma ventana. En caso de estar activo otro banco se debe confirmar el mensaje de desactivación del mismo. Para lo cual la ventana de Banco de Datos desaparece. En la barra de título de SPRING se muestra el nombre del banco activo entre corchetes, para este caso específico [P2].

PASO 2. Crear y activar un Nuevo Proyecto

Para la creación del banco de datos, como ya se mencionó en la sección 5.1, es necesario tener un banco de datos activo, para este caso será el banco de datos “P2”, que fue activado al finalizar el PASO 1.

- Teniendo activo el banco de datos “P2”, se hace clic en el menú Archivo y luego en “*Proyecto*”, lo cual despliega la ventana con el mismo nombre.
- El nombre asignar en el recuadro “Nombre” de la ventana de “Proyectos” será para este caso particular PROYECTO_DOS
- Luego se debe hacer clic en el botón “Proyección”, la ventana de “Proyecciones” es desplegada. En esta ventana se informa los parámetros cartográficos a ser usados en el proyecto. Se utilizara los valores contenidos en la tabla 5.4.
- Luego de haber completado los datos de la ventana “**Proyecciones**” con los datos de la tabla 5.4 en formato Lat: n 13 47 00 y Long: o 89 00 00, se debe hacer clic en “Ejecutar” y “Cerrar” para regresar a la ventana “Proyectos” y así definir el Área de Interés o Área del Proyecto.
- En este recuadro se marca la opción “Planas” y se introducen los valores de los puntos para definir el rectángulo envolvente, donde los puntos deben ser diagonalmente opuestos, el primer punto debe ser el inferior izquierdo y el segundo punto el superior derecho.
- Luego se debe hacer clic en el botón “Crear” para insertar en proyecto en el banco de datos activo. El nombre del proyecto es mostrado en la lista del recuadro Proyectos.

El resultado de realizar este procedimiento se muestra en la Figura 5.37 Después de la creación del proyecto se activa el mismo haciendo clic en el botón activar de la ventana Proyectos de SPRING.

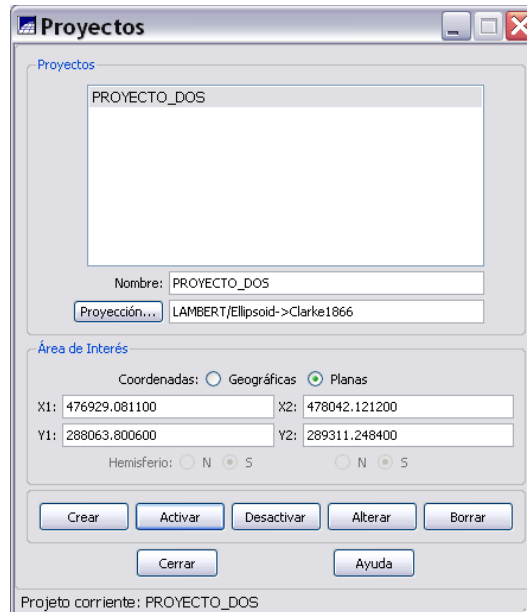


Figura 5. 37. Creación y activación del Proyecto “PROYECTO_DOS”

PASO 3. Generación del Modelo de Datos

Se especifican las Categorías, de acuerdo al tipo de datos que se poseen. En este caso específico del PROYECTO_DOS se posee como base el mapa Catastral de la zona donde se realizó la evaluación de daños con la ubicación de los edificios en estudio en un archivo en formato DXF trabajado en un programa DEMO de AutoCad 2007, por lo cual se debe crear una categoría del tipo Catastral, a la cual se asigna nombre CATASTRO_URBANO, para poder hacer la asociación de los lotes, donde se encuentran ubicados los edificios, formados por la entidad polígono con los objetos que serán definidos en el banco de datos se debe crear la categoría OBJETOS la cual se llamara EDIFICIOS. Después de crear las categorías se debe hacer clic en el botón Ejecutar de esta misma ventana, para que las categorías sean almacenadas en el banco de datos “P2”. Las categorías creadas para este proyecto se muestran en la Figura 5.38

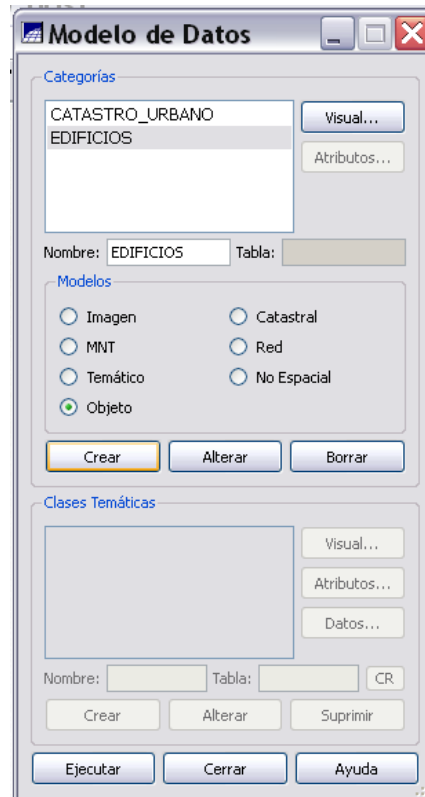


Figura 5. 38. Ventana para la creación de categorías.

PASO 4. Creación de los Planos de información.

Una vez creadas las categorías, se procede a la creación de los planos de información para la importación de los datos.

- Para crear los Planos de Información (PI), se debe hacer clic en el menú “Editar” y luego en “Plano de Información”, la ventana “Planos de Información” es presentada, conteniendo en el recuadro de “Categorías”, la lista de las Categorías definidas en el PASO 3.
- Se selecciona la categoría para la cual se creara el Plano de información, en este caso “CATASTRO_URBANO”, en el recuadro de “Nombre”, se coloca “ZONA X” que será el nombre del PI que contendrá el mapa catastral de la denominada “Zona X”
- El área de interés es la misma definida para el proyecto.
- En “Escala” se coloca el valor de 1000 (sin punto decimal o espacio en blanco), para visualizar de una mejor forma los datos en la pantalla.

- Para la categoría de objetos EDIFICIOS, no se crea plano de información debido que estos solo pueden ser creados para las categorías temático, numérico, imagen, catastral o red. Los datos de los objetos creados son almacenados una tabla interna del sistema llamada “geobject”, ver descripción en apartado 4.1.5

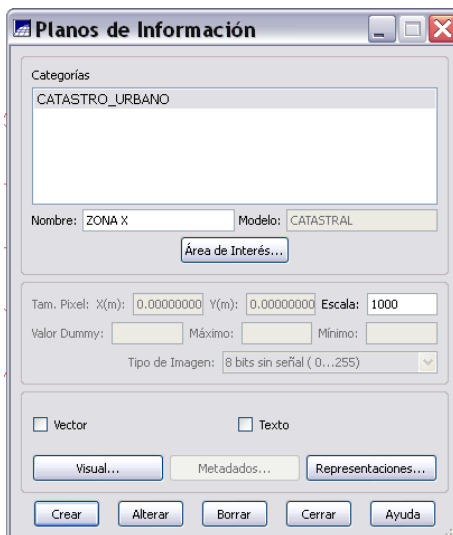


Figura 5. 39. Creación del plano de información "ZONA X"

PASO 5. Importación de datos.

En este paso se hará la descripción del procedimiento a realizar para la importación de los datos a cada uno de los PI creados, comenzando por la importación del archivo dxf que contiene el mapa catastral

- Primero se debe activar el PI ZONA X, haciendo clic en el mismo.
- En el menú **Archivo**, elegir la opción “Importar”, aparece la ventana de “Importación”, con dos recuadros: *Datos Externos* y *SPRING*
- Al hacer clic en el botón “Directorio”, dentro del recuadro de Datos Externos, aparece la ventana “Buscar Carpeta”, se debe seleccionar la carpeta donde se encuentra el archivo que contiene los datos, luego en “Formato” seleccionar DXF/R12, aparecen en la parte inferior la lista de los archivos de este tipo que se encuentran en la carpeta seleccionada, para este caso el nombre del archivo que contiene el mapa catastral es topográfico es ZONA X.dxf, por lo tanto se selecciona de la lista haciendo clic en el mismo.
- Se selecciona la entidad a importar, para este caso “Línea con topología”, debido a que los lotes del mapa catastral están formados por líneas, por lo cual se necesita realizar un

ajuste de nodos, crear la topología y hacer la poligonalización de las mismas para formar los polígonos que serán posteriormente asociados a objetos.

- Luego para efectuar la importación de los datos se debe escoger el o los layers que contienen la información, al hacer clic en el botón “Layer” aparece la ventana “Layers DXF”
- Se selecciona los layers que contienen los puntos, que en este caso ABO_IGN y FRENTE_IGN, para revisar si poseen la entidad que se desea importar (líneas), hacer clic en el botón “Mostrar Contenido”(Mostrar Contenido), luego hacer clic en “Ejecutar”, para que el sistema reconozca el contenido de los Layers seleccionados.
- Luego de verificar todos los datos hacer clic en “Ejecutar” de la ventana “Importación”, para realizar la importación de Líneas con topología.
- Además se hace la importación del texto que identifica los lotes donde se encuentran ubicados los edificios, como método de apoyo en la creación de los rótulos de objetos. Al hacer la importación de textos se debe colocar en entidad la opción Texto y marcar la opción Mosaico para agregar estos datos al PI ZONA_X al cual fueron importadas las líneas.
- En Unid. se selecciona m (metros) que es la unidad definida para el archivo del cual se importan los datos.

En la figura 5.40, se muestra las ventanas de Importación para los datos del mapa catastral.

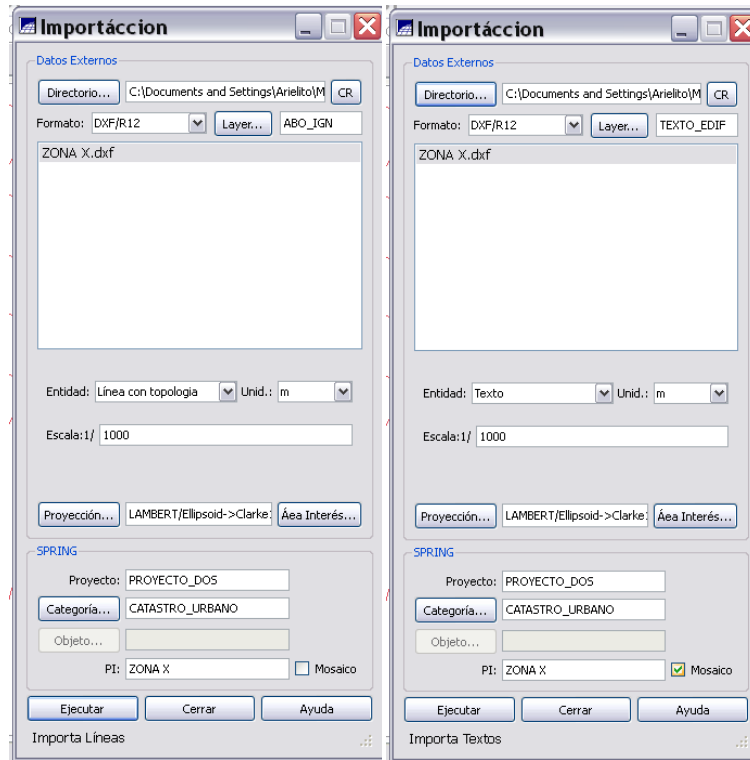



Figura 5. 40. Importación de datos al PI "ZONA_X" de la categoría catastral

Al realizar la importación, en el recuadro del panel de control se activan las entidades de los datos importados, en este caso Líneas y Textos. Se seleccionan las dos entidades y se hace clic en el botón , el resultado se muestra en la figura 5.41

PASO 5. Crear y asociar objetos.

Para hacer la asociación de la entidad polígonos del mapa Catastral, con objetos definidos en tablas en el Banco de Datos, es necesario crear o seleccionar un objeto en el banco, los pasos a seguir para este proyecto se detallan a continuación:

- Hacer clic en el menú Editar y escoger la opción Objeto, la ventana “Editar Objetos” se presenta.
- Se muestra en el recuadro “Categoría Objetos” en el cual aparece el nombre de la Categoría de objetos creada en el **PASO 3, EDIFICIOS**, seleccionar ésta haciendo clic sobre el nombre.

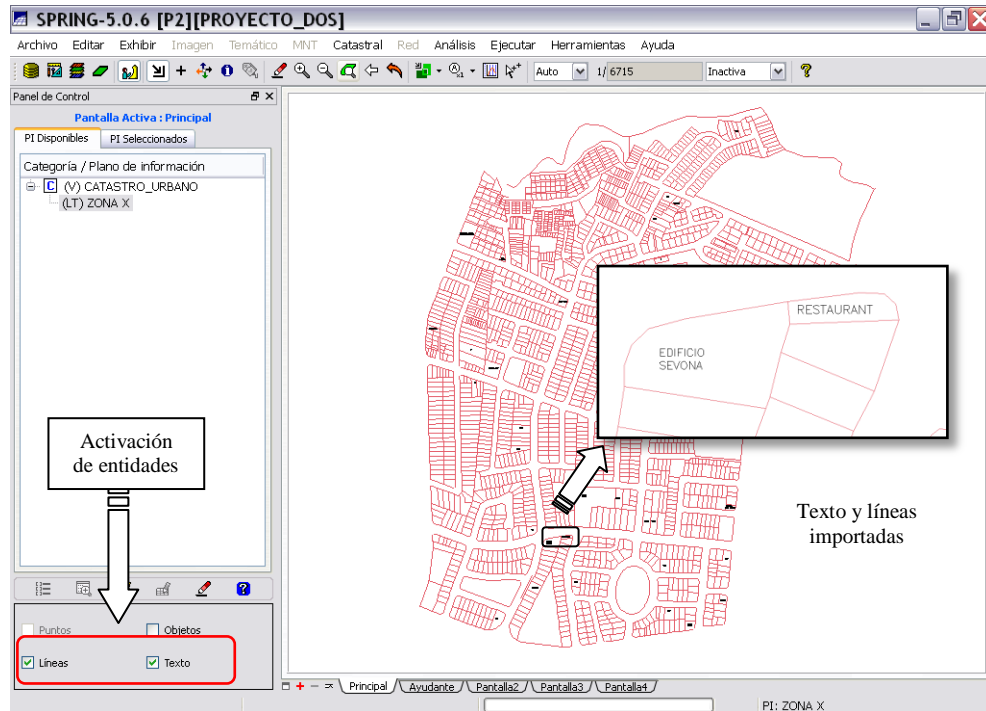




Figura 5. 41. Activación de entidades para visualización de datos importados.

- Para visualizar el nombre del edificio que se encuentra en el PI catastral se hace clic en el botón cursor de área , se hace la selección haciendo clic en la primera esquina del rectangulo y luego clic para cerrar el area que se quiere visualizar, aparece el rectángulo del área que se desea acercar (Ver Figura 5.43), luego hacer clic en el boton acercar . El resultado de realizar este procedimiento es la visualizacion del area seleccionada en la totalidad de la pantalla activa, ver Figura 5.44.
- Ahora que se visualiza el texto de los edificios perfectamente, se procede a la creación de los objetos.
- Se debe escribir en el cuadro de texto Rótulo la identificación para cada Edificio, tal y como han sido identificados en el Formulario Único de Evaluación(enumeración de acuerdo al archivo de texto importado) colocando el prefijo EDIF a los edificios que no poseen nombre en el plano y luego la identificación del numero o letra con los cuales están identificados en el mapa catastral y seleccionar la casilla Rótulo=Nombre
- Después de creado cada objeto el botón “Atributos” es activado.
- A medida se crean los objetos, se puede realizar la operación Asociar.

- **Para asociar los objetos con polígonos:** se debe escoger el objeto a asociar, creado anteriormente en esta misma ventana, en el recuadro Asociación de las representaciones graficas se escoge la Operación: Asociar y en Entidad: Polígono, hacer clic con el mouse dentro del área del polígono para seleccionarlo.
- Al seleccionar el polígono, se muestra el mensaje Polígono fue asociado, al pie de la ventana Editar Objetos y el nuevo objeto se destaca en el color definido en la visual, para este caso azul, como lo muestra la Figura 5.45.
- Los mismos pasos se realizan para la creación y asociación de cada objeto.



