



<http://ide.minagri.gob.cl>

Estándares y buenas prácticas para la publicación de capas de Información Geográfica



Octubre de 2021 V 02

CONTENIDO

1.	ACRÓNIMOS Y CONCEPTOS CLAVES	1
2.	ALCANCE	3
3.	INTRODUCCIÓN	3
4.	GEOMETRÍA	4
4.1.	Definición de Geometría	4
4.2.	Tipos de Geometría	4
4.2.1.	Punto	4
4.2.2.	Líneas	5
4.2.3.	Polígonos	5
4.3.	Geometrías no válidas	5
4.3.1.	Definición de geometrías no válidas	5
4.3.2.	Geometrías no válidas en: Puntos	6
4.3.3.	Geometrías no válidas en: Líneas	7
4.3.4.	Geometrías no válidas en: Polígonos	7
4.3.4.1.	Geometrías no válidas: Polígonos abiertos.	7
4.3.4.2.	Geometrías no válidas: Polígonos auto intersectados	7
4.3.4.3.	Geometrías no válidas: Polígonos con vértices duplicados	8
4.3.4.4.	Geometrías no válidas: Polígonos con anillos interiores intersectados	8
4.3.4.5.	Geometrías no válidas: Polígonos con astillas	9
4.3.5.	Detección de Geometrías “No Válidas”	9
4.3.5.1.	Detectar geometrías no válidas en QGIS 3.16:	9
4.3.5.2.	Detectar geometrías no válidas en Open JUMP 1.4:	10
4.3.5.3.	Detectar geometrías no válidas en Kosmo GIS 2.0:	11
4.3.5.4.	Detectar geometrías no válidas en TerraView 5.5:	12
4.3.5.5.	Detectar geometrías no válidas en ArcMap 10.5:	13
4.3.5.6.	Detectar geometrías no válidas en ArcGIS pro 2.8:	14
4.3.6.	Filtrar geometrías no válidas en un SIG	15
4.3.6.1.	Filtrado de objetos con geometrías no válidas en QGIS 3.16	15
4.3.6.2.	Descripción de geometrías no válidas en ArcMap 10.5	16
5.	TOPOLOGÍA	17
5.1.	Definición de Topología	17
5.2.	Reglas de topología	17
5.2.1.	En geometría de puntos	17
5.2.1.1.	No debe tener duplicados	18
5.2.1.2.	Debe estar dentro	18
5.2.2.	En geometría de líneas	18
5.2.2.1.	No debe tener duplicados	18
5.2.2.2.	No debe superponer	19
5.2.2.3.	No deben intersectarse	19
5.2.2.4.	No debe tener extremos sueltos	20

5.2.2.5.	No deben quedar líneas sueltas	20
5.2.3.	En geometría de polígonos	20
5.2.3.1.	No debe tener duplicados	20
5.2.3.2.	No debe superponer	21
5.2.3.3.	No debe tener saltos (Fisuras)	21
5.3.	Detección de inconsistencias de topología	21
5.3.1.	En geometría de puntos	22
5.3.1.1.	Superpuestos con idéntico registro	22
a)	Detectar puntos superpuestos con idéntico registro en QGIS 3.16	22
b)	Detectar puntos superpuestos con idéntico registro en ArcMap 10.5	24
5.3.1.2.	Puntos fuera del área de estudio	26
a)	Detectar puntos fuera de su área de estudio en QGIS 3.16	26
b)	Detectar puntos fuera de su área de estudio en ArcMap 10.5	27
5.3.2.	En geometría de líneas	28
5.3.2.1.	Líneas duplicadas	28
a)	Detectar líneas duplicadas espacialmente en QGIS 3.16	28
b)	Detectar líneas duplicadas espacialmente en ArcMap 10.5	29
5.3.2.2.	Líneas superpuestas	31
a)	Detectar de líneas superpuestas en QGIS 3.16	31
b)	Detectar de líneas superpuestas en ArcMap 10.5	32
5.3.2.3.	Líneas intersectadas	33
a)	Detección de líneas intersectadas en QGIS 3.16	34
b)	Detectar de líneas intersectadas en ArcMap 10.5	35
5.3.2.4.	Extremos sueltos	36
a)	Detectar líneas con extremos sueltos en QGIS 3.16	37
b)	Detectar líneas con extremos sueltos en ArcMap 10.5	38
5.3.2.5.	Líneas sueltas	40
a)	Detectar líneas sueltas en QGIS 3.16	41
b)	Detección de líneas sueltas en ArcMap 10.5	41
5.3.3.	En geometría de polígonos	42
5.3.3.1.	Polígonos duplicados	42
a)	Detección de polígono duplicados en QGIS 3.16	43
b)	Detección de polígonos duplicados en ArcMap 10.5	44
5.3.3.2.	Polígonos solapados	44
a)	Detección de polígono solapados en QGIS 3.16	45
b)	Detección de polígonos duplicados en ArcMap 10.5	45
5.3.3.3.	Fisuras (Gaps)	47
a)	Detección de polígonos con saltos en QGIS 3.16	48
b)	Detección de polígonos con saltos en ArcMap 10.5	48
6.	DOMINIO DE LOS DATOS	51
6.1.	Definición de dominios	51
6.2.	Inconsistencias en los dominios	52
6.2.1.	Inconsistencias sobre dominios de datos cualitativos	52

6.2.1.1.	Detectar inconsistencias de dominio sobre datos cualitativos en QGIS 3.16	53
6.2.1.2.	Detectar inconsistencias de dominio sobre datos cualitativos en ArcMap 10.5	53
6.2.2.	Inconsistencias sobre dominios de datos cuantitativos	55
6.2.2.1.	Detectar inconsistencias de dominio sobre datos cuantitativos en QGIS 3.16	55
6.2.2.2.	Detectar inconsistencias de dominio sobre datos cuantitativos en ArcMap 10.5	56
6.3.	Consistencia de dominio	57
6.3.1.	Consistencia de dominio en QGIS 3.16	57
6.3.2.	Consistencia de dominio en ArcMap 10.5	58
7.	SUGERENCIAS PARA OPTIMIZAR LAS CAPAS DE IG	59
7.1.	Simplificar geometrías	59
7.1.1.	Simplificar geometrías en QGIS 3.16	59
7.1.1.1.	Distancia Douglas Peucker	59
7.1.1.2.	Basados en área - algoritmo "Visvalingam"	60
7.1.1.3.	Ajuste de geometrías a una cuadrícula.	61
7.1.1.4.	Comparación de los métodos de simplificación en QGIS 3.16	62
7.1.2.	Simplificar geometrías en ArcMap 10.5	64
7.2.	Suavizar geometrías	65
7.2.1.	Suavizar geometrías en QGIS 3.16	65
7.2.2.	Suavizar geometrías en ArcMap 10.5	66
7.3.	Corregir geometrías	67
7.3.1.	Corregir geometrías en QGIS 3.16	68
7.3.2.	Reparar geometrías en ArcMap 10.5	69
8.	BASES DE DATOS GEOESPACIALES	71
8.1.	Definición de Bases de datos geoespaciales	71
8.2.	Clave primaria	71
8.3.	Índice espacial	72
8.4.	Nomenclatura: Nombre tablas/capa	74
9.	ENTREGA DE CAPAS AL PROGRAMA IDE MINAGRI	76
9.1.	Entrega de capas a desde la BBDD cargaide	76
9.1.1.	Crear una conexión a la BBDD cargaide desde QGIS 3.16	76
9.1.2.	Carga de capas en la BBDD cargaide desde QGIS 3.16	78
9.1.3.	Validación la cargar capas en la BBDD cargaide	80
9.2.	Entrega de capas desde una GDB de Esri	81
9.2.1.	Gestión de una GDB de archivos en ArcMap 10.5	83
9.2.1.1.	Crear una GDB en ArcMap 10.5	83
9.2.1.2.	Crear un Feature Dataset en ArcMap 10.5	84
9.2.1.3.	Importar un SHP a una GDB desde ArcMap 10.5	86
9.2.1.4.	Creación de alias en ArcMap 10.5	87
9.2.1.5.	Creación de un Feature Class e Importación de alias en ArcMap 10.5	88

9.2.2.	Gestión de una GDB en ArcGIS pro 2.8	91
9.2.2.1.	Crear una GDB de archivos en ArcGIS pro 2.8	91
9.2.2.2.	Crear un Dataset en ArcGIS pro 2.8	92
9.2.2.3.	Importar un SHP a una GDB desde ArcGIS pro 2.8	93
9.2.2.4.	Creación de alias en ArcGIS pro 2.8	94
9.2.2.5.	Creación de un Feature Class e Importación de alias en ArcGIS pro 2.8	95
9.2.2.6.	Creación de alias desde QGIS 3.16	97
10.	ANEXOS	98
10.1.	Repercusión de Geometrías No Válidas en los Geoprocesos usando diferentes softwares	
SIG	98	
10.1.1.	Geometrías no válidas en QGIS 3.16	98
10.1.2.	Geometrías no válidas en Open JUMP 1.4	98
10.1.3.	Geometrías no válidas en Kosmo GIS 2.0	98
10.1.4.	Geometrías no válidas en TerraView 5.5	98
10.1.5.	Geometrías no válidas en ArcMap 10.5	99
10.1.6.	Geometrías no válidas en ArcGIS pro 2.8	99
10.2.	Nombres de la GBD de archivos por cada una de las instituciones responsable de los datos según el nuevo modelo de datos del programa IDE Minagri	100
10.3.	Nombres de los Feature Dataset tematizados por GDB según el nuevo modelo de datos del programa IDE Minagri	100
11.	REFERENCIAS	102

Lista de Figuras

Figura 1: Modelamiento del mundo real a través de capas de IG	4
Figura 2: Geometría de puntos	4
Figura 3: Geometría de líneas	5
Figura 4: Geometría de polígonos	5
Figura 5: Geometría de punto no válida	6
Figura 6: Geometría de línea no válida	7
Figura 7: Geometría inválida, polígonos no cerrados	7
Figura 8: Geometría inválida: polígonos auto intersectado	7
Figura 9: Geometría inválida, polígonos con vértices duplicados	8
Figura 10: Geometría inválida, polígonos con huecos intersectados en un punto	8
Figura 11: Geometría inválida, polígonos con huecos intersectados en más de un punto	8
Figura 12: Geometría inválida, polígonos con astillas	9
Figura 13: Detección de geometrías no válidas en un SIG	9
Figura 14: Capa con geometrías no válidas detectadas en QGIS 3.16	10
Figura 15: Detalle de las geometrías no válidas detectadas en QGIS 3.16	10
Figura 16: Capa con geometrías no válidas detectadas en Open JUMP 1.4	11
Figura 17: Detalle de las geometrías no válidas detectadas en Open JUMP 1.4	11
Figura 18: Capa con geometrías no válidas detectadas en Kosmo GIS 2.0	12
Figura 19: Detalle de las geometrías no válidas detectadas en Kosmo GIS 2.0	12
Figura 20: Reporte de las geometrías no válidas detectadas en TerraView 5.5	13
Figura 21: Reporte Verificar Geometría en ArcMap 10.5	14
Figura 22: Reporte Verificar Geometría en ArcGIS pro 2.8 usando los criterios del OGC	14
Figura 23: Reporte Verificar Geometría en ArcGIS pro 2.8 usando los criterios de Esri	15
Figura 24: Filtrado de objetos no válidos en QGIS 3.16	15
Figura 25: Descripción de geometrías no válidas en ArcMap 10.5	16
Figura 26: Topología en un SIG	17
Figura 27: Puntos duplicados	18
Figura 28: Puntos que no están dentro	18
Figura 29: Líneas que no deben tener duplicados	19
Figura 30: Líneas que no se deben superponer	19
Figura 31: Líneas que no deben intersectarse	19
Figura 32: Líneas que no deben tener extremos sueltos	20
Figura 33: Líneas que no deben estar sueltas	20
Figura 34: Polígonos que no deben estar duplicados	20
Figura 35: Polígonos que no se deben superponer	21
Figura 36: Polígonos que no deben tener saltos	21
Figura 37: Buscar puntos con idéntico registro	22
Figura 38: Puntos superpuestos con idéntico registro en QGIS 3.16	23
Figura 39: Puntos superpuestos con idéntico registro en ArcMap 10.5	25
Figura 40: Buscar puntos fuera de su área de estudio	26
Figura 41: Puntos fuera de su área de estudio en QGIS 3.16	26
Figura 42: Puntos fuera de su área de estudio en ArcMap 10.5	27
Figura 43: Buscar líneas duplicadas	28

Figura 44: Líneas espacialmente duplicadas en QGIS 3.16	28
Figura 45: Líneas espacialmente duplicadas en ArcMap 10.5	30
Figura 46: Buscar líneas superpuestas	31
Figura 47: Líneas superpuestas en QGIS 3.16.....	31
Figura 48: Líneas superpuestas en ArcMap 10.5	33
Figura 49: Buscar líneas intersectadas.....	34
Figura 50: Líneas intersectadas en QGIS 3.16.....	34
Figura 51: Líneas intersectadas en ArcMap 10.5	36
Figura 52: Extremo suelto según el comprobador de topología	37
Figura 53: Buscar extremos sueltos	37
Figura 54: Geoproceso explotar líneas en QGIS 3.16	38
Figura 55: Resultado del geoproceso explotar líneas en QGIS 3.16.....	38
Figura 56: Extremos sueltos en QGIS 3.16	38
Figura 57: Líneas con extremos sueltos en ArcMap 10.5.....	40
Figura 58: Buscar líneas sueltas.....	41
Figura 59: Líneas sueltas en QGIS 3.16.....	41
Figura 60: Líneas sueltas en ArcMap 10.5	42
Figura 61: Buscar polígonos duplicados.....	43
Figura 62: Polígonos duplicados en QGIS 3.16.....	43
Figura 63: Polígonos duplicados en ArcMap 10.5	44
Figura 64: Buscar polígonos solapados.....	44
Figura 65: Polígonos solapados en QGIS 3.16.....	45
Figura 66: Polígonos solapados en ArcMap 10.5	47
Figura 67: Buscar saltos en polígonos.....	47
Figura 68: Saltos en polígonos en QGIS 3.16	48
Figura 69: Saltos en polígonos en ArcMap 10.5.....	50
Figura 70: Dominios establecidos sobre un mapa de distribución de tierras	51
Figura 71: Buscar inconsistencias de dominio de datos cualitativos sobre un mapa de riesgo de erosión actual	52
Figura 72: Selección por expresión sobre dominios cualitativos	53
Figura 73: Inconsistencias en dominios con datos cualitativos en QGIS 3.16.....	53
Figura 74: Selección por atributos sobre dominios cualitativos	54
Figura 75: Inconsistencias en dominios con datos cualitativos en ArcMap 10.5	54
Figura 76: Buscar inconsistencias de dominio de datos cuantitativos sobre un mapa de curvas de nivel	55
Figura 77: Dominio para datos cuantitativos.....	55
Figura 78: Selección por expresión sobre dominios cuantitativos	55
Figura 79: Inconsistencias en dominios con datos cuantitativo en QGIS 3.16	56
Figura 80: Selección por atributos sobre dominios cuantitativos	56
Figura 81: Inconsistencias en dominios con datos cuantitativo en ArcMap 10.5	57
Figura 82: Dominios establecido sobre los datos en QGIS 3.16	57
Figura 83: Dominios establecido sobre los datos en ArcMap 10.5.....	58
Figura 84: Simplificación de geometrías usando el método de Douglas Peucker	60
Figura 85: Simplificación de geometrías usando el método de Visvalingam	61
Figura 86: Simplificación de geometrías usando el método ajustar a cuadrícula	61
Figura 87: Polígono que representa la Región de Ñuble	62

Figura 88: Ejemplo de simplificación usando el algoritmo de "Douglas-Peucker" en QGIS 3.16	63
Figura 89: Ejemplo de simplificación usando el algoritmo de " Visvalingam" en QGIS 3.16.....	63
Figura 90: Ejemplo de simplificación usando el ajuste de geometrías a una cuadrícula en QGIS 3.16	63
Figura 91: Capa de polígonos a simplificar.....	64
Figura 92: Simplificar geometrías de polígonos en QGIS 3.16	64
Figura 93: Simplificar geometrías de polígonos en ArcMap 10.5	64
Figura 94: Entidad con geometría de polígono	65
Figura 95: Entidad con geometría de polígono suavizado	65
Figura 96: Capa de polígonos a suavizar	65
Figura 97: Geometrías de polígonos suavizados en QGIS 3.16.....	66
Figura 98: Geometrías de polígonos suavizados en ArcMap 10.5 usando el método de Peak.....	67
Figura 99: Geometrías de polígonos suavizados en ArcMap 10.5 usando el método de Bezier.....	67
Figura 100: Elementos cuatri-dimensionales (x, y, z, m)	67
Figura 101: Representación gráfica de un POLYGON	68
Figura 102: Corregir geometrías en QGIS 3.16	68
Figura 103: Geoproceso corregir geometrías en QGIS 3.16	68
Figura 104: Polígono con geometría no válida por corregir.....	69
Figura 105: Polígono con geometría válida corregida en QGIS 3.16.....	69
Figura 106: Reparar geometría en ArcMap 10.5	70
Figura 107: Diagrama de Bases de Datos Espaciales.....	71
Figura 108: Definición de clave primaria en una capa de IG	72
Figura 109: Funcionamiento de los índices espaciales	72
Figura 110: Cuadrícula del índice espacial.....	73
Figura 111: Bounding box de los índices espaciales.....	73
Figura 112: Bounding box del índice espacial	73
Figura 113: Cruce elemento a elemento usando el índice espacial	73
Figura 114: Elementos localizados usando el índice espacial.....	74
Figura 115: ejemplo de Capa en BBDD con caracteres especiales	75
Figura 116: Ejemplo de capa en BBDD sin caracteres especiales.....	75
Figura 117: Diagrama de los esquemas y Base de Datos cargaide	76
Figura 118: Conexión a las BBDD cargaide desde QGIS 3.16.....	76
Figura 119: Creación de nuevas conexiones PostGIS desde QGIS 3.16.....	77
Figura 120: Parámetros de conexión a PostGIS en QGIS 3.16.....	77
Figura 121: Administrador de bases de datos en QGIS 3.16	78
Figura 122: importar capa/archivo a la BBDD cargaide.....	78
Figura 123: Importar capa vectorial desde QGIS 3.16.....	79
Figura 124: Mensaje de error al cargar coberturas con el mismo nombre en QGIS 3.16.....	79
Figura 125: Éxito al importar una Cobertura a la BBDD cargaide desde QGIS 3.16.....	80
Figura 126: información de la Cobertura cargada en la BBDD cargaide desde QGIS 3.16	80
Figura 127: Tabla de atributos de la Cobertura cargada en BBDD cargaide desde QGIS 3.16	81
Figura 128: Vista preliminar de la cobertura cargada en la BBDD cargaide desde QGIS 3.16	81
Figura 129: GDB Corporativa ideminagri y esquemas.....	82
Figura 130: Ejemplo de dataset.....	82
Figura 131: Renombrar la GDB según el modelo de datos IDE Minagri en ArcMap 10.5	84
Figura 132: Renombrar el Feature Dataset según el modelo de datos IDE Minagri en ArcMap 10.5	85

Figura 133: Importar un SHP a una GDB en ArcMap 10.5.....	86
Figura 134: Asignación de alias a una capa importada a la GDB desde ArcMap 10.5.....	88
Figura 135: Importación de la estructura de campos y alias sobre el nuevo Feature Class creado en la GDB desde ArcMap 10.5.....	89
Figura 136: Renombrar la GDB según el modelo de datos IDE Minagri en ArcGIS pro 2.8.....	92
Figura 137: Renombrar el Feature Dataset según el modelo de datos IDE Minagri en ArcGIS pro 2.8.....	93
Figura 138: Importar un SHP a una GDB en ArcGIS pro 2.8.....	93
Figura 139: Asignación de alias a una capa importada a la GDB desde ArcGIS pro 2.8	95
Figura 140: Alerta de geometrías no válidas en QGIS 3.16	98
Figura 141: Alerta de geometrías no válidas en Open JUMP 1.4.....	98
Figura 142: Alerta de geometrías no válidas en Kosmo GIS 2.0	98
Figura 143: Fin del proceso, omitiendo geometrías no válidas en TerraView 5.5	99
Figura 144: Alerta de geometrías no válidas en ArcMap 10.5.....	99
Figura 145: Alerta de geometrías no válidas en ArcGIS pro 2.8.....	99

1. ACRÓNIMOS Y CONCEPTOS CLAVES

IDE	Infraestructura de Datos Espaciales ¹
IDE Minagri	Infraestructura de Datos Espaciales del Ministerio de Agricultura ² de Chile
IG	Información Geográfica
SIG	Sistemas de Información Geográfico (V. Olaya:2014, SIG ³)
OGC	Open Geospatial Consortium ⁴ , Consorcio internacional de empresas, instituciones públicas y universidades que trabajan para el desarrollo de especificaciones estándar para el procesamiento de la IG.
ISO	Organización Internacional de Estandarización (Organization for Standardization ⁵)
CT211	Comité técnico ISO 211 (Normas de IG ⁶)
BBDD	Bases de Datos
SRS	Sistema de Referencia Espacial
EPSG	European Petroleum Survey Group ⁷ , organización científica vinculada a la industria petrolera, la cual difundió una serie de parámetros geodésicos como datum, elipsoides, proyecciones, entre otros.
SRC	Sistema de Referencia de Coordenadas (Documentación QGIS 2.8 ⁸)
Dominios	Características que determinan la lista o el rango de valores válidos de los atributos
Geometría	Representación de entidades de geometrías como puntos, líneas y polígonos
Coordenada	Cualquiera de los n números de una secuencia que designa la posición de un punto en un sistema n-dimensional (NCh - ISO 19111:2011 ⁹)

¹ Executive Order 12906: Coordinating Geographic Data Access (1994)
<https://govinfo.library.unt.edu/npr/library/direct/orders/20fa.html>

² Fuente: <http://ide.minagri.gob.cl/geoweb/>

³ Fuente: <https://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Historia.html>

⁴ Fuente: <https://www.ogc.org/>

⁵ Fuente: <https://www.iso.org/home.html>

⁶ Fuente: <https://standards.iso.org/iso/211.org/>

⁷ Fuente: <https://epsg.org/home.html>

⁸ Fuente: https://docs.qgis.org/2.8/es/docs/gentle_qgis_introduction/coordinate_reference_systems.html

⁹ Fuente: <http://www.ide.cl/descargas/Geodesia-en-Chile.pdf>

Calidad	Es la capacidad para satisfacer a los clientes, considerando el impacto previsto y el no previsto sobre las partes interesadas pertinentes. (ISO 9000:2015)
Fenómeno (Feature)	Abstracción de un fenómeno del mundo real (ISO 19101-1:2014 ¹⁰).
Tabla de atributos	Es la Base de Datos asociada a la capa de Información geográfica, compuesta por filas (registros de la capa) y columnas (campos de la capa)
Topología	Describe la relación espacial entre puntos, líneas o polígonos de la misma o diferentes capas (V. Olaya:2014, Modelos para la información geográfica ¹¹)
Índice espacial	Índices generados para optimizar el rendimiento de las consultas u operaciones espaciales
WKT	Well Known Text ¹²
Bounding box o caja box	Es el rectángulo más pequeño capaz de contener una geometría determinada (traducida como caja delimitadora ¹³).
Anillo	Contorno exterior o interior de un polígono
GDB	Geodatabase ¹⁴ , estructura de datos nativa de ArcGIS
Feature Dataset	Es una colección de clases de entidades relacionadas que comparten un sistema de coordenadas en común.
Feature Class	Clases de entidad representadas espacialmente como puntos, líneas o polígonos y un conjunto común de columnas de atributos.
Alias	Nombre alternativo de un campo

¹⁰ Fuente: <https://github.com/ISO-TC211/TMG>

¹¹ Fuente: https://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Tipos_datos.html

¹² Fuente: <https://www.ogc.org/standards/wkt-crs>

¹³ Fuente: <https://www.ogc.org/ogc/glossary/b>

¹⁴ Fuente: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/what-is-a-geodatabase.htm>

2. ALCANCE

Con el fin de propiciar instancias e instrumentos que permitan realizar la mejora continua de los datos que se almacenan, distribuyen y publican por medio de IDE Minagri, se ha generado el presente documento. El cual tiene como objetivo abordar, recopilar, mostrar algunos estándares relevantes y recomendaciones de buenas prácticas relacionados a la generación y validación de la Información Geográfica (IG).

3. INTRODUCCIÓN

Actualmente, resulta relevante y necesario contar con IG de forma oportuna para la toma de decisiones. Sin embargo, ya no basta solamente con disponer de toda la información que pueda existir, también se hace indispensable que cuente y cumpla con estándares de calidad, para así garantizar una gestión coherente en la obtención de resultados y productos derivados.

De este modo, parece importante considerar dos conceptos que contextualizan el presente documento, eso son: datos geográficos e Información Geográfica (IG).

Según la ISO/TC211 (2015), **datos geográficos** se definen como aquellos “**datos que implícita o explícitamente se refieren a una localización relativa a la Tierra**”; y la **IG** es considerada como aquella “**información acerca de fenómenos asociados implícita o explícitamente con una localización relativa a la Tierra**” (ISO/TC211).

Así, al ser vinculados estos conceptos por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), aparece en escena el término **objeto geográfico**, el cual se define como la **representación abstracta de fenómenos del mundo real**.

En este documento, se exponen diversos aspectos, claves para establecer ciertos estándares o buenas prácticas a la hora de producir IG. Así, con el fin de abordar las validaciones previas a la entrega de datos al programa IDE Minagri en términos prácticos, se proponen algunas secuencias de validaciones y recomendaciones utilizando Softwares SIG libre de código abierto como: QGIS 3.16, Open JUMP 1.4, Kosmo GIS 2.0, TerraView 5.5 y los softwares licenciados ArcGIS 10.5 y ArcGIS pro 2.8.

Finalmente se detalla el paso a paso como debe ser abordada en términos prácticos la entrega de capa / carga de datos, por parte de los encargados IDE Minagri.

4. GEOMETRÍA

4.1. Definición de Geometría

Los datos de IG llevados a un ambiente de SIG, cumplen con una serie de características que posibilitan el modelamiento del mundo real. Dentro de estas características se rescatan las propiedades de geometría que cumplen dichas entidades, es así que se reconoce a la geometría como una gran clase abstracta que da lugar a la creación y representación de subclases (tipos de datos), los cuales pueden ser puntos, multipuntos, líneas, multilíneas, polígonos o multipolígonos. En otras palabras, la geometría en un SIG es la composición de uno o varios vértices interconectados, y finalmente, estos asociados a un sistema de coordenadas global o local, dan origen a los objetos geográficos¹⁵ (Figura 1), los cuales se asemejan a fenómenos naturales (topografía del terreno, vegetación de los bosques, estudios del suelo, etc.) y artificiales (quemadas forestales, límites políticos, red vial, entre otros)

Figura 1: Modelamiento del mundo real a través de capas de IG.

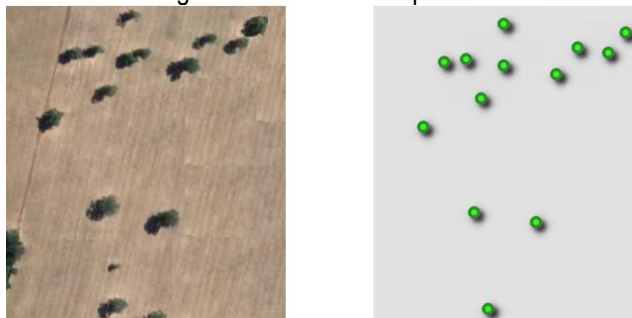


4.2. Tipos de Geometría

4.2.1. Punto

Cuando la geometría de cada elemento se compone únicamente por entidades geométricas adimensionales que no se conectan entre sí (no da lugar a vértices), se dice que dichos elementos poseen geometría de puntos (Figura 2). Si un punto está asociado a un único registro en la tabla de atributos de la capa de IG, la geometría es de puntos, y si existen varios puntos asociados a un único registro de la tabla de atributos de la capa de IG, la geometría es de multipuntos

Figura 2: Geometría de puntos.



¹⁵ Glosario OGC: <https://www.ogc.org/ogc/glossary/q>

4.2.2. Líneas

Cuando la geometría está compuesta por dos o más vértices, y cada uno de sus vértices se encuentran conectados a través de segmentos que los unen secuencialmente, se conoce como elementos con geometría de líneas (En la Figura 3 se muestra un elemento con geometría de líneas representado de color azul y sus vértices por puntos negros). Si una línea está asociada a un único registro en la tabla de atributos de la capa de IG, la geometría es de línea, y si existen varias líneas asociadas a un único registro de la tabla de atributos de la capa de IG, la geometría es de multilíneas.

Figura 3: Geometría de líneas



4.2.3. Polígonos

Cuando la geometría está compuesta por tres o más vértices, y cada uno de sus vértices están conectados a través de segmentos que los unen secuencialmente, formando una superficie cerrada, se conoce como elementos con geometría de polígono (Figura 4). Si un polígono está asociado a un único registro en la tabla de atributos de la capa de IG, la geometría es de polígono, y si existen varios polígonos asociados a un único registro de la tabla de atributos de la capa de IG, la geometría es de multipolígonos.

Figura 4: Geometría de polígonos



4.3. Geometrías no validas

4.3.1. Definición de geometrías no válidas

Las geometrías no válidas corresponden a todos aquellos elementos de puntos, líneas o polígonos que han sido creados sin haber considerado el estándar establecido por el OGC¹⁶ (Consortio Geoespacial Abierto) o por Esri¹⁷, en cuanto a la estructura y orden de cada uno de los vértices que lo componen, en general, esto puede ocurrir durante el proceso de producción (PostGIS: The PostGIS Development Group, 2020)¹⁸, y a su vez, resultan ser visualmente imperceptibles, y aunque, algunos softwares y aplicaciones permiten su despliegue sin problemas, también cabe la posibilidad que internamente ocasionen inconvenientes al querer emplearlos en procesos de análisis y obtención de resultados. Esto dependerá del software o aplicación que se esté usando, por ejemplo, la versión de QGIS 3.16, por defecto alerta la presencia de estas geometrías y repercutirá en la entrega del resultado, deteniendo la ejecución del proceso o excluyendo elementos con este tipo de geometrías.

En el anexo **10.1** se muestran y se comparan algunos ejemplos de resultados fallidos al intentar calcular los centroides de una capa de polígonos, originados por entidades geométricas inválidas en dicha cobertura. Para esto, se emplearon los Softwares SIG de código abierto QGIS 3.16, Open JUMP 1.4, Kosmo GIS 2.0, TerraView 5.5 y los softwares licenciados ArcMap 10.5 y ArcGIS pro 2.8. Por consiguiente, es que se abordan estas problemáticas (del apartado **10.1**), en los siguientes ítems describiendo algunas de las geometrías no válidas en: puntos, líneas y polígonos; las cuales han sido obtenidas de un compendio de citas y referencias, entra las cuales destaca la Documentación de QGIS 3.10 (2020)¹⁹ y en Esri (2018)²⁰

4.3.2. Geometrías no válidas en: Puntos

Un elemento con geometría de puntos no es válido cuando está ubicado fuera de su Sistema de Referencia Espacial (SRS), por ejemplo, un punto con coordenadas geográficas $>90^\circ$ y $<-90^\circ$ de latitud; o $>180^\circ$ y $<-180^\circ$ de longitud (Figura 5).

Figura 5: Geometría de punto no válida



¹⁶ Fuente OGC : <https://www.ogc.org/standards/sfa>

¹⁷ Fuente Esri: <https://esri.github.io/geometry-api-java/doc/Polygon.html>

¹⁸ The PostGIS Development Group. (01 de 03 de 2020). postgis.net. Obtenido de PostGIS 2.3.11dev Manual rev. 17987: https://postgis.net/docs/manual-2.3/using_postgis_dbmanagement.html#OGC_Validity

¹⁹ Fuente: https://docs.qgis.org/3.10/es/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectorgeometry.html

²⁰ Fuente: <https://esri.github.io/geometry-api-java/doc/Polygon.html>

4.3.3. Geometrías no válidas en: Líneas

Un elemento con geometría de línea no es válido cuando, por ejemplo, está conformado únicamente por un solo vértice (Figura 6).



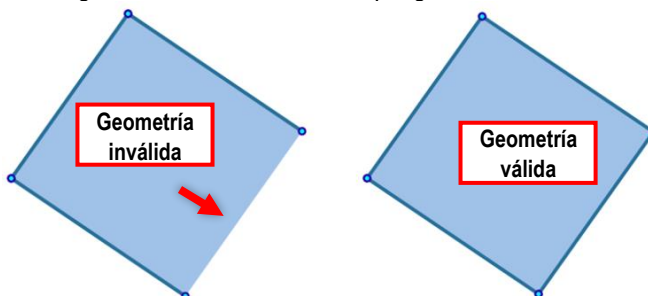
4.3.4. Geometrías no válidas en: Polígonos

En polígonos, son varias las razones que pueden dar origen a geometrías no válidas como, por ejemplo: auto intersecciones, segmentos colgantes (astillas), vértices duplicados, etc. Estas pueden ser causadas en los procesos de producción al digitar, recortar, fusionar, vectorizar o manipular los datos. A continuación, se presentan algunos de los casos mencionados:

4.3.4.1. Geometrías no válidas: Polígonos abiertos.

Los polígonos deben cerrarse, y deben estar definidos por sus límites exteriores, de lo contrario es una geometría no válida, Figura 7.

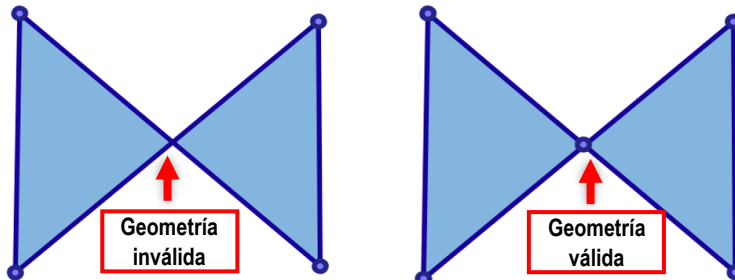
Figura 7: Geometría inválida, polígonos no cerrados



4.3.4.2. Geometrías no válidas: Polígonos auto intersectados

Se genera cuando el polígono se intersecta consigo mismo, en uno o más puntos en la geometría del polígono, y a la vez, estos no forman parte de sus vértices, ver Figura 8.

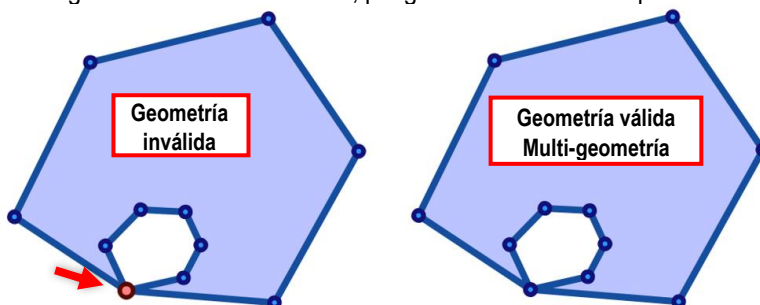
Figura 8: Geometría inválida: polígonos auto intersectado



4.3.4.3. Geometrías no válidas: Polígonos con vértices duplicados

Esto ocurre cuando existen dos o más vértices en la geometría del polígono se superponen una encima de la otra, exceptuando los vértices que inician y cierran el polígono, ver Figura 9.

Figura 9: Geometría inválida, polígonos con vértices duplicados



4.3.4.4. Geometrías no válidas: Polígonos con anillos interiores intersectados

Esto ocurre cuando existen dos o más hoyos (también llamados anillos interiores, gaps, huecos, fisuras, etc.) dentro de un polígono, y estos se intersectan en uno o más puntos, ver Figura 10 y Figura 11.