Figura 5. 42. Ventana para creación de objetos

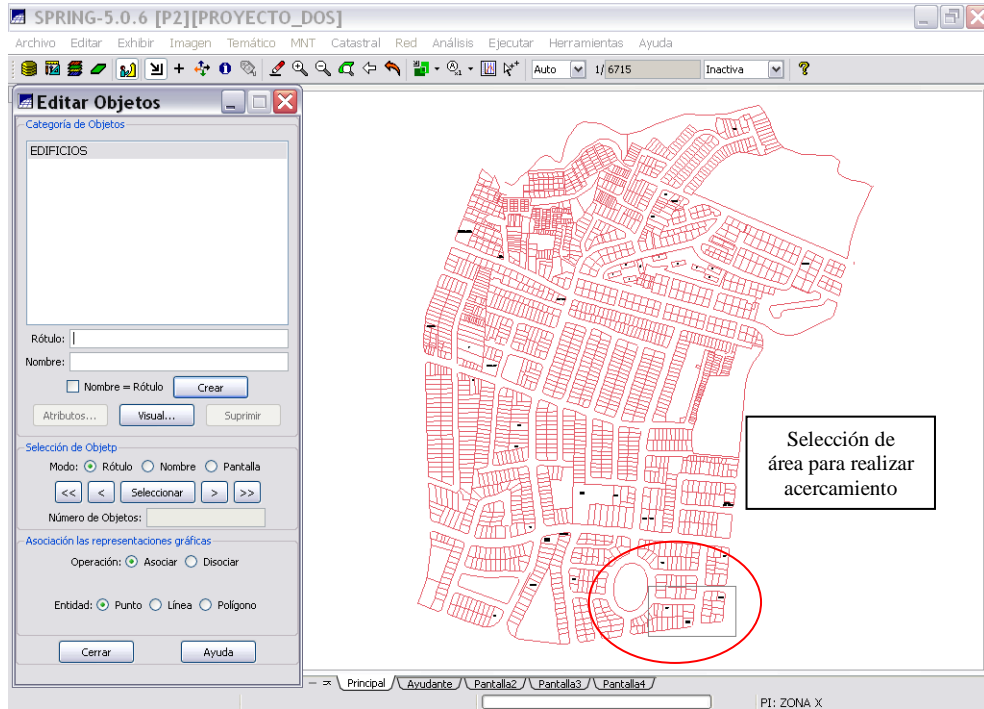


Figura 5. 43. Selección de área para realizar acercamiento

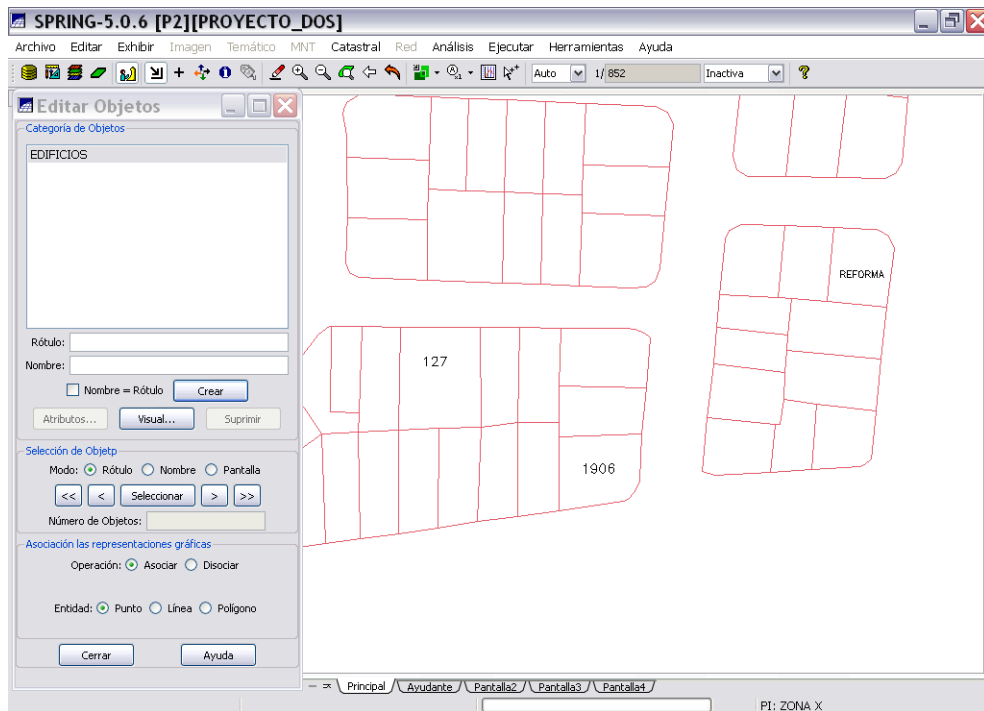


Figura 5. 44. Visualización en la pantalla principal del área seleccionada

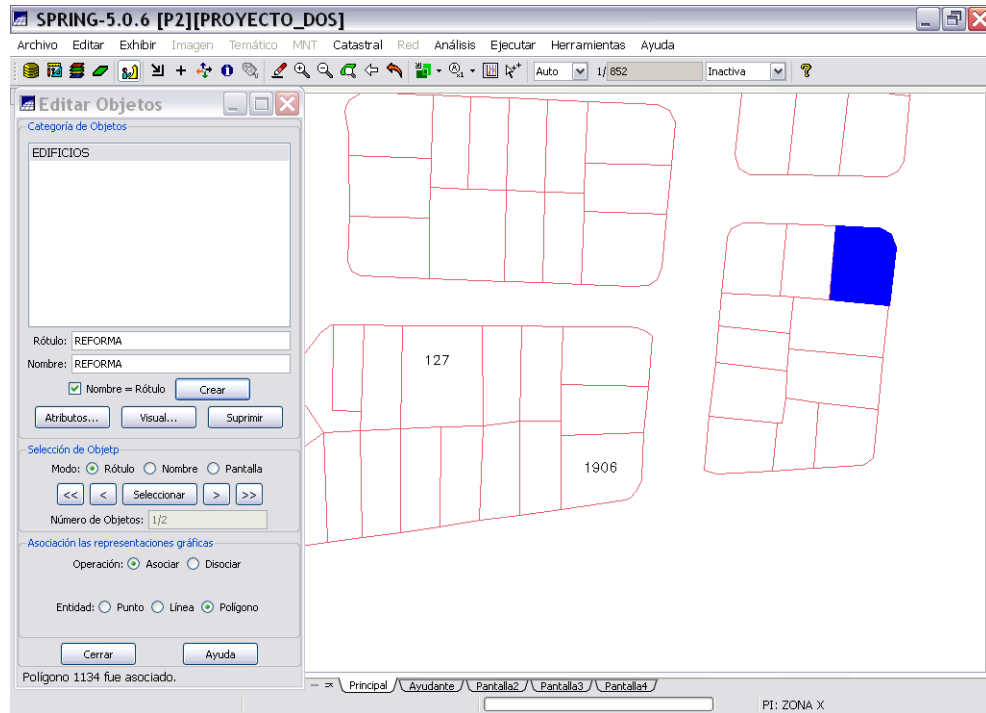


Figura 5. 45. Asignación de rótulos y nombres a objetos y asociación a entidad polígonos

- Después de haber creado todos los objetos en el banco de datos y haber asociado los polígonos a los mismos se pueden visualizar en la pantalla activa (Principal), activando la entidad Objetos en el recuadro que se encuentra debajo de la lista de categorías y planos de información, como se muestra en la figura 5.46. En esta figura se observa que los polígonos poseen líneas color negro, se realiza el cambio de visual editando el plano de información ZONA_X, en Editar opción Plano de Información, se selecciona la opción Vector, y se hace clic en el botón Visual, la ventana “Visuales de presentación” se muestra.
- En el recuadro Líneas se hace clic en el botón Color, se muestran las opciones y se escoge color negro, hacer clic en Ejecutar y luego Cerrar para realizar los cambios. La ventana “Visuales de presentación” con el cambio realizado se muestra en la Figura 5.47

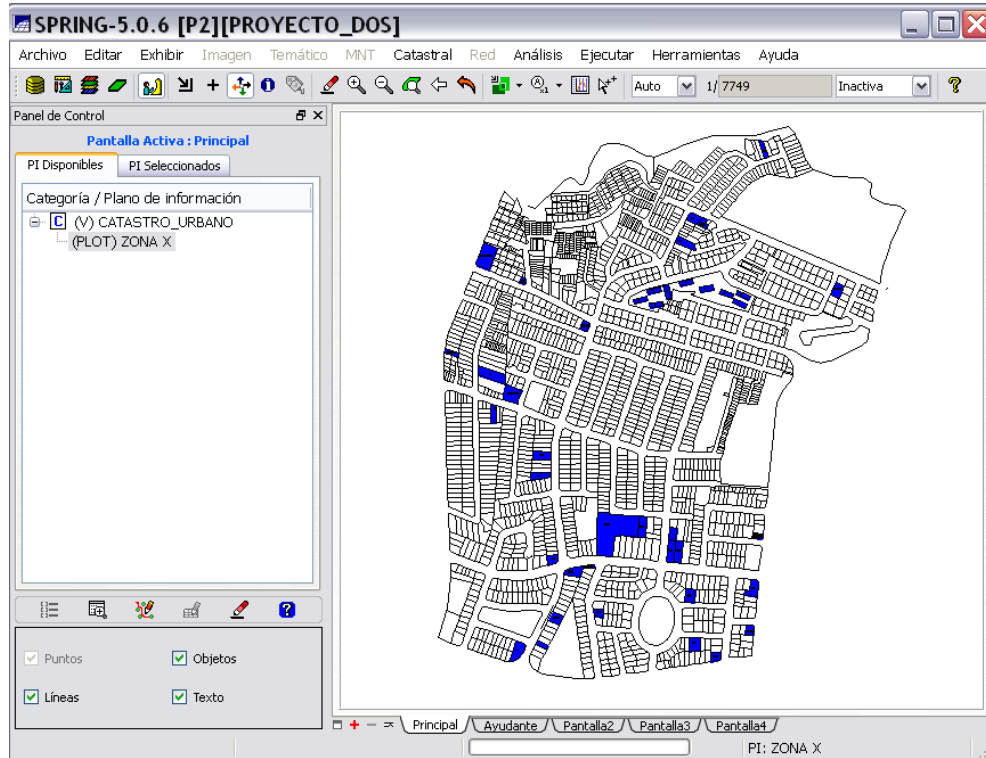


Figura 5. 46. Visualización de objetos creados y asociados



Figura 5. 47. Modificación de Visual para líneas del PI ZONA_X

PASO 6. Importar Tabla de atributos.

Luego de realizar la asociación de los objetos a entidades se puede asociar una tabla de atributos a los objetos creados, para lo cual se procede de la siguiente manera:

- En el menú Archivo se escoge la opción “Importar Tabla”, la ventana de Importación de Tablas se presenta(ver Figura 5.48)
- En la ventana de “Importación de Tablas” se debe hacer clic en el botón Directorio, para buscar la ubicación donde se encuentran los archivos con la extensión *.dbf
- El tipo de Formato a escoger es DBASE.

NOTA: La tabla a importar para este proyecto fue creada en Microsoft Excel 2003, a partir de la información obtenida de la evaluación utilizando el Formulario Único de Inspección rápida (Anexo 2), luego de procesar la información fueron guardados en formato DBF 3(dBASE III), a través de la opción *Guardar como*, para poder ser reconocidos por el gerenciador DBASE. Versiones más recientes de Microsoft Excel no poseen esta opción.

- Los archivos son mostrados en el recuadro que se encuentra a la derecha de la opción Formato, en esta misma ventana.
- Se elige la Operación “Crear nueva tabla de atributos”
- En el recuadro Tabla SPRING, aparecen las categorías de Objetos creadas, para la categoría EDIFICIOS, en Asociación Tabla Externa x SPRING, aparecen todos los atributos de la tabla importada, en esta lista es se selecciona el atributo ID que corresponde al rótulo del objeto en SPRING. Ver Figura 5.49

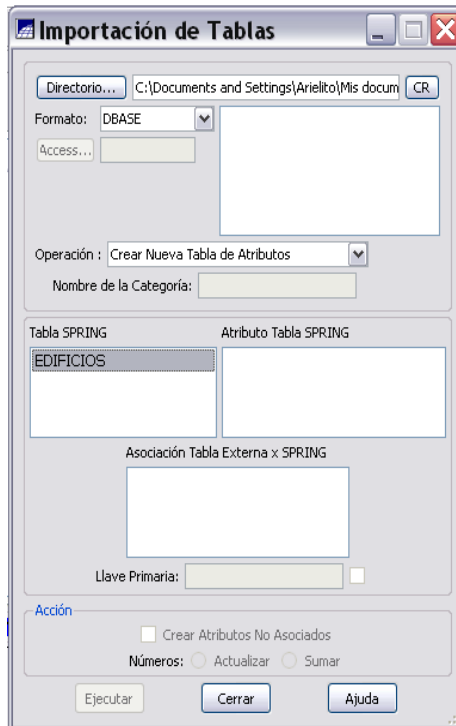


Figura 5. 48. Ventana para la importación de tablas de atributos

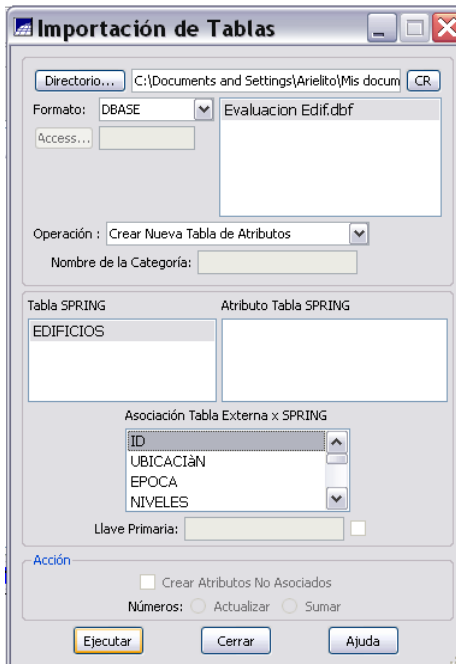


Figura 5. 49. Selección de datos para la importación de la tabla de atributos de la categoría EDIFICIOS

PASO 7. Realización de consultas al banco de datos

Para poder realizar una consulta al banco de datos a través de los datos contenidos en la tabla de atributos de objetos que fue importada, es necesario habilitar el modulo de consulta del programa.

Se debe tener el PI Catastral activo, para este caso el PI ZONA X de la categoría CATASTRO URBANO.


- En el Panel de Control, arriba del recuadro de entidades, existe el boton “Consultar” , que sirve, como su nombre lo indica, para activar el **Módulo de Consultas** al banco de datos activo. Al hacer clic en este boton se muestra la ventana “Creacion y Selección de Colección”, ver Figura 5.50.
- Aparecen activados los recuadros Categoría de Objetos y Colecciones, se activa la Categoría EDIFICIOS haciendo clic en la misma y la colección TODO para visualizar los datos de todos los objetos de la categoría seleccionada. Después se hace clic en el botón aplicarse.
- Se muestran las ventanas “Visualización de Objetos” y “Tabla”, en la parte izquierda e inferior de la ventana de SPRING respectivamente, además se visualiza la ventana Principal de SPRING conteniendo PI seleccionados. Ver Figura 5.51
- Para visualizar mejor los datos se ocultan algunas columnas, dependiendo de lo que se requiera visualizar haciendo clic con el botón izquierdo del mouse y seleccionando la opción “Ocultar Columnas”



Figura 5. 50. Ventana creación y selección de colección TODO, para la categoría de objetos EDIFICIOS

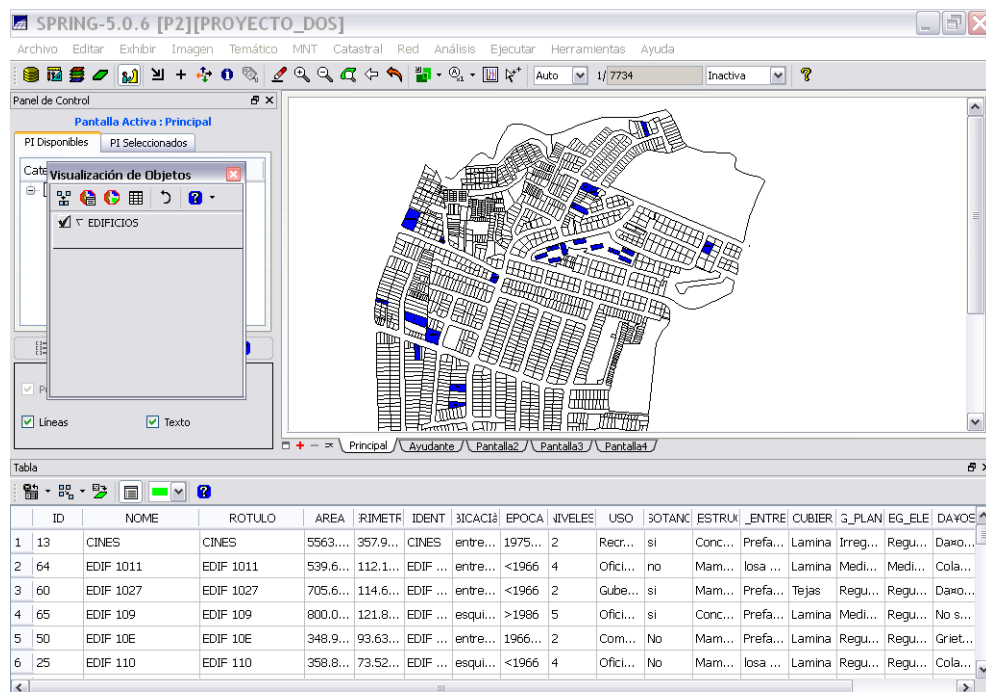




Figura 5. 51. Visualización de tabla de atributos de objetos de la categoría EDIFICIOS

Para realizar una consulta por atributo al banco de datos y poder visualizar los objetos contenidos en una categoría específica, se siguen los pasos descritos a continuación:

- En la ventana Visualización de objetos, se escoge la opción “Pesquisa por atributo” (Consulta por atributo), haciendo clic en el botón , la ventana con el mismo nombre se muestra.
- En esta ventana aparecen los recuadros Atributo, Operación, Valores y expresión lógica.
- En el recuadro atributo se escoge HABITABILIDAD, en Operación la opción “=”, se hace clic en el botón mostrar para ver los valores contenidos en el atributo seleccionado, aparecen entonces Cuidado, Habitable, Inseguro.
- Se hace doble clic en el valor deseado, en este caso “Habitable”, aparece en el recuadro Valor y se forma la expresión lógica siguiente: CG000002->HABITABILI = 'Habitable'. Ver figura 5.52.
- Al hacer clic en el botón Ejecutar y cerrar los datos que cumplen esta condición se muestran en la ventana Tabla y en la ventana principal de SPRING se destacan los objetos que cumplen con esta condición. Ver figura 5.53.

- Para volver a visualizar todos los datos de la tabla se puede hacer clic en el botón Demostrar todos/seleccionados 
- De igual forma se puede realizar para cualquier atributo que se desee consultar.

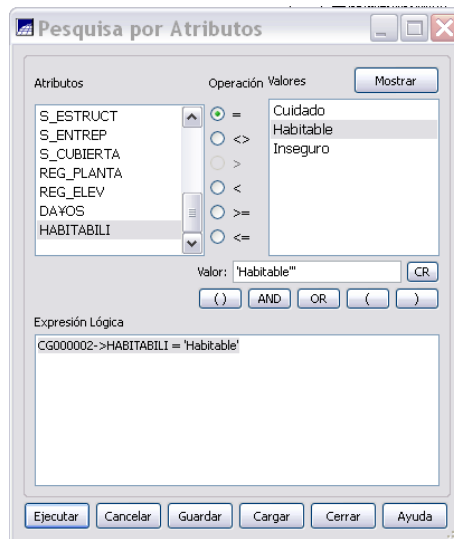


Figura 5. 52. Ventana para la consulta por selección de atributos.

Se puede aplicar color de acuerdo a lo establecido en el formulario del anexo 2, para el caso específico de Habitables = verde, lo cual se hace a través de la asignación de color, la cual se describe a continuación:

- Para marcar un objeto sobre la **Tabla** y mostrar sus correspondientes representaciones sobre el mapa, se debe apuntar sobre el número de registro que es mostrado en la primera columna de la **Tabla**. Se permite un número máximo de hasta 5 colores para la colocación de las marcas o realces de color (en este caso se utilizaran 3, verde, rojo y amarillo). Para cada marca que es colocada en la Tabla, el módulo, se encarga de pintar el objeto, para este caso cada Edificio, correspondiente sobre el mapa con el mismo color de la marca.

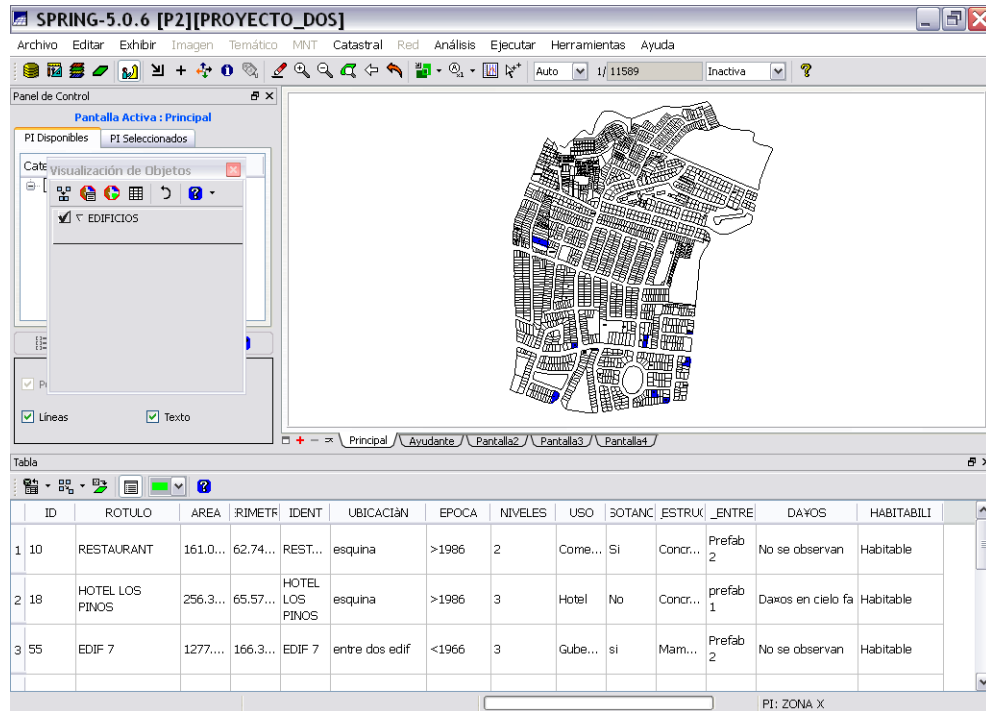



Figura 5. 53. Resultados de la consulta para el atributo Habitable

- Primero se debe seleccionar el color haciendo clic en el botón , seleccionar el color verde de la lista de colores disponibles
- Hacer clic en la primera columna de la tabla, de los objetos que contienen el atributo “Habitable”
- La representación del color también es mostrada en el mapa de la pantalla activa, como se muestra en la figura 5.54.
- Se hace la asignación de colores para cada uno de los edificios de acuerdo a la categoría a la que pertenecen (Habitable, Cuidado, Inseguro) los resultados son mostrados en la Figura 5.55.

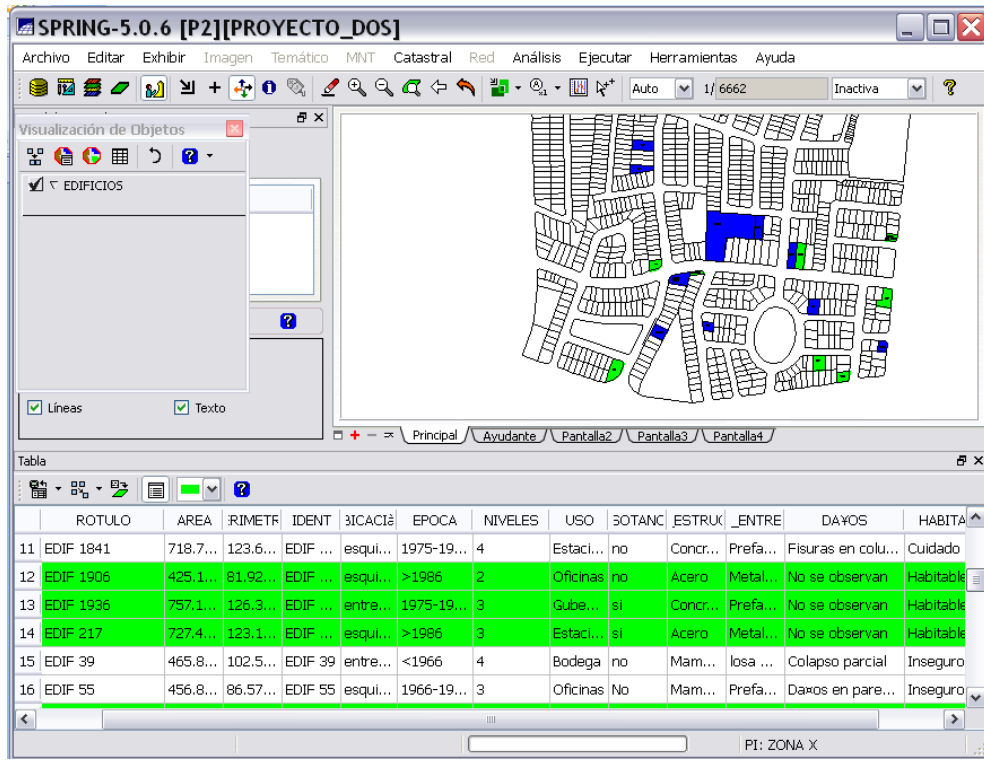


Figura 5. 54. Visualización de la colocación de marcas de color

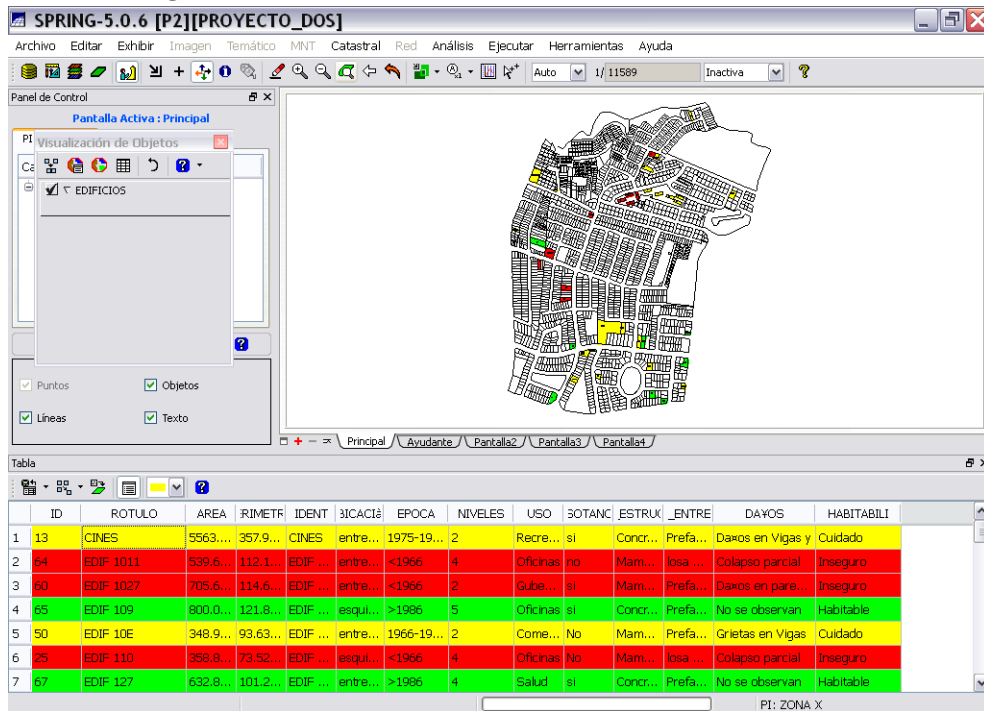


Figura 5. 55. Marcas de color de acuerdo a la clasificación de habitabilidad

Otra de las aplicaciones de SPRING que puede ser empleada para este proyecto es la creación de un grafico donde se indique el porcentaje de edificios contenidos para cada clasificación.

- Después de realizar las marcas de colores para cada clase, estas se utilizan para representar las partes del grafico de pastel.
- Con el botón derecho del mouse se apunta sobre el nombre del campo a graficar, en este caso se selecciona HABITABILIDAD, y luego se selecciona la opción Grafico. El grafico resultante se muestra en la figura 5.56

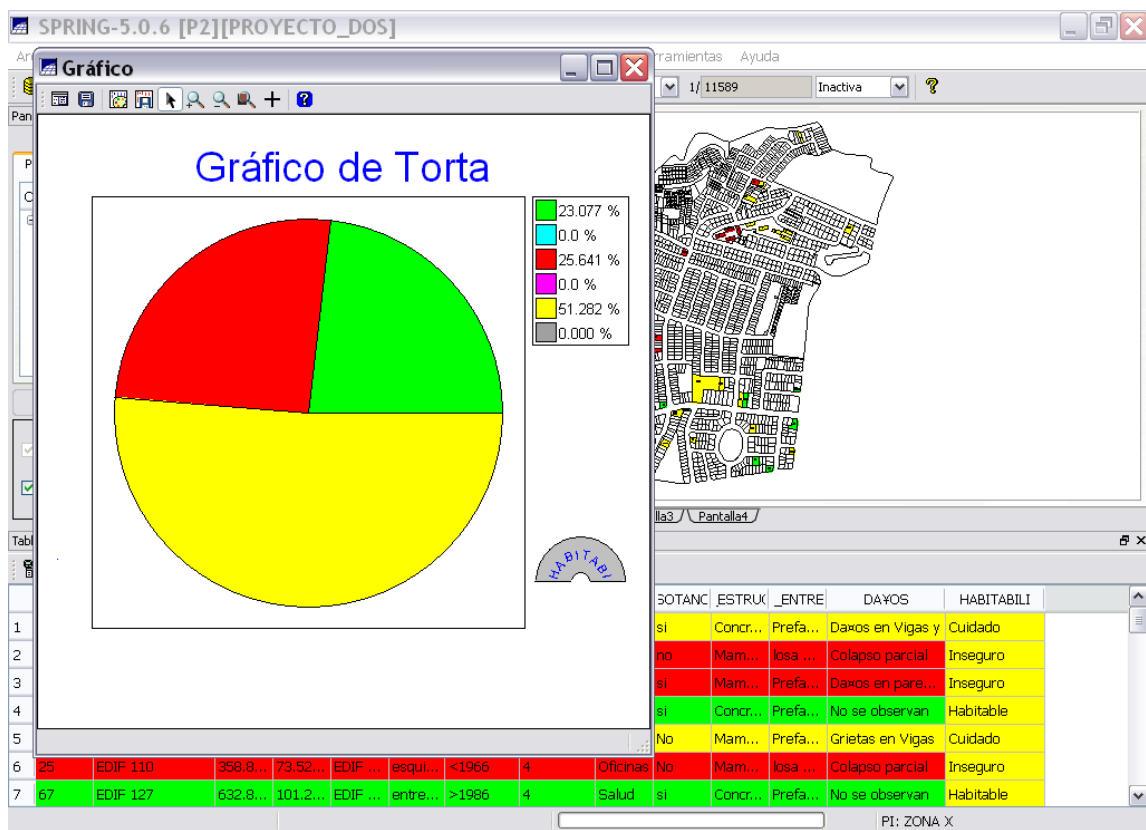



Figura 5. 56. Grafico de pastel, Clasificación de edificios de acuerdo a la Habitabilidad.

Dependiendo del grafico que se desee visualizar así se deben realizar las marcas de color y la selección del campo a graficar.

Después de realizar las marcas de color, también se pueden agrupar los datos en colecciones, en esta misma ventana, cuando se desea visualizar en una consulta posterior los datos en forma separada.

- En este caso se hace clic en el botón , (crear colección), se muestran las opciones Tabla toda, Marcas, Color actual.
- Se selecciona por color, para cada una de las clasificaciones a crear. Se escribe cada nombre después de seleccionar el color en la ventana “Crear Colección”, los resultados para las 3 clasificaciones se muestran en la Figura 5.57, se hace clic en ejecutar y cerrar. Las colecciones creadas están disponibles para realizar cualquier consulta en la ventana creación y selección de colección.

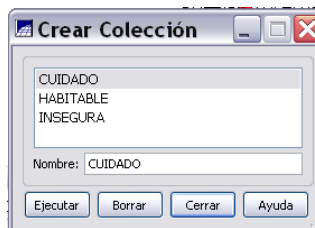


Figura 5. 57. Ventana colección en el modulo de consulta.



Figura 5. 58. Colecciones creadas en el modulo de consulta en función de las marcas de colores

- Se selecciona la colección INSEGURA y se hace clic en aplicarse. Los datos contenidos en esta colección son mostrados en la tabla que se muestra en la Figura 5.59

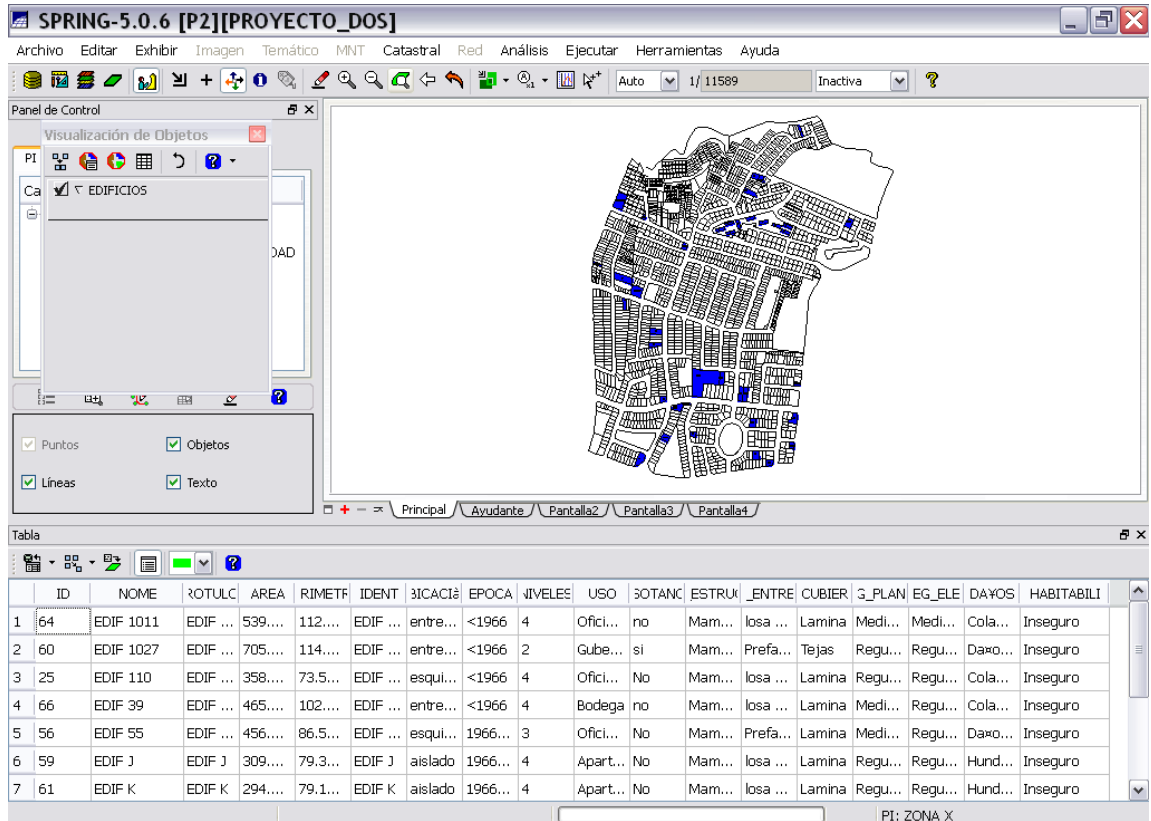


Figura 5. 59. Visualización de datos de colección INSEGURA

5.4. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DEL SOFTWARE DE LICENCIA LIBRE SPRING EN EL PROYECTO 3

En este proyecto el programa SPRING es utilizado en la etapa de Planificación, para tener una idea de la configuración del terreno existente, a través de la visualización 3D y como apoyo en la etapa de diseño de niveles o terrazas de lotes, pudiendo hacer una superposición de datos entre los niveles de cota escogidos en la etapa de diseño y sugeridos por el programa SPRING, para generar un equilibrio entre el volumen de corte y relleno. Los datos disponibles para este proyecto son puntos de un levantamiento topográfico en formato dxf, archivos que han sido trabajados en un programa DEMO de AutoCad 2007, con los cuales se generará una

visualización de la superficie del terreno en estudio, además de el cálculo de los volúmenes de corte y relleno para algunas cotas de lotes proyectadas hipotéticamente para el estudio de este proyecto. Los pasos a seguir lograr dichos objetivos se detallan a continuación.

PASO 1. Generación de una base de datos

- Después de cargar el programa SPRING 5.0.6, se debe hacer clic en el menú **Archivo** y luego en *Base de datos*, lo cual despliega la ventana “Banco de Datos” (ver Figura 5.60), en esta ventana se muestran los bancos de datos creados anteriormente.
- Primero se debe indicar el directorio o ruta en el cual será creada la Base de Datos, en este caso la ruta es C:\Archivos de programa\spring506_Esp\springdb, “*springdb*” es una carpeta creada por el sistema durante la instalación del programa donde se almacenan las bases de datos, el nombre de la base de datos asignada para este proyecto será “P3” que deberá ser colocada en el recuadro “Nombre”.
- Posteriormente se escoge el gerenciador de la lista disponible DBase, debido a que este gerenciador no precisa estar instalado en el computador, pues la instalación de SPRING ya provee las herramientas necesarias para trabajar con tablas en Dbase, luego se hace clic en “Crear” para crear el banco, para que el nombre pase a formar parte de la lista de bancos de datos del programa.

El resultado de realizar este procedimiento se muestra en la Figura 5.61

- Después se activa la base de datos “P3”, haciendo clic con el botón izquierdo del mouse en el botón “Activar” de la misma ventana. En caso de estar activo otro banco se debe confirmar el mensaje de desactivación del mismo. Para lo cual la ventana de “Banco de Datos” desaparece. En la barra de título de SPRING se muestra el nombre del banco activo entre corchetes, para este caso específico [P3].