Figura 10: Geometría inválida, polígonos con huecos intersectados en un punto

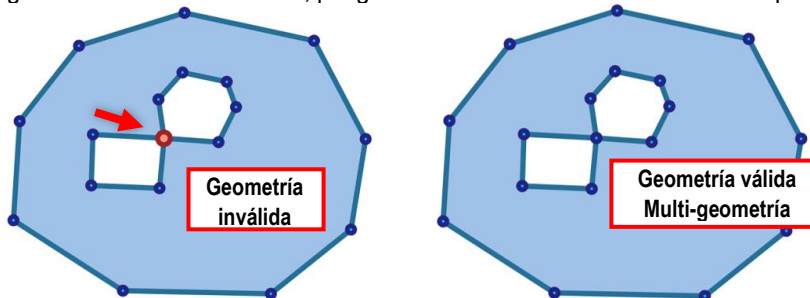
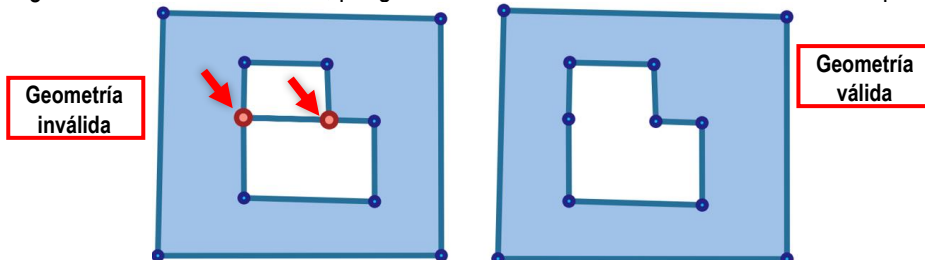


Figura 11: Geometría inválida, polígonos con huecos intersectados en más de un punto

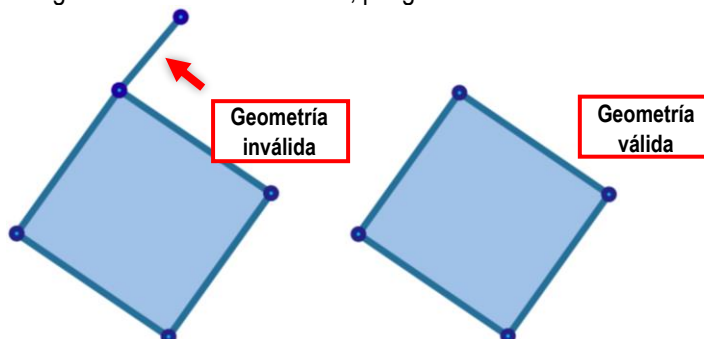


Nota: “El concepto de geometría múltiple en un elemento válido, se muestra con más detalle en el apartado 7.3 Corregir geometrías”.

4.3.4.5. Geometrías no válidas: Polígonos con astillas

Ocurre cuando la geometría del polígono se encuentra fusionada con una o más líneas, es decir, existe una porción del polígono que no tiene área, generando líneas colgadas, Figura 12.

Figura 12: Geometría inválida, polígonos con astillas



4.3.5. Detección de Geometrías “No Válidas”

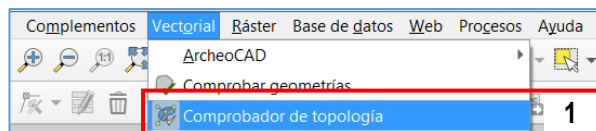
A continuación, se presentan los algunos procedimientos y resultados al buscar geometrías no válidas en una capa de IG con geometría de polígonos (Figura 13), para este fin se han utilizado los Softwares QGIS 3.16, Open JUMP 1.4, Kosmo GIS 2.0, TerraView 5.5, ArcMap 10.5 y ArcGIS pro 2.8

Figura 13: Detección de geometrías no válidas en un SIG

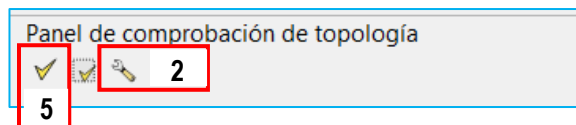


4.3.5.1. Detectar geometrías no válidas en QGIS 3.16:

(1) Desde el menú vectorial, abrir el “Comprobador de topología”



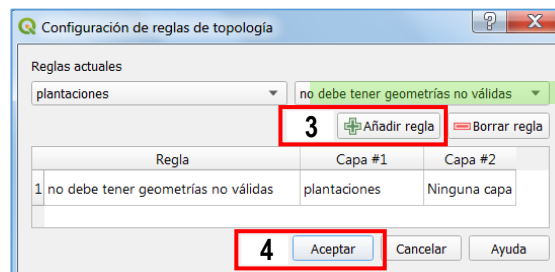
(2) Desde el panel comprobación de topología, abrir las configuraciones



(3) En la configuración de regla de topología, añadir la regla “no debe tener geometrías no válidas” y (4) Aceptar



(5) Validar todo



En la Figura 14 se muestra como el proceso ha resultado de color de rojo las geometrías no válidas que ha logrado detectar.

Visualmente no se aprecia ningún tipo de error, dado que la inconsistencia “no válida” se encuentra en la estructura de la geometría y no en su forma o dimensiones, por ende, en su mayoría este tipo de geometrías resultan ser imperceptibles (ver detalle en el apartado 7.3 **Corregir geometrías**)

Nota: “El análisis, estructura y corrección de las geometrías no válidas, se presenta con más detalle en el apartado 7.3 Corregir geometrías”.

No obstante, desde el panel “Comprobador de topología” se encuentra el detalle de las entidades con geometrías no válidas, y con doble clic sobre cada una de ellas es posible acercar la vista a dichos elementos.

Error	Capa	D del objeto espacio
0 geometría no válida	Plantaciones	71
1 geometría no válida	Plantaciones	142
2 geometría no válida	Plantaciones	144
3 geometría no válida	Plantaciones	148

Nota: “para visualizar las geometrías no válidas, se recomienda desactivar el mapa en caso de tenerlo activo”.

Figura 14: Capa con geometrías no válidas detectadas en QGIS 3.16

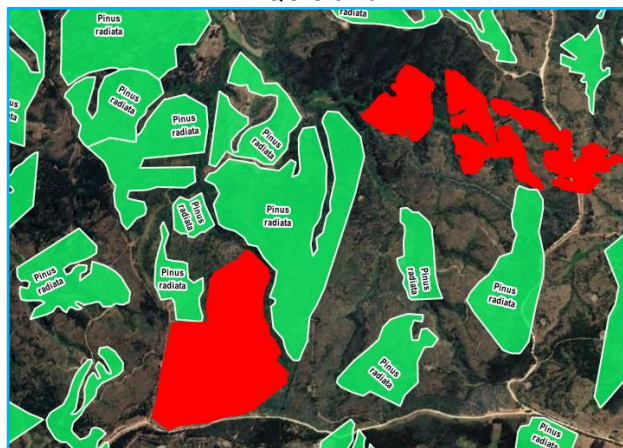
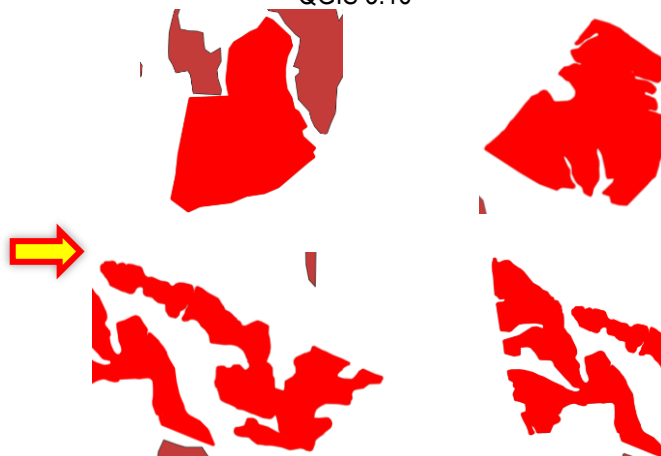
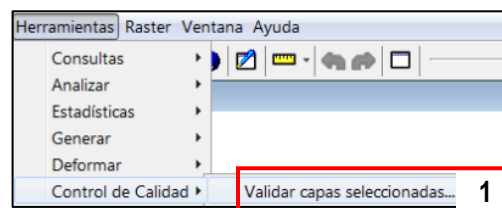


Figura 15: Detalle de las geometrías no válidas detectadas en QGIS 3.16



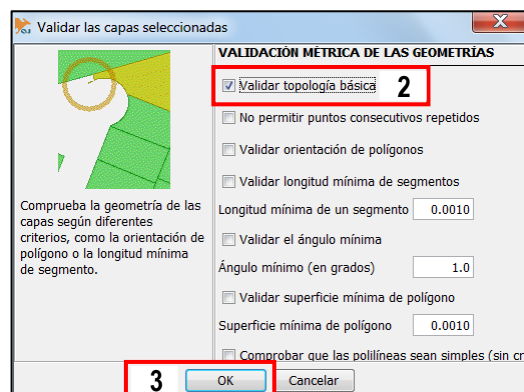
4.3.5.2. Detectar geometrías no válidas en Open JUMP 1.4:

(1) Desde el menú Herramientas abrir “control de calidad” y seleccionar “Validar capas seleccionadas”



(2) Se despliega el cuadro Validar las capas seleccionadas, en él, dirigirse a:

- * **VALIDACIÓN MÉTRICA DE LAS GEOMETRÍAS**
- * y activar “Validar topología básica”.



(3) Finalmente correr el proceso con un clic en “OK”.

La operación busca que las “geometrías sean válidas²¹”, por tanto, este ejemplo, ha revelado aquellas geometrías no válidas presentes en la capa (Figura 16; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), además se visualiza en detalle el o los sectores de la geometría donde se encuentra/n estas geometrías inválidas, tal y como se muestra en la Figura 17.

Figura 16: Capa con geometrías no válidas detectadas en Open JUMP 1.4

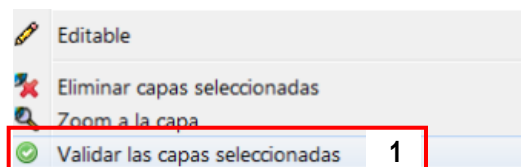


Figura 17: Detalle de las geometrías no válidas detectadas en Open JUMP 1.4



4.3.5.3. Detectar geometrías no válidas en Kosmo GIS 2.0:

(1) Con clic derecho sobre la capa, seleccionar “Validar las capas seleccionadas”

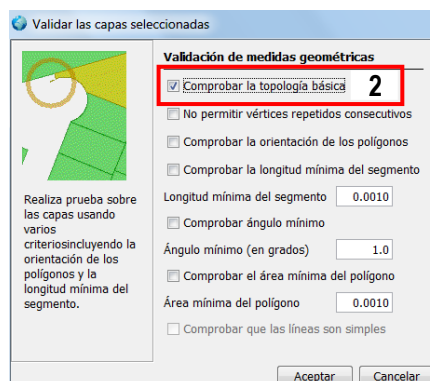


²¹ Documentación Open JUMP – guía de usuario: https://live.osgeo.org/archive/9.0/es/quickstart/openjump_quickstart.html

(2) Se despliega el cuadro Validar las capas seleccionadas, en él, dirigirse a:

- * **Validación de medidas de geométricas**
- * y activar “Comprobar la topología básica”.

(3) Finalmente ejecutar el proceso con un clic en “Aceptar”.

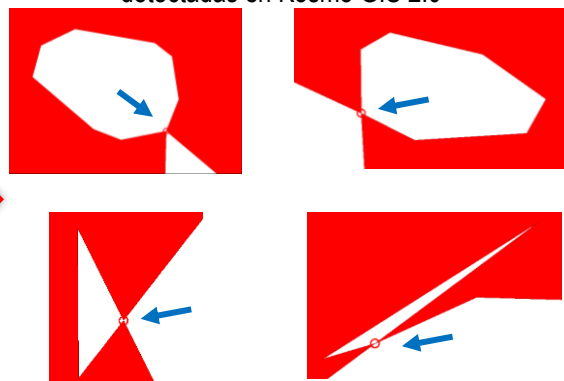


La operación es similar al dispuesto en Open JUMP, el resultado es igual, devolviendo el detalle de cada geometría no válida, como se muestran en la Figura 18 y Figura 19.

Figura 18: Capa con geometrías no válidas detectadas en Kosmo GIS 2.0

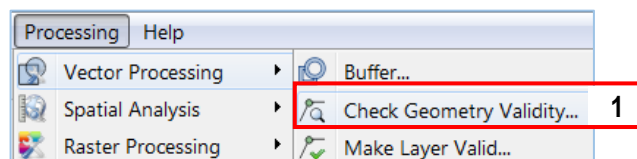


Figura 19: Detalle de las geometrías no válidas detectadas en Kosmo GIS 2.0



4.3.5.4. Detectar geometrías no válidas en TerraView 5.5:

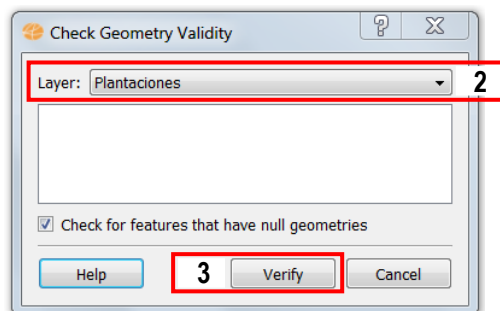
(1) Desde el menú Processing abrir “Vector Processing” y seleccionar “Check Geometry Validity..”



(2) Se despliega el cuadro Check Geometry Validity, en él, dirigirse a:

- * Layer para seleccionar la capa en cuestión.

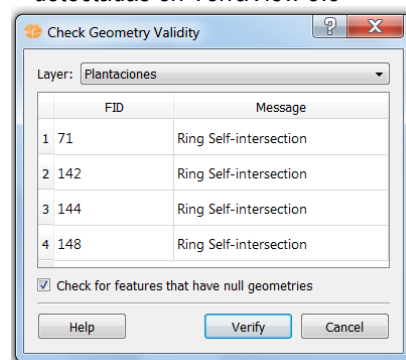
(3) Clic sobre Verifi para detectar las geometrías no válidas.



En la Figura 20 se encuentra el reporte de la verificación de Validez de geometría, en este caso en particular se han detectado: Polígonos con anillos intersectados ('anillo-auto-intersección').

Usando el campo FID de la Figura 20, se puede vincular y destacar los elementos de la capa en cuestión.

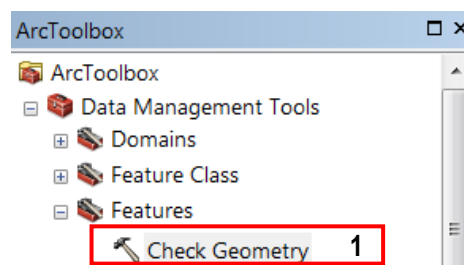
Figura 20: Reporte de las geometrías no válidas detectadas en TerraView 5.5



4.3.5.5. Detectar geometrías no válidas en ArcMap 10.5:

(1) Desde la caja de herramientas ArcTools, desplegar:

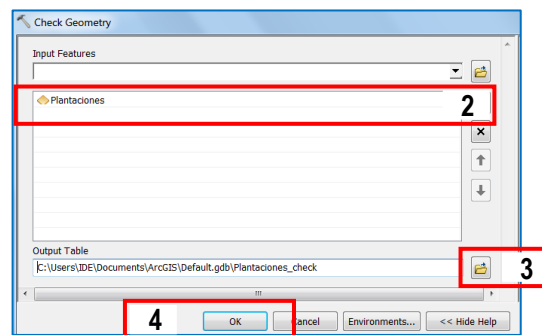
- * Data Management Tools
- * Luego abrir Features
- * Y doble clic sobre sobre Check Geometry²²



(2) Se despliega el cuadro Check Geometry, en Input Features, ingresar la capa en cuestión.

(3) Seleccionar la carpeta donde se guardará el resultado

(4) Clic en "Ok" para ejecutar el proceso.



²² Fuente: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/check-geometry.htm>

En la Figura 21 se encuentra el reporte tras chequear/verificar la geometría de la capa en ArcMap 10.5, el resultado difiere de los resultados vistos en los Softwares de código abierto, pues el proceso no ha detectado geometrías inválidas según las especificaciones de Esri²³.

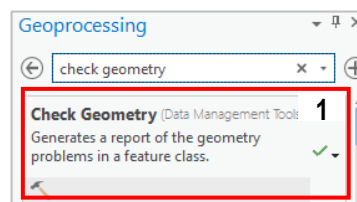
Figura 21: Reporte Verificar Geometría en ArcMap 10.5

Plantaciones_check				
Rowid	OBJECTID	CLASS	FEATURE ID	PROBLEM
1	0	Plantaciones	-1	could not find spatial index

4.3.5.6. Detectar geometrías no válidas en ArcGIS pro 2.8:

(1) Desde la caja de herramientas de Geoprocesos:

- * Escribir el nombre del proceso: "Check Geometry"²⁴
- * Clic sobre la herramienta



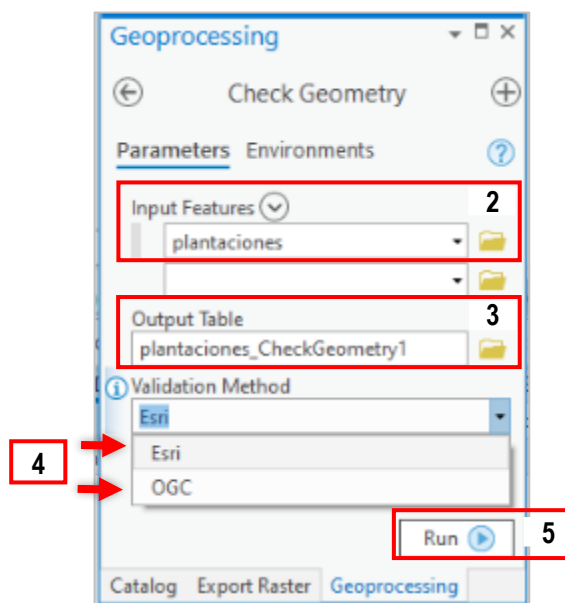
(2) Se despliega el cuadro Check Geometry, en Input Features, ingresar la capa en cuestión.

(3) Seleccionar la carpeta donde se guardará el resultado

(4) ArcGIS pro permite seleccionar el método de validación, el cual puede ser el estándar del OGC o el de Esri

Nota: "Si bien ambos métodos son similares, existen algunas diferencias, por ejemplo permitir autointersecciones o considerar el sentido de los anillos"²⁵

(5) Clic en Run para correr el proceso.



En la Figura 22 se encuentra el resultado usando los criterios establecidos por el OGC, el cual concuerda con los obtenidos en los softwares de código abierto

²³ Fuente: <https://esri.github.io/geometry-api-java/doc/Polygon.html>

²⁴ Fuente: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/check-geometry.htm>

²⁵ Fuente: <https://postgis.readthedocs.io/es/latest/postgis-validacion/validacion.html>

Figura 22: Reporte Verificar Geometría en ArcGIS pro 2.8 usando los criterios del OGC

Rowid	OBJECTID	CLASS	FEATURE_ID	PROBLEM
1	0	buscar_geo_invalid	71	non simple
2	0	buscar_geo_invalid	142	non simple
3	0	buscar_geo_invalid	144	non simple
4	0	buscar_geo_invalid	148	non simple
5	0	buscar_geo_invalid	-1	could not find spatial index

La Figura 23 muestra el resultado usando los criterios establecidos por Esri, concuerda con el de ArcMap 10.5

Figura 23: Reporte Verificar Geometría en ArcGIS pro 2.8 usando los criterios de Esri

OBJECTID	CLASS	FEATURE_ID	PROBLEM
1	buscar_geo_invalid	-1	could not find spatial index

4.3.6. Filtrar geometrías no válidas en un SIG

4.3.6.1. Filtrado de objetos con geometrías no válidas en QGIS 3.16

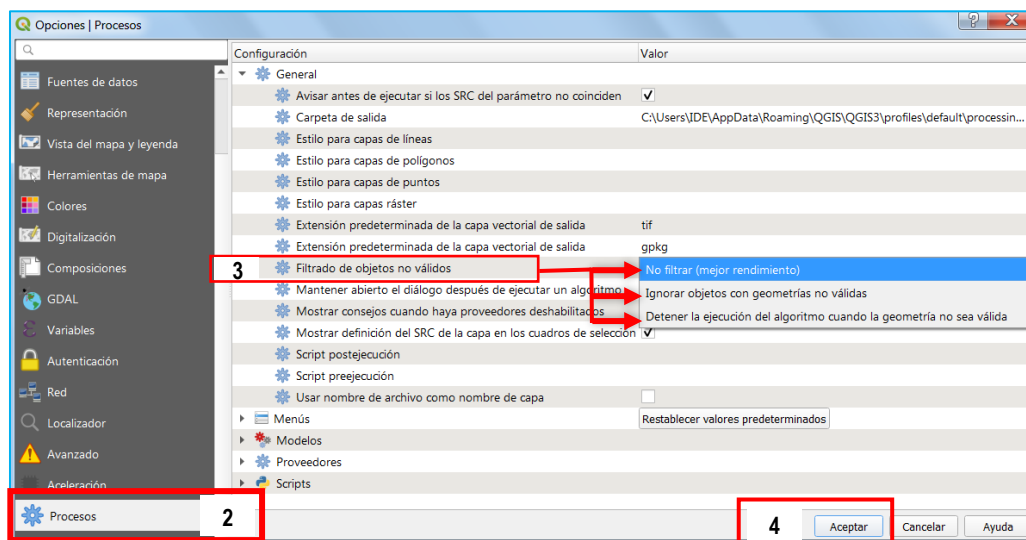
Si bien, las geometrías “no válidas” pueden llegar hacer una limitante técnica para llevar a cabo ciertos geoprocursos, advirtiéndolo al usuario la presencia de estos mediante anuncios, mensajes, alertas o simplemente ignorándolos. Sin embargo, la versión 3.16 QGIS da la posibilidad de:

- “No filtrar (mejor rendimiento)” Los algoritmos de los geoprocursos son ejecutados para todos los elementos de la capa, incluyendo geometrías válidas e inválidas
- “Ignorar los objetos no validos” Los algoritmos de los geoprocursos son ejecutados, solamente sobre aquellos elementos de la capa con geometrías que sean válidas
- “Detener la ejecución del algoritmo cuando la geometría no sea válida” Si el programa detecta algún elemento con geometría inválida, el proceso se detiene y no devuelve ningún resultado, solo alerta la presencia de estos (ver Figura 140).

Acceder a las configuraciones de “Procesos” del Software desde las “Opciones de Configuración”:

Figura 24: Filtrado de objetos no válidos en QGIS 3.16





4.3.6.2. Descripción de geometrías no válidas en ArcMap 10.5

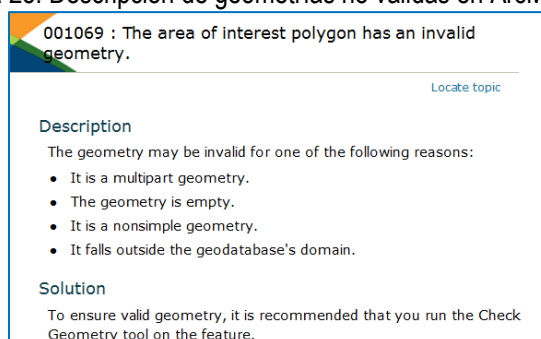
Si bien ArcMap es más permisivo para admitir geometrías no válidas en los procesos de producción y análisis, estos pueden causar inconvenientes al integrarlos en otros sistemas para almacenar, compartir, inclusive publicar la información, por ejemplo, integrar una capa de IG en una Geodatabase (GDB).

Es por ello que se recomienda usar las herramientas Check geometría (vista en el ítem anterior) y repair geometry (se verá con detalle más adelante), para así detectar y en caso de ser necesario resolver los objetos inválidos que pudiesen existir.

Según la documentación del software (Mensaje 001069, Figura 25), este alertará la presencia de geometrías no válidas si:

- Existen geometrías multiparte (solo si el dato fue definido como partes simples)
- Existen geometrías vacías
- Existen geometrías no simples (o “no válidas”, en general son las vistas en el punto 4.3.4.2)
- Datos que caen fuera del dominio de una Geodatabase

Figura 25: Descripción de geometrías no válidas en ArcMap 10.5



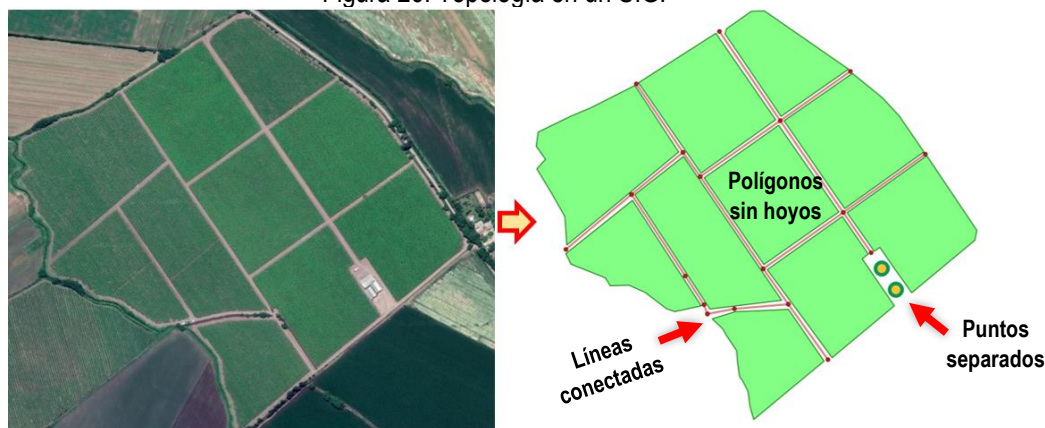
5. TOPOLOGÍA

5.1. Definición de Topología

La topología se define como las relaciones que deben cumplir las geometrías de las entidades espaciales consigo mismas y con otras geometrías conectadas o adyacentes entre sí (definidas anteriormente como puntos, líneas o polígonos). Estas relaciones se refieren a un conjunto de restricciones que se aplican a ciertos modelos de datos, en otras palabras, es posible establecer relaciones o restricciones topológicas a un determinado conjunto de geometrías dependiendo del modelamiento que se desea generar para alguna temática en particular.

En un SIG, la sistematización de las relaciones espaciales, son denominadas reglas de topología, las cuales permiten llevar a cabo un control de precisión sobre la topología de los datos, utilizando herramientas y técnicas de edición (Figura 26).

Figura 26: Topología en un SIG.



5.2. Reglas de topología

En este ítem, se presentan las reglas de topología que usualmente son utilizadas en la validación de capas de IG recepcionadas en el programa IDE Minagri, como, por ejemplo: elementos solapados, intersectados, elementos colgados, aislados, inclusive con registros repetidos o sin registros en la tabla de atributos.

Además, se han integrado otras reglas de topología disponibles en la versión del Software QGIS 3.16, como, por ejemplo: debe estar dentro, saltos y geometrías duplicadas.

Cada regla de topología ha sido establecida y asociada al tipo de geometría de una capa de IG: puntos, líneas o polígonos.

5.2.1. En geometría de puntos

5.2.1.1. No debe tener duplicados

Esta regla, requiere que las geometrías de puntos de una capa de IG se encuentren espacialmente separadas, y no una encima de otra, este tipo de reglas es aplicable, por ejemplo, en direcciones de parcelas, localizaciones de infraestructuras, etc.

Figura 27: Puntos duplicados.



5.2.1.2. Debe estar dentro

Esta regla es útil para validar que las ubicaciones de datos geográficos representados con geometrías de puntos se encuentren dentro de los límites de su área de estudio, y así evitar que los puntos tomados en terreno se visualicen fuera del territorio nacional y se ubiquen en el mar o en otros países.

Figura 28: Puntos que no están dentro.



5.2.2. En geometría de líneas

5.2.2.1. No debe tener duplicados

Esta regla consiste en detectar aquellas líneas que se superponen en toda la extensión de su geometría una encima de otra, es decir, la línea está espacialmente duplicada, por ejemplo: representar dos veces la extensión de un canal, implica tener una representación duplicada.

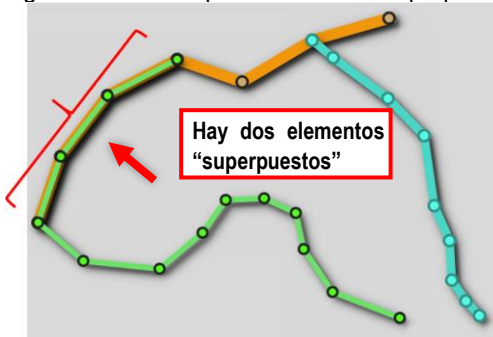
Figura 29: Líneas que no deben tener duplicados



5.2.2.2. No debe superponer

Esta regla consiste en detectar aquellas de líneas que se superponen en una pequeña o extensa parte de su geometría, es decir, parte de los segmentos de una línea coinciden con parte del segmento de otra línea.

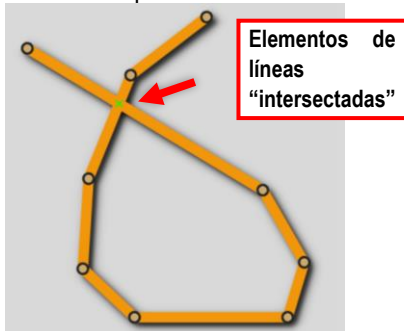
Figura 30: Líneas que no se deben superponer



5.2.2.3. No deben intersectarse

Esta regla consiste en detectar aquellas líneas que se intersectan consigo misma o con otra línea en uno o varios puntos que no forman parte de los vértices de su geometría, la regla solo admite que las líneas solo se intersecten en los vértices o en los nodos de sus extremos.

Figura 31: Líneas que no deben intersectarse



5.2.2.4. No debe tener extremos sueltos

Esta regla consiste en detectar aquellas líneas con nodos colgados (extremos sueltos), esto ocurre cuando uno de los extremos de una línea no se conecta con ninguna otra línea.

Figura 32: Líneas que no deben tener extremos sueltos



5.2.2.5. No deben quedar líneas sueltas

Esta regla detecta líneas aisladas que no se conectan con otras líneas, en la Figura 33 se ejemplifica esta situación.

Figura 33: Líneas que no deben estar sueltas

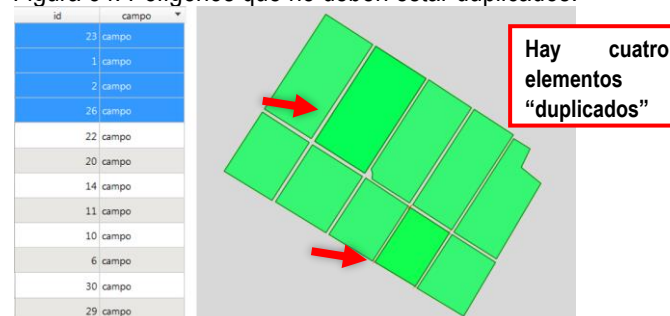


5.2.3. En geometría de polígonos

5.2.3.1. No debe tener duplicados

Esta regla permite detectar aquellos polígonos que se superponen totalmente uno sobre otro, y por ende comparten espacialmente la misma superficie.

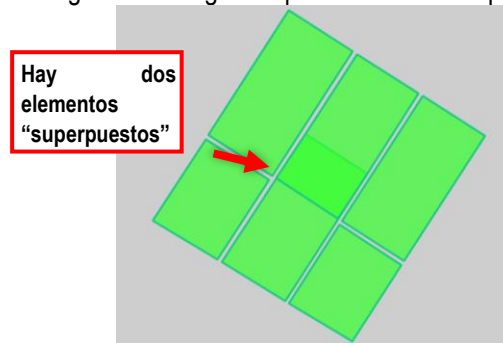
Figura 34: Polígonos que no deben estar duplicados.



5.2.3.2. No debe superponer

Esta regla permite detectar aquellos polígonos que comparten áreas interiores en común, la regla solo admite que los polígonos tengan aristas colindantes y vértices en común, más no solapamientos.

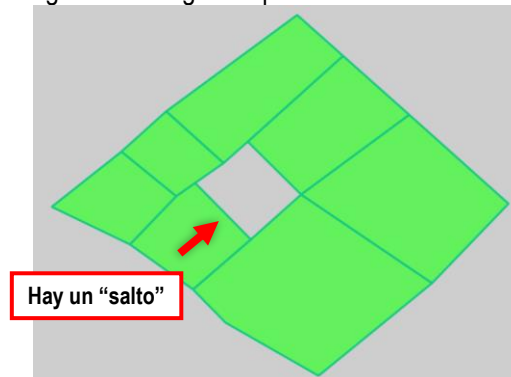
Figura 35: Polígonos que no se deben superponer



5.2.3.3. No debe tener saltos (Fisuras)

Esta regla permite detectar la existencia de vacíos que se hallen dentro de un polígono o entre varios polígonos adyacentes, este tipo de regla es útil cuando se desea que la capa de polígonos forme una superficie continua, sin huecos.

Figura 36: Polígonos que no deben tener saltos



5.3. Detección de inconsistencias de topología

Las capas de IG pueden contener una gran cantidad de datos geográficos. El productor del dato debe tener claro cuáles serán sus parámetros al modelar los datos, y documentar estos antecedentes junto a los datos (metadatos, especificaciones de producto, calidad, etc.), para que el usuario o quien deba integrarlos en otros sistemas pueda identificar la utilidad y alcance de los datos disponibles. Sin embargo, la práctica de documentar las relaciones topológicas y tolerancias no es habitual.

Una **inconsistencia topológica** será, por defecto, un parámetro que escapa a las tolerancias establecidas en base a las reglas de topología definida por el productor del dato al momento de diseñarlo. En otras palabras,

una inconsistencia topológica se entenderá en el marco de la IG como toda relación entre los objetos geográficos que escapa a ciertas reglas que por convención se han establecido. Los productores de IG adoptan algunas de estas reglas al momento de modelar los datos y que deben necesariamente ser documentadas como referencia para los usuarios. Las inconsistencias pueden ser detectadas a través de los SIG.

En este ítem se muestran las inconsistencias detectadas utilizando el “comprobador de topología” de QGIS 3.16 y las reglas de topología de ArcMap 10.5.

Nota: “La diferencia entre registros y elementos de una capa de IG no es considerado como una inconsistencia de topología, solo permite conocer si la geometría de la capa es Single o Multi parte”.

5.3.1. En geometría de puntos

5.3.1.1. Superpuestos con idéntico registro

Corresponden a puntos que además de estar superpuestos, comparten los mismos datos en su tabla de atributos.

Figura 37: Buscar puntos con idéntico registro



a) Detectar puntos superpuestos con idéntico registro en QGIS 3.16

(A) Calcular coordenadas “x” e “y”



(A.1) Crear un campo nuevo y (A.2) Asignar nombre al campo ejemplo: coord_x, luego coord_y

(A.3) Abrir la calculadora de campos y usar las operaciones de geometría: \$x e \$y

(A.4) Abrir la tabla de atributos y verificar los campos con las coordenadas calculadas

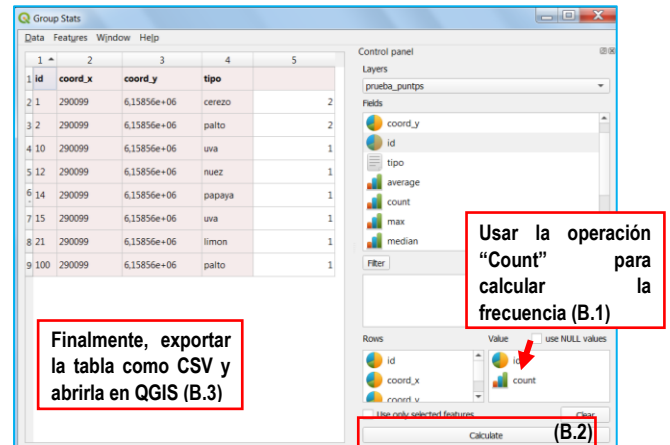
B) Calcular frecuencia, con el complemento "Group Stats"



(B.1) Colocar el campo id (clave primaria) junto con la operación "count" en **Value**, y el resto de los campos de la capa en **Rows**

(B.2) Calculate

(B.3) Exportar la tabla a un archivo csv, es posible hacerlo seleccionando toda la tabla o desde **Data**



C) Relacionar la frecuencia con la tabla de atributos de la capa

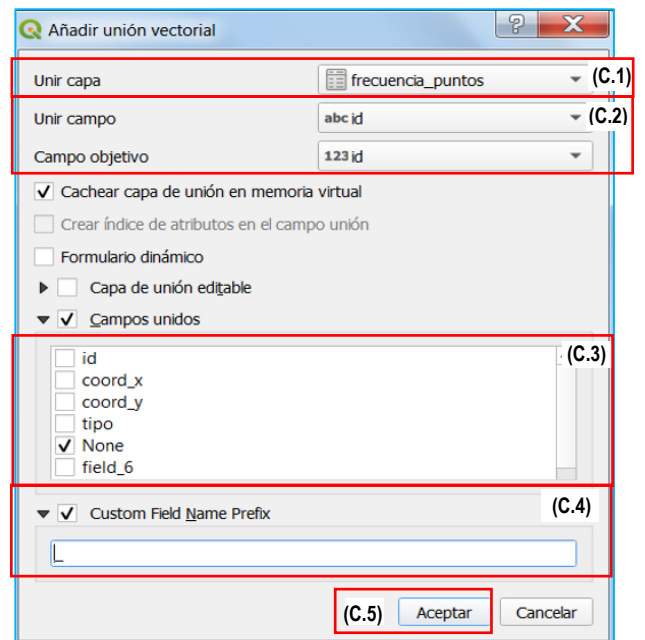


(C.1) Desde las propiedades de la capa, "añadir unión nueva", unir la tabla de frecuencia con la tabla de atributos de la capa en QGIS

(C.2) Especificar los campos en común, ejemplo "id"

(C.3) Activar solo el campo que contiene la frecuencia, en este ejemplo: "none"

(C.4) Es posible añadir un prefijo al campo nuevo de la tabla de frecuencia al unirla en la tabla de atributos de la capa, y finalmente (C.5) Aceptar



D) Seleccionar objetos espaciales por expresión

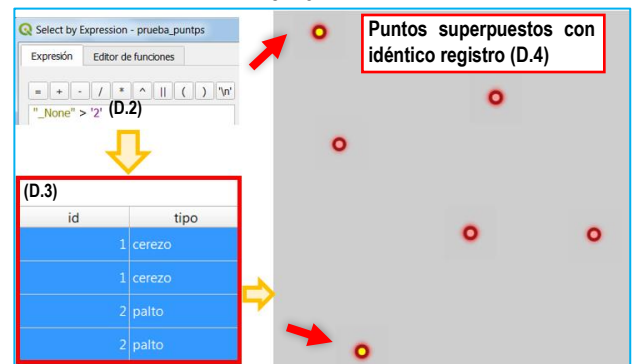


(D.1) En la tabla de atributos, abrir "seleccionar objetos espaciales usando una expresión"

(D.2) Usar el campo de frecuencia mayor a 1, en este ejemplo: "None" > 1; y en la tabla de atributos se enmarcan los registros idénticos (D.3)

(D.4) En el mapa se enmarcan los puntos seleccionados con idéntico registro, Figura 38

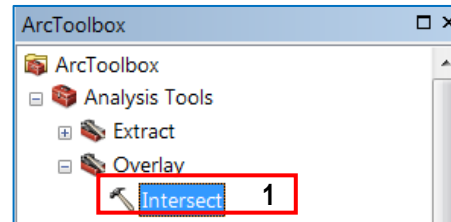
Figura 38: Puntos superpuestos con idéntico registro en QGIS 3.16



b) Detectar puntos superpuestos con idéntico registro en ArcMap 10.5

(1) Desde la caja de herramientas ArcTools, desplegar:

- * Analysis Tools
- * Luego abrir Overlay
- * Y doble clic sobre sobre Intersect²⁶



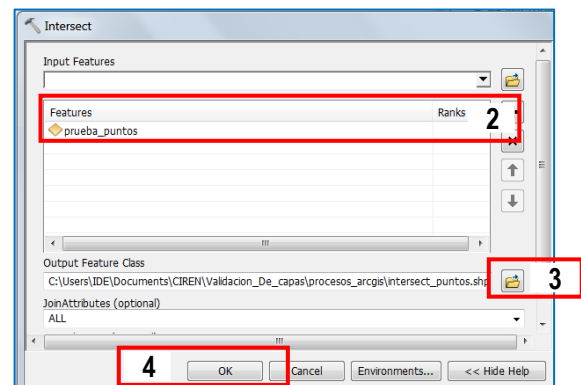
(2) Se despliega el cuadro Intersect, en Input Features, ingresar la capa en cuestión.

(3) Seleccionar la carpeta donde se guardará el resultado

Nota: Mantener por defecto los demás parámetros

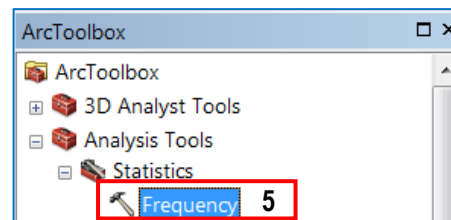
(4) Clic en Ok para ejecutar el proceso.

Nota: Si el resultado no tiene elementos, se debe a que la capa no tiene superpuestos.



(5) Desde la caja de herramientas ArcTools, desplegar:

- * Analisis Tools
- * Luego abrir Statistics
- * Y doble clic sobre sobre Frequency²⁷

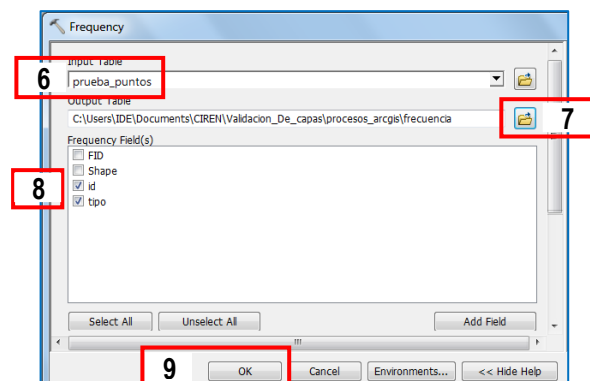


(6) Se despliega el cuadro Frequency, en Input Table, ingresar el resultado de la intersección

(7) Seleccionar la carpeta donde se guardará el resultado.

(8) Activar todos los campos de la capa, excepto por los campos FID y geometría.

(9) Clic en Ok para ejecutar el proceso.



²⁶ Fuente: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/analysis/intersect.htm>

²⁷ Fuente: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/frequency.htm>

(10) Con click derecho sobre la capa original, crear una union con la tabla de frecuencia

(11) Se despliega el cuadro Join Data, escoger la opción "Join atributos from a table"

(12) Escoger el campo de la capa de entrada, para vincular con la tabla de frecuencia, en este ejemplo, es el campo id

(13) Seleccionar la tabla frecuencia para generar la unión y poder vincular los puntos superpuestos repetidos

(14) Seleccionar el campo de la tabla frecuencia con el cual se va relacionar a la capa en cuestión.

(15) En opciones de join, seleccionar guardar todos los registros

(16) Finalmente OK

(17) Desde la tabla de atributos de la capa, generar una consulta por expresión, donde la frecuencia sea mayor a 1

(18) Finalmente "Apply".

(19) En la tabla de atributos, se enmarcan los puntos con idéntico registro.

(20) En el mapa del software ArcGIS, se enmarcan los puntos seleccionados con idéntico registro,

Ver el resultado en la Figura 39. **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

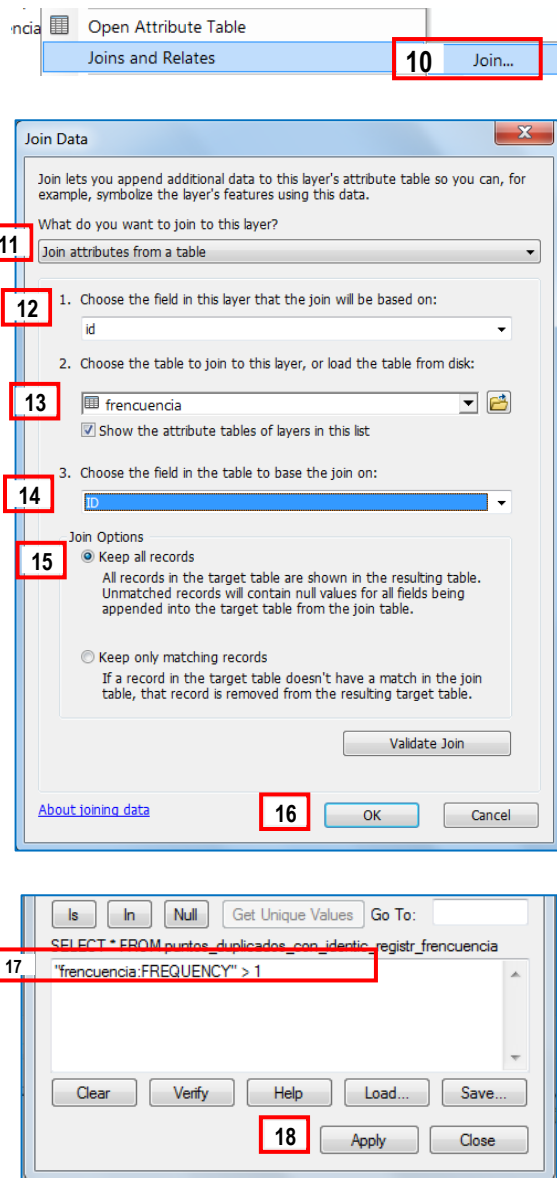
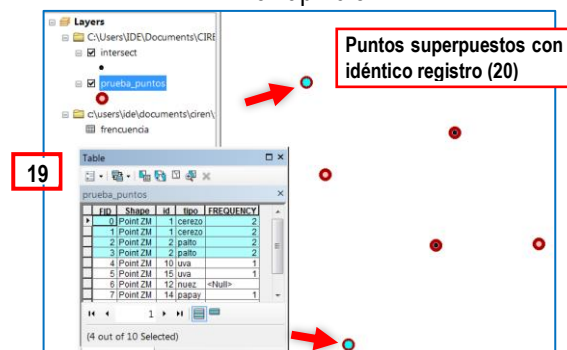


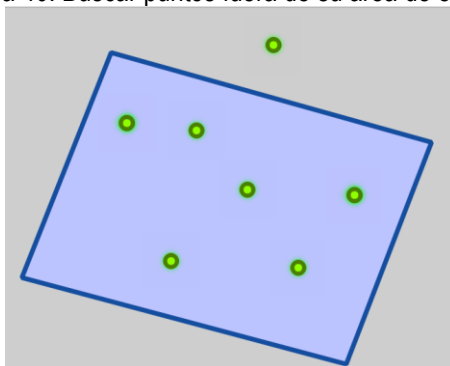
Figura 39: Puntos superpuestos con idéntico registro en ArcMap 10.5



5.3.1.2. Puntos fuera del área de estudio

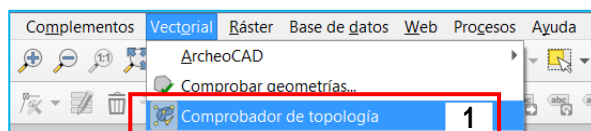
Corresponden a puntos que poseen coordenadas que los localizan fuera del límite establecido por su área de estudio.

Figura 40: Buscar puntos fuera de su área de estudio

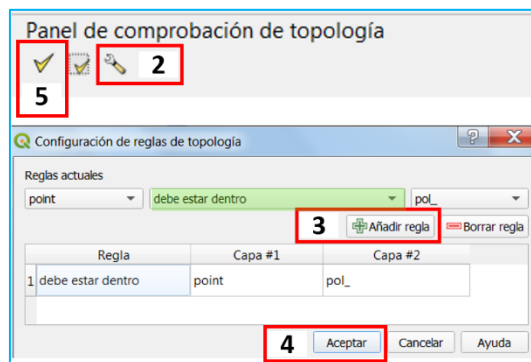


a) Detectar puntos fuera de su área de estudio en QGIS 3.16

(1) Desde el menú vectorial, abrir el “Comprobador de topología”



(2) Desde el panel comprobación de topología, abrir las configuraciones



(3) En la configuración de regla de topología, añadir la regla “debe estar dentro” y
(4) Aceptar



(5) Validar todo

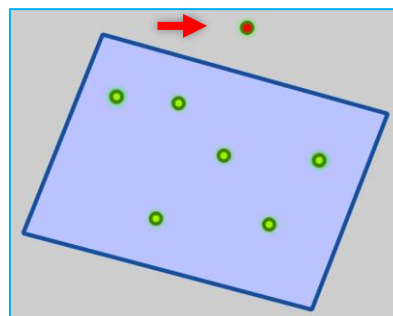


El resultado del geoproceso enmarca de color rojo todos los puntos fuera de los límites definidos por el área de estudio



Ver resultado en la Figura 41

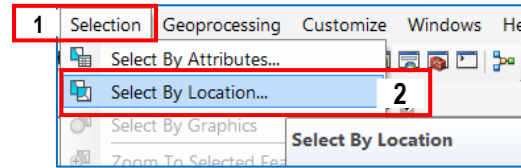
Figura 41: Puntos fuera de su área de estudio en QGIS 3.16



b) Detectar puntos fuera de su área de estudio en ArcMap 10.5

(1) Desde el menú Selection

(2) Abrir la opción: Select By Location



(3) Desde el el cuadro selección por localización, seleccionar el método: select feature from

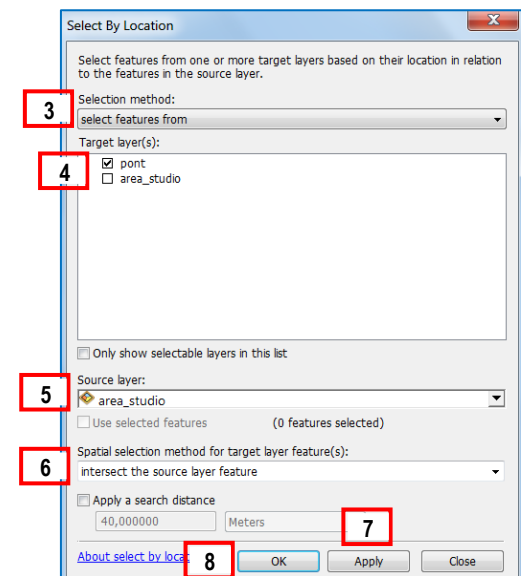
(4) Elegir la capa de puntos que deben estar dentro del área de estudio, desde Target layer(s)

(5) Seleccionar el área de estudio como capa fuente (Source layer)

(6) En el método de selección espacial, seleccionar: "intersect the source layer feature"

(7) Aplicar

(8) OK



(9) Desde la tabla de contenidos

(10) Ir a List By Selection

(11) Clic derecho sobre la capa de puntos en cuestión

(12) Seleccionar la opción: "Switch Selection"

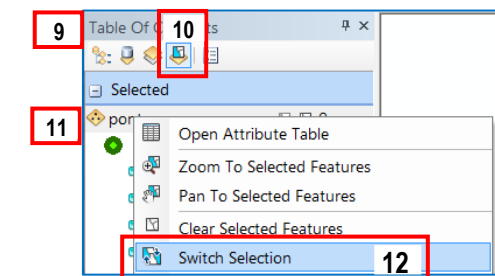
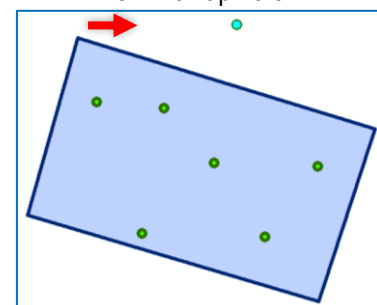


Figura 42: Puntos fuera de su área de estudio en ArcMap 10.5

El resultado del geoproceto enmarca de color turquesa todos los puntos fuera de los limites definidos por el área de estudio

Ver resultado en la Figura 42

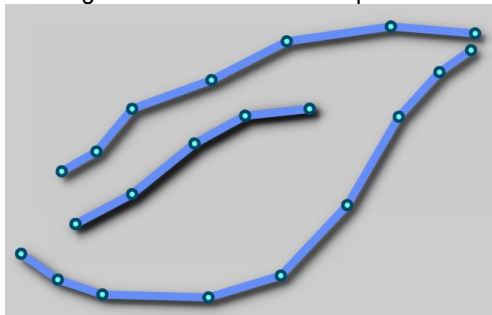


5.3.2. En geometría de líneas

5.3.2.1. Líneas duplicadas

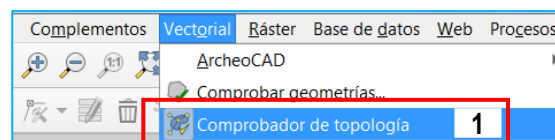
Son líneas espacialmente duplicadas, se solapan totalmente una sobre otra. Para detectar estos casos, se presentan los pasos que se describen a continuación:

Figura 43: Buscar líneas duplicadas

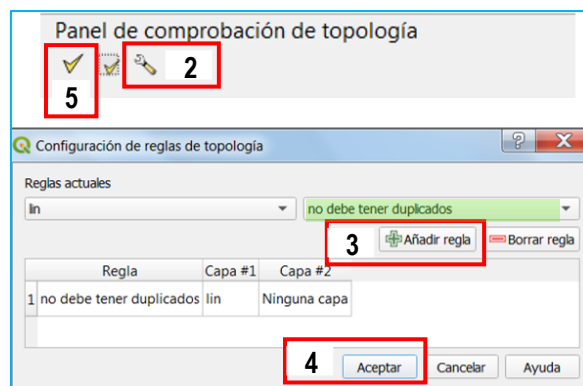


a) Detectar líneas duplicadas espacialmente en QGIS 3.16

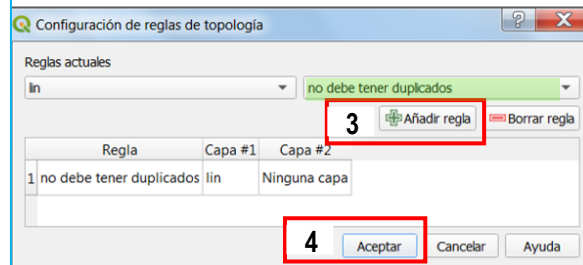
(1) Desde el menú vectorial, abrir el "Comprobador de topología"



(2) Desde el panel comprobación de topología, abrir las configuraciones



(3) En la configuración de regla de topología, añadir la regla "no debe tener duplicados" y
(4) Aceptar



(5) Validar todo



El resultado del geoproceso enmarca de color rojo todas las líneas espacialmente duplicadas en toda la extensión de su geometría, incluyendo cada uno de sus vértices.

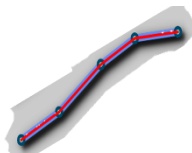
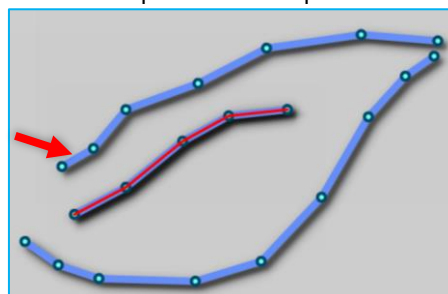


Figura 44: Líneas espacialmente duplicadas en QGIS 3.16

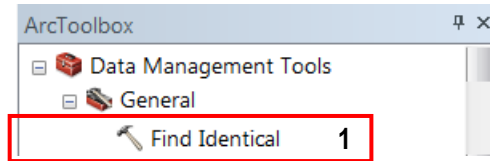


Ver el resultado en la Figura 44

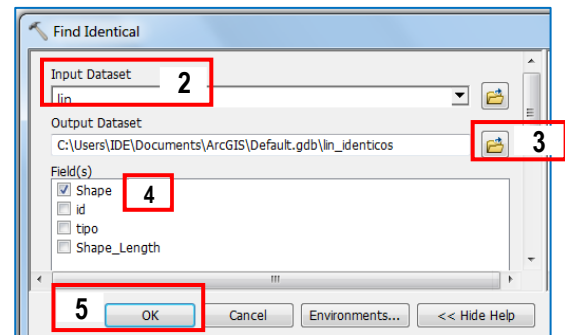
b) Detectar líneas duplicadas espacialmente en ArcMap 10.5

(1) Desde la caja de herramientas ArcTools, abrir:

- * Data Management Tools
- * General
- * Find Identical



(2) Se despliega el cuadro Find Identical, en Input Features, ingresar la capa en cuestión.

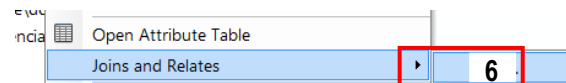


(3) Seleccionar la carpeta donde se guardará el resultado

(4) Seleccionar el campo de la geometría espacial de la capa, en este ejemplo shape

(5) Clic en Ok para ejecutar el proceso.

(6) Con click derecho sobre la capa original, crear una union con la tabla del resultado anterior



(7) Se despliega el cuadro Join Data, escoger la opción "Join attributes from a table"

(8) Escoger el campo de la capa de entrada, para vincular con la tabla de frecuencia, en este ejemplo, es el campo OBJECTID

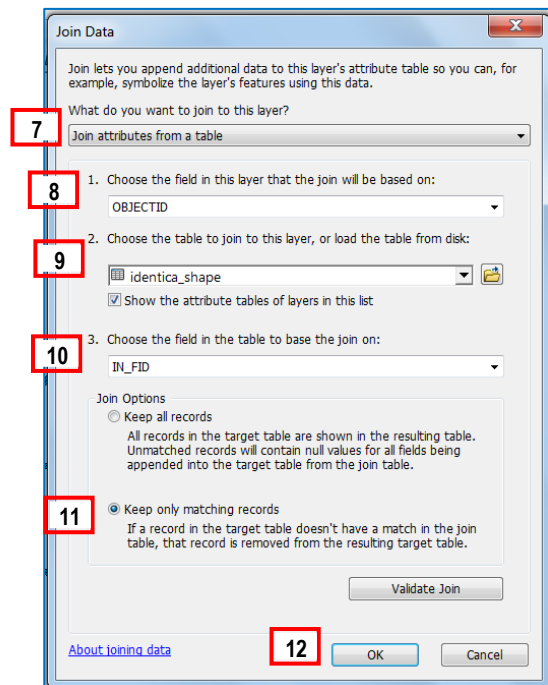
Nota: OBJECTID corresponde al identificador temporal que genera ArcGIS al abrir una capa

(9) Seleccionar la tabla del resultado find identical

(10) Usar el campo IN_FID para relacionar la tabla con la capa

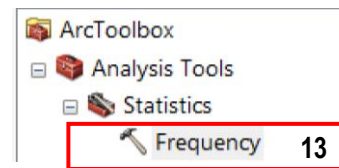
(11) En opciones de join, seleccionar solo los registros coincidentes

(12) OK

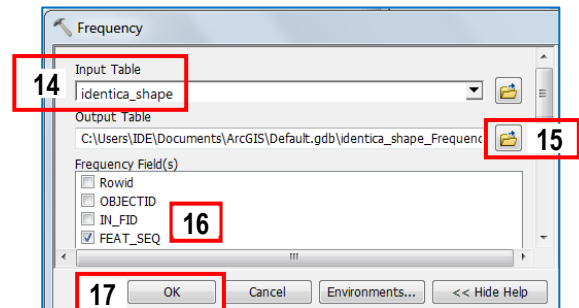


(13) Desde la caja de herramientas ArcTools, abrir:

- * Analisis Tools
- * Luego abrir Statistics
- * Frequency



(14) Se despliega el cuadro Frequency, en Input Table, ingresar el resultado find identical



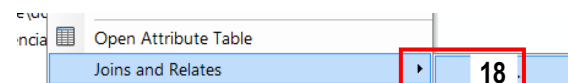
(15) Seleccionar la carpeta donde se guardará el resultado.

(16) Activar el campo FEAT_SEQ

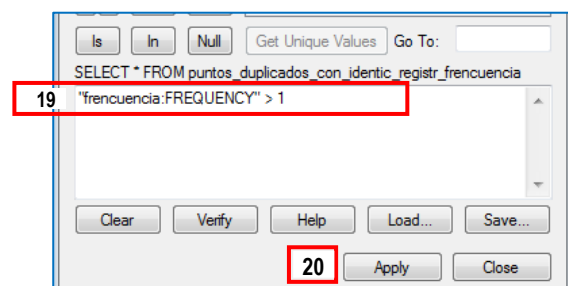
Nota: FEAT_SEQ es el campo que guarda la información de aquellos elementos idénticos (duplicados)

(17) Clic en Ok para ejecutar el proceso.

(18) Con click derecho sobre la capa original, crear una union con la tabla frecuencia, reiterando el paso (7), y usando el campo FEAT_SEQ para unirlos



(19) Desde la tabla de atributos de la capa, generar una consulta por expresión, donde la frecuencia sea mayor a 1

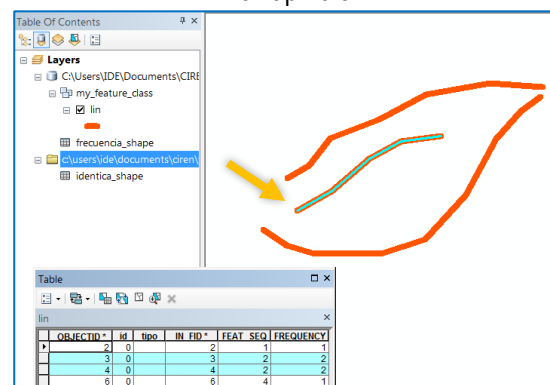


(20) finalmente Apply.

Figura 45: Líneas espacialmente duplicadas en ArcMap 10.5

El resultado del geoproceso enmarca de color turquesa todas las líneas espacialmente duplicadas en toda la extensión de su geometría, incluyendo cada uno de sus vértices.

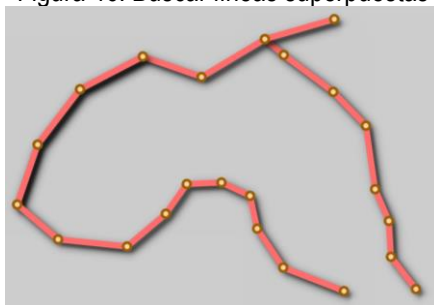
Ver resultado en la Figura 45



5.3.2.2. Líneas superpuestas

Son líneas que se superponen en una pequeña o extensa parte de su geometría, Para detectar estos casos, se presentan los pasos que se describen a continuación:

Figura 46: Buscar líneas superpuestas

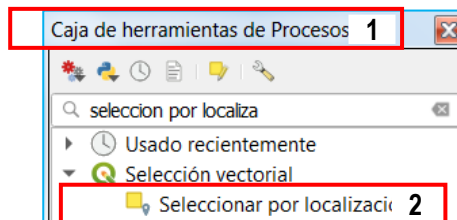


a) Detectar de líneas superpuestas en QGIS 3.16

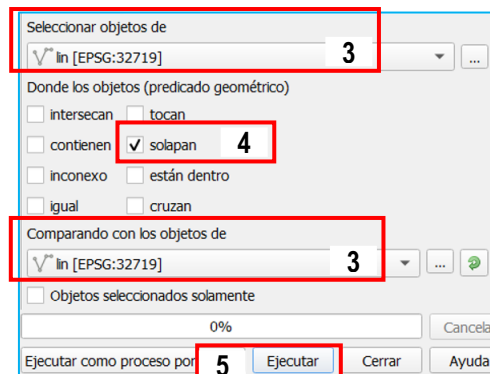
(1) Abrir la caja de herramientas de procesos



(2) Abrir el geoproceso: Selección por localización



(3) Seleccionar la capa en cuestión como entrada (Seleccionar objetos de) y como superposición (Comparando con los objetos de)



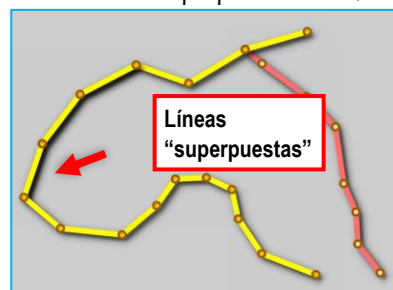
(4) El método (Donde los objetos): **solapan**

(5) Ejecutar.

El resultado enmarca todas las líneas que se superponen, ver Figura 47.

La extensión del solapamiento es análisis de otro proceso. Además, catalogar estas líneas como inconsistencias, dependerá de la tolerancia permisible al solapamiento que le asigne el generador del dato.

Figura 47: Líneas superpuestas en QGIS 3.16



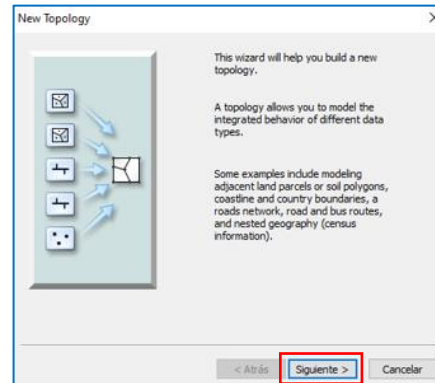
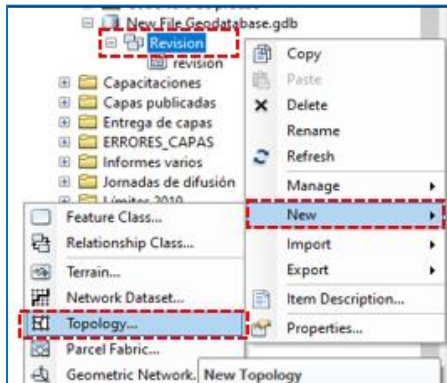
b) Detectar de líneas superpuestas en ArcMap 10.5

(1) Para abordar e identificar este tipo de inconsistencias de topología, será necesario crear una Geodatabase (GDB) de archivos y posteriormente un Feature Dataset e importar una capa en la GDB. Para ello, se debe revisar el apartado **“9.2.1 Gestión de una GDB de archivos en ArcMap 10.5”**:

(2) Crear nueva regla de topología:

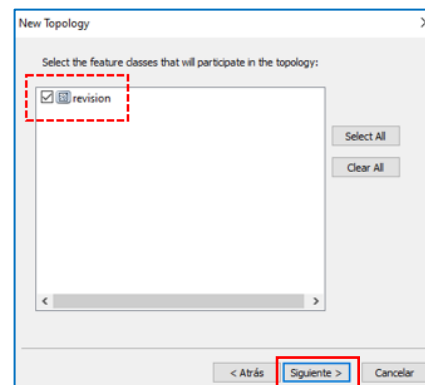
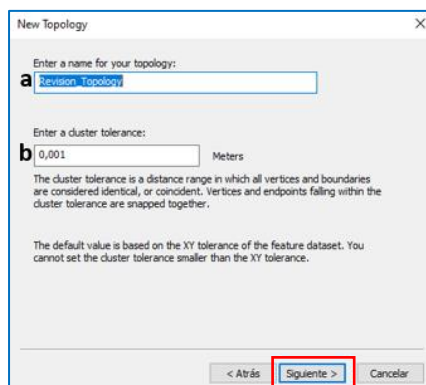
Clic derecho en la capa importada, y desde “nuevo” seleccionar “Topología”

Se muestra un mensaje sobre las reglas de topología, clic en Siguiente



Asignar un nombre a la regla topológica y establecer la tolerancia, se sugiere mantener por defecto y Siguiente

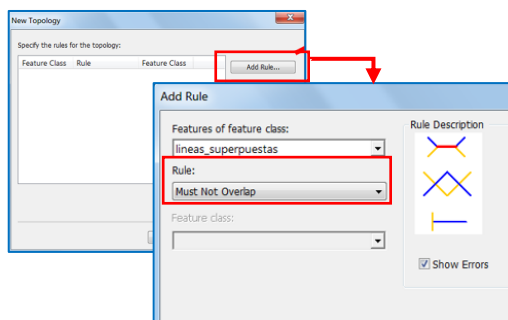
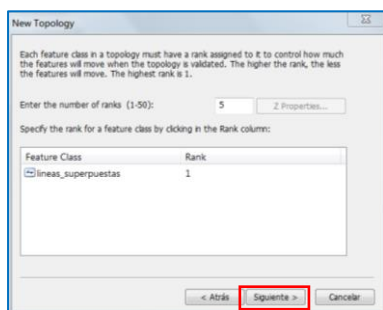
Seleccionar la capa que se le va a aplicar la regla de topología, luego Siguiente



(3) Añadir la regla no debe tener superposición

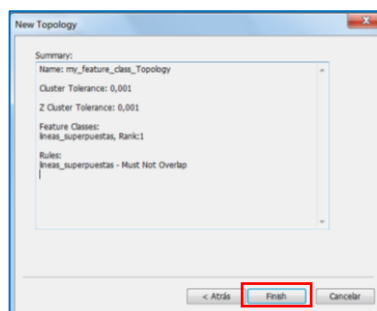
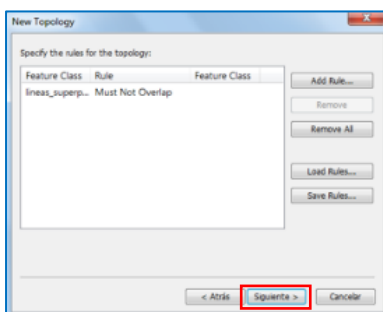
Mantener por defecto el número de rangos y clic en Siguiente

Clic en Añadir regla topológica, se abre la ventana “Añadir regla”, en ella, seleccionar la regla “Must Not Overlap”



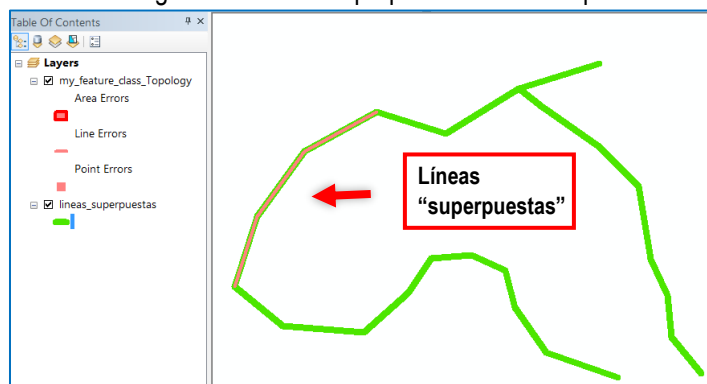
En la ventana topología esta la capa y la regla que se añadió, clic en Siguiente

Por último, se muestra un resumen de la regla de topología añadida, tolerancias, etc. Clic en finalizar



(4) El resultado muestra las regiones de las líneas superpuestas

Figura 48: Líneas superpuestas en ArcMap 10.5



5.3.2.3. Líneas intersectadas

Son líneas que se intersectan o cruzan en un punto que no forma parte de los nodos de su geometría, Para detectar estos casos, se describen los procedimientos:

Figura 49: Buscar líneas intersectadas

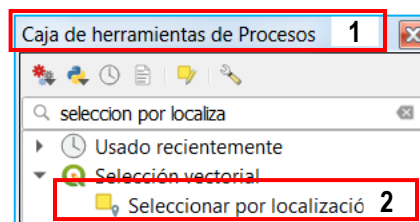


a) Detección de líneas intersectadas en QGIS 3.16

(1) Abrir la caja de herramientas de procesos



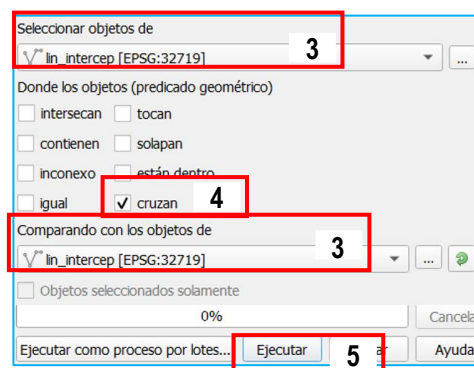
(2) Abrir el geoproceso: Selección por localización



(3) Seleccionar la capa en cuestión como entrada (Seleccionar objetos de) y como superposición (Comparando con los objetos de)

(4) El método (Donde los objetos): **cruzan**

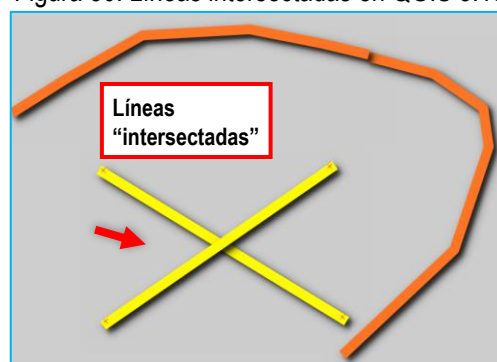
(5) Ejecutar



El resultado enmarca todas las líneas que se intersectan.