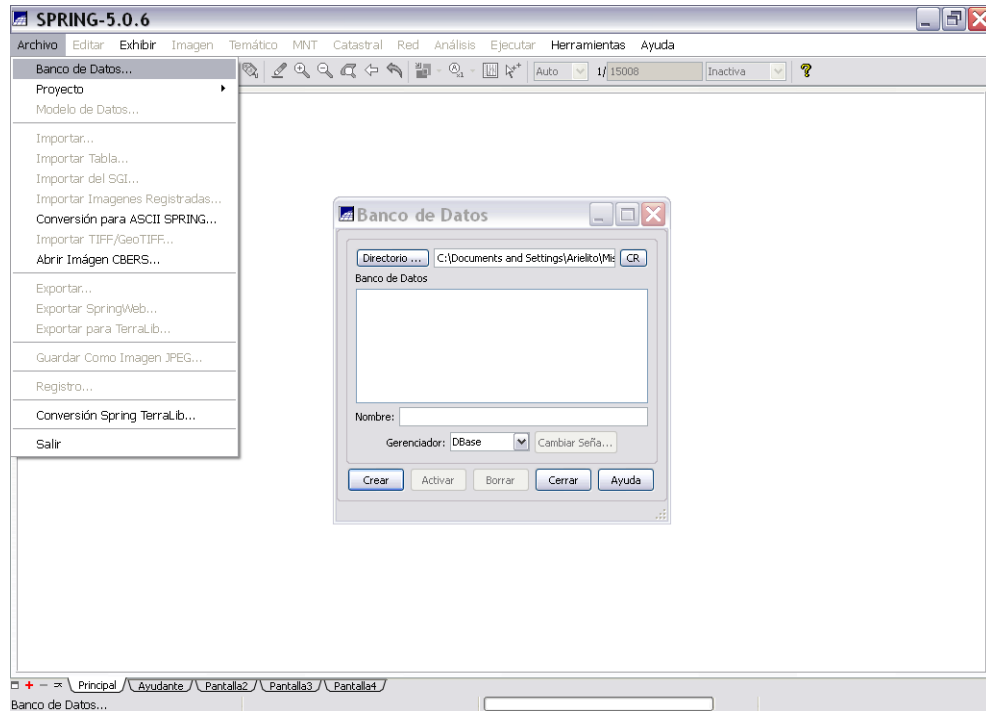


Figura 5. 60. Ventana para la generación del nuevo Banco de Datos

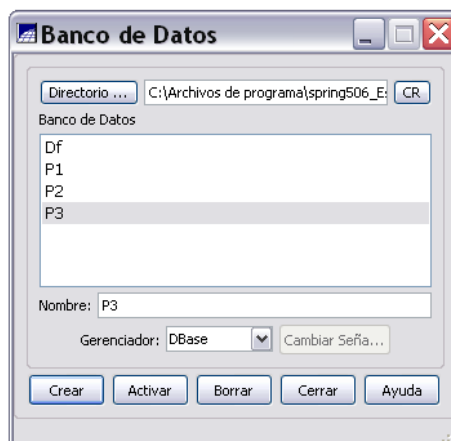


Figura 5. 61. Generación de Banco de Datos "P3"

PASO 2. Creación de un Nuevo Proyecto

Para la creación del banco de datos, como ya se mencionó en la sección 5.1, es necesario tener un banco de datos activo, para este caso será el banco de datos “P3”, que fue activado al finalizar el PASO 1.

- Teniendo activo el banco de datos “P3”, se hace clic en el menú Archivo y luego en “Proyecto”, lo cual despliega la ventana “Proyectos”, como se muestra en la Figura 5.62
- El nombre asignar en el recuadro “Nombre” de la ventana de “Proyectos” será para este caso particular PROYECTO_TRES
- Luego se debe hacer clic en el botón “Proyección”, la ventana de “Proyecciones” es desplegada. En esta ventana se informa los parámetros cartográficos a ser usados en el proyecto. Se utilizará los mismos valores para los dos proyectos anteriores, contenidos en la tabla 5.4, en formato Lat: n 13 47 00 y Long: o 89 00 00.
- Luego de haber completado los datos de la ventana “Proyecciones” con los datos de la tabla 5.4, se debe hacer clic en “Ejecutar” y “Cerrar” para regresar a la ventana “Proyectos” y así definir el Área de Interés o Área del Proyecto.
- En este recuadro se marca la opción “Planas” y se introducen los valores de los puntos para definir el rectángulo envolvente, donde los puntos deben ser diagonalmente opuestos, tomando en cuenta el formato de la Figura 5.3.
- Luego se debe hacer clic en el botón “Crear” para insertar en proyecto en el banco de datos activo. El nombre del proyecto es mostrado en la lista del recuadro Proyectos.

El resultado de realizar este procedimiento se muestra en la Figura 5.63

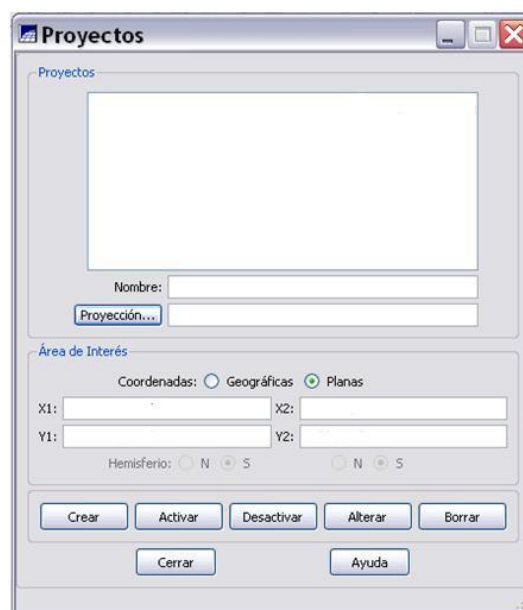


Figura 5. 62. Ventana para la creación de Proyectos.

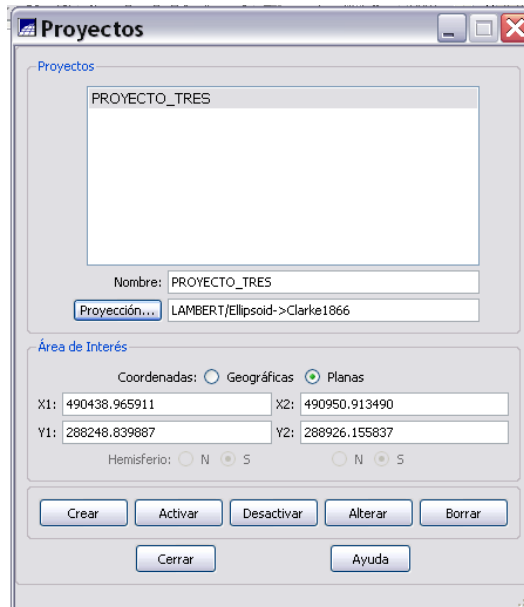


Figura 5. 63. Ventana para la Creación del Nuevo Proyecto PROYECTO_TRES

- Después de crear el proyecto, se debe activar el mismo para realizar la definición de planos de información e introducción de datos en los mismos. Al realizar esta acción, en la barra de título de SPRING aparece el nombre del Proyecto activo al lado derecho del banco de datos activo, al igual que para este entre corchetes, en este caso [PROYECTO_TRES], automáticamente la ventana “Proyectos” se cierra al activar el proyecto, y la ventana del “Panel de Control” se abre, como se muestra en la Figura 5.64

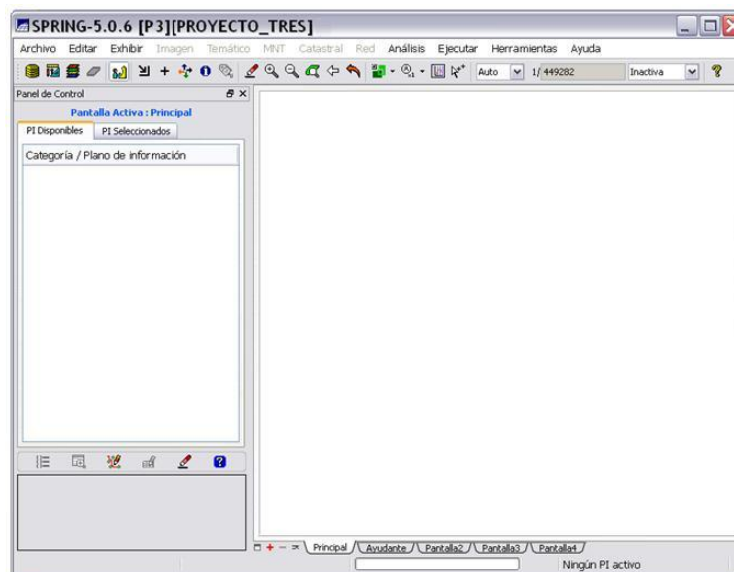


Figura 5. 64. Activación de "PROYECTO_TRES"

PASO 3. Generación del Modelo de Datos

La creación del Modelo de Datos en SPRING no es más que la especificación de las Categorías, de acuerdo al tipo de datos que se poseen. Para este caso específico del PROYECTO_TRES, se poseen los puntos del levantamiento topográfico, siendo estos un tipo de dato NUMERICO, ya que estos puntos poseen una variación en su valor numérico en función de su posición con la superficie.

- Para crear una categoría, se debe haber realizado los pasos 1 y 2, posteriormente en el menú Archivo se hace clic en Modelo de Datos, la ventana “Modelo de datos” es presentada. En esta ventana se definen las categorías que contendrá el proyecto, las cuales se detallan en la tabla 5.7

Nombre de la Categoría	Modelo
ALTIMETRIA	MNT
IMAGEN	IMAGEN
LOTES	TEMÁTICO

Tabla 5. 7. Definición de categorías PROYECTO_TRES

Cabe mencionar que no es necesario definir las categorías de una sola vez, normalmente se van creando a medida se avanza en el proyecto de ser necesario.

- Para crear las categorías, se debe digitar el nombre de la misma en el recuadro “Nombre”, de la ventana “Modelo de datos”, para este caso se digita ALTIMETRIA en el recuadro y luego se escoge el tipo de modelo al que pertenece, que en este caso es MNT, luego se hace clic en crear para que el nombre aparezca en la lista de Categorías y luego hacer clic en el botón “Ejecutar” para crear la categoría en el banco de datos “P3”
- Se repite el mismo procedimiento para las demás categorías.
- Luego hacer clic en el botón “Cerrar”, las Categorías no son visualizadas en el panel de control debido a que no poseen ningún plano de información asociado a las mismas, por lo que el siguiente paso a realizar es la creación de los planos de información de cada una de las categorías, que se detallan en el PASO 4.

El procedimiento de la creación de las categorías se muestra en la Figura 5.65

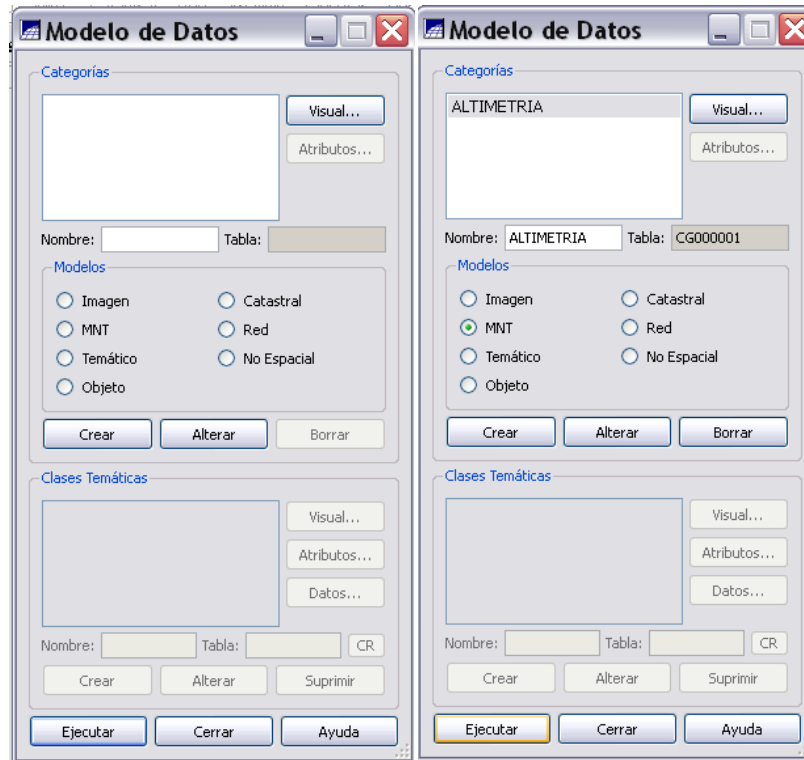


Figura 5. 65. Ventana Modelo de datos, utilizada para la Creación de Categorías

PASO 4. Creación de los Planos de información.

Una vez creadas las categorías, se procede a la creación de los planos de información para la importación de los datos.

- Para crear los Planos de Información (PI), se debe hacer clic en el menú “Editar” y luego en “Plano de Información”, la ventana “Planos de Información” es presentada, conteniendo en el recuadro de “Categorías”, la lista de las Categorías definidas en el PASO 3.
- Se selecciona la categoría para la cual se creara el Plano de información, en este caso como ejemplo base se toma la Categoría ALTIMETRIA.
- En el recuadro de “Nombre”, colocamos “PUNTOS”, que será el nombre del PI que contendrá los puntos del levantamiento topográfico.
- El área de interés será la misma definida para el proyecto.
- Como el modelo de la categoría es del tipo MNT, es necesario definir el tamaño del pixel, en este caso se toma como principio el criterio básico lo siguiente: la **resolución** en x o y, debe ser idealmente menor o igual a la menor distancia entre dos muestras con

cotas. Para este caso se toma la distancia más pequeña entre puntos cercanos que es aproximadamente 0.5 m. Este dato es necesario para especificar el tamaño en metros de las células de la retícula en función de las coordenadas X e Y

- Debido a que los datos a ser importados se encuentran en escala natural, en el recuadro “Escala” se coloca el valor de 1.

Después de haber ingresado todos los datos necesarios en la ventana “Planos de Información”, se debe hacer clic en el botón “Crear”, para visualizar el PI en el Panel de Control, tal como lo muestra la Figura 5.66

- Realizando el mismo procedimiento se crean los planos de información para las otras categorías. Tomando en cuenta que dependiendo de la categoría es requerida información diferente en la ventana “Planos de Información”, como se detalla en el capítulo 4, luego se hace clic en “Cerrar” para introducir los PI al Proyecto.

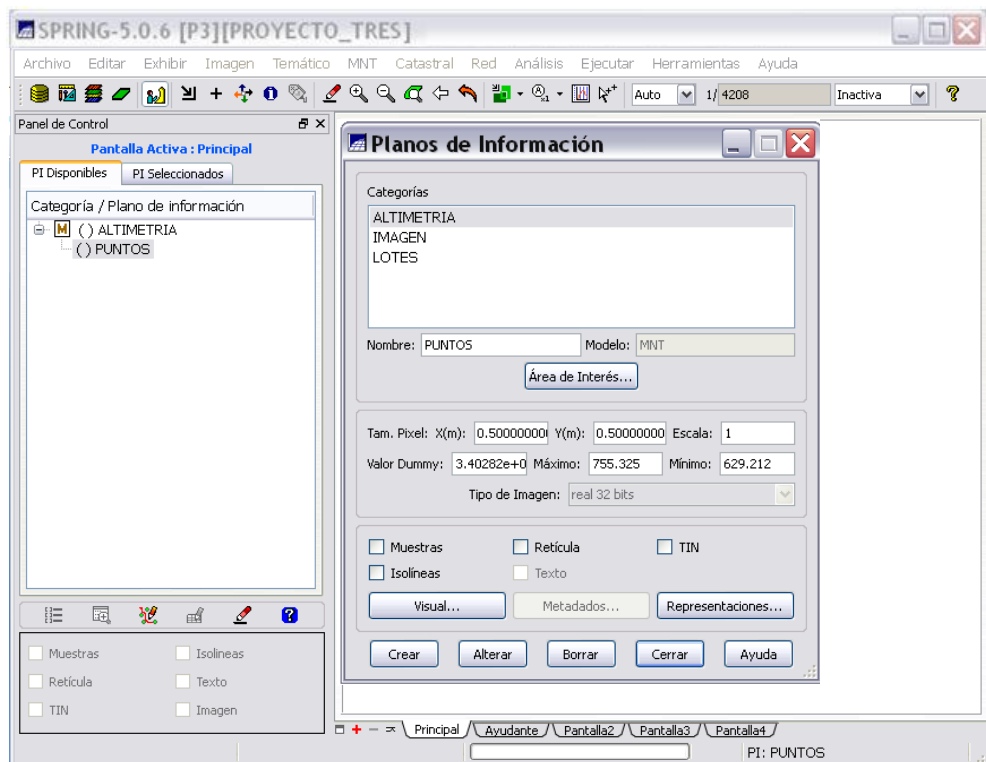


Figura 5. 66. Ventana para la creación de Planos de Información

PASO 5. Importación de datos.

En este paso se hará la descripción del procedimiento a realizar para la importación de los datos a cada uno de los PI creados, comenzando por la importación de los puntos del levantamiento topográfico al PI PUNTOS.

- Primero se debe activar el PI PUNTOS, haciendo clic en el mismo.
- En el menú **Archivo**, elegir la opción “Importar”, aparece la ventana de “Importación”, con dos recuadros: *Datos Externos* y *SPRING*
- Al hacer clic en el botón “Directorio”, dentro del recuadro de Datos Externos, aparece la ventana “Buscar Carpeta”, se debe seleccionar la carpeta donde se encuentra el archivo que contiene los datos, luego en “Formato” seleccionar DXF/R12, aparecen en la parte inferior la lista de los archivos de este tipo, para este caso el nombre del archivo que contiene los puntos del levantamiento topográfico es PUNTOS PROYECTO_3.dxf, por lo tanto se selecciona de la lista haciendo clic en el mismo.
- Se selecciona la entidad a importar, para este caso se selecciona MUESTRA (MNT), para que el sistema reconozca las elevaciones de los puntos.
- En Unid. se selecciona m (metros) que es la unidad utilizada para el dibujo.
- En “Escala” se coloca el valor de 1, debido a que la escala del archivo dxf se encuentra a escala natural.
- El programa SPRING coloca la información del “Tamaño del pixel” tomando de base los datos que fueron definidos para el plano de información activo, así como la información de la Proyección y el Área del Proyecto que fue definida en el PASO 2. Asimismo ocurre, para el recuadro SPRING.
- Luego para efectuar la importación de los datos se debe escoger el o los layers que contienen la información, al hacer clic en el botón “Layer” aparece la ventana “Layers DXF”
- Se selecciona el layer que contiene los puntos, que en este caso es el layer PUNTOS, para mostrar el contenido del mismo hacer clic en el botón “Mostrar Contenido”(Mostrar Conteúdo), en este caso el layer contiene 1154 puntos. Ver Figura 5.67., luego hacer clic en “Ejecutar”, para que el sistema reconozca el Layer 5.67

- Luego de verificar todos los datos hacer clic en “Ejecutar” de la ventana “Importación”, para realizar la importación de puntos al PI PUNTOS.