Catalogar estas líneas como inconsistencias, dependerá del modelamiento de los datos establecido por el generador del dato, y podrá o no admitir estos cruces (Figura 50). De ahí la importancia de documentar estos parámetros al modelar los datos.

Figura 50: Líneas intersectadas en QGIS 3.16



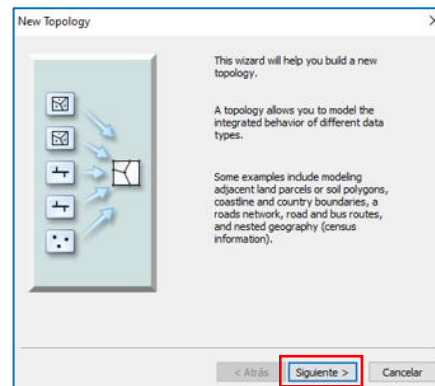
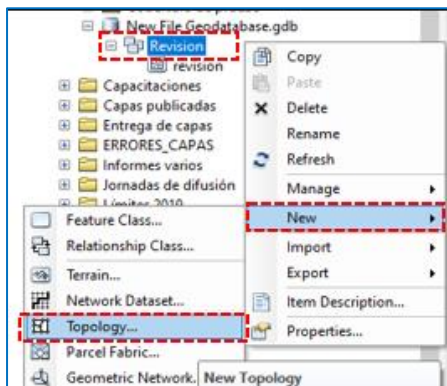
b) Detectar de líneas intersectadas en ArcMap 10.5

(1) Para abordar e identificar este tipo de inconsistencias de topología, será necesario crear una Geodatabase (GDB) de archivos y posteriormente un Feature Dataset e importar una capa en la GDB Para ello, se debe revisar el apartado “**9.2.1 Gestión de una GDB de archivos en ArcMap 10.5**”:

(2) Crear nueva regla de topología:

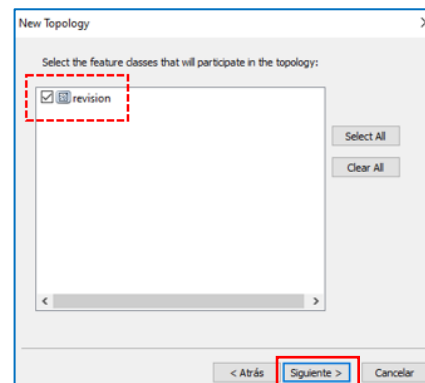
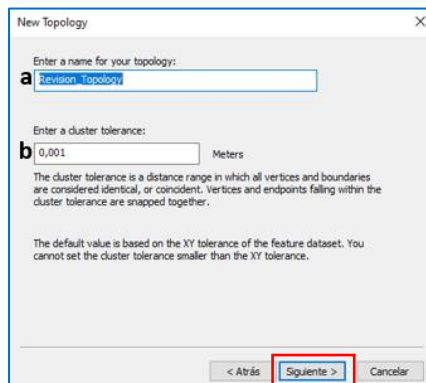
Clic derecho en la capa importada, y desde “nuevo” seleccionar “Topología”

Se muestra un mensaje sobre las reglas de topología, clic en Siguiente



Asignar un nombre a la regla topológica y establecer la tolerancia, se sugiere mantener por defecto y Siguiente

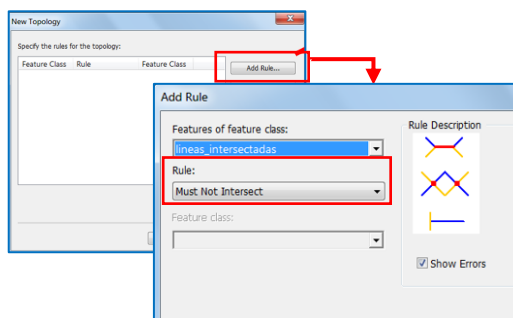
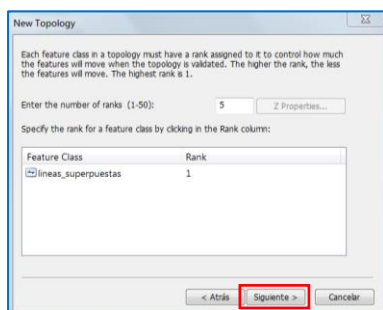
Seleccionar la capa que se le va a aplicar la regla de topología, luego Siguiente



(3) Añadir la regla no debe tener intersección

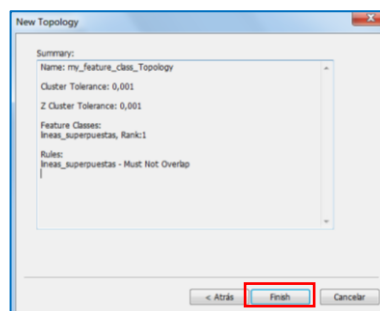
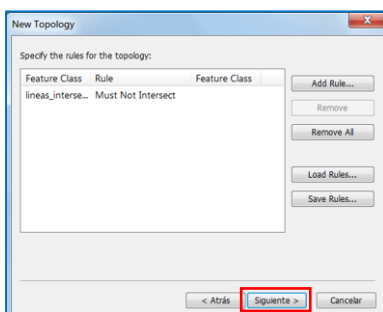
Mantener por defecto el número de rangos y clic en Siguiente

Clic en Añadir regla topológica, se abre la ventana “Añadir regla”, en ella, seleccionar la regla “Must Not Intersect”



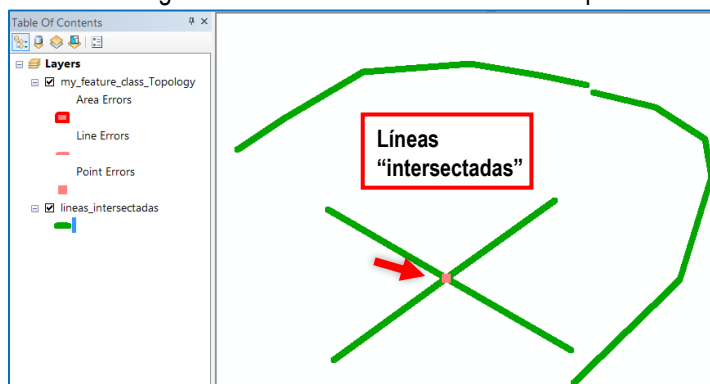
En la ventana topología esta la capa y la regla que se añadió, clic en Siguiente

Por último, se muestra un resumen de la regla de topología añadida, tolerancias, etc. Clic en finalizar



(4) El resultado muestra las regiones de las líneas intersectadas

Figura 51: Líneas intersectadas en ArcMap 10.5

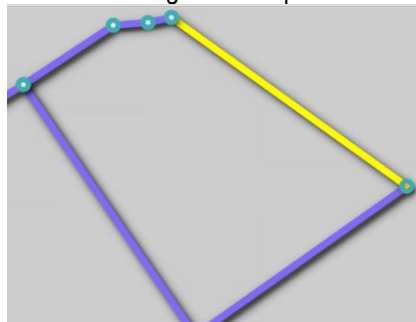


5.3.2.4. Extremos sueltos

Conocidos también como nodos colgantes o dangles, se originan cuando uno de los extremos de una línea no se conecta con ninguna otra línea.

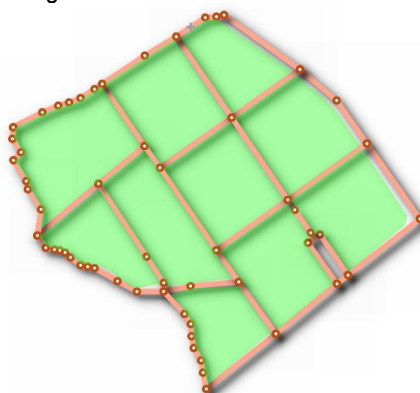
El comprobador de topología cuenta con una regla topológica que permite encontrar extremos sueltos, denominada “no debe tener extremos sueltos”. Sin embargo, esta herramienta no solo alerta la existencia de nodos colgados, si no también, resalta todos los nodos de líneas que se conectan con una sola línea, excepto si dicha línea se conecta con otra en el extremo inicial o final, ver ejemplo en la Figura 52.

Figura 52: Extremo suelto según el comprobador de topología



Tomando en consideración lo expuesto recientemente e ilustrada en la Figura 52, se sugiere tomar en cuenta los procesos que se muestran a continuación, para determinar únicamente la existencia de líneas con nodos que no se conectan con los nodos de otras líneas (nodos colgados o dangles)

Figura 53: Buscar extremos sueltos

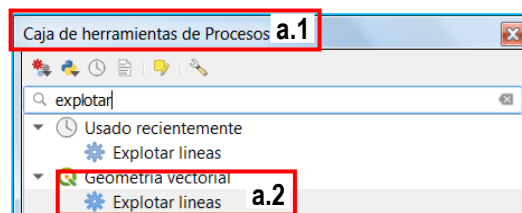


a) Detectar líneas con extremos sueltos en QGIS 3.16

(a.1) Abrir la caja de herramientas de procesos



(a.2) Abrir el geoproceto: Explotar líneas



(a.3) Seleccionar la capa de líneas como entrada y

(a.4) Ejecutar.

Ven resultado en Figura 55

Figura 54: Geoproceso explotar líneas en QGIS 3.16

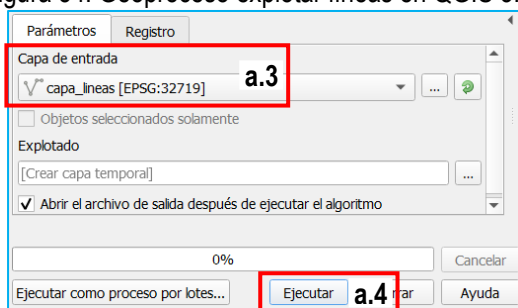
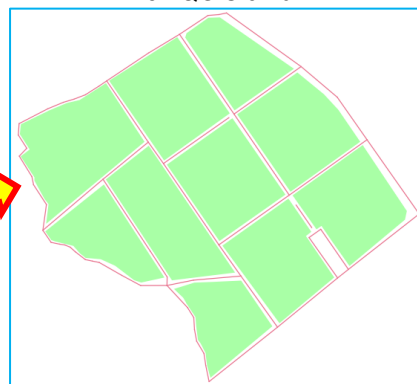
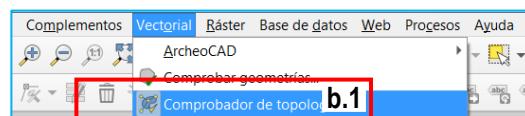


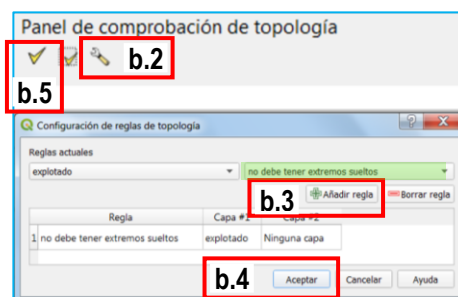
Figura 55: Resultado del geoproceso explotar líneas en QGIS 3.16



(b.1) Desde vectorial, abrir el "Comprobador de topología"



(b.2) Desde el panel comprobación de topología, abrir las configuraciones



(b.3) En la configuración de regla de topología, añadir la regla "no debe tener extremos sueltos" y (b.4) Aceptar

(b.5) Validar todo



El resultado enmarca de color rojo los nodos colgados sobre la capa resultante del geoproceso "explotar líneas".

Posteriormente, se debe desactivar esta capa, y activar la capa de líneas original, así, será posible visualizar los nodos colgados en la capa original.

Ver el resultado en la Figura 56; Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Figura 56: Extremos sueltos en QGIS 3.16



b) Detectar líneas con extremos sueltos en ArcMap 10.5

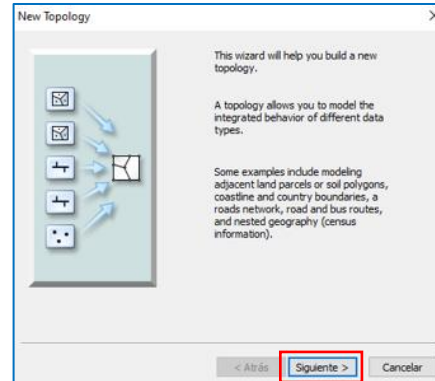
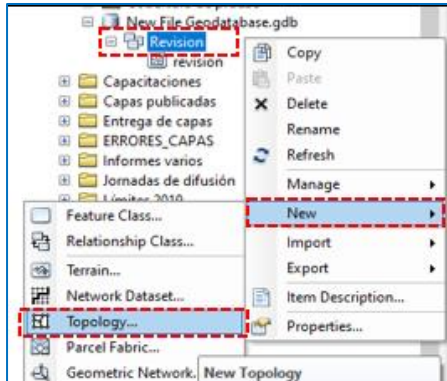
(1) Para abordar e identificar este tipo de inconsistencias de topología, será necesario crear una Geodatabase (GDB) de archivos y posteriormente un Feature Dataset e importar una capa

en la GDB Para ello, se debe revisar el apartado **“9.2.1 Gestión de una GDB de archivos en ArcMap 10.5”**:

(2) Crear nueva regla de topología:

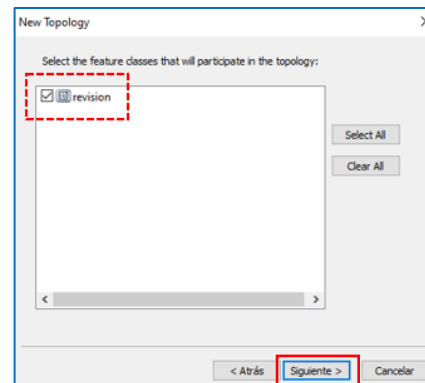
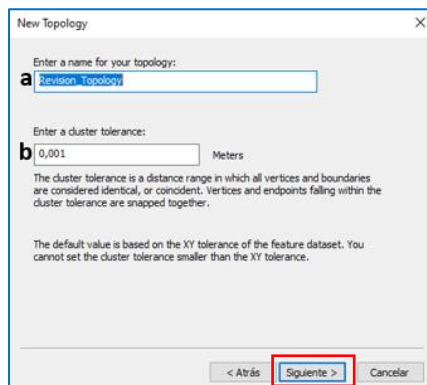
Clic derecho en la capa importada, y desde “nuevo” seleccionar “Topología”

Se muestra un mensaje sobre las reglas de topología, clic en Siguiente



Asignar un nombre a la regla topológica y establecer la tolerancia, se sugiere mantener por defecto y Siguiente

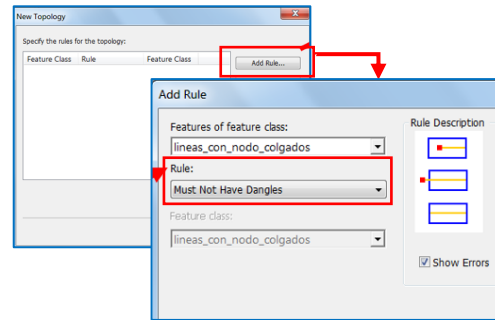
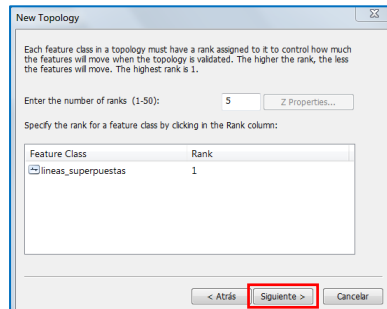
Seleccionar la capa que se le va a aplicar la regla de topología, luego Siguiente



(3) Añadir la regla no debe haber nodos colgados

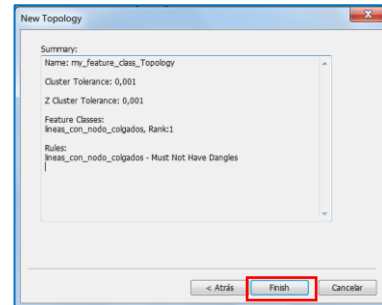
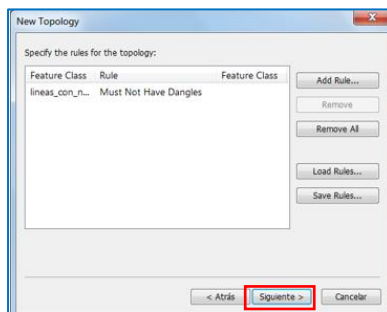
Mantener por defecto el número de rangos y clic en Siguiente

Clic en Añadir regla topológica, se abre la ventana “Añadir regla”, en ella, seleccionar la regla “Must Not Intersect”



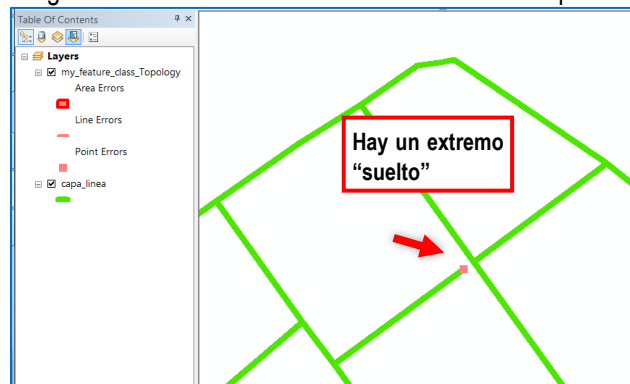
En la ventana topología esta la capa y la regla que se añadió, clic en Siguiente

Por último, se muestra un resumen de la regla de topología añadida, tolerancias, etc. Clic en finalizar



(4) El resultado muestra la región donde se ha detectado un extremo suelto

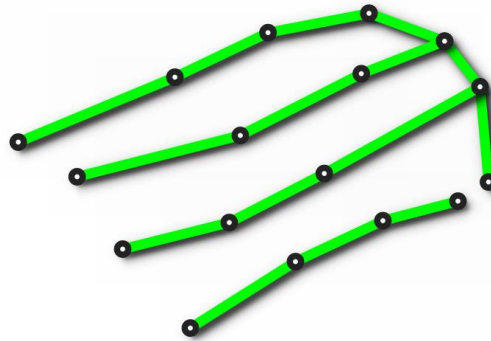
Figura 57: Líneas con extremos sueltos en ArcMap 10.5



5.3.2.5. Líneas sueltas

Son líneas aisladas que no se conectan con otras líneas. Para detectar estos casos, se presentan los pasos que se describen a continuación:

Figura 58: Buscar líneas sueltas

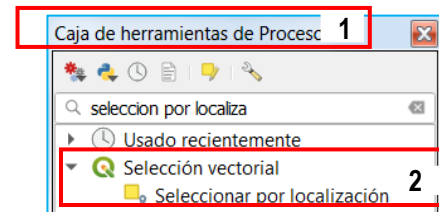


a) Detectar líneas sueltas en QGIS 3.16

(1) Abrir la caja de herramientas de procesos



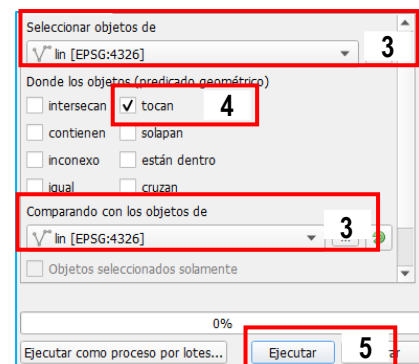
(2) Abrir el geoproceso: Selección por localización



(3) Seleccionar la capa en cuestión como entrada (Seleccionar objetos de) y como superposición (Comparando con los objetos de)

(4) El método (Donde los objetos): **tocan**

(5) Ejecutar



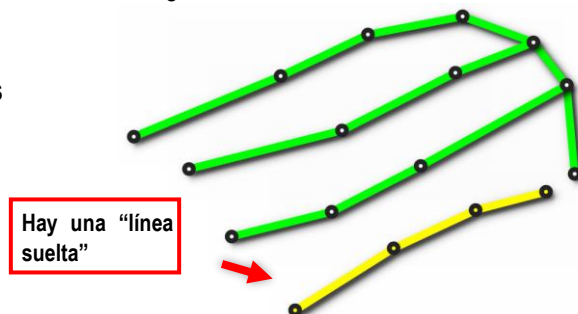
(6) Clic en Invertir selección de objetos



El resultado enmarca en amarillo la o las líneas sueltas que no se conectan con ninguna otra línea.

Ver Figura 59.

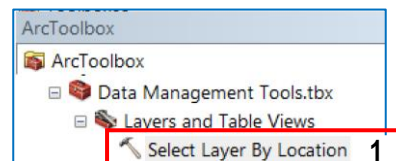
Figura 59: Líneas sueltas en QGIS 3.16



b) Detección de líneas sueltas en ArcMap 10.5

(1) Desde la caja de herramientas ArcTools, desplegar:

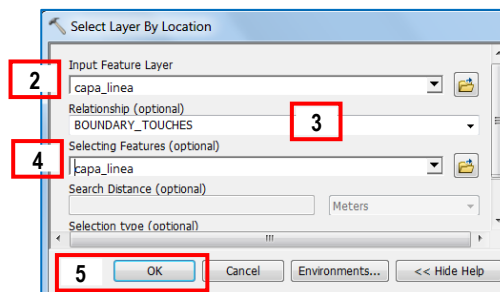
- * Data Management Tools
- * Luego Layers and Table Views
- * Y doble clic sobre sobre Select Layer By Location



(2) Desde el el cuadro selección por localización, en input feature layer: escoger la capa de líneas

(3) En Relationship, seleccionar la relación **"BOUNDARY_TOUCHES"**

(4) En Selection Feature, seleccionar la capa de líneas, y (5) OK



(6) Desde la tabla de contenidos

(7) Ir a List By Selection

(8) Clic derecho sobre la capa de líneas en cuestión

(9) Seleccionar la opción: "Switch Selection"

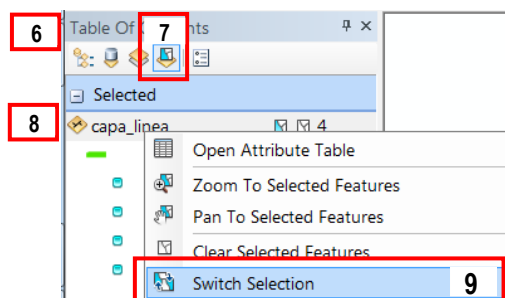
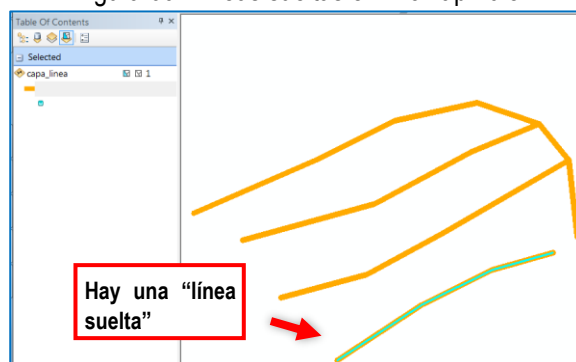


Figura 60: Líneas sueltas en ArcMap 10.5

El resultado enmarca de color turquesa la o las líneas sueltas que no se conectan con ninguna otra línea.

Ver Figura 60.

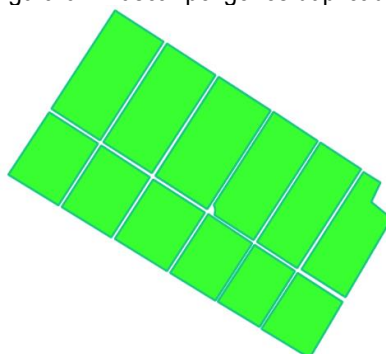


5.3.3. En geometría de polígonos

5.3.3.1. Polígonos duplicados

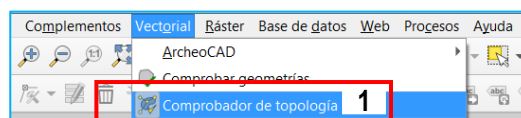
Son polígonos que se superponen totalmente uno sobre otro.

Figura 61: Buscar polígonos duplicados

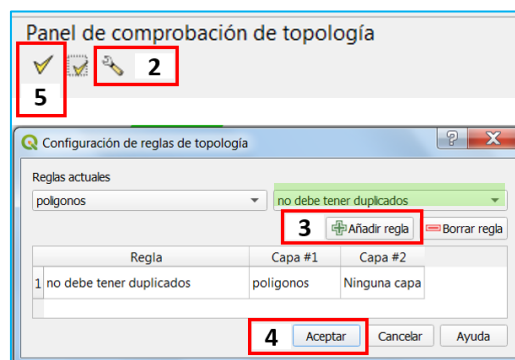


a) Detección de polígono duplicados en QGIS 3.16

(1) Desde vectorial, abrir el "Comprobador de topología"



(2) Desde el panel comprobación de topología, abrir las configuraciones



(3) En la configuración de regla de topología, añadir la regla "no debe tener duplicados" y
(4) Aceptar



(5) Validar todo

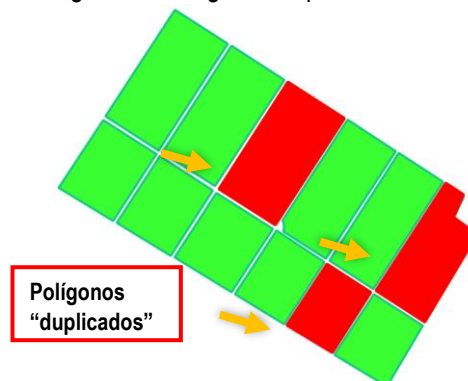


El resultado del geoproceso enmarca de color rojo todos los polígonos espacialmente duplicados.



Visualizar el resultado en la Figura 62

Figura 62: Polígonos duplicados en QGIS 3.16



b) Detección de polígonos duplicados en ArcMap 10.5

Para detectar polígonos espacialmente duplicados, se sugiere ejecutar los procesos utilizados para detectar líneas duplicadas, a continuación, se presenta la propuesta esquematizada:

- (1) Buscar idénticos, en función del campo geometría de la capa
- (2) Unir la tabla de idénticos con la capa original, usando el campo IN_FID
- (3) Calcular la frecuencia de la tabla idénticos, usando el campo IN_FEAT
- (4) Unir la tabla de frecuencia con la capa original, usando el campo IN_FEAT
- (5) Generar una consulta por expresión de atributo, donde la frecuencia sea mayor a 1

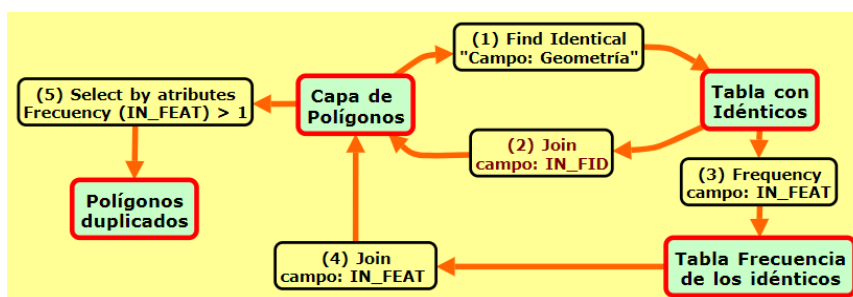
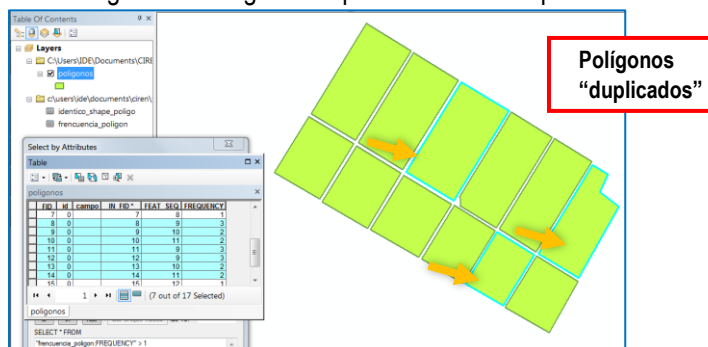


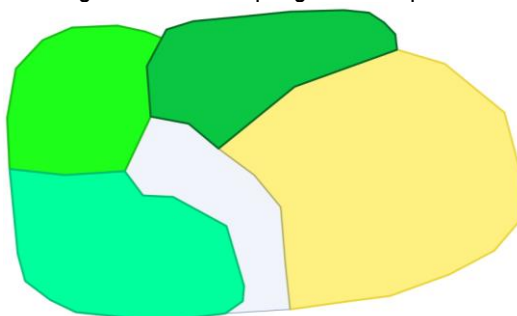
Figura 63: Polígonos duplicados en ArcMap 10.5



5.3.3.2. Polígonos solapados

Son polígonos que comparten áreas interiores en común.

Figura 64: Buscar polígonos solapados



a) Detección de polígono solapados en QGIS 3.16

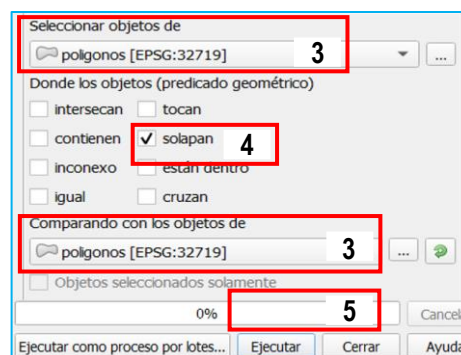
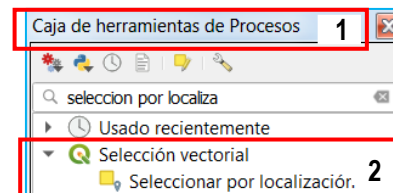
(1) Abrir la caja de herramientas de procesos 

(2) Abrir el geoproceso: Selección por localización 

(3) Seleccionar la capa en cuestión como entrada (Seleccionar objetos de) y como superposición (Comparando con los objetos de)

(4) El método (Donde los objetos): **solapan**

(5) Ejecutar



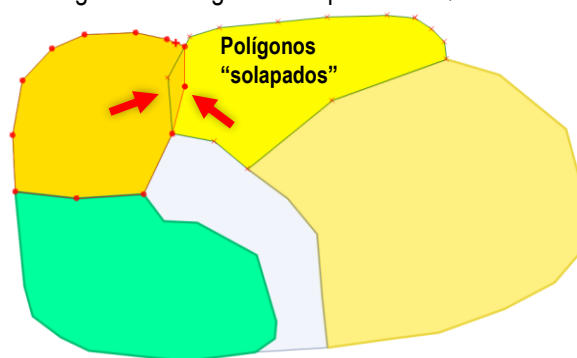
El resultado enmarca todos los polígonos que se solapan (superponen).

La extensión del solapamiento es análisis de otro proceso.

Catalogar estos polígonos como inconsistencias, dependerá de la tolerancia permisible al solapamiento que le asigne el procesador de la información.

Visualizar el resultado en la Figura 65.

Figura 65: Polígonos solapados en QGIS 3.16



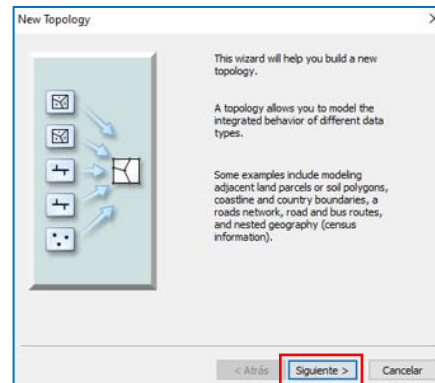
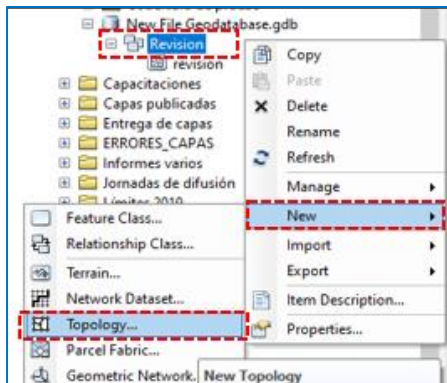
b) Detección de polígonos duplicados en ArcMap 10.5

(1) Para abordar e identificar este tipo de inconsistencias de topología, será necesario crear una Geodatabase (GDB) de archivos y posteriormente un Feature Dataset e importar una capa en la GDB. Para ello, se debe revisar el apartado **“9.2.1 Gestión de una GDB de archivos en ArcMap 10.5”**:

(2) Crear nueva regla de topología:

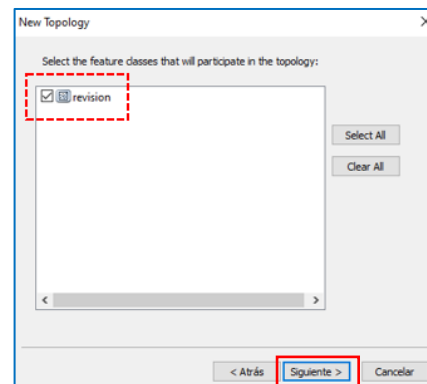
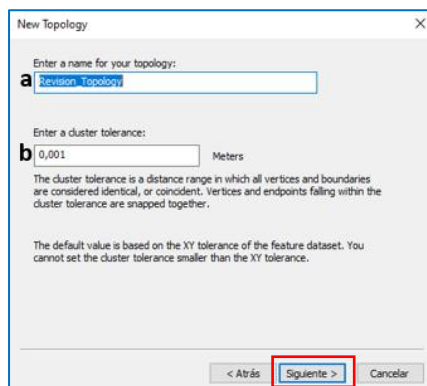
Clic derecho en la capa importada, y desde “nuevo” seleccionar “Topología”

Se muestra un mensaje sobre las reglas de topología, clic en Siguiente



Asignar un nombre a la regla topológica y establecer la tolerancia, se sugiere mantener por defecto y Siguiente

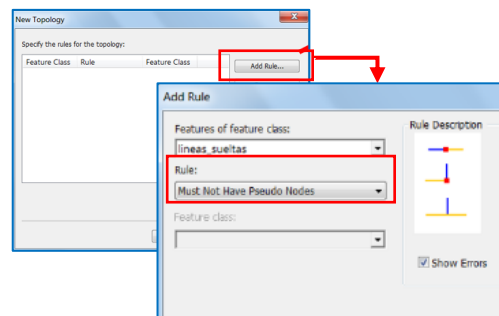
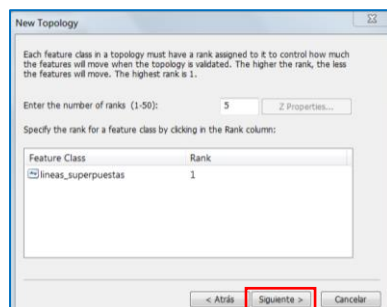
Seleccionar la capa que se le va a aplicar la regla de topología, luego Siguiente



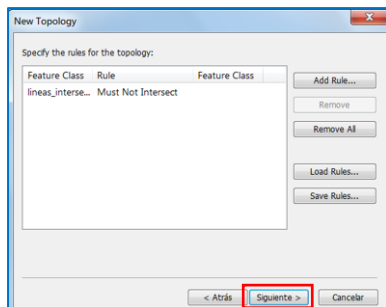
(3) Añadir la regla no debe tener superposición

Mantener por defecto el número de rangos y clic en Siguiente

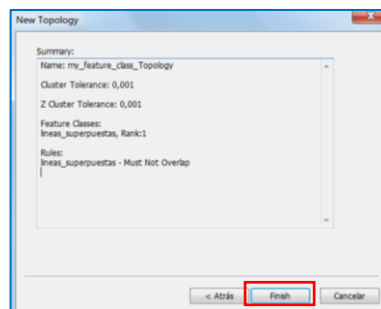
Clic en Añadir regla topológica, se abre la ventana "Añadir regla", en ella, seleccionar la regla "Must Not Intersect"



En la ventana topología esta la capa y la regla que se añadió, clic en Siguiente

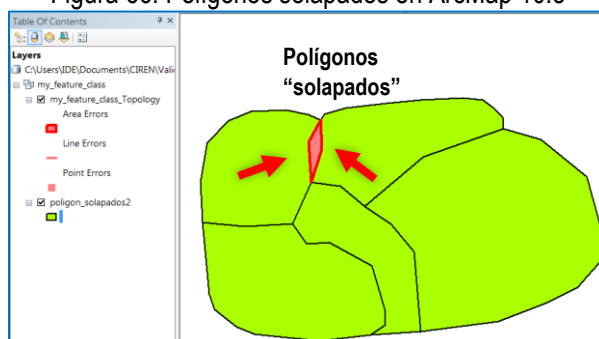


Por último, se muestra un resumen de la regla de topología añadida, tolerancias, etc. Clic en finalizar



(4) El resultado muestra los polígonos solapados

Figura 66: Polígonos solapados en ArcMap 10.5

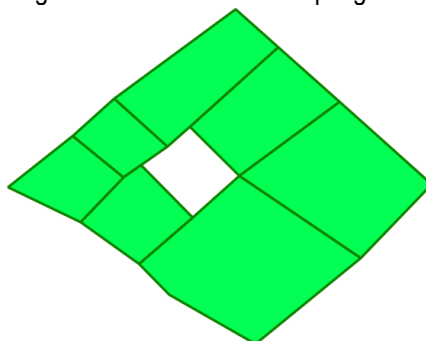


5.3.3.3. Fisuras (Gaps)

Son huecos, hoyos o vacíos que hay en un polígono o entre polígonos adyacentes (Saltos en QGIS 3.16), que han sido definidos como inconsistencia por el productor del dato.