Si la importación se realiza con éxito, en el recuadro inferior del panel de control se activan las entidades que contienen los planos de información que han sido importadas, para este caso MUESTRAS. Ver Figura 5.68

- Al hacer clic en el botón “Cerrar”, se puede empezar a trabajar la información importada.
- Para visualizar los puntos se debe seleccionar haciendo clic sobre el cuadrito de la entidad Muestra en la parte inferior del panel de control y luego en el botón visualizar.
- En la Figura 5.69 se muestra la pantalla principal conteniendo los puntos exportados al PI PUNTOS

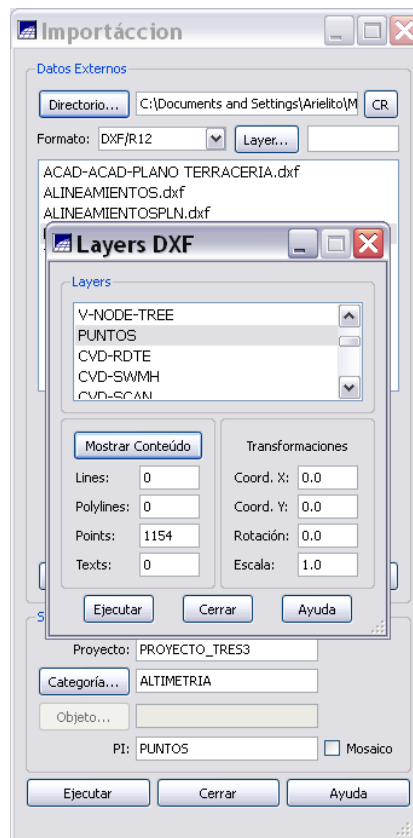


Figura 5. 67. Selección del Layer PUNTOS en la ventana Layers DXF

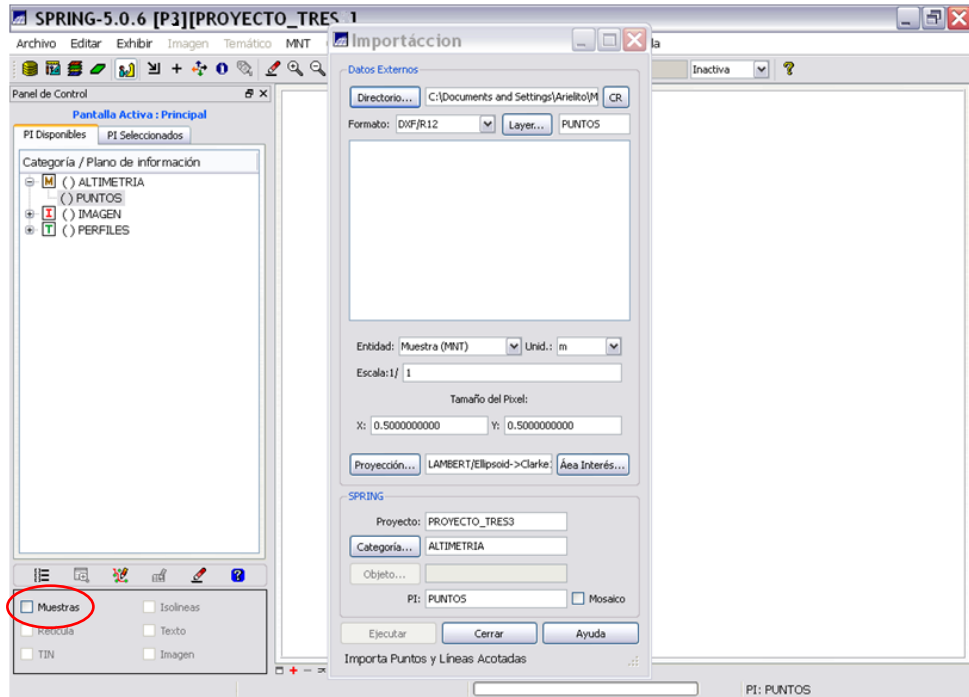


Figura 5. 68. Activación de entidades después de efectuar la importación de datos del archivo DXF.

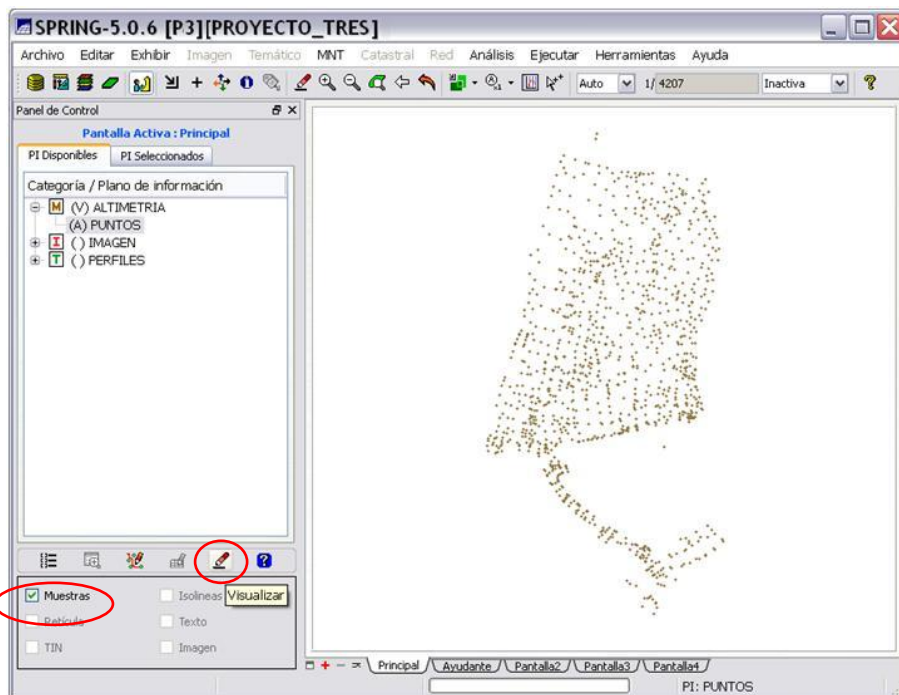


Figura 5. 69. Visualización de puntos importados al PI "PUNTOS" de la categoría ALTIMETRIA

PASO 6. Generación de Retícula Triangular a partir de puntos acotados.

- Para la creación de la retícula triangular, hacemos clic en el menú MNT, “Creación de Retícula Triangular”, la ventana “Creación de TIN” se presenta, debido a que solo se encuentra un tipo de representación en el PI, en “Entrada” solo se encuentra la representación Muestra activada.
- El PI de Salida es PUNTOS, debido a que no cambia el área del proyecto para la generación de esta retícula.
- Se escoge el Tipo de Triangulación Delaunay sin Líneas de Quiebra.
- Los valores de los recuadros Simplificación de Líneas y Triangulación son calculados por el programa a partir de tienen los valores de la fase de **Preprocesamiento de los Datos**, que son calculados inicialmente a partir de la escala definida para el PI “PUNTOS”, ver Figura 5.70
- Al hacer clic en el botón “Ejecutar”, se cierra la ventana “Creación de TIN”, y se genera la Retícula Triangular en la nueva ventana “Ayudante”, como se muestra en la Figura 5.71 quedando guardada la retícula en el PI “PUNTOS”

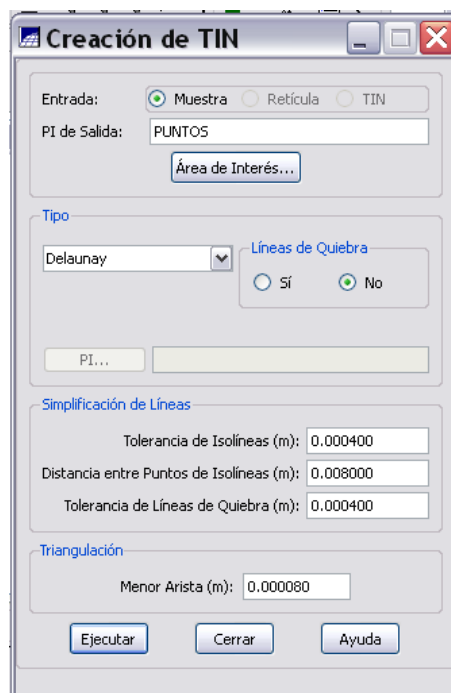


Figura 5. 70. Creación de Retícula triangular a partir de puntos acotados contenidos en el PI “PUNTOS”, contenido en la categoría “ALTIMETRIA”

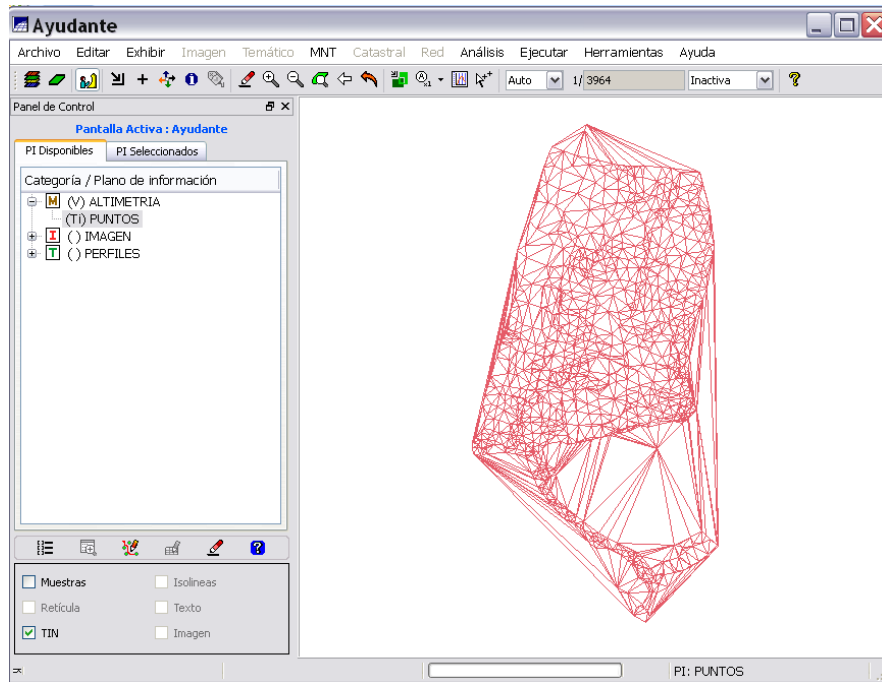


Figura 5. 71. Generación de la Retícula Triangular.

PASO 7. Generación de Isolíneas (Curvas de Nivel)

Después de tener generada la retícula triangular se pueden crear las isolíneas. Se cierra la ventana “Ayudante” y luego se activa la retícula triangular en el Panel de Control.

Para generar las isolíneas, se hace clic en el menú MNT, Creación de Isolíneas, una ventana con el mismo nombre se presenta.

- Se escogen los parámetros: Las isolíneas serán generadas inicialmente en la **Pantalla**, de manera de poder verificar si está coherente antes de registrarla definitivamente, generándolas nuevamente con la opción **Archivo**.
- En “Entrada” seleccionar TIN, luego en “Modo” se selecciona *Fijo* para generar las isolíneas a intervalos equidistribuidos, al seleccionar esta opción se activan los Valores de Cota mínima ($V_{min}=671.023$) y Cota máxima ($V_{max}= 713. 302$), existentes en la TIN.

Debido a que la diferencia de elevación es de 42 m, se generaran las curvas a cada metro, valor que se introduce en “Paso” en esta misma ventana. Después de hacer clic en el botón “Ejecutar” se generan las isolíneas en la pantalla principal.

Si se desea cambiar la configuración para la generación de las isóneas se pueden modificar los parámetros introducidos. Si se está conforme con lo mostrado en la pantalla, se selecciona la opción “Archivo” en “Crear” de la ventana “Creación de Isóneas” del menú MNT, para generar las isóneas en el PI “PUNTOS” hacer clic en “Ejecutar”. Ver Figura 5.72. En el panel de control se activa la representación “Isóneas” y se visualizan las isóneas en la pantalla principal de SPRING, como se muestra en la Figura 5.73



Figura 5. 72. Parámetros para la creación de isóneas

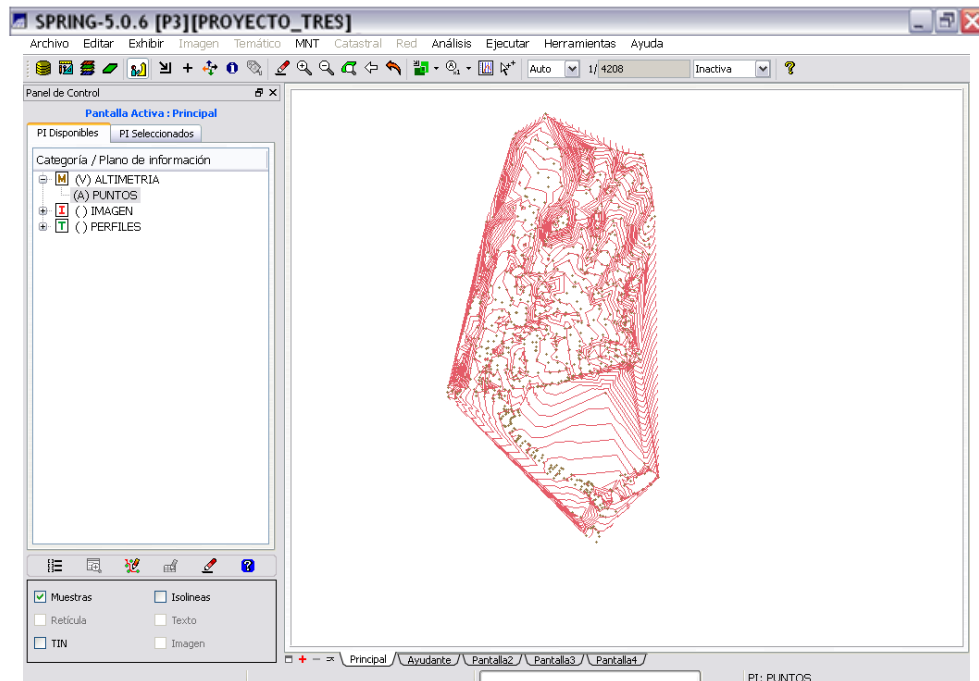




Figura 5. 73. Generación de isóneas a un archivo.

Al activar las representaciones TIN e Isolíneas en el panel de control, como lo muestra la Figura 5.74, no se distinguen una de la otra debido a que poseen en mismo color de línea, en la definición de la visual del PI que las contiene, por lo que es necesario alterar la Visual para una o varias de las representaciones disponibles en el PI (Muestras, TIN o Isolíneas), en este caso se modificará la visual de la TIN.

- En el menú “Editar”, hacer clic en Plano de información, una ventana con el mismo nombre se presenta, en esta se debe escoger la categoría ALTIMETRIA, Plano de Información PUNTOS y seleccionar TIN, luego hacer clic en el botón “Visual”.
- La ventana “Visuales de Presentación” es desplegada, en el recuadro “Líneas” hacer clic en el botón “Color”, la ventana “Selección de un Color”, se presenta(ver Figura 5.75), para este caso escogeremos un color del recuadro “Colores Básicos”, específicamente el color amarillo, hacer clic en OK , y luego en “Ejecutar” y “Cerrar” de la ventana “Visuales de Presentación”, y “Cerrar” en la ventana “Planos de Información”, para efectuar los cambios.
- Para visualizar los cambios en la pantalla, hacer clic en el botón  del panel de control, y luego en el botón  (acercar), el resultado se muestra en la Figura 5.76

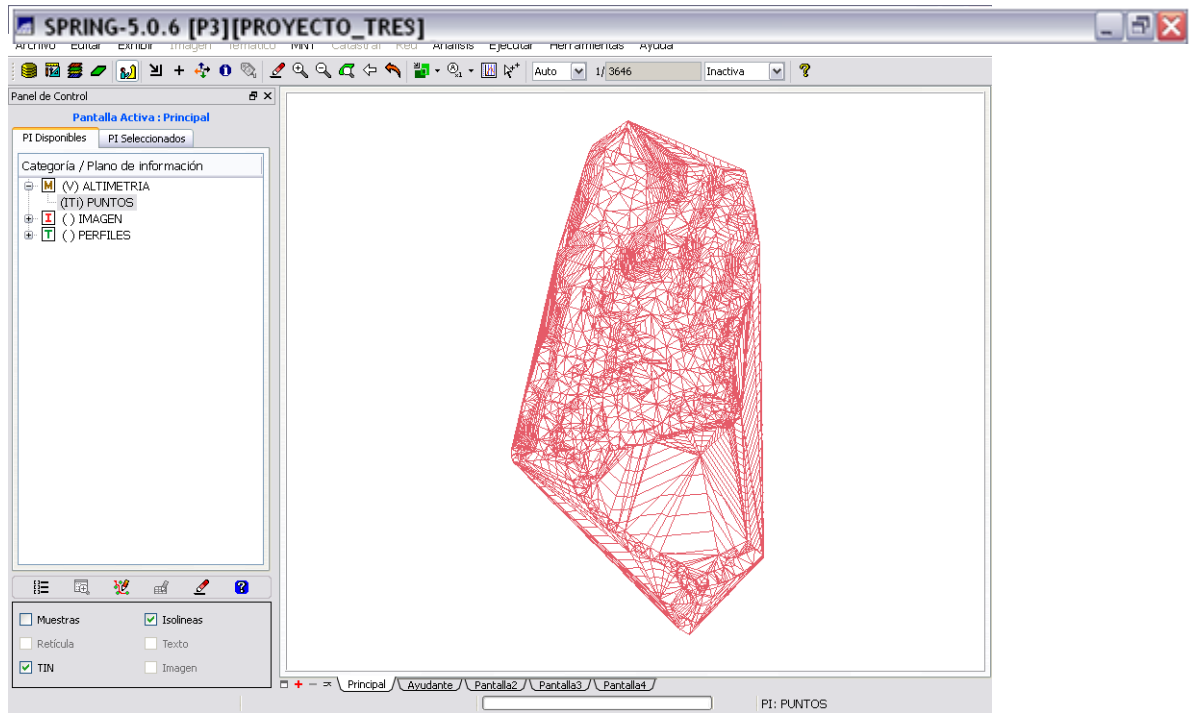


Figura 5. 74. Superposición de planos de información TIN e isolíneas.



Figura 5. 75. Ventana de selección de color de líneas, desplegada a partir de la ventana Visuales de Presentación.

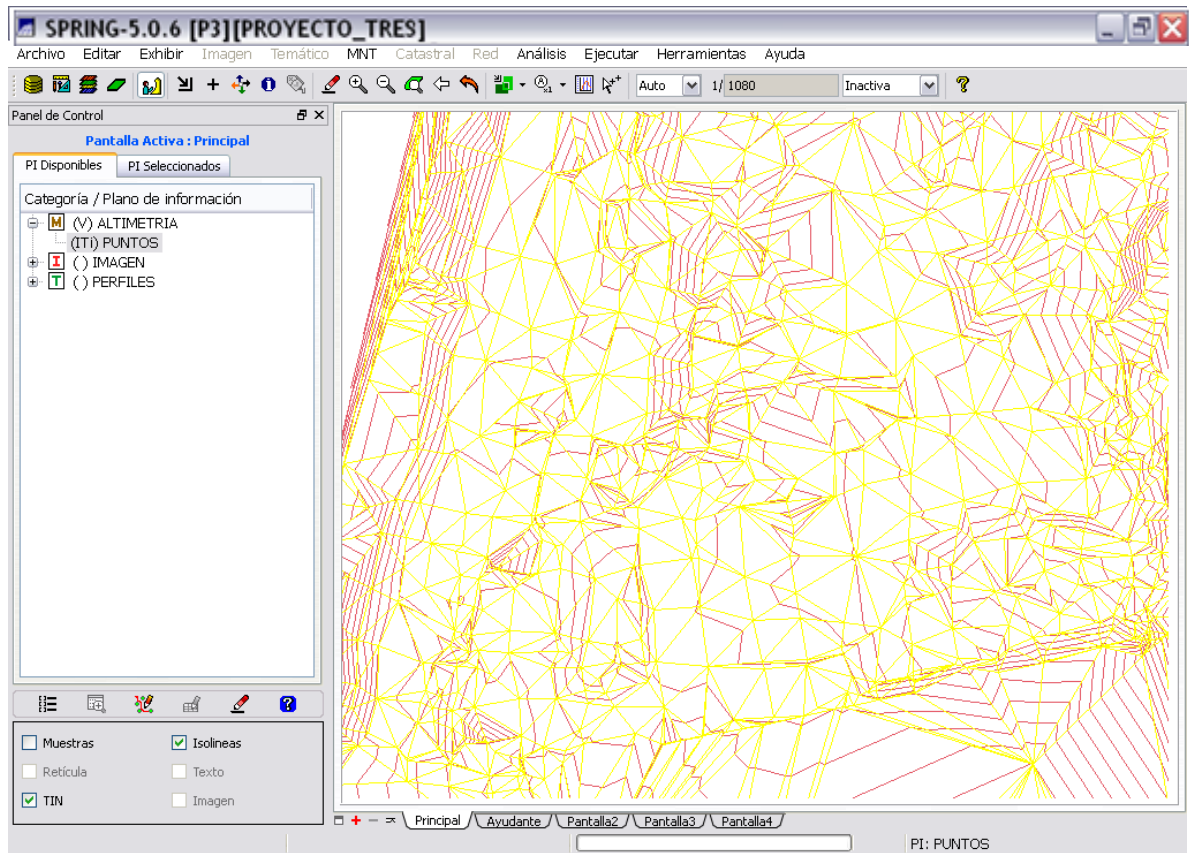


Figura 5. 76. Visualización de los cambios realizados en la visual de la representación TIN

PASO 8. Creación de una Retícula Rectangular a partir de TIN

Para la creación de una imagen en escala de grises o sombreada, creación de intervalos en las curvas de nivel y visualización de una imagen 3D es necesario contar con una retícula rectangular activa. La retícula rectangular puede ser generada a partir de Muestras, otra retícula rectangular o una TIN, para este caso en particular se cuenta con las representaciones Muestras y TIN pero se utilizara la retícula triangular para su generación. A continuación se describen los pasos a seguir para su creación:

- Teniendo activa la TIN del PI “PUNTOS” de la categoría ALTIMETRIA, en menú MNT, seleccionar “Creación de Retícula Rectangular”, se presenta la ventana para la creación de la retícula.
- En “Entrada” seleccionar TIN, el PI de salida será el mismo donde se encuentra almacenada la TIN, y el valor del tamaño de pixel se mantiene, al igual que el área del proyecto.

- Para este caso se utiliza el interpolador Quintico sin líneas de quiebra, debido a que la utilización de este interpolador permite generar una superficie más suave si se compara con otra retícula generada por el interpolador lineal.
- Luego hacer clic en el botón “Ejecutar” para generar la Retícula Rectangular en el Plano de Información PUNTOS.

En la imagen siguiente se muestra los parámetros utilizados para la creación de la Retícula Rectangular.



Figura 5. 77. Ventana para la definición de parámetros para la creación de la Retícula Rectangular.

- La retícula es generada en la ventana Ayudante, pero es almacenada en el PI “PUNTOS”, además de la retícula también fue generada una imagen tal como se muestra en la Figura 5.78

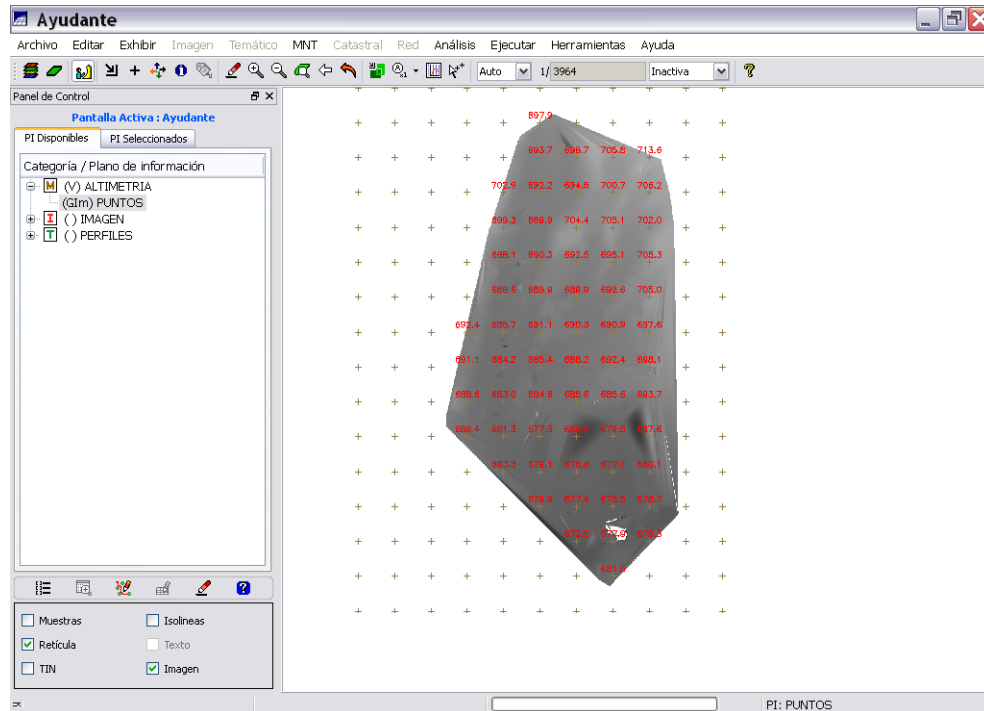


Figura 5. 78. Retícula Rectangular generada a partir de una TIN

Ahora que ya contamos con una retícula rectangular, se pueden generar las imágenes sombreadas y en niveles de gris, además de poder realizar la visualización 3D del terreno.

PASO 9. Creación de Imágenes, en escala de grises y sombreada.

- Después de haber generado la retícula rectangular, es necesario activarla en , luego en el menú MNT se escoge la opción “Creación de Imagen”, la ventana Creación de Imagen MNT se presenta, con los valores de cota máxima y mínima para la Retícula Rectangular activa.
- Primero crearemos la imagen en niveles de gris, para lo cual es necesario seleccionar en “Imagen” de la ventana Creación de Imagen MNT, la opción Nivel de Gris.
- Luego hacemos clic en el botón Categoría de Salida, para escoger la Categoría IMAGEN, que fue generada en la definición de categorías en el PASO 3.
- En PI de salida se coloca el nombre del Plano de Información en el cual se almacenará la imagen, para este caso IMAGEN NIVEL DE GRIS, 8 bits sin señal
- Luego se hace clic en el botón “Ejecutar”, para generar la imagen.

El resultado de este procedimiento se muestra en la Figura 5.79, se debe tomar en cuenta que los valores mínimos de cota se representan por pixeles oscuros y los valores máximos por pixeles claros.

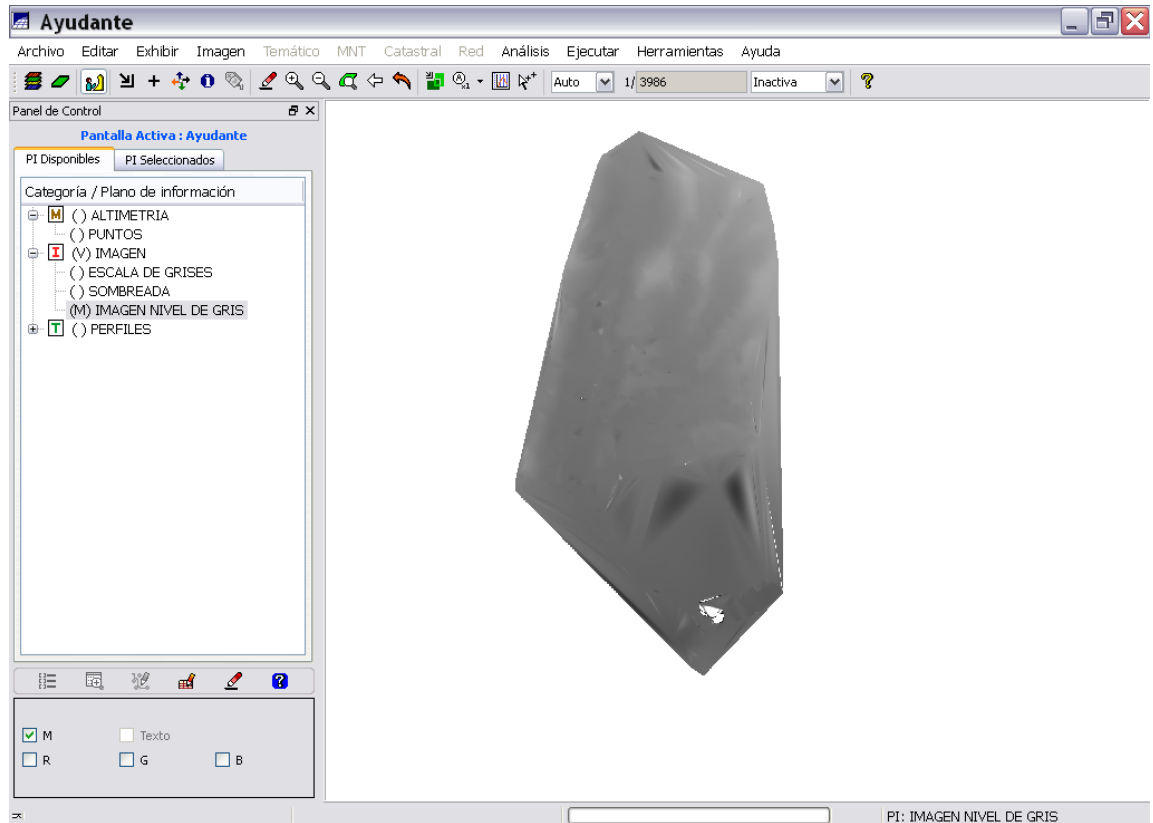


Figura 5. 79. Imagen en niveles de gris

- Ahora generaremos la imagen sombreada, para lo cual se utiliza la misma retícula y el mismo procedimiento que para la imagen en niveles de gris. Con la diferencia que se deben definir algunos parámetros adicionales en la ventana Creación de Imagen MNT.
- En “Imagen” seleccionar sombreada, se elige categoría IMAGEN, Plano de Información: IMAGEN SOMBREADA
- El programa SPRING, coloca valores recomendados en el recuadro Parámetros de Iluminación, para este caso cambiaremos el valor de Exageración del Relieve: 2, luego hacer clic en el botón “Ejecutar”
- La imagen sombreada, la cual posibilita visualizar las diferencias del relieve en una región dada, se genera en la ventana Ayudante, como se muestra en la Figura 5.80.

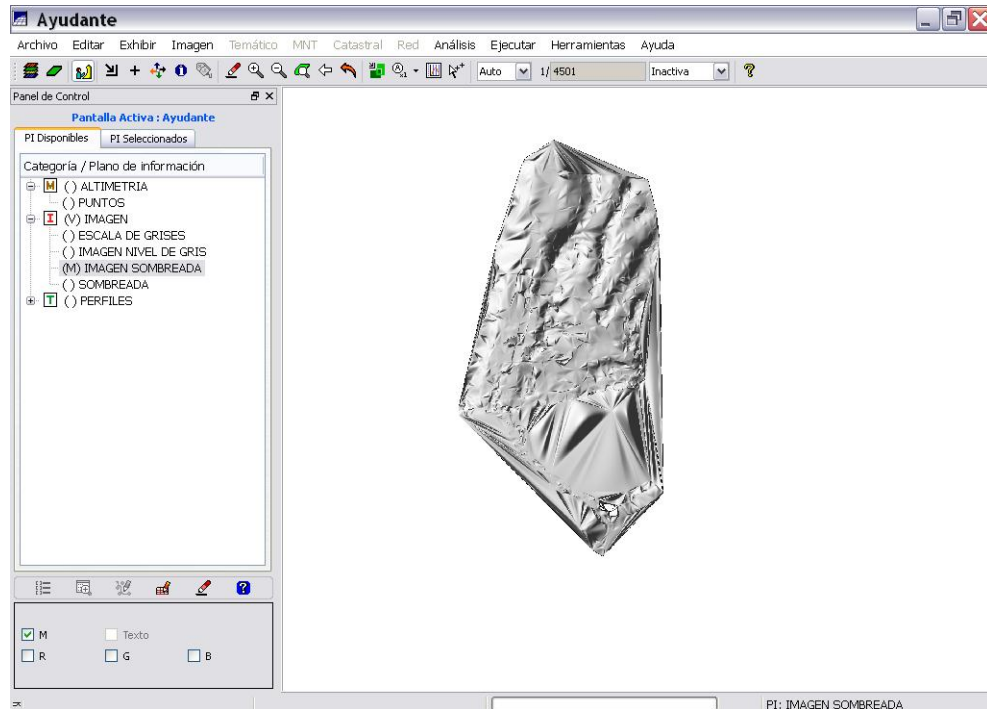


Figura 5. 80. Imagen Sombreada

Debido a que los planos de información generados en el PASO 4, para la categoría IMAGEN no fueron utilizados para almacenar estas imágenes, pueden ser borrados o renombrados haciendo clic con el botón derecho del mouse sobre el mismo, luego se debe escoger la acción a realizar borrar o renombrar.

Para este proyecto se utiliza la opción borrar, debido a que estos Planos de Información no contienen ninguna representación, las opciones disponibles son “Borrar Plano” y “Cerrar”, como lo muestra la Figura 5.81. Se escoge la opción Borrar Plano.

Se despliega una ventana con el mensaje ¿Desea borrar el plano de información activo con todas sus representaciones? (Nombre del PI), escoger la opción Si para borrar el PI de la categoría IMAGEN.

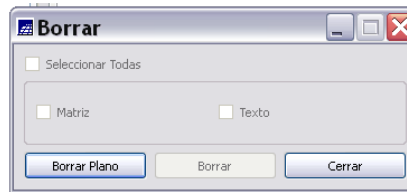


Figura 5. 81. Ventana para borrar Plano de Información

PASO 10. Visualización de Imagen 3D

En este paso se realizará la visualización 3D a través de los dos planos de textura generados en el paso anterior.

- En el menú MNT, seleccionar “Visualización 3D”, se presenta la ventana en la cual se debe escoger el plano de textura.
- Al hacer clic en este botón, se presentan la categoría de imagen llamada IMAGEN y los planos de información asociados a esta los cuales son mostrados en la Figura 5.82.
- Se escoge de la lista IMAGEN NIVEL DE GRIS, y se hace clic en “Ejecutar”
- Se retorna a la ventana Visualización en 3D (Ver Figura 5.83), el recuadro “Limites”, es rellenado con la información de la Imagen escogida.
- En el recuadro proyección se presentan las opciones: Paralela, Perspectiva y Par Estéreo, se selecciona la opción Paralela, no se modifican los datos recomendados por el programa, luego hacer clic en “Ejecutar”
- Los valores de la posición del observador se pueden alterar para generar visualizaciones desde otros puntos.
- La Visualización 3D se genera en la ventana Ayudante, esta imagen no es guardada en ningún PI.

El resultado de este proceso es mostrado en la Figura 5.84

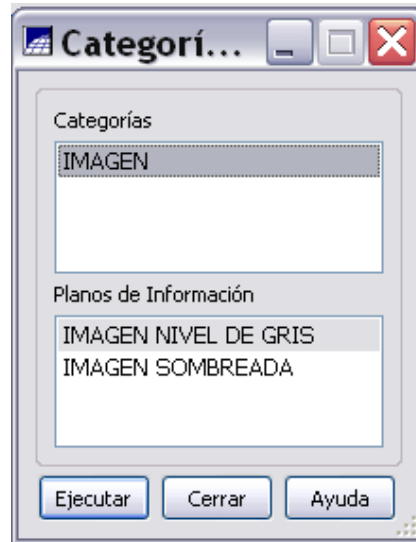


Figura 5. 82. Selección del Plano de Textura asociado a la categoría IMAGEN



Figura 5. 83. Parámetros considerados para la generación de una visualización 3D, a través de una proyección paralela.