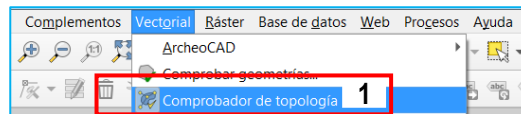
Nota: “No todos los saltos (hoyos) son o deben ser considerados como inconsistencias topológicas, ya que puede haber vacíos en o entre polígonos donde simplemente no hay datos”

Figura 67: Buscar saltos en polígonos

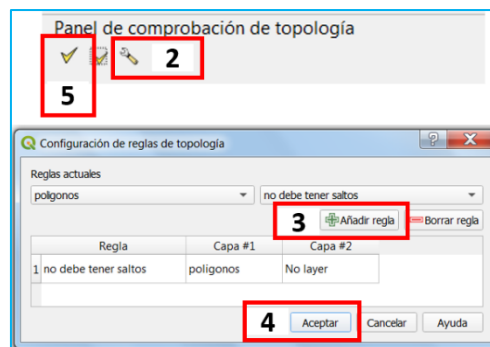


a) Detección de polígonos con saltos en QGIS 3.16

(1) Desde vectorial, abrir el “Comprobador de topología”



(2) Desde el panel comprobación de topología, abrir las configuraciones



(3) En la configuración de regla de topología, añadir la regla “no debe tener saltos” y (4) Aceptar



(5) Validar todo

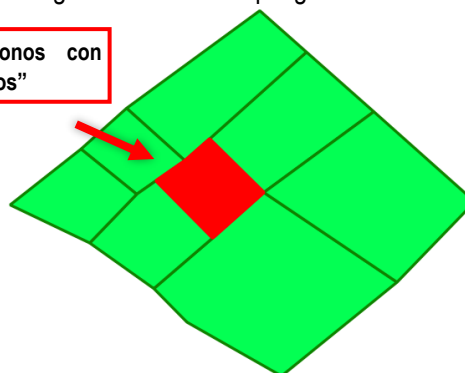


Figura 68: Saltos en polígonos en QGIS 3.16

El resultado del geoproceso enmarca de color rojo todos los saltos (huecos o gaps) que hay en o entre polígonos.



Polígonos con “saltos”



Visualizar el resultado en la Figura 68.

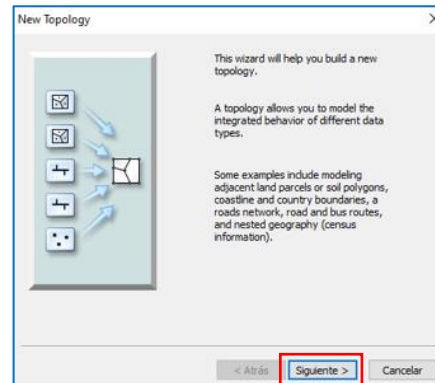
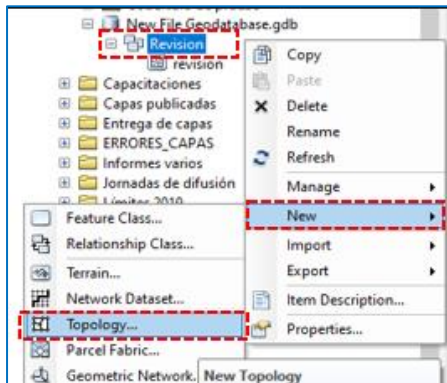
b) Detección de polígonos con saltos en ArcMap 10.5

(1) Para abordar e identificar este tipo de inconsistencias de topología, será necesario crear una Geodatabase (GDB) de archivos y posteriormente un Feature Dataset e importar una capa en la GDB Para ello, se debe revisar el apartado **“9.2.1 Gestión de una GDB de archivos en ArcMap 10.5”**:

(2) Crear nueva regla de topología:

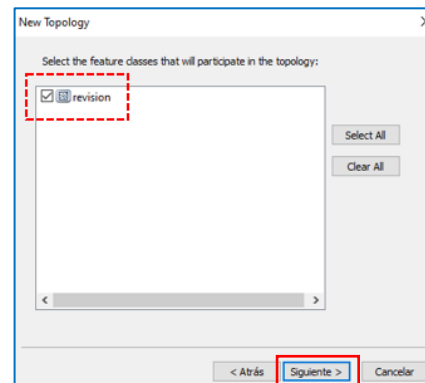
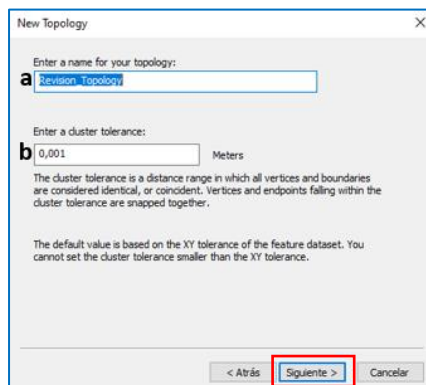
Clic derecho en la capa importada, y desde “nuevo” seleccionar “Topología”

Se muestra un mensaje sobre las reglas de topología, clic en Siguiente



Asignar un nombre a la regla topológica y establecer la tolerancia, se sugiere mantener por defecto y Siguiente

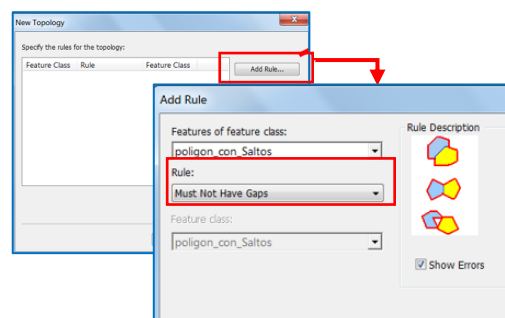
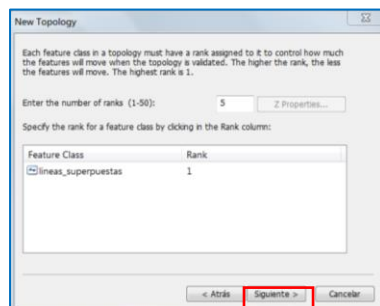
Seleccionar la capa que se le va a aplicar la regla de topología, luego Siguiente



(3) Añadir la regla no debe tener huecos

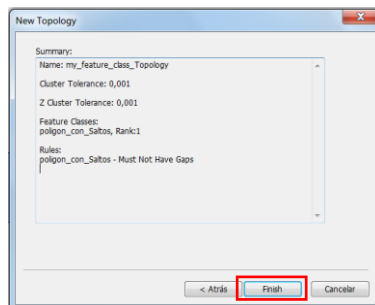
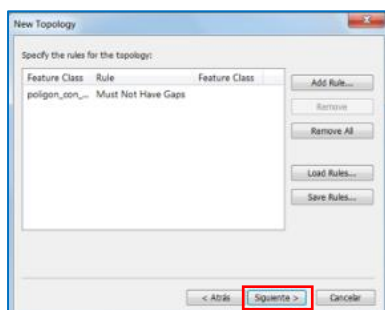
Mantener por defecto el número de rangos y clic en Siguiente

Clic en Añadir regla topológica, se abre la ventana "Añadir regla", en ella, seleccionar la regla "Must Not Have Gaps"



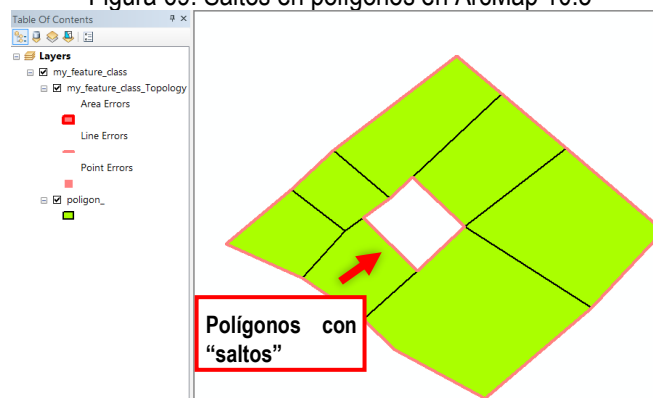
En la ventana topología esta la capa y la regla que se añadió, clic en Siguiente

Por último, se muestra un resumen de la regla de topología añadida, tolerancias, etc. Clic en finalizar



(4) El resultado muestra los polígonos solapados

Figura 69: Saltos en polígonos en ArcMap 10.5



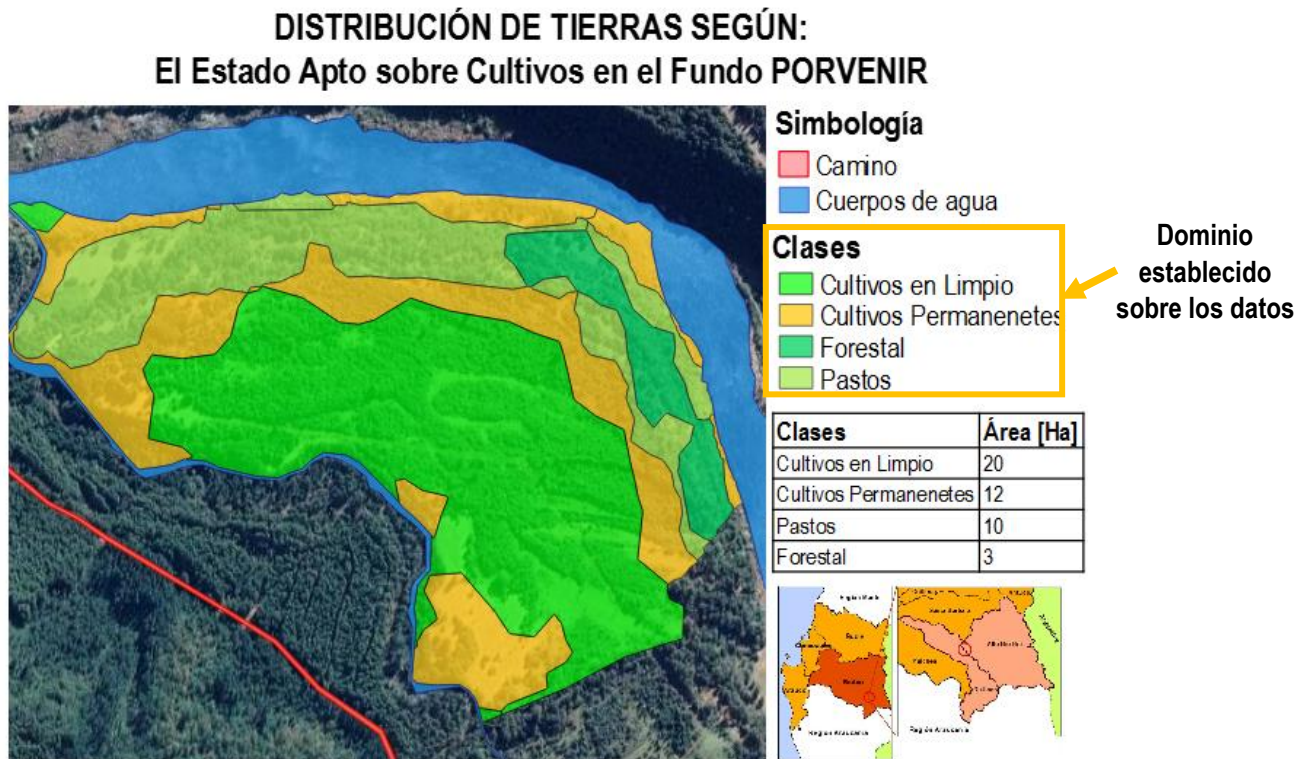
6. DOMINIO DE LOS DATOS

6.1. Definición de dominios

En los SIG, los elementos (objetos geográficos) de las capas de IG, además, de estar compuestas por geometrías georreferenciadas, poseen también datos descriptivos, vinculados a la temática del estudio que se esté desarrollando. Estos datos, se encuentran tabulados en una Base de Datos, denominada tabla de atributos, donde cada fila o registro de la tabla está asociada a uno o varios elementos de la capa; y cada columna o campo almacena los datos descriptivos de cada registro. Entonces, en capas con una gran cantidad de elementos, puede resultar amplio el rango de valores cualitativos o cuantitativos que se le puede asignar a cada uno de sus atributos; por esto, es indispensable contar con un dominio que defina dicho rango, estableciendo así limitaciones sobre los atributos. Por ende, cuando se le asocia un dominio a un campo, éste sólo podrá almacenar los valores incluidos dentro del rango definido. Así mismo, también se deben considerar aquellos dominios abiertos cuyo rango de valores es ampliado frecuentemente por nuevos datos, para ellos, es recomendable llevar un control mediante una lista o planilla adjunta para validarlos en la capa de IG.

En la Figura 70 se muestra un mapa donde se representa la distribución de tierras, estimando el estado apto sobre cultivos en un fundo rural de la comuna del Alto Biobío - 2016, además se muestran las categorías establecidas en el dominio del campo que se está representando. Así, los dominios para el campo o atributo "Clases" serán: Cultivos en Limpió, Cultivos Permanentes, Forestal y Pastos.

Figura 70: Dominios establecidos sobre un mapa de distribución de tierras



6.2. Inconsistencias en los dominios

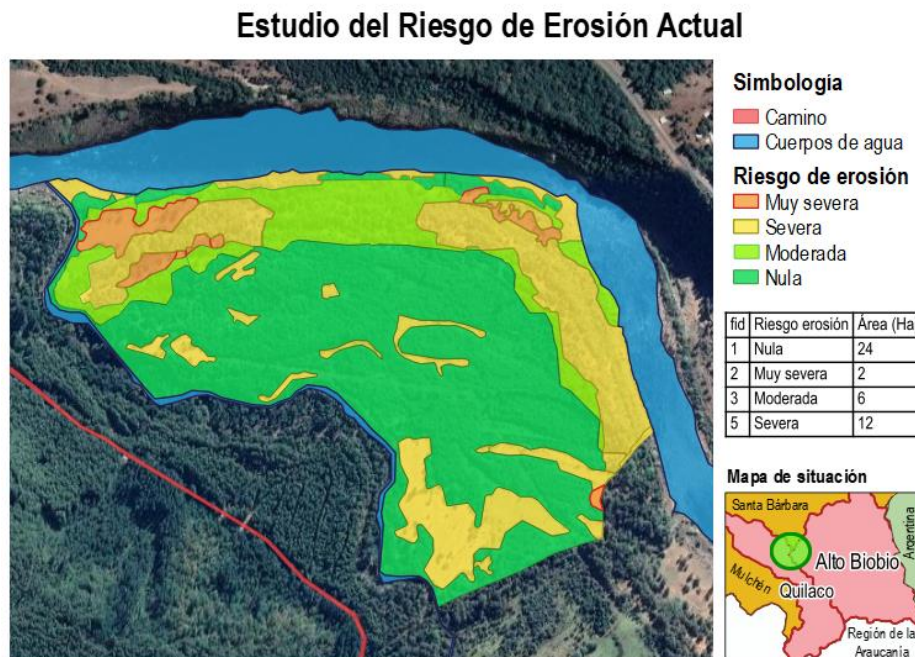
Son múltiples las instancias en las que se necesita contar con IG sistematizada. Un ejemplo de ello puede ser la necesidad de contar con un reporte online (en una aplicación) que agrupe las variables disponibles en una capa de IG, de tal modo que permita la toma de decisiones. Por tal motivo, es fundamental contar con datos que posean dominios bien definidos. Por ejemplo, no será lo mismo agrupar y cuantificar una variable a nivel regional si se considera para agrupar el atributo “Nombre de Región” y en los dominios de los datos es posible encontrar: “Región del Biobío” y “Región del Bio-bío”. Se debe mencionar que la práctica de documentar los dominios de los datos es poco habitual, pero cada vez más necesaria.

Si los dominios de los datos han sido definidos para los campos en una capa de IG, **una inconsistencia de dominio** haría referencia a la existencia de valores que estén fuera de rango o no correspondan a los parámetros establecidos por el productor del dato. Los SIG actualmente poseen herramientas que permiten al productor del dato validar la consistencia de sus dominios de datos.

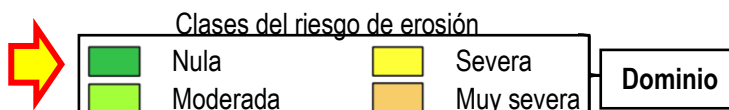
6.2.1. Inconsistencias sobre dominios de datos cualitativos

Son atributos descriptivos que no están incluidos en los valores que efectivamente deben estar presentes en la tabla de atributos, por ejemplo, en la Figura 71 se muestra un mapa del riesgo de erosión actual y posteriormente se analiza el dominio de la capa mediante una consulta en QGIS 3.16 y ArcMap 10.5

Figura 71: Buscar inconsistencias de dominio de datos cualitativos sobre un mapa de riesgo de erosión actual



En la tabla adjunta, se revelan los valores temáticos que se han establecido para el dominio del estudio del riesgo de erosión actual:



6.2.1.1. Detectar inconsistencias de dominio sobre datos cualitativos en QGIS 3.16

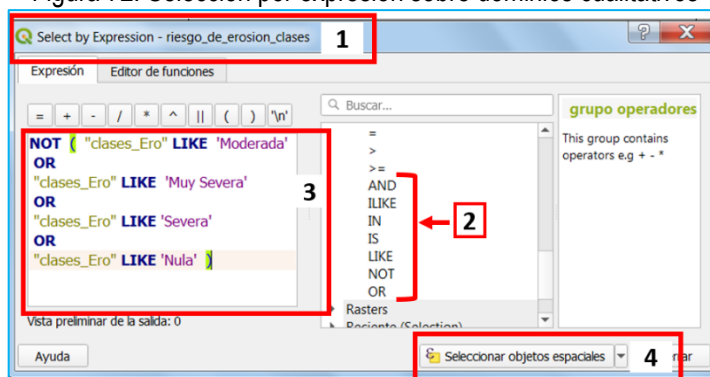
(1) Desde la tabla de atributos de la capa, abrir la herramienta “selección por expresión”



(2) Utilizar los operadores lógicos para construir la consulta como: “NOT”, “LIKE”, “OR”, entre otros.

(3) Redactar la consulta, para obtener los valores fuera del dominio, ejemplo:
NOT("clase_Ero" LIKE 'Moderada' OR "clase_Ero" LIKE 'Muy Severa' OR "clase_Ero" LIKE 'Severa' OR "clase_Ero" LIKE 'Nula')

Figura 72: Selección por expresión sobre dominios cualitativos



(4) Seleccionar objetos espaciales

El resultado de la consulta muestra los elementos que se encuentran fuera de los valores temáticos establecidos en el dominio de la capa, respetando el orden y semántica en el que están almacenados sus atributos. (Figura 73)

Figura 73: Inconsistencias en dominios con datos cualitativos en QGIS 3.16



6.2.1.2. Detectar inconsistencias de dominio sobre datos cualitativos en ArcMap 10.5

Figura 74: Selección por atributos sobre dominios cualitativos

(1) Desde la tabla de atributos de la capa, abrir la herramienta “selección por atributos”



(2) Seleccionar el campo que contiene el dominio de los datos y utilizar los operadores lógicos para construir la consulta como: “NOT”, “LIKE”, “OR”, entre otros.

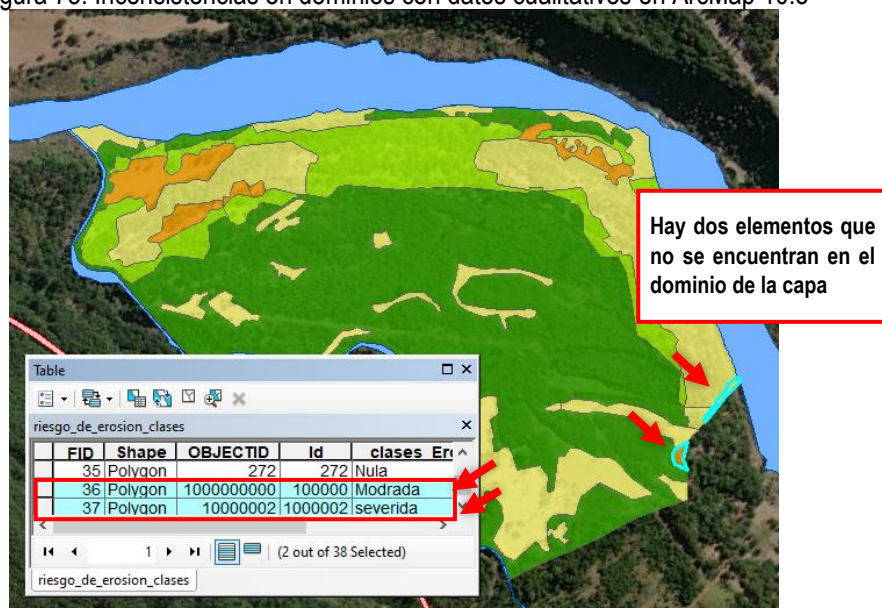
(3) Redactar la consulta, para obtener los valores fuera del dominio, ejemplo:

NOT(“clase_Ero” LIKE ‘Moderada’ OR “clase_Ero” LIKE ‘Muy Severa’ OR “clase_Ero” LIKE ‘Severa’ OR “clase_Ero” LIKE ‘Nula’)

(4) Aplicar

El resultado de la consulta muestra los elementos que se encuentran fuera de los valores temáticos establecidos en el dominio de la capa, respetando el orden y semántica en el que están almacenados sus atributos. (Figura 75)

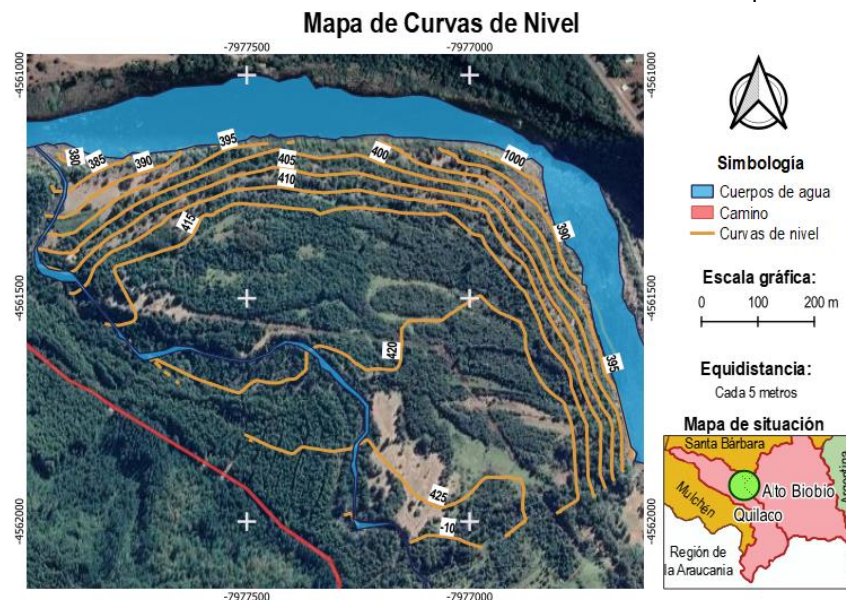
Figura 75: Inconsistencias en dominios con datos cualitativos en ArcMap 10.5



6.2.2. Inconsistencias sobre dominios de datos cuantitativos

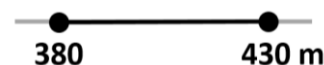
Son datos de tipo numérico que se encuentran fuera del o de los intervalos determinados en el estudio desarrollado, por ejemplo, en la Figura 76 se muestra un mapa de Curvas de Nivel, en la cual se han definido preliminarmente las cotas máximas y mínimas del área de estudio (380 y 430).

Figura 76: Buscar inconsistencias de dominio de datos cuantitativos sobre un mapa de curvas de nivel



En un estudio preliminar sobre el área de estudio en cuestión, se ha determinado que las cotas máximas y mínimas, se encuentran dentro del intervalo (Figura 77):

Figura 77: Dominio para datos cuantitativos



6.2.2.1. Detectar inconsistencias de dominio sobre datos cuantitativos en QGIS 3.16

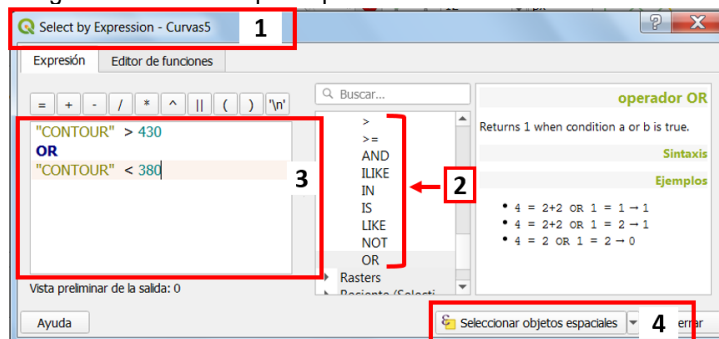
(1) Desde la tabla de atributos abrir la herramienta "selección por expresión"



(2) Usar operadores lógicos como: ">", "<", "OR", entre otros.

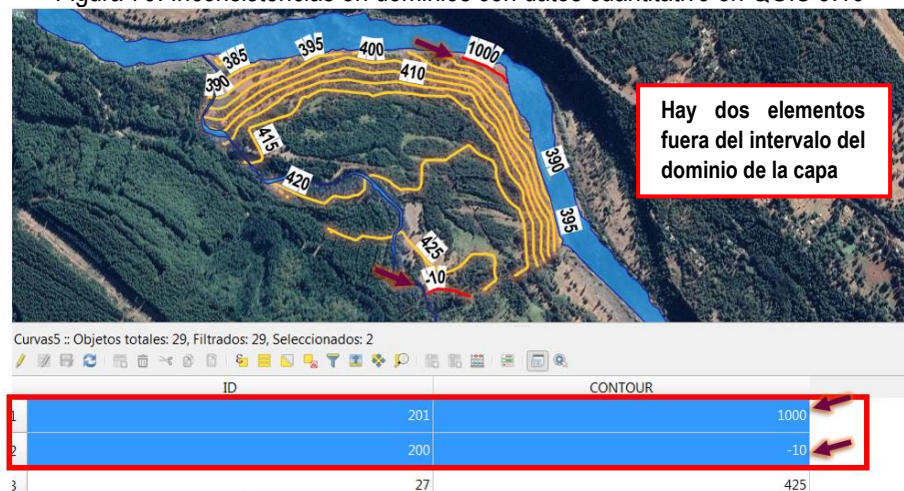
(3) Redactar la consulta, para obtener los valores fuera del intervalo del definido en el dominio. Ejemplo: **"CONTOUR" > 430 OR "CONTOUR" < 380** y (4) seleccionar objetos espaciales

Figura 78: Selección por expresión sobre dominios cuantitativos



La consulta muestra los elementos que se encuentran fuera de los valores temáticos establecidos en el dominio de la capa, respetando el orden y semántica en el que están almacenados sus atributos. (Figura 79)

Figura 79: Inconsistencias en dominios con datos cuantitativo en QGIS 3.16



6.2.2.2. Detectar inconsistencias de dominio sobre datos cuantitativos en ArcMap 10.5

Figura 80: Selección por atributos sobre dominios cuantitativos

(1) Desde la tabla de atributos de la capa, abrir la herramienta "selección por atributos"



(2) Utilizar operadores lógicos y de comparación como: ">", "<", "OR", entre otros

(3) Redactar la consulta, para obtener los valores fuera del intervalo del definido en el dominio. Ejemplo:

"CONTOUR" > 430 OR "CONTOUR" < 380

(4) Aplicar

Select by Attributes 1

Enter a WHERE clause to select records in the table window.

Method : Create a new selection

"FID"
"ID"
"CONTOUR" 2

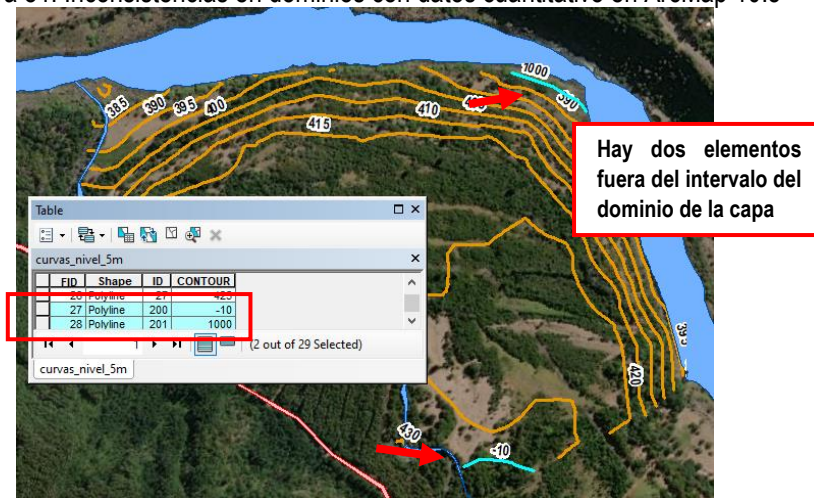
= < > Like
> > = And
< < = Or
_ % () Not
Is In Null Get Unique Values Go To:

SELECT * FROM curvas_nivel_5m WHERE:
"CONTOUR" >430 OR "CONTOUR" <380 3

Clear Verify Help Load... Save... 4 Apply Close

La consulta muestra los elementos que se encuentran fuera de los valores temáticos establecidos en el dominio de la capa, respetando el orden y semántica en el que están almacenados sus atributos. (Figura 81)

Figura 81: Inconsistencias en dominios con datos cuantitativo en ArcMap 10.5

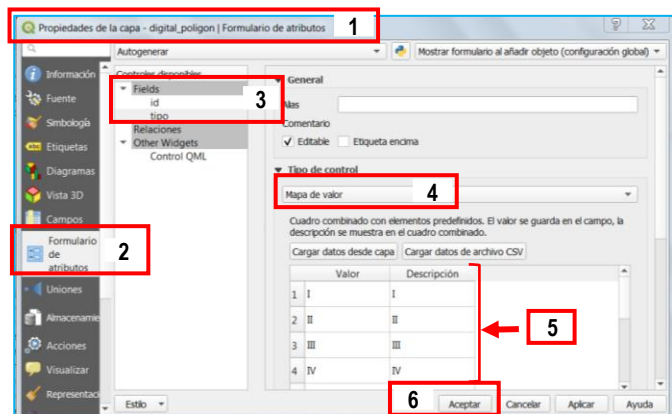


6.3. Consistencia de dominio

A continuación, se muestra un procedimiento alternativo para crear un dominio usando los softwares SIG tanto QGIS 3.16 como ArcMap 10.5

6.3.1. Consistencia de dominio en QGIS 3.16

- (1) Abrir las propiedades de la capa
- (2) Dirigirse a "Formulario de atributos"
- (3) Seleccionar el campo de la capa sobre el cual se va a establecer el dominio
- (4) Tipo de control: Mapa de valor
- (5) Añadir los valores del dominio, y (6) Aceptar.



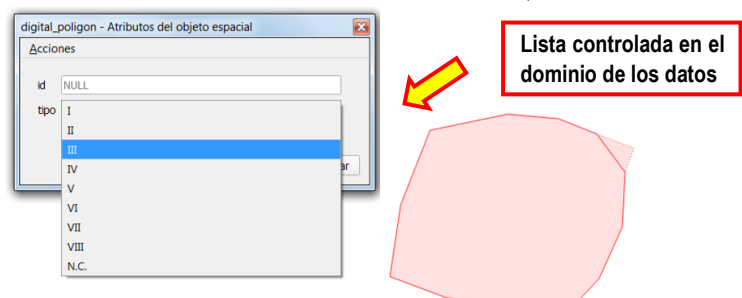
Al digitar una entidad, ya sean: puntos, líneas o polígonos.

Los valores de atributos que se le podrán asignar, serán tomados desde la lista controlada, generada recientemente en el:

Formulario de atributos
ver Figura 82



Figura 82: Dominios establecido sobre los datos en QGIS 3.16



6.3.2. Consistencia de dominio en ArcMap 10.5

Finalmente, se muestra un procedimiento alternativo para crear un dominio usando ArcMap 10.5, para ello, se debe crear una Geodatabase, y desde sus propiedades, crear uno o varios dominios para cada uno de los campos según sea necesario, ejemplo:

(1) Clic derecho sobre la Geodatabase, e ir a las propiedades

(2) Dirigirse a la pestaña "Domains", y añadir el nombre del Dominio y su Descripción, ejemplo Dominio de pendientes

(3) En las propiedades del Dominio, especificar el tipo de datos, lista de valores, etc.

(4) En la lista de códigos de valores, especificar los códigos y los atributos asociados al Dominio del campo, ejemplo:

- 1 → llano
- 2 → ondulado
- 3 → colinas
- 4 → montaña

1 Database Properties

Domain Name	Description
Pendiente	Pendiente del terreno

3 Domain Properties:

Field Type	Text
Domain Type	Coded Values
Split policy	Default Value
Merge policy	Default Value

4 Coded Values:

Code	Description
1	llano
2	ondulado
3	colinas
4	montaña

Figura 83: Dominios establecido sobre los datos en ArcMap 10.5

Finalmente, se debe asignar el Dominio recién creado a la capa (feature class) en cuestión

(5) Dirigirse a la pestaña Fields:

(6) Seleccionar el campo sobre el cual se asignará el Dominio

(7) En propiedades de Fields, en Domain seleccionar el Dominio creado anteriormente

Ver ejemplo en la Figura 83

Feature Class Properties

Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID
Shape	Geometry
id	Long Integer
plantacion	Text
Shape_Length	Double
Shape_Area	Double
pendientes_del_terreno	Text

7 Domain Pendiente

Seleccionar el Dominio

7. SUGERENCIAS PARA OPTIMIZAR LAS CAPAS DE IG

7.1. Simplificar geometrías

Usualmente, las capas de IG que poseen grandes cantidades de datos y representan una gran extensión territorial, hacen que el formato de archivo (SHP, geopackage, geojson, geodatabase, etc.) que los contiene sea pesado y; por consiguiente, los recursos del hardware requerido, la navegación en internet y tiempo de espera al momento de transferir, compartir, descargar o realizar algunas operaciones como la visualización y consulta de datos a través de visualizadores de mapas web sean muy elevados. Para aliviar de alguna manera este requerimiento, se sugiere en este subcapítulo tomar en consideración los métodos de simplificación de vértices para optimizar las capas de IG.

Antes de emplear esta metodología, se debe tener en cuenta que, el resultado que se obtiene no consta solamente de una simplificación de la geometría mediante la sustracción de sus nodos, también se debe estimar la pérdida del detalle cartográfico, pero, por otro lado, conserva la forma esencial del objeto (líneas o polígonos). La decisión de que tan fina podría ser la simplificación de los vértices dependerá de la necesidad y objetivos a cumplir, así como la escala de trabajo definida.

7.1.1. Simplificar geometrías en QGIS 3.16

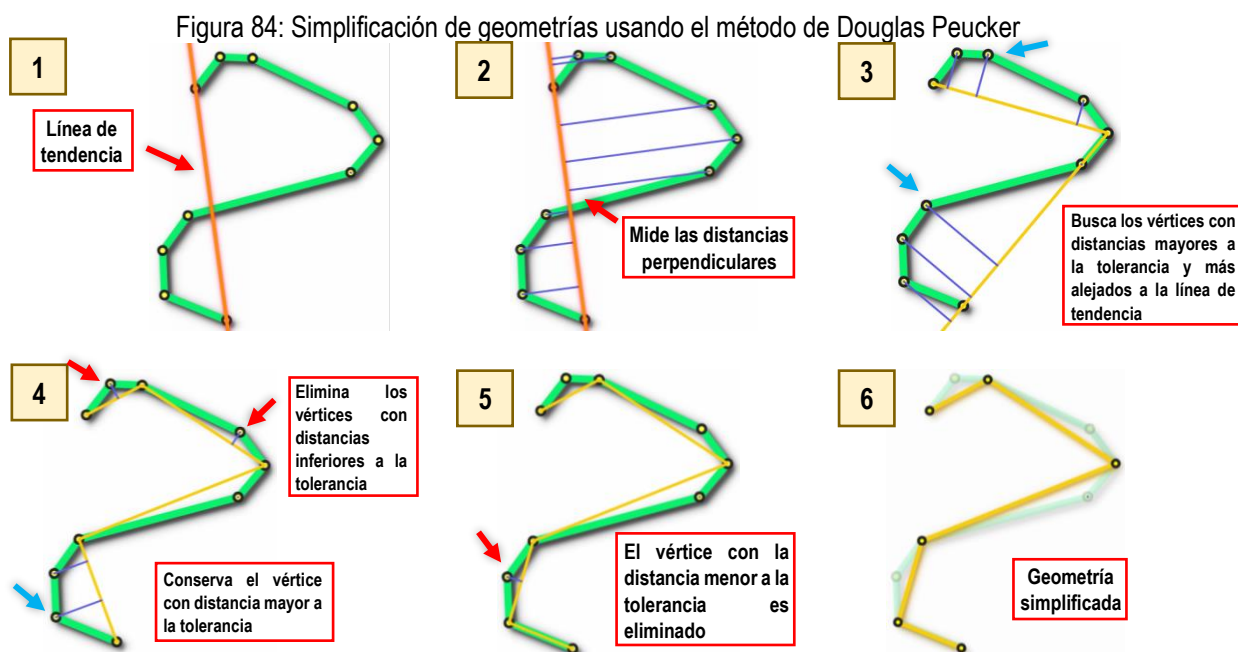
A continuación, se describen los métodos que se emplean utilizando la versión 3.16 de QGIS:

7.1.1.1. Distancia Douglas Peucker

El método conserva los puntos que representan la forma de la geometría, y elimina el resto de los vértices intermedios. Para esto, el proceso fija una línea de tendencia sobre las aristas de la geometría, manteniendo los puntos críticos que aseguran su forma, para esto mide la distancia perpendicular entre cada punto y la línea de tendencia, los vértices cuya distancia sea inferior a una distancia tolerable serán eliminados.

En los siguientes pasos, se detalla el funcionamiento del algoritmo:

- (1) Genera una línea de tendencia que conecta el punto inicial y final del elemento (línea o polígono)
- (2) Mide la distancia perpendicular entre la línea de tendencia y cada vértice
- (3) Si todas las distancias son menores a la distancia tolerable, el proceso se detiene.
- (4) De lo contrario, busca el vértice con la distancia más lejana y a partir de este se trazan dos líneas de tendencia, y en cada una de ellas se reitera el proceso de manera independiente hasta que no hallan vértices con distancias inferiores a la tolerancia.
- (5) En la Figura 84 se muestra un ejemplo para simplificar los vértices de una línea usando 3 iteraciones, en base a la Tolerancia establecida 



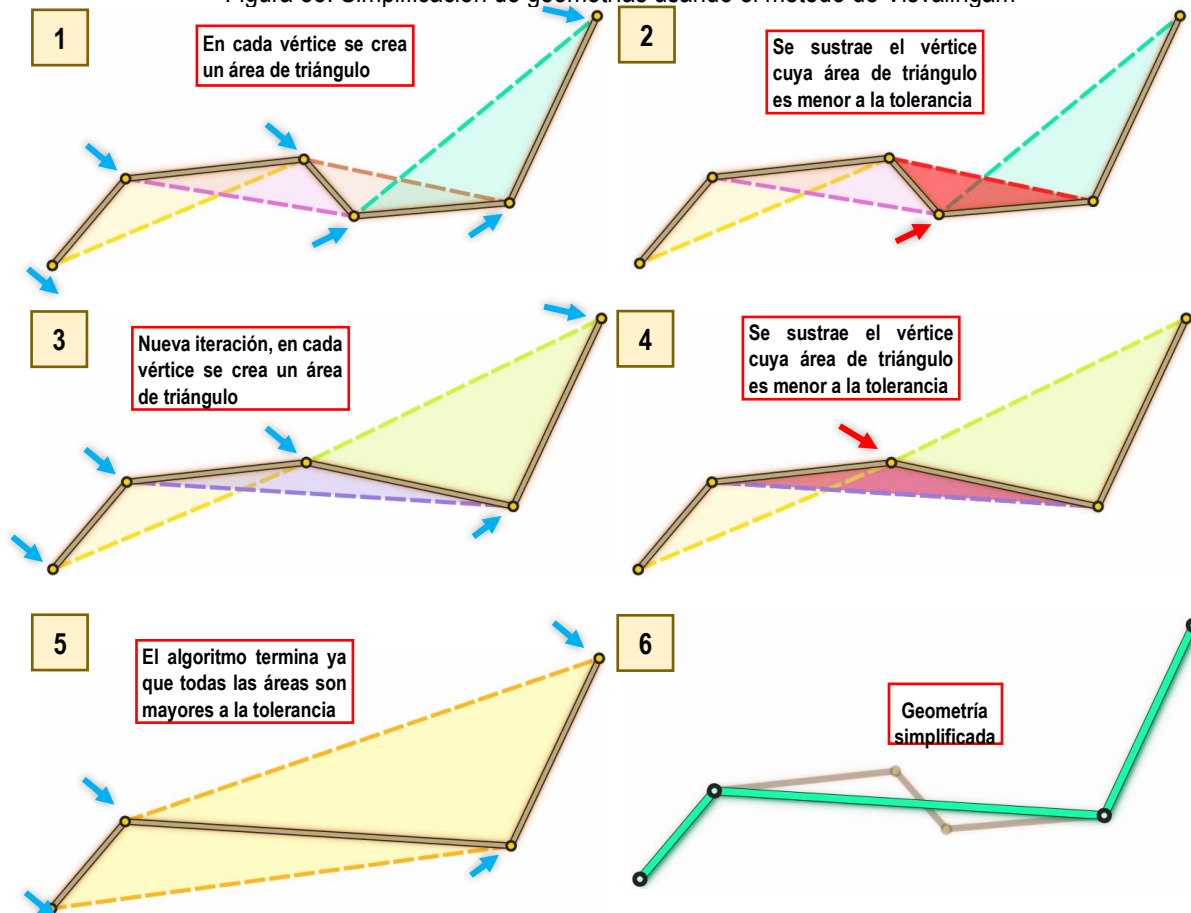
7.1.1.2. Basados en área - algoritmo "Visvalingam"

Este método consiste en generar áreas de triángulos, que se forman en cada vértice del elemento (línea o polígono) con sus dos vecinos más próximos, luego, se eliminan el o los vértices donde las áreas de triángulos sean menores a una tolerancia establecida. El proceso es iterativo, y termina cuando todas las áreas de triángulo que se lleguen a formar sean mayores que la tolerancia.

En los siguientes pasos, se detalla el funcionamiento del algoritmo:

- (1) En cada vértice del elemento (línea o polígono) junto con sus dos vecinos más próximos se genera un área de triángulo.
- (2) El o los vértices donde se han generado aquellas áreas de triángulos inferiores a la tolerancia establecida son eliminados.
- (3) Una vez que son eliminados los vértices del punto (2), el proceso se vuelve a iterar eliminando los vértices donde se vuelven a generar áreas de triángulo inferiores a la tolerancia establecida
- (4) El proceso continúa hasta que todas las áreas de triángulo sean mayores a la tolerancia
- (6) En la Figura 85 se muestra un ejemplo para simplificar los vértices de una línea usando 3 iteraciones.

Figura 85: Simplificación de geometrías usando el método de Visvalingam

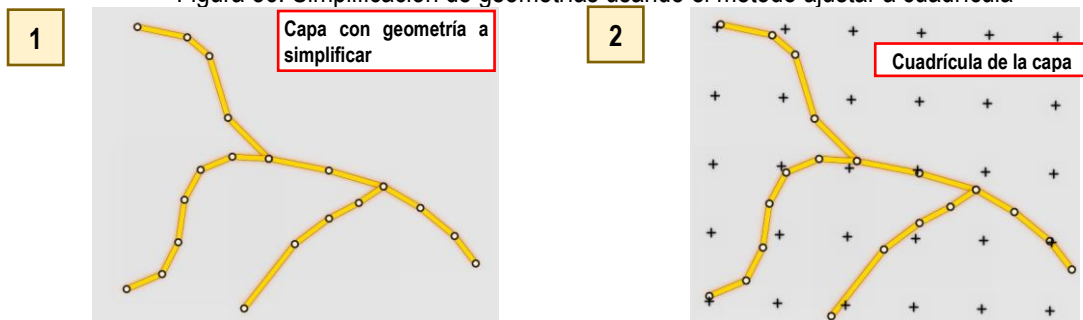


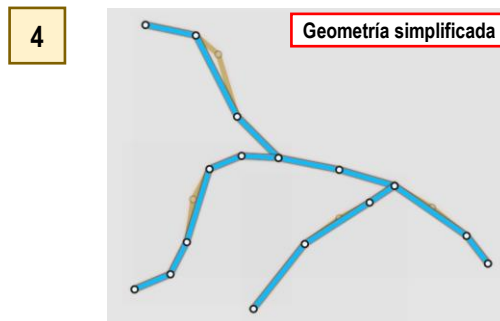
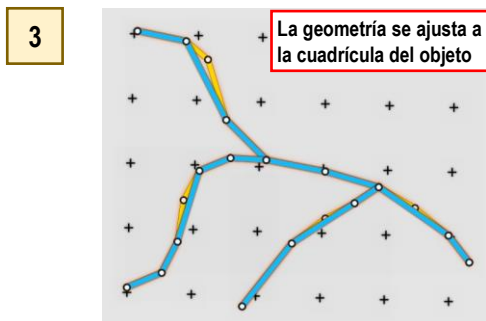
7.1.1.3. Ajuste de geometrías a una cuadrícula.

Este método, conserva los vértices de los polígonos, líneas o polilíneas que mejor se ajustan a la cuadrícula del objeto, bajo una tolerancia definida, los vértices restantes son eliminados.

En los siguientes pasos, se detalla el funcionamiento del algoritmo:

Figura 86: Simplificación de geometrías usando el método ajustar a cuadrícula

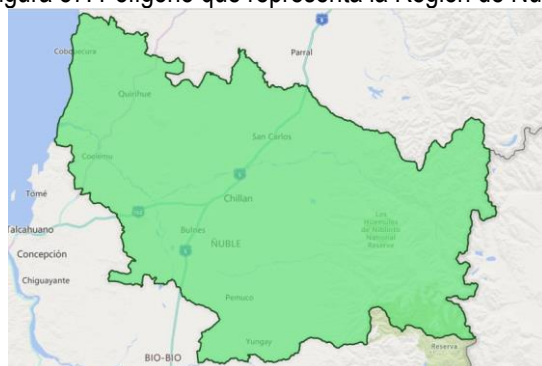




7.1.1.4. Comparación de los métodos de simplificación en QGIS 3.16

A continuación, se muestran una breve comparación entre los 3 métodos de simplificación vistos recientemente, para ello se ha simplificado la geometría del polígono que representa la Región de Ñuble en QGIS 3.16.

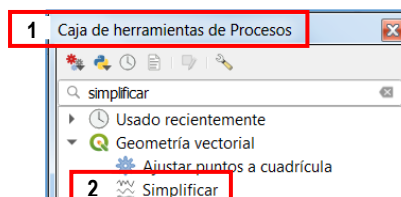
Figura 87: Polígono que representa la Región de Ñuble



(1) Abrir la caja de herramientas de procesos



(2) Abrir el geoproceso: Simplificar



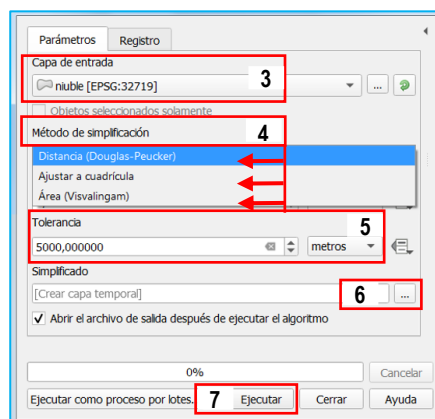
(3) Seleccionar la capa a simplificar

(4) Seleccionar el método para simplificar la geometría del elemento (líneas o polígonos)

- * Distancia "Douglas-Peucker"
- * Ajustar a cuadrícula
- * Área "Visvalingam"

(5) Ingresar el valor de la tolerancia y la unidad de medida, ejemplo: 5000 metros

(6) Seleccionar la carpeta y (7) Ejecutar

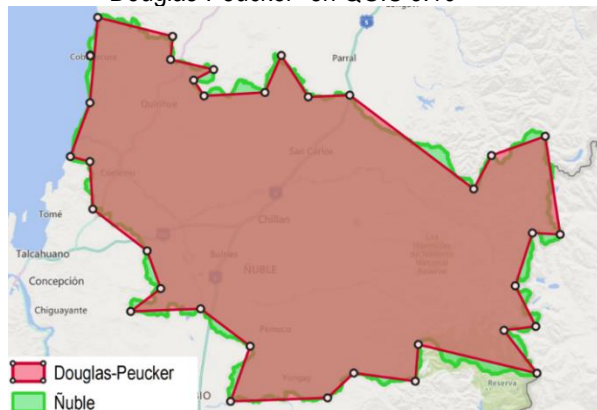


En la Figura 88, se muestra la simplificación, producto del algoritmo basado en distancia de "Douglas-Peucker":

Adicionalmente, se compara el peso del resultado con el archivo original, se aprecia la disminución del peso en el resultado:

Douglas-Peucker.dbf	21-06-202...	Archivo DBF	1 KB
Douglas-Peucker.prj	21-06-202...	Archivo PRJ	1 KB
Douglas-Peucker.qpj	21-06-202...	Archivo QPJ	1 KB
Douglas-Peucker.shp	21-06-202...	Archivo SHP	1 KB
Douglas-Peucker.shx	21-06-202...	Archivo SHX	1 KB
niuble.dbf	03-06-202...	Archivo DBF	1 KB
niuble.prj	03-06-202...	Archivo PRJ	1 KB
niuble.qpj	03-06-202...	Archivo QPJ	1 KB
niuble.shp	03-06-202...	Archivo SHP	223 KB
niuble.shx	03-06-202...	Archivo SHX	1 KB

Figura 88: Ejemplo de simplificación usando el algoritmo de "Douglas-Peucker" en QGIS 3.16



En la Figura 89, se muestra la simplificación, producto del ajuste de geometrías a una cuadrícula.

Adicionalmente, se compara el peso del resultado con el archivo original, se aprecia la disminución del peso en el resultado:

Ajustar a cuadrícula.dbf	21-06-202...	Archivo DBF	1 KB
Ajustar a cuadrícula.prj	21-06-202...	Archivo PRJ	1 KB
Ajustar a cuadrícula.qpj	21-06-202...	Archivo QPJ	1 KB
Ajustar a cuadrícula.shp	21-06-202...	Archivo SHP	5 KB
Ajustar a cuadrícula.shx	21-06-202...	Archivo SHX	1 KB
niuble.dbf	03-06-202...	Archivo DBF	1 KB
niuble.prj	03-06-202...	Archivo PRJ	1 KB
niuble.qpj	03-06-202...	Archivo QPJ	1 KB
niuble.shp	03-06-202...	Archivo SHP	223 KB
niuble.shx	03-06-202...	Archivo SHX	1 KB

Figura 89: Ejemplo de simplificación usando el algoritmo de "Visvalingam" en QGIS 3.16

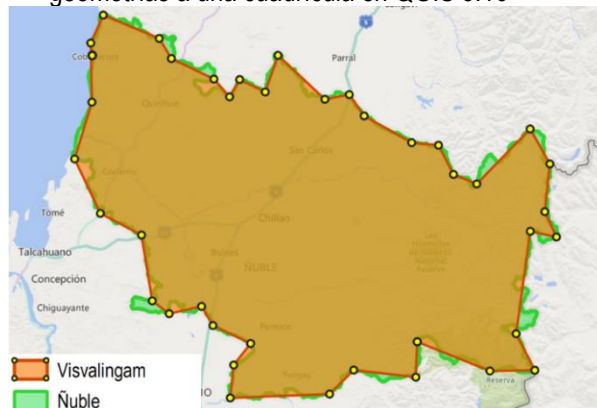


En la Figura 90, se muestra la simplificación, producto del algoritmo basados en área de "Visvalingam"

Adicionalmente, se compara el peso del resultado con el archivo original, se aprecia la disminución del peso en el resultado:

Visvalingam.shx	21-06-202...	Archivo SHX	1 KB
Visvalingam.shp	21-06-202...	Archivo SHP	2 KB
Visvalingam.qpj	21-06-202...	Archivo QPJ	1 KB
Visvalingam.prj	21-06-202...	Archivo PRJ	1 KB
Visvalingam.dbf	21-06-202...	Archivo DBF	1 KB
Visvalingam.cpg	21-06-202...	Archivo CPG	1 KB
niuble.shx	03-06-202...	Archivo SHX	1 KB
niuble.shp	03-06-202...	Archivo SHP	223 KB
niuble.qpj	03-06-202...	Archivo QPJ	1 KB
niuble.prj	03-06-202...	Archivo PRJ	1 KB
niuble.dbf	03-06-202...	Archivo DBF	1 KB

Figura 90: Ejemplo de simplificación usando el ajuste de geometrías a una cuadrícula en QGIS 3.16

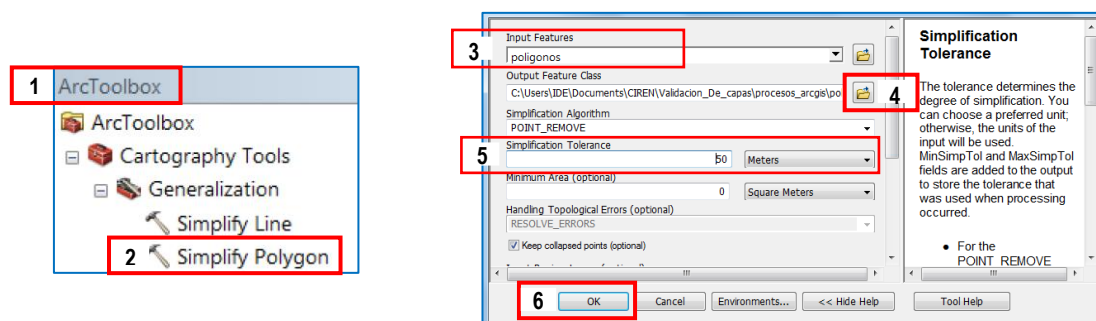


Nota: Si bien simplificar los vértices de las geometrías de entidades de líneas y polígonos sustrae los vértices que suelen considerarse innecesarios, manteniendo la forma esencial de dicho elemento, utilizarlos en QGIS 3.16, suelen generar inconsistencias de topología como hoyos (gaps) y solapamientos.

7.1.2. Simplificar geometrías en ArcMap 10.5

ArcMap cuenta también con la herramienta simplificar líneas y polígonos, pudiendo escoger entre los métodos de distancia (Douglas Peucker), basados en área (Visvalingam), simplificar curvatura (Wang-Müller), y área ponderada (Zhou-Jones).

Emplear la herramienta simplificar con ArcMap, tiene la salvedad que evitar la generación de inconsistencias de topología.



Actinución se comparan los escenarios en los cuales se ha simplificado una cobertura de polígonos en QGIS 3.16 versus ArcMap 10.5

Figura 91: Capa de polígonos a simplificar

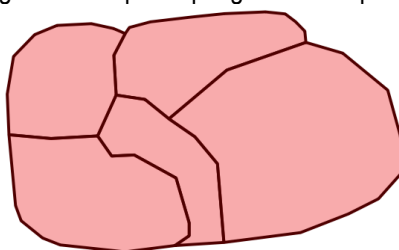


Figura 92: Simplificar geometrías de polígonos en QGIS 3.16

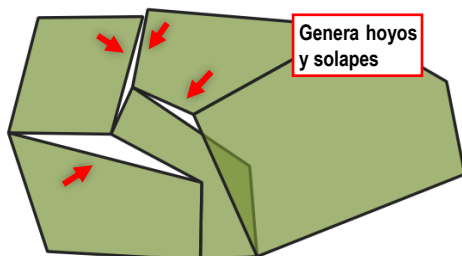
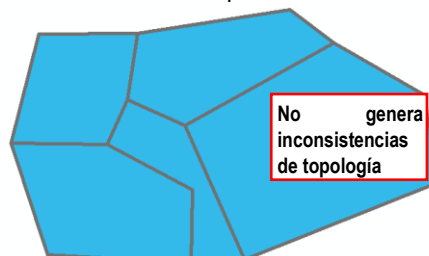


Figura 93: Simplificar geometrías de polígonos en ArcMap 10.5



7.2. Suavizar geometrías

Esta herramienta permite suavizar los bordes con esquinas angulares agudas que se forman entre los vértices de una entidad con geometría de líneas o polígonos, favoreciendo así su calidad estética o cartográfica del elemento en términos de su representación visual, buscando siempre que el resultado final sea concordante con el modelo al cual se desea llegar, y a su vez teniendo la precaución de no generar inconsistencias de topología. Para hacer esto posible, es necesario aumentar el número de vértices del elemento (líneas o polígonos) a través de los algoritmos disponibles en los softwares SIG disponibles, esto obviamente repercutirá en un aumento del peso donde se almacene la entidad suavizada.

Figura 94: Entidad con geometría de polígono

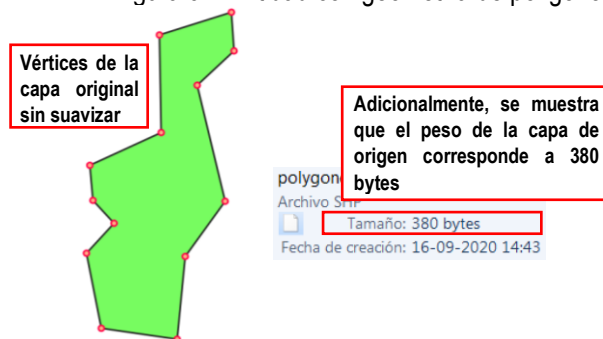
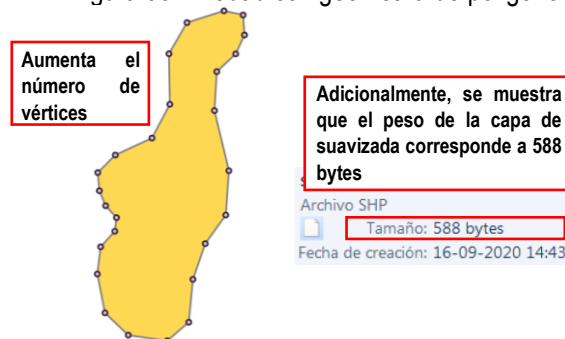
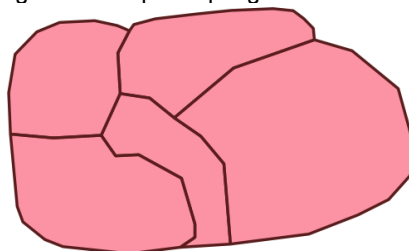


Figura 95: Entidad con geometría de polígono suavizado



En la Figura 96 se buscará suavizar la geometría de una capa de polígonos, utilizando QGIS 3.16 y ArcMap 10.5:

Figura 96: Capa de polígonos a suavizar

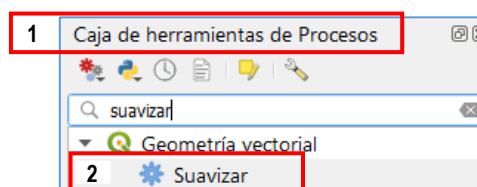


7.2.1. Suavizar geometrías en QGIS 3.16

(1) Abrir la caja de herramientas de procesos



(2) Abrir el geoproceso: Suavizar



- (3) Seleccionar la capa a suavizar
- (4) Iteraciones del suavizado
- (5) Desplazamiento del ajuste que seguirá el suavizado respecto a la geometría original.
- (6) Ángulo máximo de nodo a suavizar, y (7) Carpeta donde se guardará el suavizado.

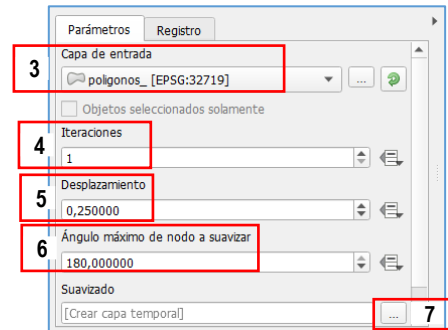
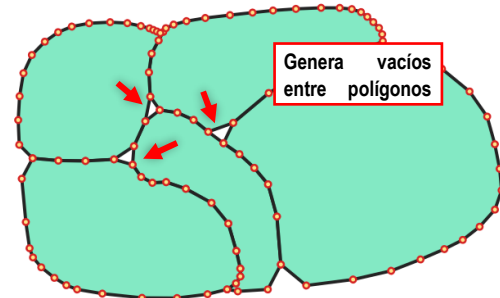


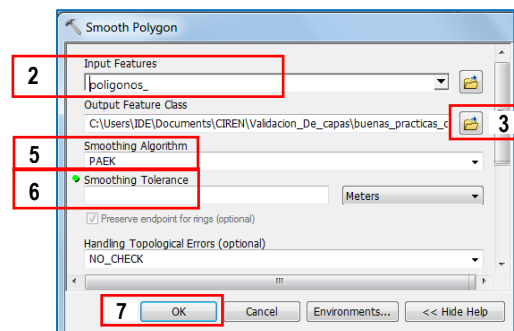
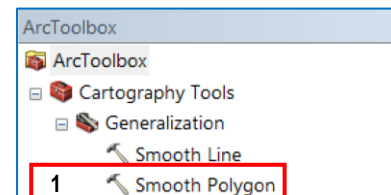
Figura 97: Geometrías de polígonos suavizados en QGIS 3.16

En la Figura 97, se muestra la geometría suavizada del polígono, para este caso solo se ha empleado una sola iteración, generando algunos vacíos entre medio de los polígonos suavizados.



7.2.2. Suavizar geometrías en ArcMap 10.5

- (1) Desde la caja de herramientas ArcTools, abrir:
 - * Cartography Tools
 - * Generalization
 - * Smooth Polygon (En caso de suavizar líneas abrir Smooth Line)
- (3) Seleccionar la capa a suavizar
- (4) Escoger la carpeta donde se guardará el resultado
- (5) Seleccionar el método de simplificación:
 - * PAEK: aproximación polinómica, el suavizado no pasa por los vértices del polígono de entrada
 - * BEZIER_INTERPOLATION: "curvas de Bezier", el suavizado pasa por los vértices del polígono
- (6) Añadir una tolerancia mayor a cero si usa el método de PEAK, y (7) OK



En la Figura 98 y Figura 99, se comparan los resultados de las geometrías suavizadas del mismo polígono, con el método peak se han generado vacíos a diferencia del método de Bezier donde la superficie es continua:

Figura 98: Geometrías de polígonos suavizados en ArcMap 10.5 usando el método de Peak

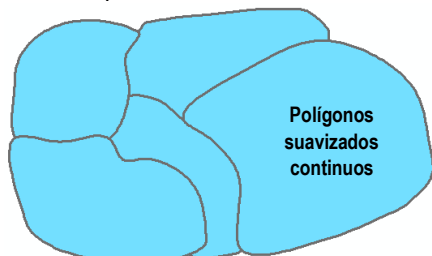
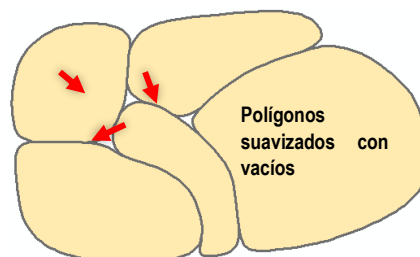


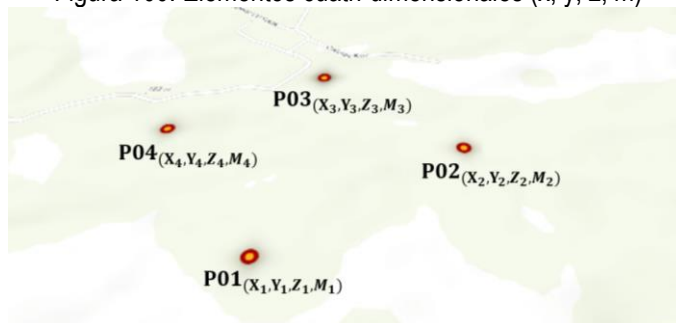
Figura 99: Geometrías de polígonos suavizados en ArcMap 10.5 usando el método de Bezier



7.3. Corregir geometrías

Esta herramienta genera una representación “válida” para cada una de las “geometrías no válidas” que se hallan detectado en los elementos de la capa. Esto, no implica una alteración de la forma ni en las dimensiones del objeto, ya que, no sustrae ni adiciona ningún vértice a la capa, ni altera su posición; sino más bien, produce geometrías múltiples. Adicionalmente, los elementos con geometrías válidas no son intervenidos, y los valores M (Figura 100) también conocidas como la cuarta dimensión son eliminadas.

Figura 100: Elementos cuatri-dimensionales (x, y, z, m)



Para entender el funcionamiento de este geoproceto, primero es necesario conocer e interpretar la codificación que se utilizan en los SIG para caracterizar y almacenar los objetos geométricos espaciales en los formatos de tipos vectoriales. Con este fin, se ha empleado el formato estándar Well Known Text (WKT²⁸), el cual es definido por el OGC, y servirá en este subcapítulo para ejemplificar la estructura de una geometría no válida y compararla con el resultado de corregido de dicha geometría (geometría válida).

A continuación, se presentan las distintas tipologías utilizadas en el estándar **WKT**:

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| * Puntos → POINT | * Multipuntos → MULTIPOINT |
| * Líneas → LINESTRING | * Multilíneas → MULTILINESTRING |
| * Polígonos → POLYGON | * Multipolígonos → MULTIPOLYGON |

²⁸ Well-known text representation of coordinate reference systems: <https://www.ogc.org/standards/wkt-crs>

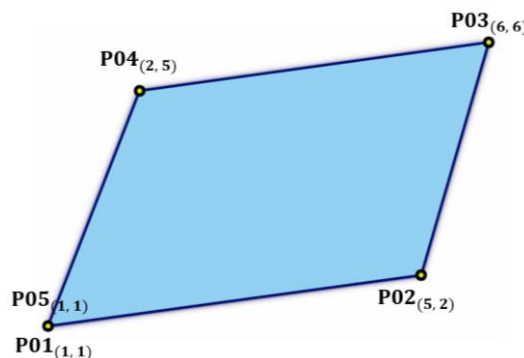
Ejemplo, en la Figura 101 se representa la composición de un elemento con geometría de polígono en un SIG:

Estructura de la geometría de un POLYGON usando el formato estándar WKT:

POLYGON((1 1, 5 2, 6 6, 2 5, 1 1))

- * Parámetro de geometría: Polygon
- * Entre paréntesis se incluyen las coordenadas de los vértices
- * Las coordenadas "x" e "y" se separan por espacios, y cada par de coordenadas por comas
- * El vértice inicial y el vértice final son coincidentes, de lo contrario se tendría un LINESTRING

Figura 101: Representación gráfica de un POLYGON



Entendiendo ya el funcionamiento de las geometrías en un SIG con la ilustración reciente de la Figura 101, procedemos a mostrar el geoproceso corregir y reparar geometrías en QGIS 3.16 y ArcMap 10.5 respectivamente; la primera que sigue el estándar OGC y la segunda el estándar Esri. Además, se compara la estructura de una geometría inválida de un polígono con su homólogo validado, producto de este geoproceso.

7.3.1. Corregir geometrías en QGIS 3.16

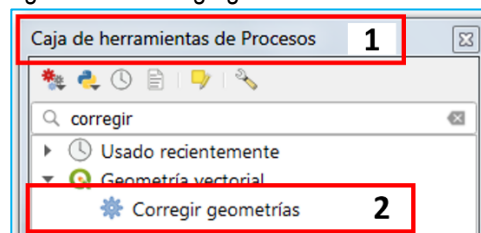
(1) Abrir la caja de herramientas de procesos



(2) Abrir el geoproceso: Corregir geometrías



Figura 102: Corregir geometrías en QGIS 3.16



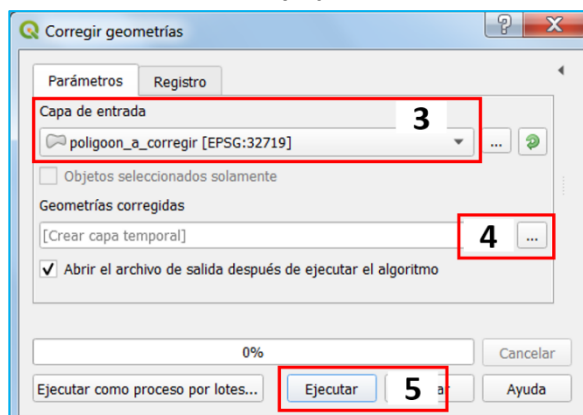
(3) En capa de entrada, ingresar la capa a corregir. En la Figura 103 está el ejemplo de la capa con geometría/s no válida/s.

(4) Seleccionar la carpeta donde guardará el resultado

(5) Ejecutar.

En la Figura 104 se encuentra el resultado de este geoproceso, a partir de la corrección de geometría sobre la capa de entrada.

Figura 103: Geoproceso corregir geometrías en QGIS 3.16



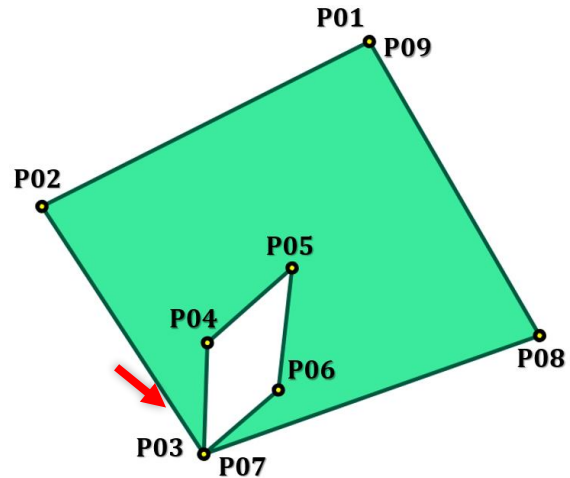
Estructura de un POLYGON con geometría "No Válida", usando el formato estándar WKT:

```
POLYGON((P01, P02, P03,  
          P04, P05, P06,  
          P07, P08, P09))
```

El problema con esta geometría es que el contorno exterior se intersecta con el contorno interior dentro del polígono.