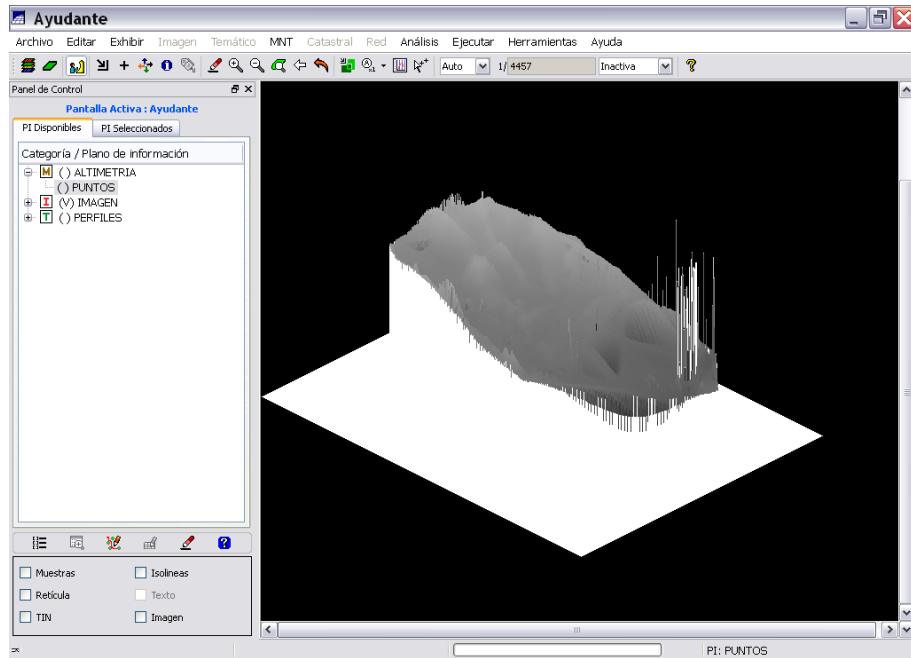


Figura 5. 84. Visualización en 3D, de un plano de textura de Imagen en niveles de gris

Para la generación de la visualización 3D para el plano de textura de la Imagen Sombreada se realiza el mismo procedimiento, obteniéndose el resultado mostrado en la Figura 5.85

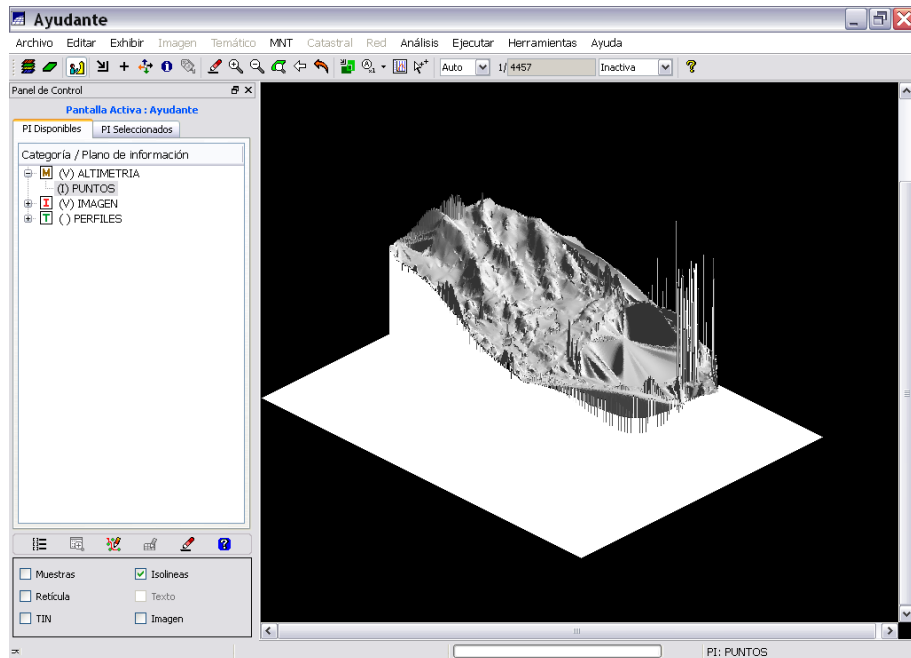


Figura 5. 85. Visualización en 3D, para un plano de textura de Imagen sombreada

Nótese que después de efectuar la visualización 3D a través de los planos de textura IMAGEN NIVELES DE GRIS e IMAGEN SOMBREADA, la configuración del terreno puede ser mejor apreciada a través de la utilización de Planos de Textura de Imágenes Sombreadas.

PASO 11. Calculo de volúmenes de corte y relleno.

El cálculo del volumen en el SPRING es realizado a partir de áreas, o sea, polígonos cerrados del modelo temático o catastral y de retículas rectangulares o triangulares del modelo numérico.

Para calcular el volumen de corte y relleno en SPRING, se utilizara la retícula triangular contenida en el PI “PUNTOS”, y el modelo temático definido como LOTES.

- El primer paso a realizar es exportar los polígonos al plano de información LOTES URBANIZACION de la categoría temática LOTES, lo cual se describe a continuación: Seleccionar en el Panel de Control el PI donde se importaran los polígonos para los cuales se calculara el volumen.

En menú **Archivo** seleccionar “Importar”, la ventana de Importación es mostrada, seleccionar el Formato: DXF/R12, luego ubicar en el directorio el archivo que contiene los polígonos a importar, para este caso se encuentran en el archivo llamado LOTES.

En “Entidad” se selecciona “Líneas con ajuste” y se completan los demás campos, los cuales se muestran en la Figura 5.86

Se selecciona el Layer que contiene los polígonos y luego se hace clic en ejecutar para realizar la importación.

- Después de realizada la importación seleccionar en el recuadro del Panel de Control la opción Líneas y hacer clic en el botón visualizar, para corroborar que la importación fue realizada con éxito.
- Como en la Creación de las categorías no fue definida ninguna clase, se procede a la creación de clases para la categoría LOTES, de la siguiente manera:

En el Menú **Archivo**, escoger Modelo de datos y seleccionar en la ventana que es mostrada la categoría LOTES, luego crear las clases LOTES COTA 680, LOTES COTA 678 Y LOTES COTA 676, tal como se muestra en la Figura 5.87



Figura 5. 86. Ventana de Importación de datos

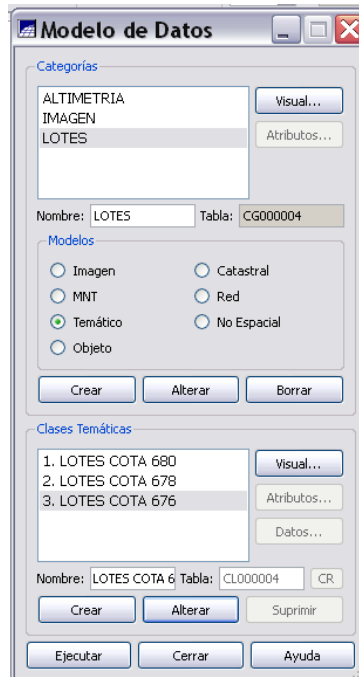




Figura 5. 87. Generación de Clases para el modelo de datos Temático

El siguiente paso es verificar que las áreas de los lotes se encuentren conformadas por polígonos, para lo cual es necesario realizar una edición Vectorial.

- Hacer clic en el botón , con lo cual entramos a la pantalla de Edición Vectorial de SPRING, seleccionar Edición Grafica, Editar: Líneas,
- Hace clic en el botón nodos ajustados , los nodos ajustados se muestran con puntos verdes, como se observa en la Figura 5.88.
- Después de realizar el ajuste de nodos se procede a poligonalizar para que las líneas pasen a ser parte integrante de los polígonos, con una relación de vecindad entre ellas, el numero de polígonos aparece en la parte inferior derecha de la ventana, como se muestra en la Figura 5.89

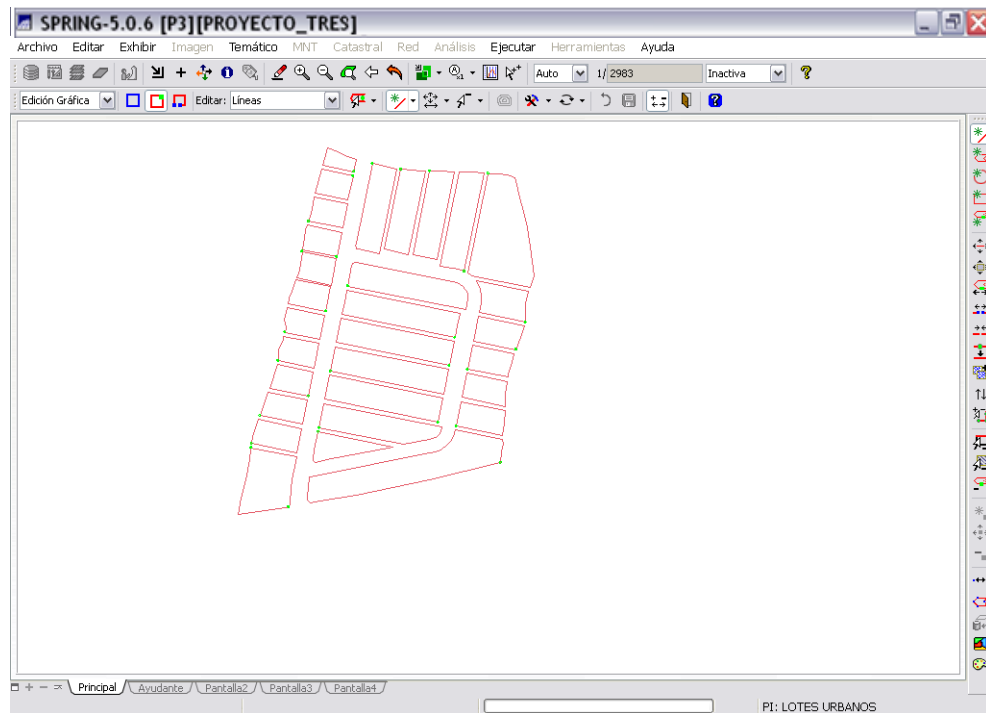


Figura 5. 88. Nodos ajustados

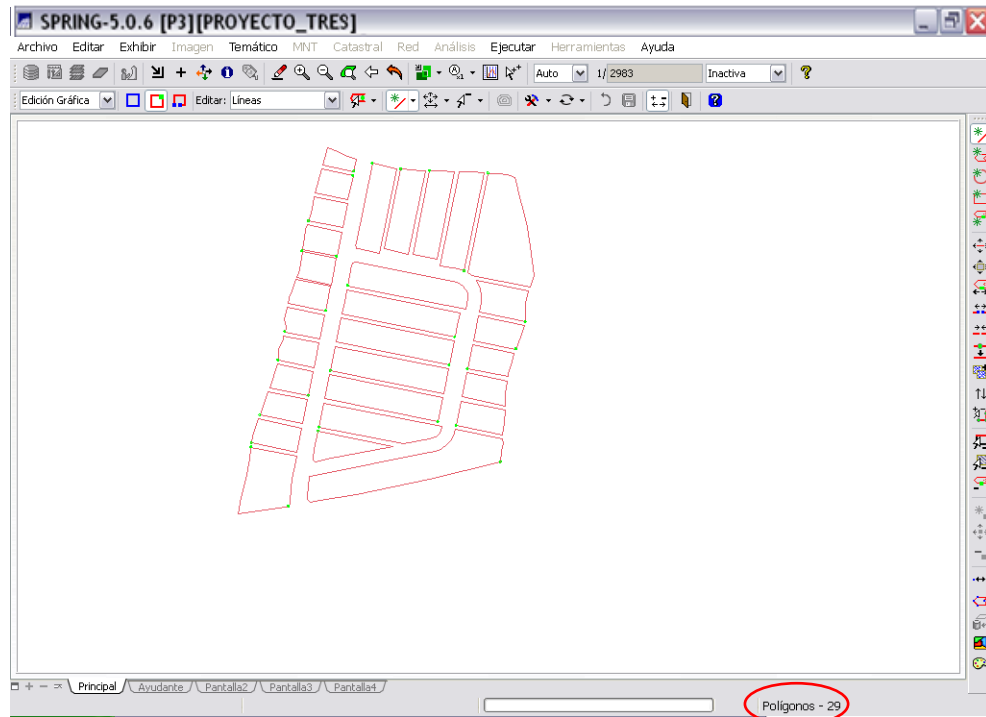




Figura 5. 89. Numero de polígonos encontrados.

- Después de realizado este procedimiento, se realiza la Edición de las clases temáticas haciendo clic en el botón Herramientas  y seleccionando clases, se presenta la ventana “Editar Clases Temáticas” (ver Figura 5.90). En esta ventana se vincula la entidad polígonos a las clases definidas previamente en la categoría de modelo temático
- Se procede a seleccionar los polígonos que formaran parte de la clase LOTES COTA 680, LOTES COTA 678 y LOTES COTA 676, haciendo clic cada uno, para cada clase respectivamente.
- Al realizar la Edición de la clase LOTES COTA 676, al hacer clic para seleccionar uno de los polígonos aparece un mensaje en la ventana Edición de Lotes: *¡Polígono no fue encontrado*, por lo que se debe revisar los nodos del mismo, ver Figura 5.91
- Al hacer Zoom en uno de los nodos del polígono se observa que no ha sido cerrada la línea, por lo cual es necesario juntar las líneas haciendo clic en el botón  (juntar líneas), indicando el punto con el cursor del mouse como se muestra en la Figura 5.92

- Por último se debe ajustar los nodos nuevamente y Poligonalizar, luego se introduce el polígono a la clase temática correspondiente, completando la Edición de Clases como se muestra en la Figura 5.93



Figura 5. 90. Edición de Clases Temáticas.

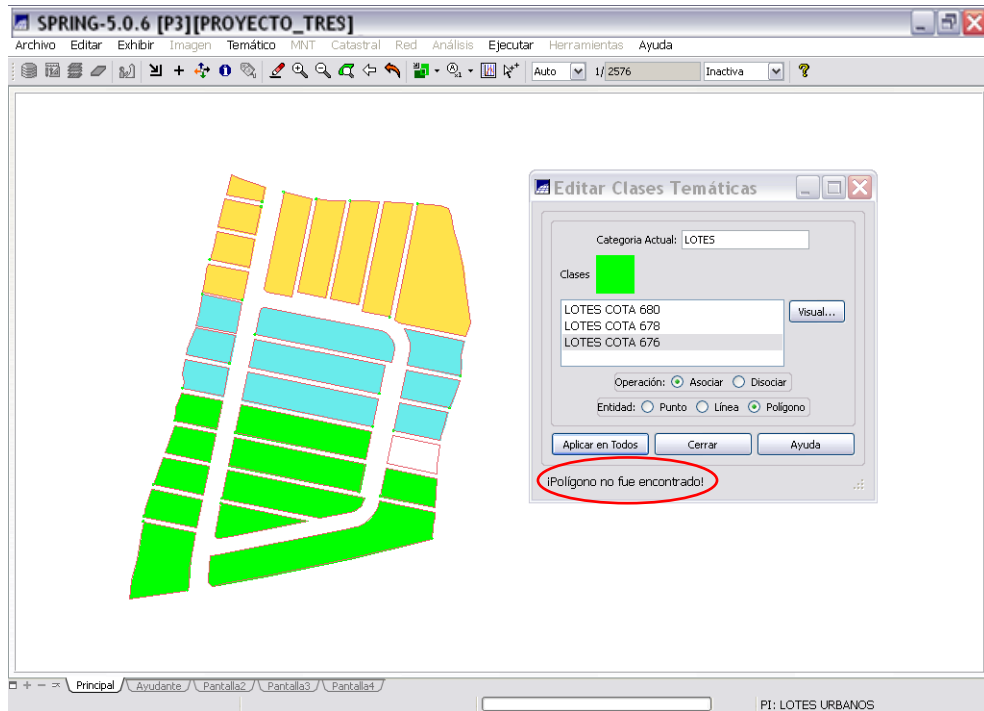


Figura 5. 91. Realizando la Edición de Clases Temáticas del PI LOTES URBANOS, en la ventana de Edición Vectorial

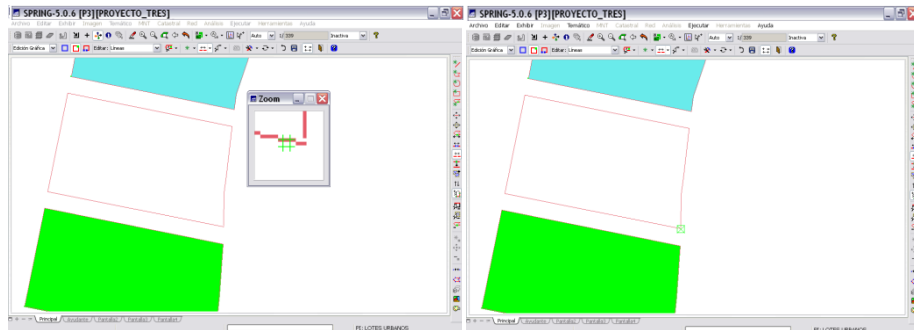


Figura 5. 92. Corrección del polígono realizada a través de la opción juntar líneas.

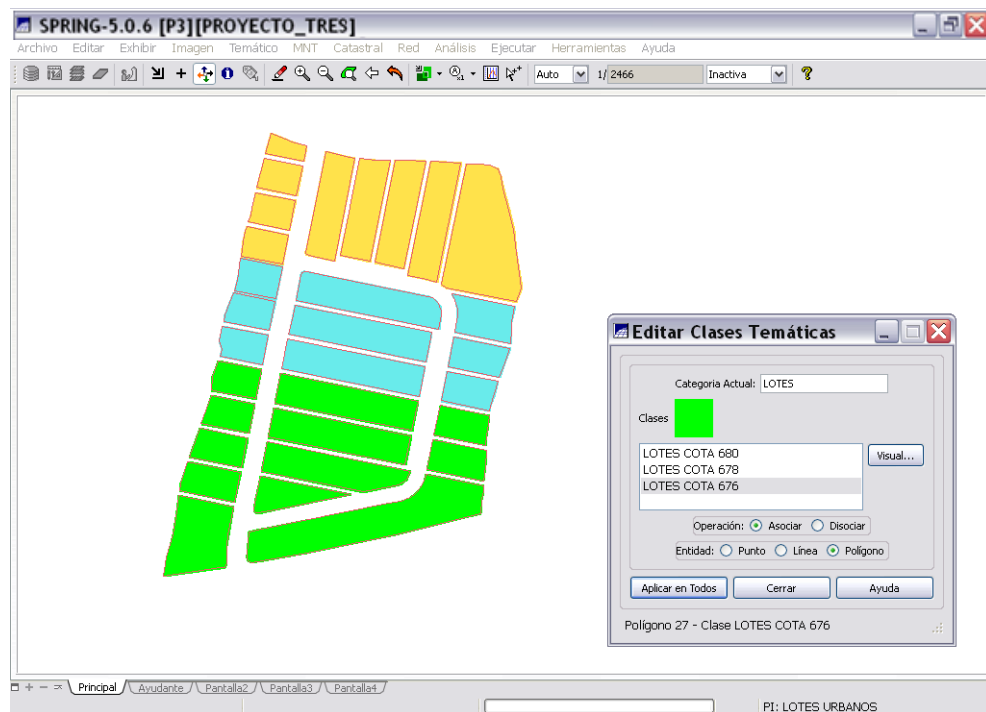


Figura 5. 93. Edición de Clases completa.

Todo este procedimiento se realiza para identificar la cota respectiva para cada lote y así calcular el volumen de corte/relleno de los mismos. A continuación se describe el procedimiento para realiza el cálculo del volumen para cada una de las clases temáticas de lotes, respecto a una cota específica.

- Saliedo de la edición vectorial, se debe activar el PI “LOTES” en el Panel de Control, donde se encuentra la Retícula Rectangular.