Esto es ilustrado en la Figura 104, además, en este ejemplo de corregir geometrías es la capa de entrada

Figura 104: Polígono con geometría no válida por corregir

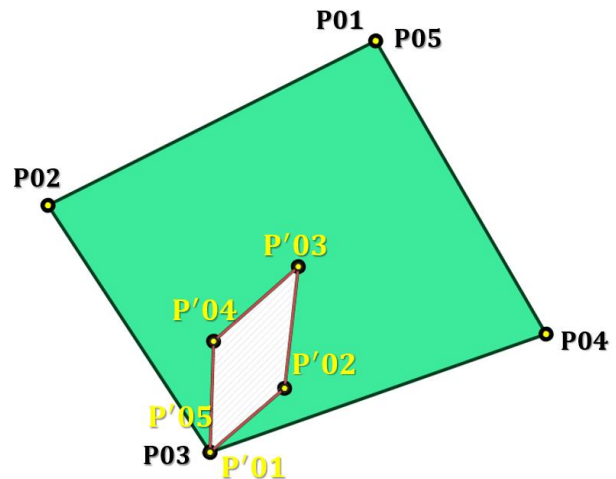


Estructura del POLYGON representado en la Figura 96 con la geometría corregida (geometría "Válida"), usando el formato estándar WKT:

```
POLYGON((P01, P02, P03,  
          P04, P05),  
        (P'01, P'02, P'03,  
          P'04, P'05))
```

La solución ha sido definir un corte sobre el polígono, delimitando por separado el contorno exterior e interior en la geometría del polígono, generando así Multigeometrías (o geometrías Multi).

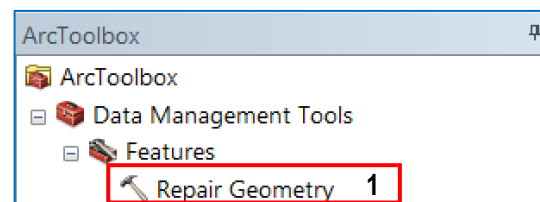
Figura 105: Polígono con geometría válida corregida en QGIS 3.16



7.3.2. Reparar geometrías en ArcMap 10.5

(1) Desde la caja de herramientas ArcTools, desplegar:

- * Data Management Tools
- * Luego abrir Features
- * Y doble clic sobre sobre Repair Geometry

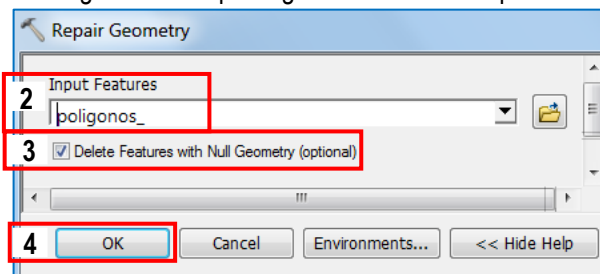


(2) Se despliega el cuadro Repair Geometry, en Input Features, ingresar la capa en cuestión.

(3) Opcionalmente puede eliminar geometrías nulas en caso de que sean detectadas

(4) Clic en Ok para ejecutar el proceso.

Figura 106: Reparar geometría en ArcMap 10.5



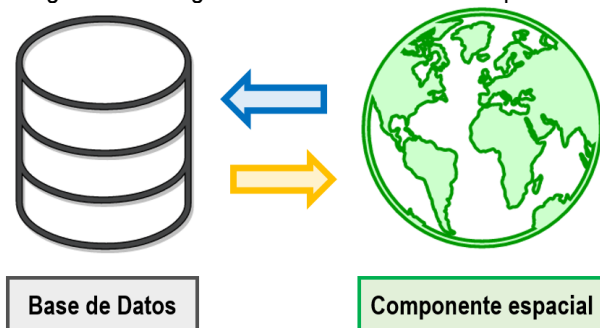
Para utilizar este geoproceto, primero se debe emplear el proceso Check Geomtry, y en caso de detectar los típicos problemas como auto-intersecciones, ausencia del índice espacial, geometrías nulas, etc. estas serán corregidas en este proceso.

8. BASES DE DATOS GEOESPACIALES

8.1. Definición de Bases de datos geoespaciales

Una de las ventajas del programa IDE Minagri es evitar la redundancia de la información, compartirla y disponer de ella de forma rápida y ubicua. Con este fin, el mecanismo adoptado es la utilización de las Bases de Datos (BBDD) Geoespaciales, denominadas como un sistema que permite almacenar tablas o conjunto de datos junto con sus geometrías y su ubicación espacial, conservando el sistema de referencia en el que ha sido definido.

Figura 107: Diagrama de Bases de Datos Espaciales



En los siguientes subcapítulos se describen algunos conceptos a considerar para una buena gestión en la entrega y carga de los datos al programa IDE Minagri.

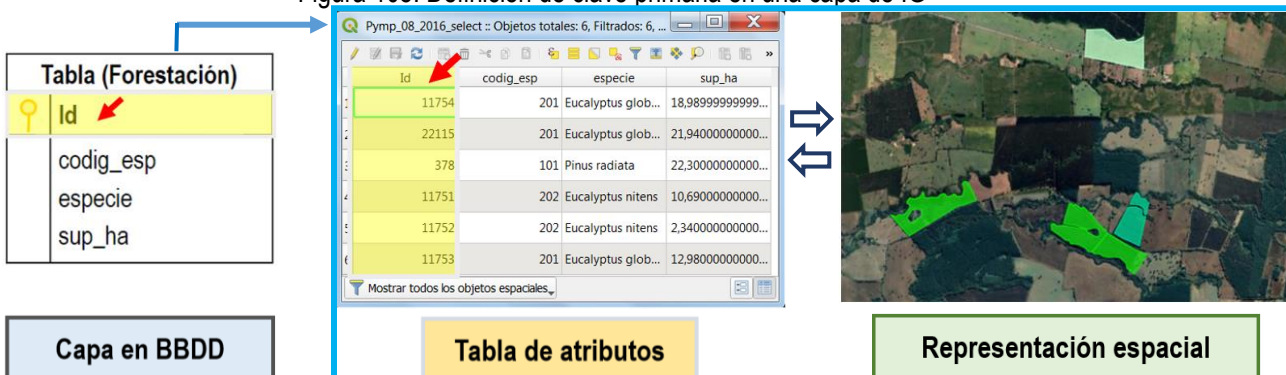
8.2. Clave primaria

Una de las propiedades que tienen las BBDD es la definición de la clave primaria, esta le permite al sistema crear relaciones entre las distintas capas de IG (tablas) que pueden almacenar, además permite la exportación e importación de las mismas de un sistema a otro, por ejemplo, descargar una capa de IG desde la BBDD a la carpeta de un equipo local. Tomando en consideración estos antecedentes, se puede entender que la clave primaria es el valor único que identifica y se le asigna a cada registro o elemento de la capa (tabla). Este valor se registra en un campo de la tabla de atributos de la capa, por lo general se le llama id.

Tomando en cuenta la relevancia y peso que tiene la clave primaria al cargar capas (tablas) en las BBDD espaciales, y, por otro lado, aunque la generación de capas de IG no incluya la definición de esta. En el programa IDE Minagri **se recomienda que las capas entregadas al programa cuenten con un campo de valor único en cada registro**, que no se repitan, que además se especifique en el Documento técnico de entrega de capas, en la hoja 3: Vector_Atributos (Ficha entrega capas 2019 V03²⁹) **y por último el tipo de dato de este campo sea de número entero**, ver ejemplo en la Figura 108.

²⁹ Documentos técnicos IDE Minagri: <http://ide.minagri.gob.cl/geoweb/2019/12/03/entrega-capas/>

Figura 108: Definición de clave primaria en una capa de IG

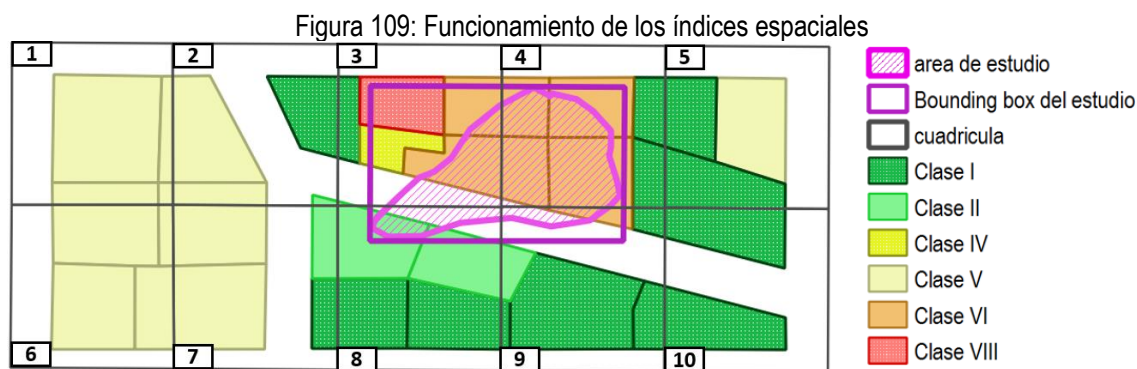


8.3. Índice espacial

Además de la clave primaria, también es recomendable crear el índice espacial al cargar capas en las BBDD IDE Minagri, dado que, esto ayuda a optimizar el tiempo de respuesta ante las operaciones de búsqueda sobre las geometrías georreferenciadas de los elementos de la capa.

El índice espacial es similar al índice de un libro, por ejemplo, al buscar el contenido de un tema en particular en un libro, se revisa primero el índice para facilitar su búsqueda y no buscar hoja por hoja. En BBDD el trabajo es similar, ante operaciones de consultas espaciales como: obtener los puntos más cercanos a una ubicación, calcular la distancia entre dos puntos, o determinar si un polígono intersecta con otro. Al indexar los elementos de la capa, se genera una grilla que cubre toda la información contenida en ella, hasta llegar a producir una caja delimitadora para cada uno de sus elementos. Este último, denominado bounding box³⁰, corresponde a un rectángulo delimitado por las coordenadas máximas y mínimas “x” e “y” que llegan a contener las geometrías de cada uno de sus elementos (un bounding box por elemento).

A continuación, en la Figura 109 se ilustra un ejemplo para conocer cómo funcionan los índices espaciales, buscando las Clases que caen dentro de los límites del área de estudio:



³⁰ Glosario OGC: <https://www.ogc.org/ogc/glossary/b>

(1) Búsqueda de las Clases a través del índice espacial de la cuadrícula (grilla)

Por tanto, se descarta la Clase V



ya que el **área de estudio** se ubica en las celdas 3, 4, 8 y 9, ver Figura 110

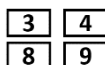
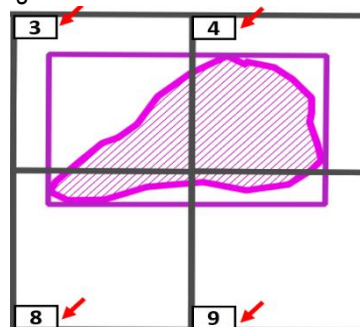


Figura 110: Cuadrícula del índice espacial



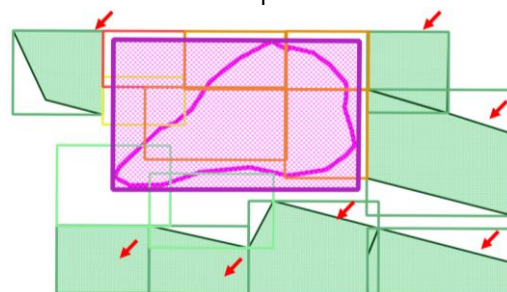
(2) Búsqueda de las Clases en la tabla de índices espaciales, donde se detecta el cruce entre el bounding box del **área de estudio** con los bounding box de las Clases que no fueron descartadas en el punto (1)

Por tanto, se descarta la Clase I,



ver Figura 111

Figura 111: Bounding box de los índices espaciales



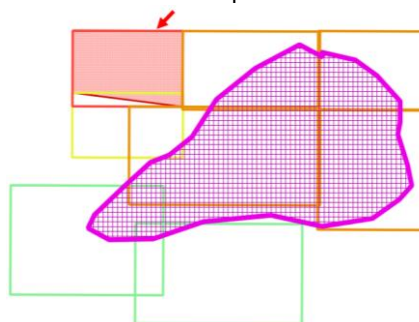
(3) Búsqueda de Clases en la tabla del índice espacial, donde se detecta el cruce entre el **área de estudio** con los bounding box de las Clases que no fueron descartadas en el punto (2)

Por tanto, se descarta la Clase VIII,



ver Figura 112

Figura 112: Bounding box del índice espacial



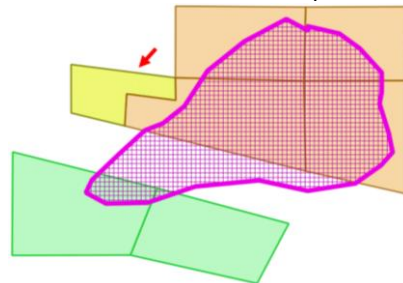
(4) Búsqueda de Clases, elemento a elemento, donde se detecta el cruce entre el área de estudio con las Clases que no fueron descartadas en el punto (3)

Por tanto, se descarta la Clase IV,



ver Figura 113

Figura 113: Cruce elemento a elemento usando el índice espacial



(5) Finalmente, se obtienen las Clases que se cruzan con el **área de estudio**

Los cuales corresponden a las Clases que no fueron descartadas en el punto (4)

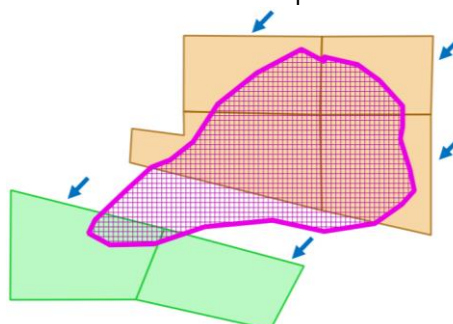
Selección: Clase II



Selección Clase VI, ver Figura 114



Figura 114: Elementos localizados usando el índice espacial



8.4. Nomenclatura: Nombre tablas/capa

Actualmente, el motor de BBDD empleado en IDE Minagri **para la entrega y carga de capas de IG por parte de los encargados**, es Postgresql y su componente espacial Postgis usando el formato SHP (ver el subcapítulo “9.1 Entrega de capas a desde la BBDD cargaide”), no obstante, también se admite la entrega de capas en formato GDB³¹ de Esri (ver el subcapítulo “9.2 9.2 Entrega de capas desde una GDB de Esri”),

Bajo la estructura vigente el programa IDE Minagri se ha dispuesto de una BBDD denominada cargaide y en ella un esquema por cada institución del MINAGRI, para que los administradores de BBDD – IDE Minagri puedan cargar las capas/tablas, acorde con los compromisos anuales de entrega de capas. Por esto, es que, en este subcapítulo, **se recomienda que los nombres que se le otorgan a las capas/tablas al ser cargadas en la BBDD mencionada, tengan como máximo un total de 63 caracteres**, y favorablemente así, evitar que los nombres de las capas sean demasiado extensos y largos, según lo descrito en la página oficial de Postgresql (Documentation PostgreSQL 9.1, 2020)³².

Por otro lado, si la entrega de las coberturas se hace mediante el **formato GDB**, **este último admite un máximo de 160 caracteres**³³, no obstante, puede resultar más óptimo acortar los nombres de las capas siguiendo las recomendaciones que se describen a continuación para la entrega de capas al programa IDE Minagri al momento de subirlas a la BBDD cargaide o hacer la entrega usando una GDB

- El nombre que se le asigne a la Cobertura (o tabla) debe ser escrito en minúsculas
- No incluir espacios como separación entre palabras
- Puede llevar guiones bajos como separación entre palabras

³¹ Durante 2020 se realizan cambios en el modelo de datos y servicios con la consiguiente migración de las bases de datos (capas) a la plataforma a Esri – ArcGis Enterprise. Por tanto, será posible hacer entrega de una GDB en base al modelo actual. Dado que es un procedimiento exploratorio se podrá analizar caso a caso con la jefatura de la Unidad hasta que se establezca un procedimiento alternativo a la carga por QGIS basado en plataforma ESRI.

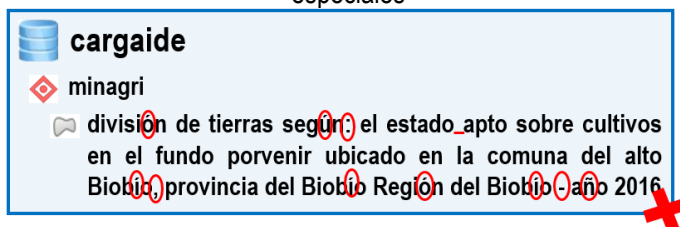
³² Documentación Postgresql 9.1.4: <https://www.postgresql.org/docs/9.1/runtime-config-preset.html>

³³ Fuente: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/administer-file-gdbs/file-geodatabase-size-and-name-limits.htm>

- **No deben incluir ninguno de los siguientes caracteres especiales:** - \$ # " ! / \ ? ' ñ , . () [] { } < > % & = ¿ :

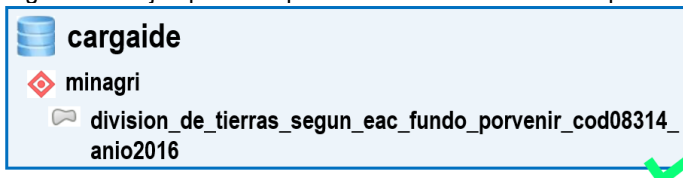
Ejemplo, en la Figura 115, se muestra el nombre de una capa en BBDD que incluyen espacios entre palabras, caracteres especiales como tildes, guion medio, "ñ", mayúsculas, comas. Se sugiere evitar estos caracteres para evitar problemas al transferir información con otros sistemas.

Figura 115: ejemplo de Capa en BBDD con caracteres especiales



En la Figura 116, se muestra el nombre de una capa en BBDD, con menos de 63 caracteres y sin caracteres especiales

Figura 116: Ejemplo de capa en BBDD sin caracteres especiales

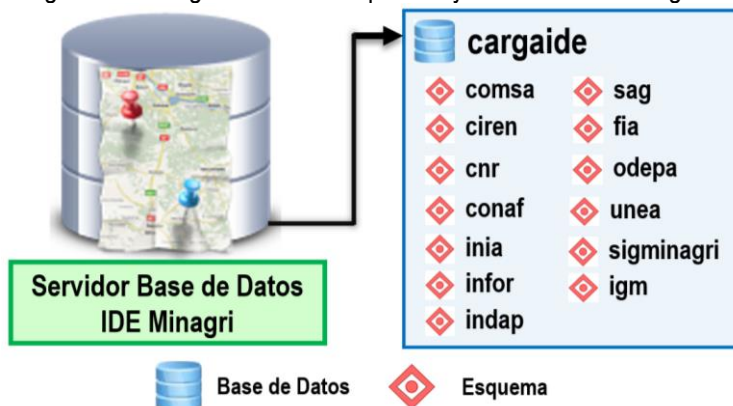


9. ENTREGA DE CAPAS AL PROGRAMA IDE MINAGRI

9.1. Entrega de capas a desde la BBDD cargaide

Como ya es sabido, la entrega de capas al programa IDE Minagri, incluye la carga de estas en la BBDD denominada **cargaide**; esta cuenta con un esquema por cada una de las instituciones que forman parte del programa, y el nombre de cada esquema se asocia a la institución asignada, para que en ellas se almacenen las tablas con su componente espacial.

Figura 117: Diagrama de los esquemas y Base de Datos cargaide

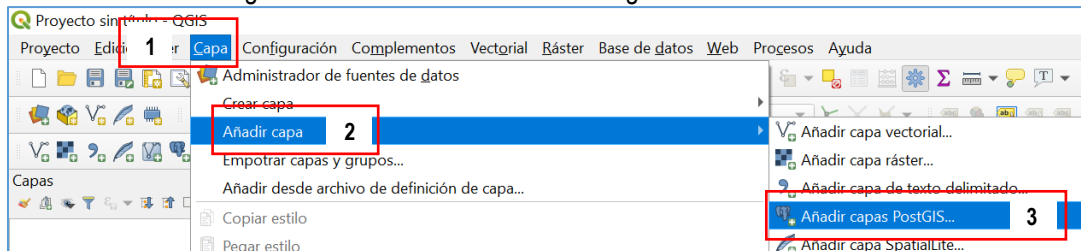


A continuación, se describen los procedimientos para cargar capas de IG al programa IDE Minagri usando el software SIG QGIS 3.16.

9.1.1. Crear una conexión a la BBDD cargaide desde QGIS 3.16

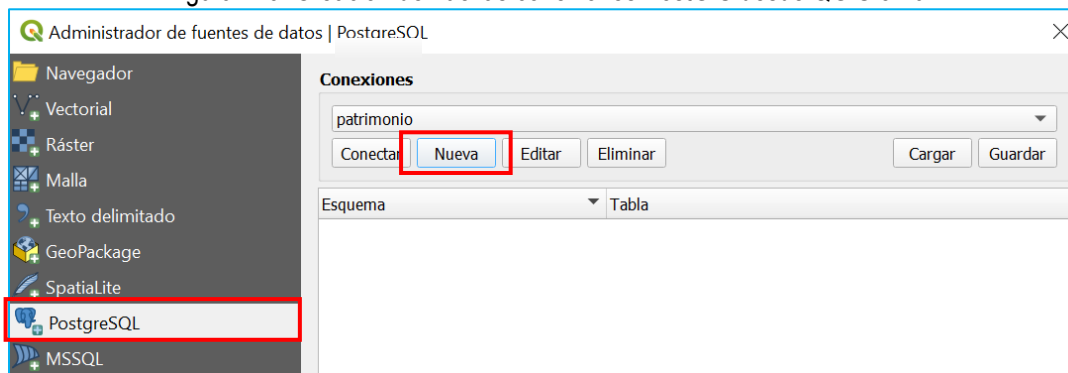
- **Paso 1.** Desde la Barra de Menús seleccionar “Capa”
- **Paso 2.** Seleccionar “Añadir capa”
- **Paso 3.** Seleccionar “Añadir capas PostGIS”

Figura 118: Conexión a las BBDD cargaide desde QGIS 3.16



- **Paso 4.** Al añadir una capa desde PostGIS, aparecerá una nueva ventana denominada “PostgreSQL”, desde la cual, se debe seleccionar el botón “Nueva”

Figura 119: Creación de nuevas conexiones PostGIS desde QGIS 3.16



- **Paso 5.** Al generar una nueva conexión a las Bases de Datos Espaciales IDE Minagri, se desplegará una ventana denominada “Crear una nueva conexión a PostGIS”, sobre la cual se deben ingresar los parámetros de conexión que se describen a continuación.

Figura 120: Parámetros de conexión a PostGIS en QGIS 3.16

Nombre: nombre de la conexión (libre escritura, se le asocia a un nombre que permita al usuario recordar la conexión)

Servicio: Nombre del servicio PostgreSQL (habitualmente no se rellena)

Servidor: servidor donde se encuentra la BBDD (colocar: ide.minagri.gob.cl)

Puerto: puerto de comunicación (se usa el 5432 de PostgreSQL)

Base de Datos: Nombre de la BBDD (cargaide)

Nombre de usuario: usuario de administrador para la conexión

Contraseña: contraseña de administrador para la conexión

Guardar y Aceptar.

“El usuario y contraseña de administrador son otorgados únicamente a cada representante de la Mesa técnica IDE Minagri por institución”

Recomendaciones:

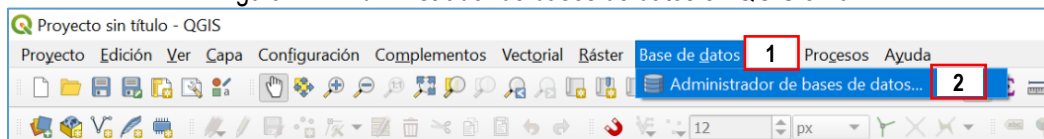
Guardar las conexiones para no volver a ingresar los parámetros al cerrar la sesión,

En caso de guardar las conexiones, tomar en cuenta que, cada persona que tenga acceso a su computador y use QGIS podrá acceder a la conexión y podrá editar, eliminar o subir Coberturas a la BBDD cargaide (monitoreado desde IDE Minagri).

9.1.2. Carga de capas en la BBDD cargaide desde QGIS 3.16

- **Paso 1.** Desde la Barra de Menús seleccionar “Base de datos”
- **Paso 2.** Seleccionar el submenú “Administrador de bases de datos”

Figura 121: Administrador de bases de datos en QGIS 3.16

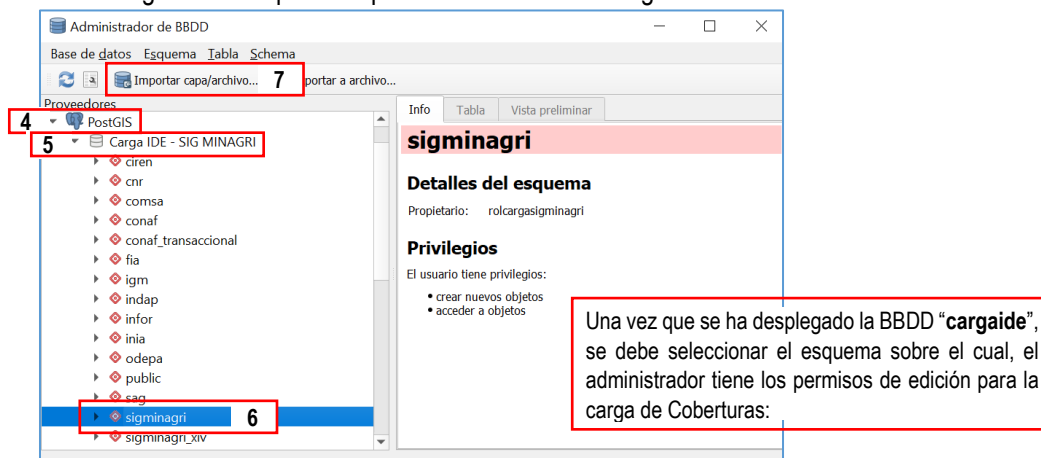


- **Paso 3.** Se abrirá una ventana denominada “Administrador de BBDD”
- **Paso 4.** Desplegar “PostGIS”
- **Paso 5.** Desplegar la conexión “cargaide” generada recientemente
Observación:

Al ingresar con la clave de administrador asignada, solo podrá cargar Coberturas en el esquema correspondiente a su institución, los demás se encontrarán bloqueados.

- **Paso 6.** Seleccionar el esquema, ejemplo: sigminagri
- **Paso 7.** Seleccionar “importar capa/archivo”

Figura 122: importar capa/archivo a la BBDD cargaide



- **Paso 8.** Se desplegará una ventana denominada “importar capa vectorial” y en él, seleccionar los siguientes campos:

Figura 123: Importar capa vectorial desde QGIS 3.16

Entrada: seleccionar el archivo shapefile ubicado en el computador

Esquema: seleccionar el esquema correspondiente a la institución del administrador

Tabla: nombre que recibirá la cobertura al ser cargada en la "BBDD cargaide".

Clave primaria: escribir la clave primaria única de la cobertura, ej: id, gid, etc.

Columna de geometría: en IDE Minagri se recomienda mantener el campo geom o the_geom.

SRID de origen: es el código EPSG correspondiente a la proyección geográfica de la Cobertura.

SRID de destino: se refiere al código EPSG que tendrá la cobertura al ser cargada en la BBDD cargaide.

En IDE Minagri se recomienda conservar el código EPSG de la Cobertura.

Codificación: codificación de caracteres, mantener como UTF-8

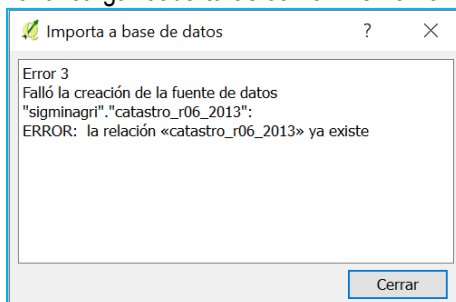
Pasar nombres de campo a minúsculas: convierte el nombre de todos los campos de la cobertura en minúsculas.

Crear índice espacial: crea un índice espacial para cada uno de los registros de la cobertura

Como se podrá observar en la figura anterior (Figura 123), las siguientes opciones deben mantenerse deshabilitadas:

Sustituir la tabla de destino (si existe): Permite reemplazar una cobertura por otra que tenga idéntico nombre. Si fuese este el caso, y de no activar esta casilla, el software arrojará el siguiente mensaje de error:

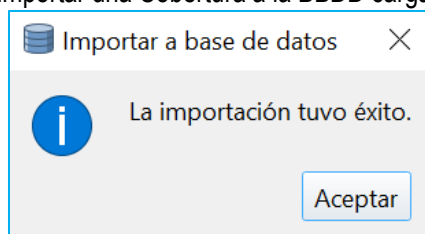
Figura 124: Mensaje de error al cargar coberturas con el mismo nombre en QGIS 3.16



Crear geometrías de monoparte en vez de multiparte: Permite que cada objeto espacial tenga un registro asociado en la tabla de atributos, se recomienda mantener deshabilitada para no generar ediciones sobre la cobertura.

- **Paso 9.** Una vez que finaliza el proceso de importación en QGIS, aparecerá la siguiente ventana anunciando el éxito de la importación.

Figura 125: Éxito al importar una Cobertura a la BBDD cargaide desde QGIS 3.16

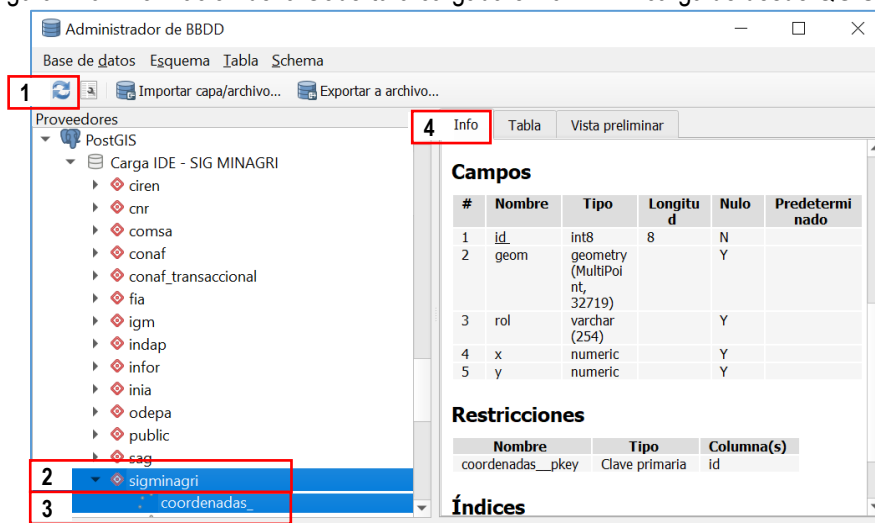


9.1.3. Validación la cargar capas en la BBDD cargaide

Se recomienda validar que la carga de la cobertura haya sido totalmente exitosa, para esto se deben seguir los pasos que se describen a continuación:

- **Paso 1.** En la sección superior izquierda de la ventana Administrador de BBDD, pinchar sobre el ícono “Actualizar”
- **Paso 2.** Desplegar nuevamente el esquema en el cual se ha importado la nueva Cobertura
- **Paso 3.** Seleccionar la Cobertura importada recientemente, ejemplo coordenadas_
- **Paso 4.** En la pestaña “Info” se pueden corroborar que todos los campos de la capa hayan sido cargados correctamente

Figura 126: información de la Cobertura cargada en la BBDD cargaide desde QGIS 3.16



- **Paso 5.** Se puede corroborar la cantidad de registros que posee la Cobertura desde la pestaña Tabla

Figura 127: Tabla de atributos de la Cobertura cargada en BBDD cargaide desde QGIS 3.16

	id	geom	rol	
7	7	MULTIPPOINT	259-5	201
8	8	MULTIPPOINT	259-8	201
9	9	MULTIPPOINT	259-19	201
10	10	MULTIPPOINT	259-20	201
11	11	MULTIPPOINT	259-21	202
12	12	MULTIPPOINT	259-22	201
13	14	MULTIPPOINT	259-12	202
14	13	MULTIPPOINT	363-7	203
15	15	MULTIPPOINT	259-3	201

- **Paso 6.** Finalmente es posible obtener una vista preliminar de la Cobertura

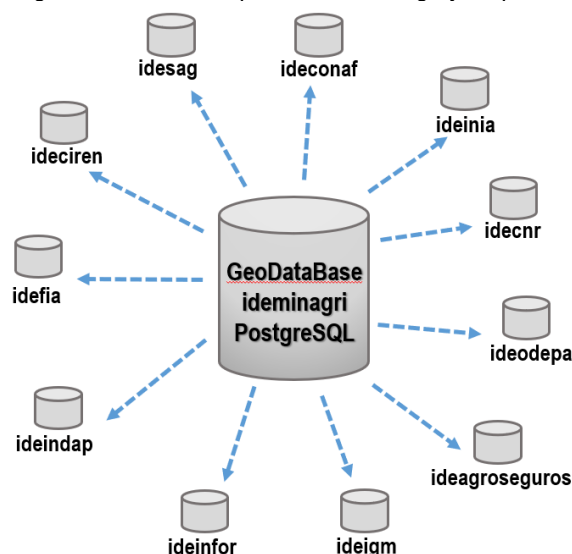
Figura 128: Vista preliminar de la cobertura cargada en la BBDD cargaide desde QGIS 3.16

9.2. Entrega de capas desde una GBD de Esri

Debido a las mejoras implementadas en IDE Minagri durante 2020, es que en la actualidad se cuenta con un nuevo modelo para el almacenamiento de datos, el cual utiliza una Base de Datos Corporativa de Esri y a partir de esta generar los servicios de mapas que son publicados en los diferentes visualizadores de mapas.

Es así, que las capas de Información Geográfica ahora son almacenadas en una Geodatabase (GDB) Corporativa denominada “ideminagri”, la cual está compuesta por diversos esquemas (Figura 129); en total uno por cada institución, y en cada uno de ellos los “Feature Dataset” que contiene las capas propiamente tal.

Figura 129: GDB Corporativa ideminagri y esquemas



Los esquemas que componen la GDB ideminagri, contienen Feature Datasets en los cuales se importan las capas de Información Geográfica (IG). Estos han sido categorizados por temática y huso geográfico de las capas de IG. Además, se incorpora un Feature Dataset adicional que mantiene la temática de las capas a publicar, con la distinción que este se encuentra con el sistema Web Mercator para así reunir todas las capas reproyectadas para su posterior publicación de las capas en los visualizadores de mapas.

En la Figura 130 se muestra un ejemplo de tres Feature Datasets del Cambio de Uso de la Tierra de la CONAF, de estos, en dos de ellos se almacenan las capas que provienen con el sistema UTM Husos 18 y 19 Sur y el tercero su reproyección en el sistema Web Mercator.

Figura 130: Ejemplo de dataset

GDB:	ideminagri
Esquema:	ideconaf
Dataset:	CAMBIO_USO_TIERRA 18S CAMBIO_USO_TIERRA 19S CAMBIO_USO_TIERRA_WEBMERCATOR

Recomendación:

En el caso de que las instituciones lo consideren adecuado, **pueden hacer entrega de las capas en formato de GDB**, dado que es el formato nativo bajo el cual se generan las salidas de datos actualmente en IDE Minagri.

La ventaja es que se disminuyen las posibilidades contener errores geométricos y la pérdida de datos así también como las inconsistencias y posteriores correcciones, en cambio, si son tomadas desde el SHP cargado en postgres/postgis (método vigente de entrega) y ser migrado a GDB. Sumado a ello está la posibilidad de entregar los campos con Alias para una mejor comprensión por parte de los usuarios.

En los siguientes subtemas se explica la forma en que se debe crear una GDB de Archivos, Feature Dataset, Feature Class, alias tanto en ArcMap 10.5 como en ArcGIS pro 2.8.

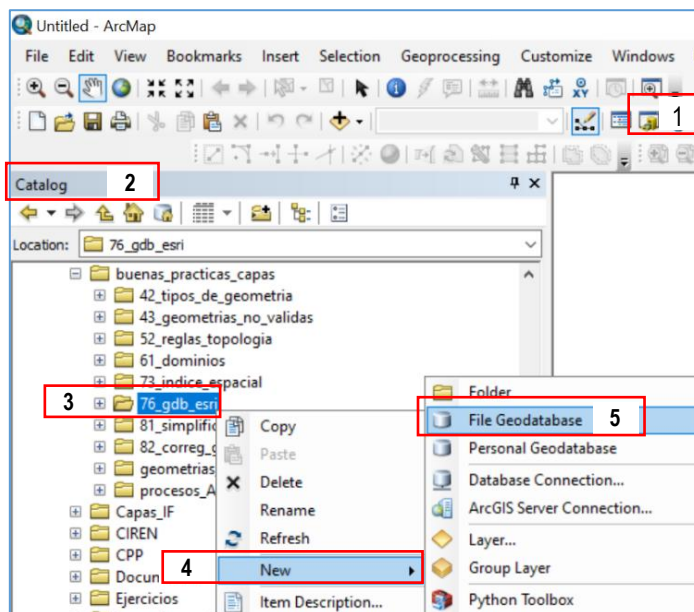
9.2.1. Gestión de una GDB de archivos en ArcMap 10.5

Crear una Geodatabase (GDB) de archivos permite compartir los datos que se hayan almacenados en ella y así poder abrirlos en otras versiones de ArcGIS. Una vez que se cree la GDB, se recomienda renombrarla utilizando el prefijo “ide” seguido del nombre de la institución que genera dichos datos (ver el apartado “**10.2 Nombres de la GBD de archivos por cada una de las instituciones responsable de los datos**”).