- Luego en menú MNT se selecciona la opción *Volumen*, en “Modelo Numérico” activar la opción “Retícula”
- En PI, se selecciona el PI que contiene las clases temáticas, para este caso LOTES URBANOS, hacer clic en “Ejecutar.
- Se coloca la cota base con un valor igual al de la clase a seleccionar. En el primer caso se coloca 680.
- Luego se selecciona Opción de Calculo Parcial debido a que se debe seleccionar los polígonos pertenecientes a la clase temática asociada con la cota. Al seleccionar esta opción aparece el mensaje *Seleccionar un polígono en la pantalla haga doble clic*
- Se procede a seleccionar los polígonos, ver Figura 5.94

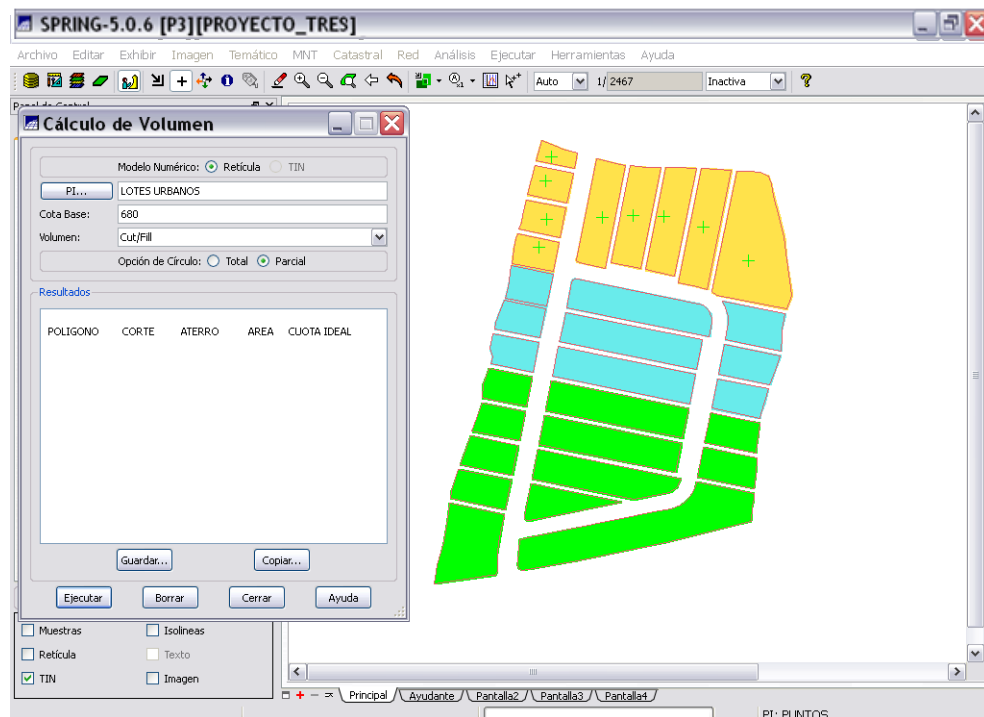


Figura 5. 94. Selección de los polígonos para el cálculo de volumen.

- Los resultados aparecen en el recuadro Resultados, la cual indica los valores de el numero de polígono, volumen de Corte, Relleno, Área y Corte Ideal, para cada polígono cerrado
- Seleccionamos la opción Guardar los resultados a un archivo de texto, los resultados se muestran en la Figura 5.95

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda				
[	21	]	LOTES COTA 680	26023.21	0.00	1991.00	693.07	
[	22	]	LOTES COTA 680	33011.97	0.00	1897.50	697.40	
[	23	]	LOTES COTA 680	47394.98	0.00	2013.25	703.54	
[	24	]	LOTES COTA 680	53206.50	0.00	2248.00	703.67	
[	3	]	LOTES COTA 680	11077.43	0.00	760.25	694.58	
[	4	]	LOTES COTA 680	11990.67	0.00	818.00	694.66	

Figura 5. 95. Resultados del cálculo de volumen de corte y relleno para los polígonos seleccionados.

En la Figura 5.95 se puede observar que para el valor de cota seleccionada para estos lotes, respecto a la configuración del terreno existente, no se genera volumen de relleno, sino solamente de corte por lo cual sería necesario cambiar la cota para generar el mejor equilibrio entre el volumen de corte y relleno, para esto se puede tomar en cuenta el valor de cota ideal proporcionada en la última columna. El mismo procedimiento puede ser realizado para el cálculo de volumen para las clases restantes.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

De acuerdo al programa SPRING que sirve de apoyo para el desarrollo de los sistemas de información geográfica en proyectos de ingeniería civil se puede concluir:

- ✓ Para facilitar la utilización programa, el usuario debe contar con los conocimientos básicos de cartografía, geoprocésamiento y percepción remota, además debe disponer de criterios técnicos para la introducción de datos y la selección de aplicaciones de acuerdo al resultado que desee obtener.
- ✓ Para el uso del software se requiere de un ordenamiento y preparación previa de los datos de entrada importados, para que estos sean compatibles con la versión del formato archivos reconocidos por el programa.
- ✓ A diferencia de los sistemas CAD que se utilizan para procesar gráficamente la información, SPRING es un software versátil que permite el modelado y representación del mundo real a través de la integración de información georeferenciada con bases de datos descriptivas.
- ✓ Una de las tareas realizadas por el programa SPRING es la construcción de bases de datos georeferenciada orientada a riesgos, desastres y catástrofes lo cual se comprueba a través del modelamiento de datos de los Proyectos 1 y 2.
- ✓ La visualización de puntos a través de clases temáticas, creadas utilizando la escala de clasificación del Método de Mendoza para la Estabilidad de Taludes, en las Carreteras San Salvador-Aeropuerto y La Libertad-Colon, permite al ingeniero evaluador seleccionar los puntos que requieren intervención a corto, mediano o largo plazo.
- ✓ Para el Proyecto 2 a través del módulo de consulta de SPRING, combinando el resultado gráfico y los datos de la evaluación de daños, el ingeniero puede categorizar las estructuras de acuerdo a los daños observados, considerando los resultados obtenidos con los datos ilustrativos, de lo cual el ingeniero podría inferir que las estructuras más

susceptibles a la fallar ante la ocurrencia de un fenómeno sísmico son los edificios construidos en la época anterior al año 1974

- ✓ De acuerdo a los porcentajes obtenidos en el gráfico de distribución de Habitabilidad del Proyecto 2, se permite cuantificar de los edificios de acuerdo a la clasificación del Formulario Único de Evaluación Rápida.

- ✓ Para el Proyecto 3, SPRING permite modelar la superficie del terreno en 3D desde diferentes puntos de vista con lo cual se crea una perspectiva realista de una imagen MDT, además se realiza el cálculo de movimiento de tierra proyectado, con lo cual se puede contribuir a la evaluación de la viabilidad técnica de construcción en el terreno en estudio.

- ✓ Se debe realizar una correcta evaluación e interpretación de los resultados gráficos presentados por SPRING utilizando el conocimiento, experiencia y criterios adecuados a la rama de la ingeniería civil a la cual pertenece el proyecto en estudio.

6.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Promover el uso del software SPRING como parte de los contenidos en los programas educativos para la carrera de ingeniería civil con el objeto de hacer cada vez más eficiente el análisis de datos para realizar tanto estudios académicos como profesionales.
- ✓ Continuar con la investigación y profundización de las capacidades del programa SPRING para el desarrollo de proyectos en otras áreas de la ingeniería civil como Estudios de Impacto Ambiental, Estudio de Cuencas Hidrográficas, Gestión Territorial, etc.
- ✓ Desarrollar proyectos que incluyan el procesamiento de imágenes satelitales y fotografías aéreas.
- ✓ Implementar el uso del programa SPRING para el almacenamiento y administración de bases de datos georeferenciadas generando asimismo una cultura de ordenamiento de la información.
- ✓ Desarrollar los Manuales de uso del Módulo IMPIMA, que es utilizado para obtener imágenes en formato GRIB y del modulo SCARTA, el cual que permite la elaboración e impresión de mapas resultantes del procesamiento de datos en el modulo SPRING.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Sistemas de Información Geográfica Conceptos Básicos
Miguel Hernández
2004

- ✓ Sistemas de Información Geográfica en la simulación de procesos hidrológicos. Una aplicación a la cuenca del Río Torola. Tesis UES
David Enoc Marroquín Montenegro
Nelson Efraín Rodríguez Molina
2003

- ✓ Sistemas de Información Geográfica en el manejo de peligros naturales. Tesis UES
Beatriz Brizuela Reyes
Luis Eduardo Menjívar Recinos
2002

- ✓ Manejo de Sistemas de Información Geográfica para la Mitigación de desastres.
Noviembre 2004
Lima-Perú

- ✓ Topografía
Wolf Brinker
9ª Edición
ALFAOMEGA S.A.

ANEXOS

ANEXO 1

Ficha de Análisis de Estabilidad de Laderas

**Ficha de análisis de estabilidad de laderas
Proyecto: Carretera San Salvador - Aeropuerto**

Fecha: 16.NOV.05

1. Localización de ladera inestable :

ID No.: Aeropuerto 1 - MD

Coordenadas:

Lat: 13° 40.873

Long: 89° 12.908

Elevación: 756

msnm

2. Condición Topográficas, Geométricas e Histórica

Altura 30 m Longitud 35 m Ancho 175 m

Pendiente: 90 °

Antecedentes históricos: Si (x) No ()

Grietas en parte superior Si () No (x) Abertura: m / Longitud m

Presencia de agua Si (x) No () Tipo: Superficial () Subsuperficial () Subterránea () Residual ()

Depósitos al pie del talud Si () No (x) Volumen estimado de depósitos ____ m³

3. Estimación de Amenaza (Inestabilidad)

Inclinación de talud: 90 °

Atributo relativo: 2.0

Altura de Talud: 30 m

Atributo relativo: 0.6

Antecedentes históricos Si (x) No ()

Atributo relativo: 0.6

Tipo de suelo: Tobas – Tierra blanca en parte superior

Atributo relativo: 1.6

Espesor de suelo: 4 m

Atributo relativo: 0.5

Evidencia de huecos en ladera: Si (x) No ()

Atributo relativo: 0.5

Vegetación y uso de la tierra: ninguna

Atributo relativo: 2.0

Régimen de agua en la ladera: drenaje en bermas

Atributo relativo: 1.0

Echado de la discontinuidad: °

Atributo relativo:

Angulo de echado: °

Atributo relativo:

Angulo entre rumbo de la discontinuidad
y dirección de talud: °

Atributo relativo:

<i>Sumatoria:</i>	8.7
<i>Mas de 10</i>	<i>Amenaza Muy Alta ()</i>
<i>8.5 - 10</i>	<i>Amenaza Alta (x)</i>
<i>7 - 8.5</i>	<i>Amenaza Moderada ()</i>
<i>5 - 7</i>	<i>Amenaza Baja ()</i>
<i>Menos de 5</i>	<i>Amenaza Muy Baja ()</i>

4. Estimación de Vulnerabilidad y Riesgo

Presencia de viviendas, bodegas, etc

En la corona Si () No ()

Distancia a la corona: m

Presencia de Estructuras

En la corona Si () No ()

Distancia a la corona: m

Riesgo

Perdida de Carretera: _____ Alto _____ Moderado _____ Bajo

Obstrucción de Carretera: x Alto _____ Moderado _____ Bajo

Viviendas: _____ Alto _____ Moderado _____ Bajo

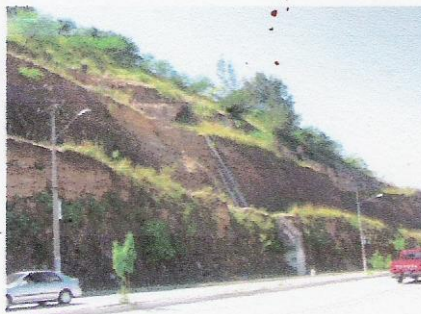
Estructuras: _____ Alto _____ Moderado _____ Bajo

Causas del problema:

- Desprendimientos de la corona hacia la berma superior construida.
- Escurrimiento superficial.
- Sobre peso de árboles por acción del sistema radicular cuyo DAP > 15 cm.
- Insuficiencia de sistema de canaletas (verticales y horizontales).

Intervención recomendada:

- Rectificación de bermas construidas aproximadamente en 175 m.
- Revisión y reparación de bajadas de agua existentes 40 m.
- Retiro de 15 árboles de la corona cuyo DAP es mayor de 15 cm.



ANEXO 2
Formulario único de inspección rápida
para edificios

FORMULARIO ÚNICO DE INSPECCIÓN RÁPIDA

Dirección de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO

Formulario No. _____

Identificación de la Edificación

Nombre del Edificio: _____
 Dirección: _____
 Ciudad: _____ Municipio: _____ Departamento: _____
 Persona de Contacto: _____ Tel: _____

Descripción de la Edificación

Presentar esquema de la edificación al final de la página 4, indicando la dirección Norte (Use brújula).

Ubicación de la edificación en la manzana:

Esquina Entre dos Edificaciones Libre o Aislada

Época de construcción:

Antes de 1966 1966-1974 1975-1986 Después de 1986

Número de niveles sobre el terreno: _____

Sótanos: Si No Número: _____ Desconocido

Uso:

Casa de habitación Apartamento Comercio Oficina
 Industria Estadio o similar Estacionamiento Hotel
 Bodega Salud Educación Histórico
 Recreativo Gubernamental Servicio Emergencia Comunicaciones
 Otro: _____

Sistema Estructural

Material	Sistema Estructural					
Concreto	Marcos		Muros Estructurales		Sistema Dual	
	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>
Acero	Marcos Arriostrados		Marcos No Arriostrados		Marcos Industriales	
	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>
Mampostería	Confinada		Con Refuerzo Interior		No Reforzada (Adobe o Bahareque)	
	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>

Marcos de Concreto combinados con Paredes Mampostería Marcos de Acero combinados con Paredes Mampostería
 Marcos Industriales Otro Sistema: _____

Sistema de Entrepiso

Concreto: Losa densa Losa nervada en una dirección Losa nervada en dos direcciones
 Acero: Metal deck
 Otro: _____

FORMULARIO ÚNICO DE INSPECCIÓN RÁPIDA

Dirección de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO

Sistema de Cubierta (Techo)

Lámina
 Teja
 Losa
 Estructura especial
 Otro: _____

Regularidad de la Estructura

En Planta: Regular Medio regular Irregular
En Altura: Regular Medio regular Irregular

Daños y Reparaciones Previos

Daños en sismos anteriores Sí Año _____ No No se sabe

Reparaciones realizadas en el pasado por sismo Sí Año _____ No No se sabe

Instrucciones

Revisar la edificación para las condiciones señaladas abajo. Con un **Sí** a cualesquiera de las preguntas 1 a 6, marcar la edificación como **Insegura. (Color Rojo)**. Con un **Sí** a las preguntas 7 ú 8 marcar **Área Insegura** y recomendar colocar barreras alrededor de la zona de peligro. Si en esta evaluación existen dudas se debe marcar la edificación como **Cuidado. (Color Amarillo)**.

Criterios	Sí	No	Existen Dudas	
1. Colapso total o parcial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	}
2. Inclinación notoria de la edificación o de algún entrepiso o giro notorio de algún entrepiso (torsión).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3. Edificación separada de su cimentación o falla de esta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4. Daños importantes (severos o fuertes) en miembros estructurales (columnas, vigas, uniones viga-columna y paredes estructurales)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5. Daño severo en paredes no estructurales, escaleras, cubo de ascensores, cielos falsos, etc.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6. Grandes grietas en el suelo, movimiento masivo del suelo, hundimientos en la proximidades de la edificación o falla de muros de retención próximos a la edificación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7. Pretilos, balcones u otros elementos en peligro de caer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	}
8. Presencia de otro tipo de riesgo (derrames tóxicos, peligro de contaminación, líneas de energía caídas, roturas de tuberías de agua potable y servidas, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Si = Inseguro

Si = Área insegura

Tipo de Inspección

Inspección de la edificación

Exterior solamente
 Completa interior y exterior
 Parcial

No se realizó la inspección porque:

No se permitió
 Desocupada
 Colapso
 Demolida
 Otro motivo

FORMULARIO ÚNICO DE INSPECCIÓN RÁPIDA

Dirección de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO

Recomendaciones de Urgencia

- No entrar Entrar solo con permiso Evacuar la edificación
- Hay áreas inseguras. Colocar barreras en las siguientes áreas: _____

- Hay que apuntalar o remover elemento por el peligro que representa en las siguientes áreas: _____

- Cubrir con plástico las grietas en el suelo Reparar las tuberías rotas en la edificación

Riesgos Globales

Riesgos Estabilidad Global (Criterios 1, 2 y 3)

- Bajo Bajo después de tomar medidas Alto Muy alto

Riesgos Geotécnicos (Criterios 3 y 6)

- Bajo Bajo después de tomar medidas Alto Muy alto

Riesgo Estructural (Criterio 4)

- Bajo Bajo después de tomar medidas Alto Muy alto

Riesgo de Elementos No Estructurales (Criterio 5 y 7)

- Bajo Bajo después de tomar medidas Alto Muy alto

Clasificación de la Habitabilidad

- Habitable (Verde)
- Cuidado (Amarillo)
- Insegura (Rojo)

Recomendaciones

- Evacuar la edificación
- No se requiere de una revisión futura
- Es necesario una revisita por aspectos: Estructurales Geotécnicos Otro: _____
- En caso de roturas de tuberías del sistema de agua potable y alcantarillado reportar a ANDA
- En caso de caída de líneas eléctricas reportar a CAESS
- Se requiere de un Estudio de Ingeniería a ser presentado en: OPAMSS VMVDU
- Posible demolición (La CER deberá comunicar al propietario del inmueble)

FORMULARIO ÚNICO DE INSPECCIÓN RÁPIDA

Dirección de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO

Comentarios

Explicar los motivos principales de la clasificación: _____

Inspectores (indicar profesión y jefe de brigada -JB-)

1. _____ CER No. _____
2. _____ CER No. _____
3. _____ CER No. _____

Fecha de inspección: _____ Hora de inspección: _____ a.m. p.m.

Persona que recibe el formulario en CER: _____ Fecha: _____

Anotar en que archivo se guardo la información de la evaluación: _____

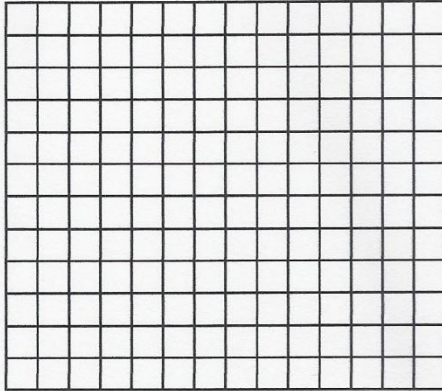
Nota: Anexar un mínimo de 3 fotos. Anotar en que archivo se guardaron las fotos: _____

Para uso oficial Código: _____ Sello

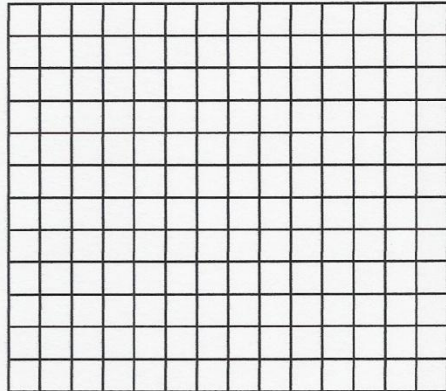
FORMULARIO ÚNICO DE INSPECCIÓN RÁPIDA

Dirección de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO

Croquis de localización



Croquis de Elevación



Croquis de Planta