A continuación, se describen los componentes a considerar para la entrega de una capa de IG en el formato GDB gestionado desde ArcMap 10.5

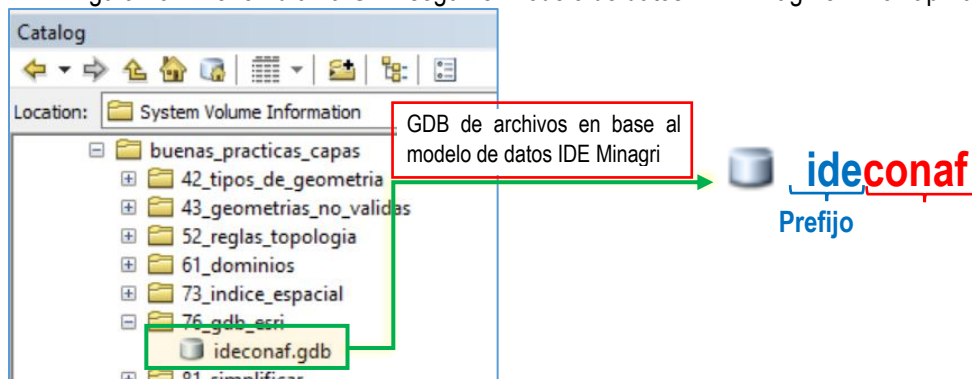
9.2.1.1. Crear una GDB en ArcMap 10.5

- 1) Abrir el Catálogo desde 
- 2) Se abre la ventana del Catálogo
- 3) Clic derecho en la carpeta del equipo local donde se guardará la nueva GDB
- 4) Clic en “Nuevo”
- 5) Seleccionar “File Geodatabase” 



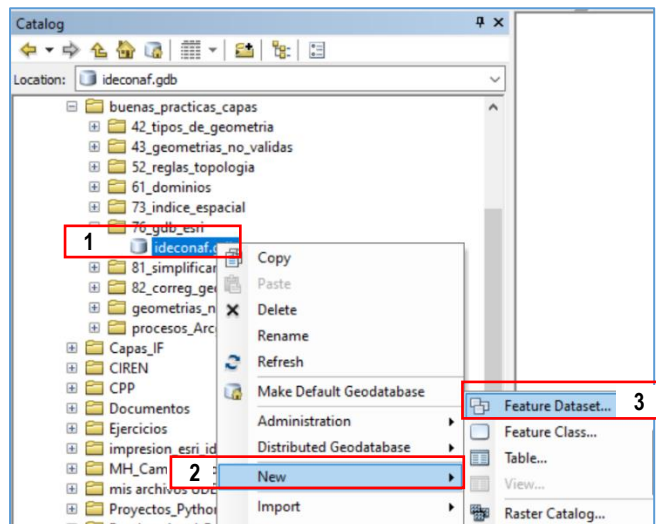
Continuando con el proceso de generación de las GDB, según el nuevo modelo de datos del programa IDE Minagri, se sugiere renombrar la GDB creada recientemente con el prefijo “ide” seguido con el nombre de la institución responsable de la información que se va a entregar al programa IDE Minagri (ver el apartado “**10.2 Nombres de la GBD de archivos por cada una de las instituciones responsable de los datos**”), ejemplo:

Figura 131: Renombrar la GDB según el modelo de datos IDE Minagri en ArcMap 10.5



9.2.1.2. Crear un Feature Dataset en ArcMap 10.5

- 1) Clic derecho sobre la GDB creada en el punto anterior
- 2) Se una lista desplegable, en ella seleccionar "Nuevo"
- 3) Seleccionar "Feature Dataset"



Una vez creado el Feature Dataset desde ArcMap, se sugiere renombrarlo con la nomenclatura de la temática que va a contener los datos que se desean almacenar en él, seguidamente del sistema de referencia de los datos, por lo general, se utiliza el sistema EPSG 32719 (WGS 84 / UTM zona 19S) y el 32718 (WGS 84 / UTM zona 18S). Inclusive si se requiere, pueden considerarse hasta cuatro husos si se suman el Huso 17S y 12S del archipiélago Juan Fernández e Isla de Pascua respectivamente.

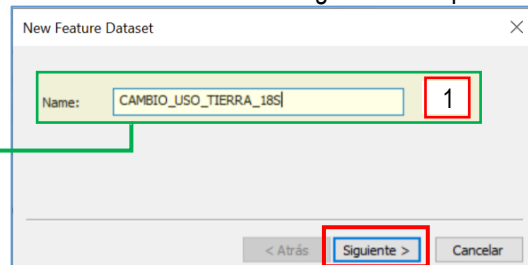
Para mayor antecedente revisar el apartado **"10.3 Nombres de los Feature Dataset tematizados por GDB según el nuevo modelo de datos del programa IDE Minagri"** donde se detalle las temáticas utilizadas para renombrar los Datasets según el modelo de datos IDE Minagri por cada GDB.

Por ejemplo, en la siguiente Figura se han renombrado un Features Datasets que contendrá los datos del cambio de uso de la tierra de la CONAF en el sistema de referencia reproyectado en 32718, además de las ventanas emergentes que son parte del proceso para culminar con la generación del Feature Dataset

Figura 132: Renombrar el Feature Dataset según el modelo de datos IDE Minagri en ArcMap 10.5

(1) Se asigna el nombre del nuevo Feature Dataset:

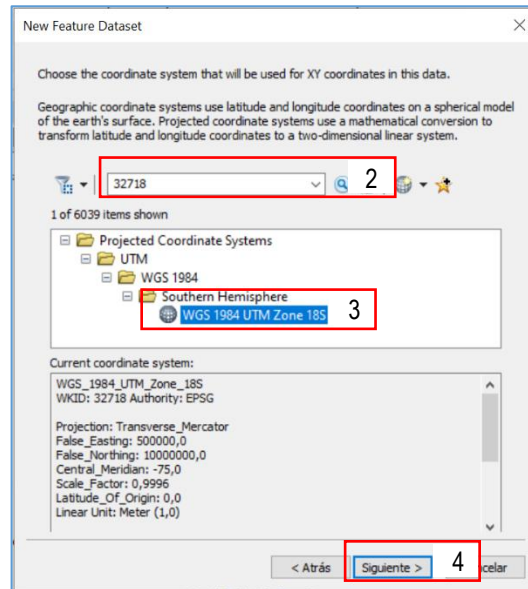
CAMBIO_USO_TIERRA_18S
Temática de los datos Sistema de referencia



(2) Digitar el sistema de referencia que se va a emplear desde el botón de búsqueda

(3) En este ejemplo el sistema es 32718, seleccionarlo

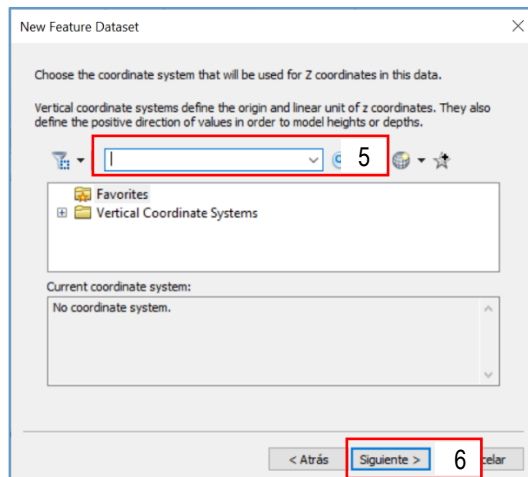
(4) Clic en Siguiente



En esta ventana se solicita el sistema de referencia vertical el cual estará asociado a un elipsoide de referencia

(5) No es obligatorio seleccionar alguno, por lo tanto, no se selecciona en este ejemplo.

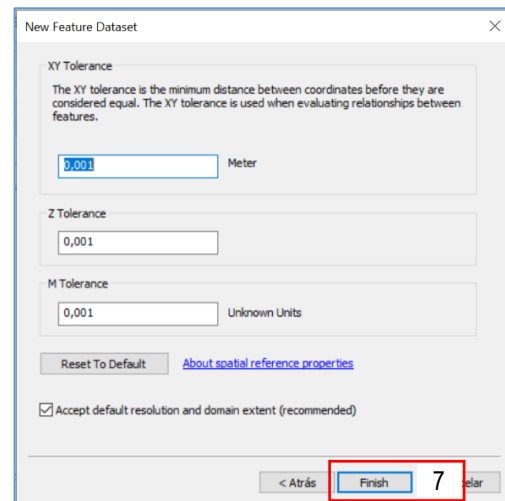
(6) Clic en Siguiente



La última ventana del Feature Dataset se solicitan las tolerancias en X e Y, Z y M

Se recomienda mantener por defecto.

(7) Por último clic en Finalizar



9.2.1.3. Importar un SHP a una GDB desde ArcMap 10.5

(1) Clic derecho en el Feature Dataset

(2) Seleccionar Import

(3) Si se va a importar una solo capa debe seleccionar Feature Class (single).

En cambio, si se va a importar más de una capa debe seleccionar Feature Class (multiple)

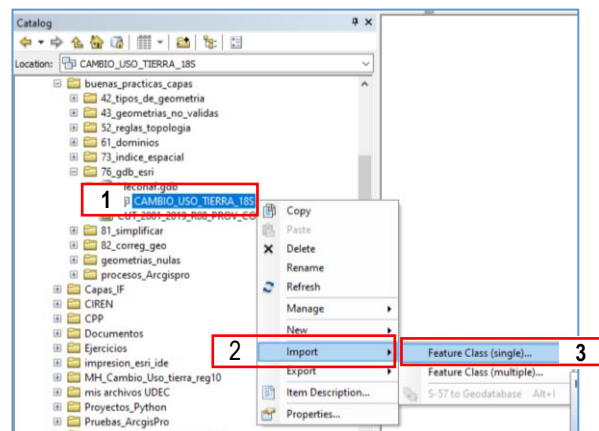


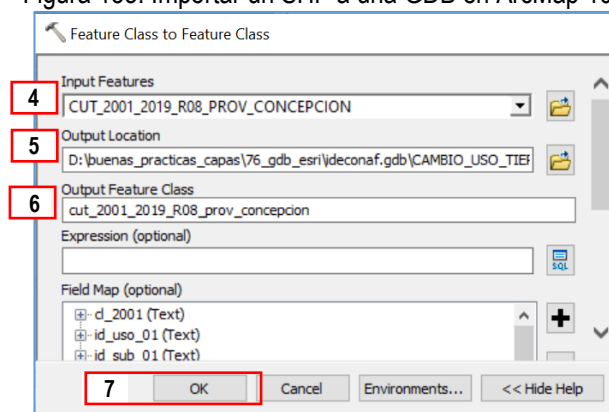
Figura 133: Importar un SHP a una GDB en ArcMap 10.5

(4) En input Feature seleccionar la capa que va a ser importada

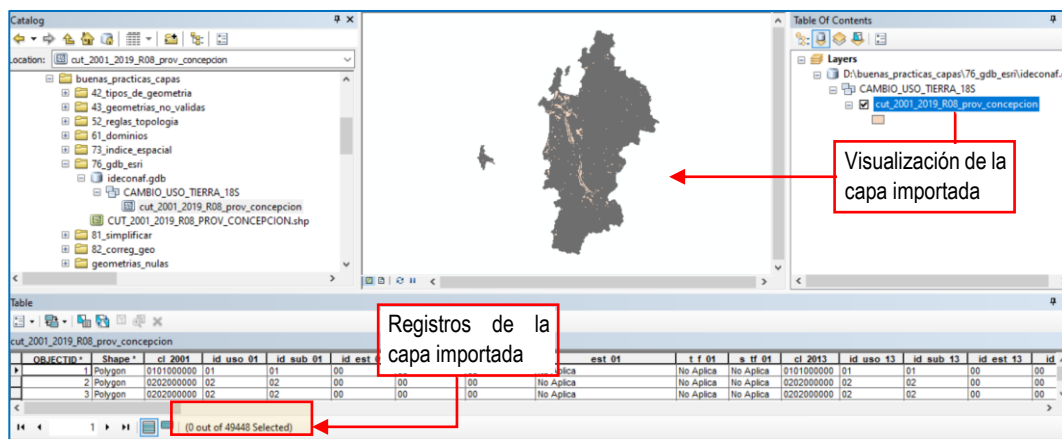
(5) Output Location se despliega la ruta donde esta almacenado el Feature Dataset

(6) En Output Feature Class se asigna el nombre de la cobertura que se importará en la GDB

(7) Finalmente "OK"



Al importar la cobertura, esta se añadirá en la vista del mapa, además será posible validar el total de registros de la capa abriendo su tabla de atributos.



9.2.1.4. Creación de alias en ArcMap 10.5

Las tablas de atributo de una capa de información geográfica están habitualmente compuestas de una serie de campos cuyos nombres provienen de nomenclaturas temáticas que pueden llegar a ser inentendibles para usuarios externos no familiarizados con los datos e información.

Para ayudar al entendimiento de los datos e información, es recomendable que se definan alias para cada uno de los campos. Estos no reemplazarán el nombre original de los campos, sino que solo harán que estos se visualicen con un nombre alternativo que permita describir mejor el contenido de la información y así sea más fácil de usar tal y como se muestra el ejemplo de la siguiente tabla:

Tabla 1: Campos y alias en la tabla de atributos de una capa de IG del Cambio de Uso de la Tierra

Campos de una capa de IG	Alias de los campos
id_est_01	Códigos estructura de los usos de vegetación
id_tifo_01	Códigos tipo forestal del bosque
id_stif_01	Códigos del subtipo forestal
est_01	Tipo forestal del bosque
.	.
.	.
.	.

Los softwares SIG ofrecen distintas alternativas para agregar alias en los campos de las tablas de atributos. Tomando en cuenta esta consideración, es que en este subcapítulo se recomienda la generación de alias en las capas de IG utilizando el formato Geobatabase (GDB) de ArcGIS. En este contexto, es que a continuación se presentan los pasos a seguir para la creación de los alias usando ArcMap 10.5.

- (1) Maximizar la GDB y el Datadataset hasta llegar al Feature Class
- (2) Clic derecho en el Feature Class importado
- (3) Seleccionar las propiedades

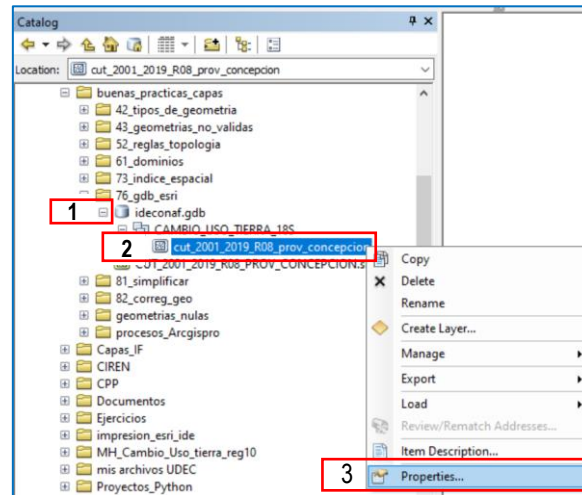
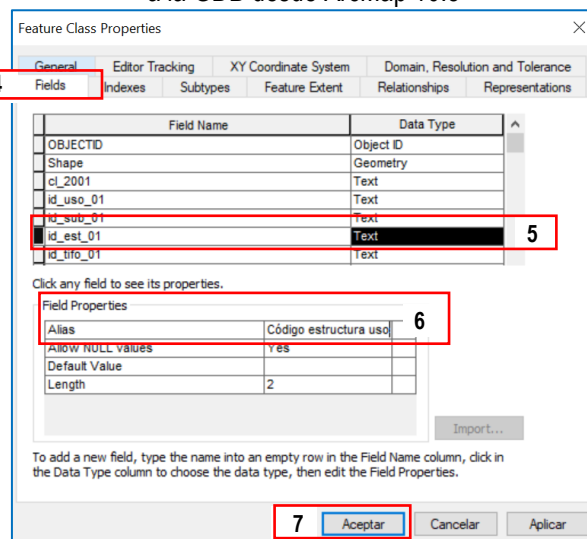


Figura 134: Asignación de alias a una capa importada a la GDB desde ArcMap 10.5

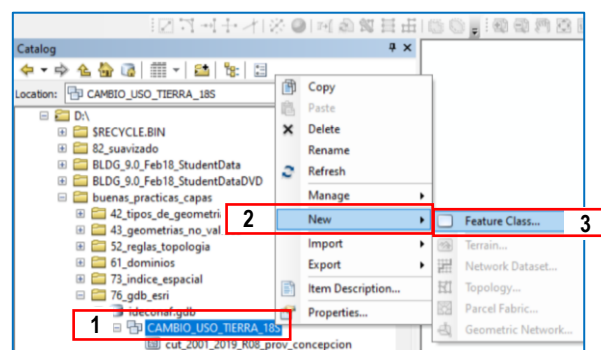
- (4) En las propiedades, dirigirse a la pestaña Campos
- (5) Seleccionar los campos que se les van a asignar los alias
- (6) Digitar el alias del campo seleccionado en el punto anterior
- (7) Aceptar



9.2.1.5. Creación de un Feature Class e Importación de alias en ArcMap 10.5

Los siguientes procedimientos describen los procesos para crear un nuevo Feature Class e importar sobre este la estructura de campos y alias generadas sobre una misma temática:

- (1) Clic derecho en el Feature Dataset donde se va a crear la nueva Feature Class
- (2) Clic en Nuevo
- (3) Seleccionar Feature Class



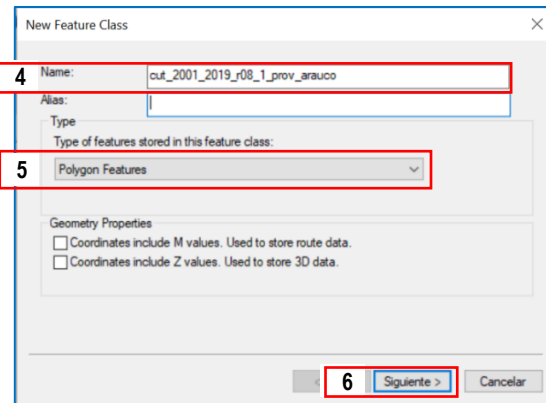
(4) Asignar el nombre a la capa Feature Class.

Ejemplo:

Cut_2001_2019_r08_prov_arauco

(5) Seleccionar el tipo de geometría: polígonos, puntos o líneas

(6) Siguiente



(7) Mantener por defecto la configuración de palabras claves asociadas a la entidad creada.

(8) Siguiente

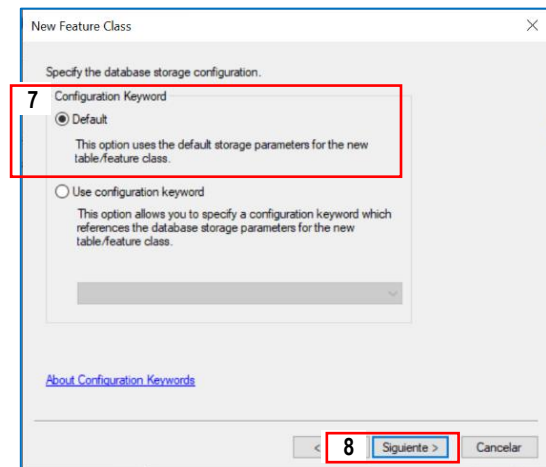
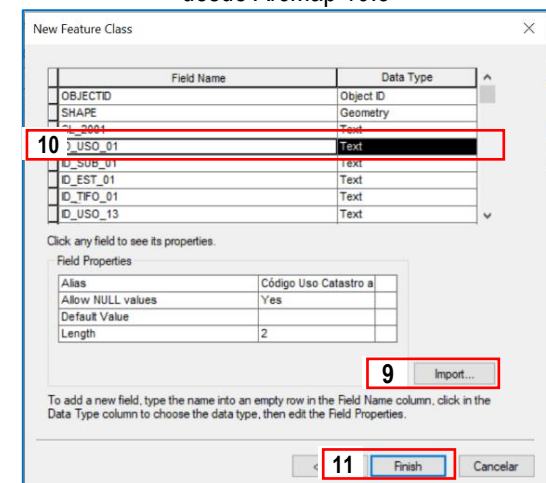


Figura 135: Importación de la estructura de campos y alias sobre el nuevo Feature Class creado en la GDB desde ArcMap 10.5

(9) Clic en importar y seleccionar la capa que tiene la estructura de campos y alias a importar en el nuevo Feature Class

(10) Seleccionando alguno de los campos, se muestran los alias, tipo de dato del campo, extensión, etc.

(11) Finalizar



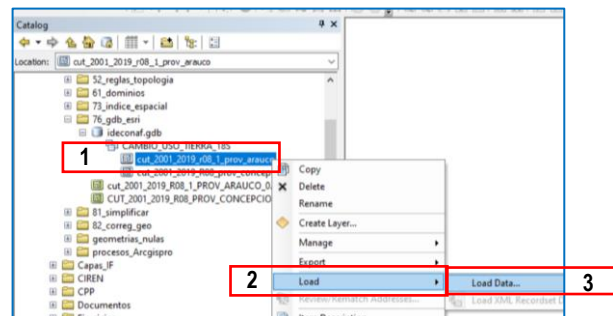
Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID
SHAPE	Geometry
CUT_2001	Text
ID_USO_01	Text
ID_SUB_01	Text
ID_EST_01	Text
ID_TFO_01	Text
ID_USO_13	Text

Field Properties	
Alias	Código Uso Catastro a
Allow NULL values	Yes
Default Value	
Length	2

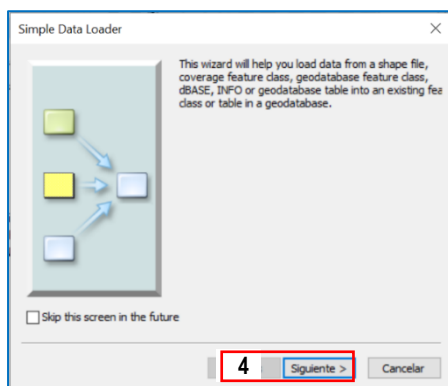
Finalmente, ya creado el Feature Class que contiene la estructura de campos y alias importados recientemente, solo resta por cargar los datos en la capa recién creada en la GDB, seguir los pasos que se describen a continuación.

- (1) Clic derecho sobre el Feature Class creado
- (2) Seleccionar en Load
- (3) Load Data

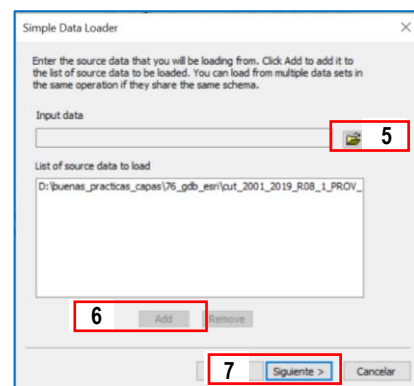
Posteriormente se despliegan las siguientes ventanas,



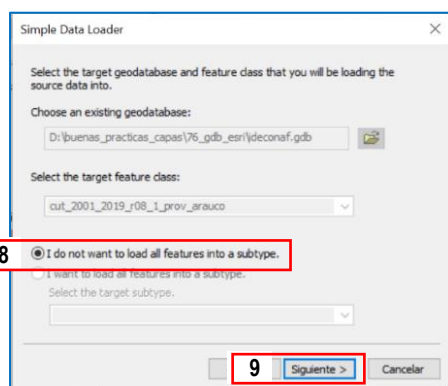
- (4) Clic en Siguiente para cargar los datos a partir de una SHP



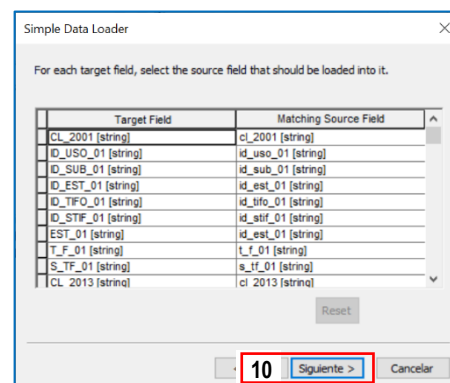
- (5) Seleccionar la capa donde están los datos, Añadirlos (6) y Siguiente (7)



- (8) Mantener por defecto (ya que no se importarán subtipos) y siguiente (9)

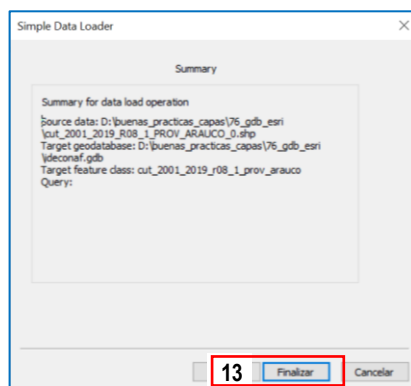
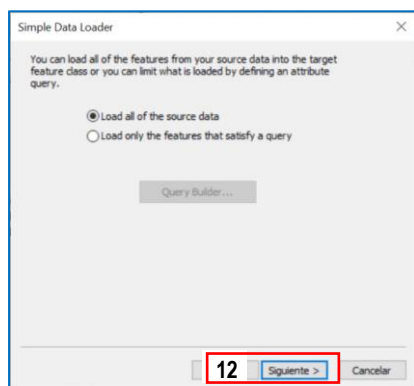


- (10) Correspondencia entre la estructura de campos del Feature Class y los campos de la capa que contiene los datos que se están cargando



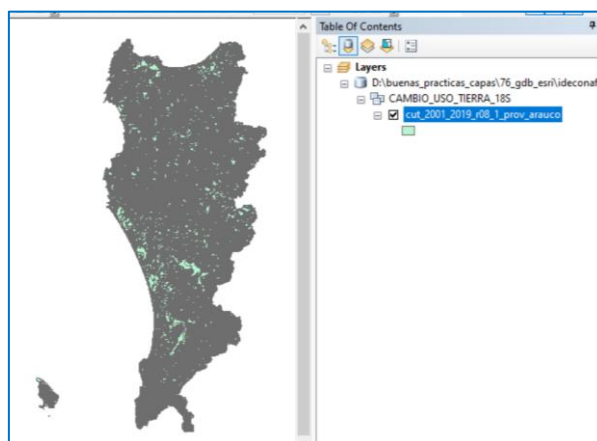
- (11) Cargar todos los datos y Siguiente (12)

- (13) Finalizar



Finalmente, los datos son cargados en el nuevo Feature Class creada en la GDB local de archivos.

Este Feature Class ahora contiene los datos o registros y la estructura de campos y alias creados para la temática del “Cambio uso de la tierra”



9.2.2. Gestión de una GDB en ArcGIS pro 2.8

A continuación, se describen los procedimientos para la entrega de capas en GDB desde ArcGIS pro 2.8

9.2.2.1. Crear una GDB de archivos en ArcGIS pro 2.8

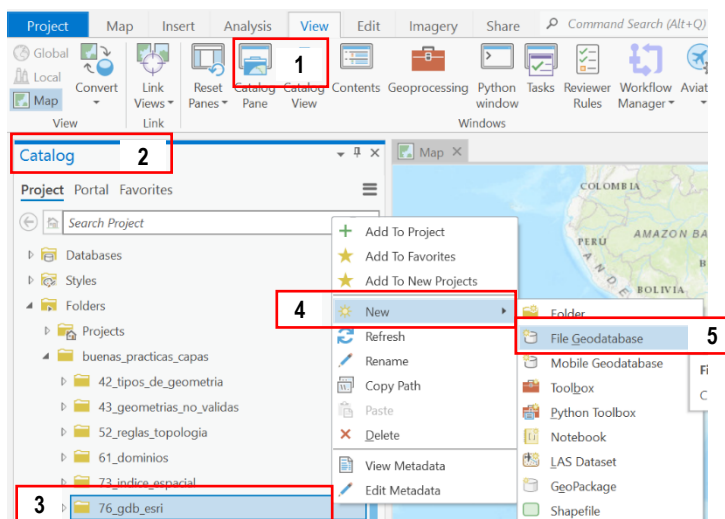
1) Abrir el Panel de Catálogo

2) Se abre el panel de Catálogo

3) Clic derecho en la carpeta del equipo local donde se guardará la nueva GDB

4) Clic en “Nuevo”

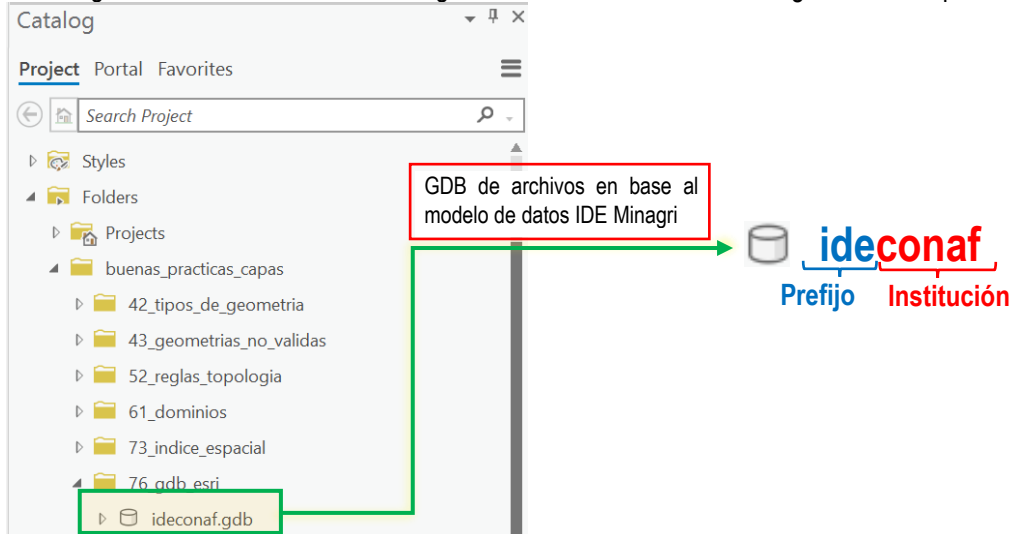
5) Seleccionar “File Geodatabase”



Al igual que en el subcapítulo “0

Crear un Feature Dataset en ArcMap 10.5”, se sugiere renombrar la GDB creada recientemente con el prefijo “ide” seguido con el nombre de la institución responsable de la información que se va a entregar al programa IDE Minagri (ver el apartado “10.2 Nombres de la GBD de archivos por cada una de las instituciones responsable de los datos”), ejemplo:

Figura 136: Renombrar la GDB según el modelo de datos IDE Minagri en ArcGIS pro 2.8

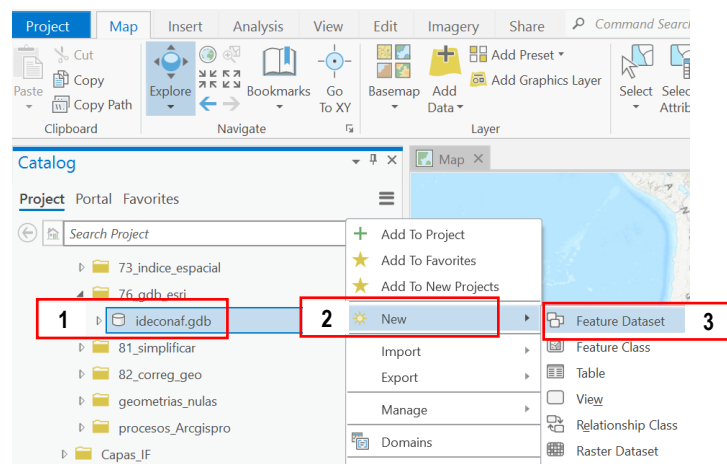


9.2.2.2. Crear un Dataset en ArcGIS pro 2.8

1) Clic derecho sobre la GDB creada en el punto anterior

2) Se una lista desplegable, en ella seleccionar “Nuevo”

3) Seleccionar “Feature Dataset”



Como se mostró en el punto “9.2.1.3 Importar un SHP a una GDB desde ArcMap 10.5”, se sugiere renombrar la nomenclatura de la temática que va a contener los datos que se desean almacenar en él, seguidamente del sistema de referencia de los datos. Para mayor antecedente revisar el apartado “10.3 Nombres de los Feature Dataset tematizados por GDB según el nuevo modelo de datos del programa IDE Minagri”. Por ejemplo, en la siguiente Figura se han renombrado un Features Datasets que contendrá los

datos del cambio de uso de la tierra de la CONAF en el sistema de referencia reprojectado en 32718, además de las ventanas emergentes que son parte del proceso para culminar con la generación del Feature Dataset

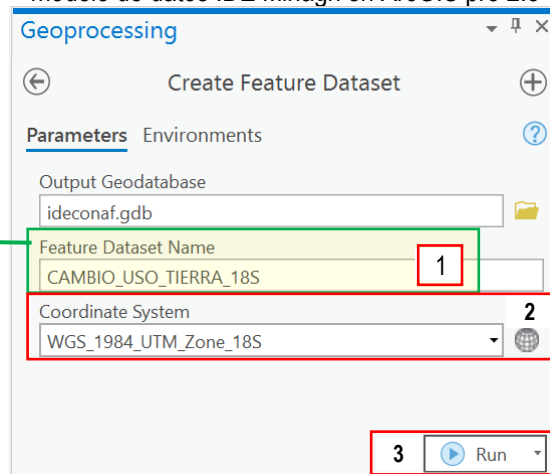
Figura 137: Renombrar el Feature Dataset según el modelo de datos IDE Minagri en ArcGIS pro 2.8

- (1) Se asigna el nombre del nuevo Feature Dataset:



- (2) Asignar el sistema de referencia de los datos

- (3) Finalmente, clic en Run



9.2.2.3. Importar un SHP a una GDB desde ArcGIS pro 2.8

- (1) Clic derecho en el Feature Dataset

- (2) Seleccionar Import

- (3) Si se va a importar una solo capa debe seleccionar Feature Class (single).

En cambio, sí se va a importar más de una capa debe seleccionar Feature Class (multiple)

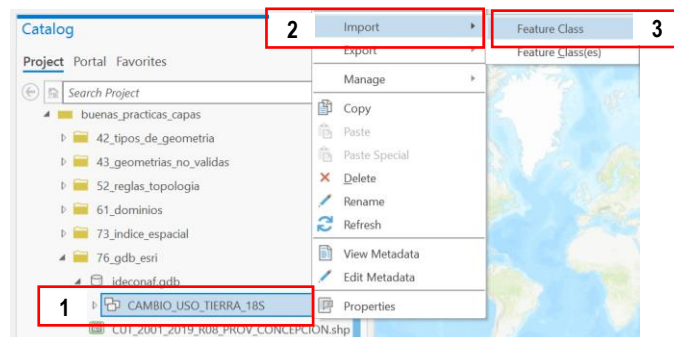


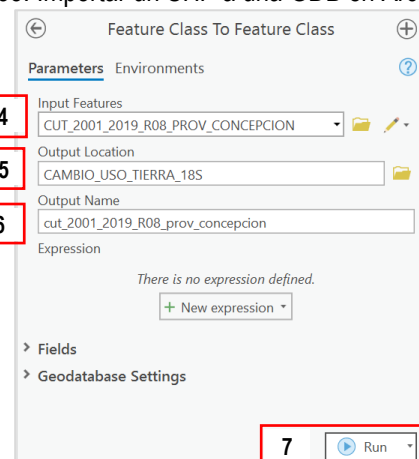
Figura 138: Importar un SHP a una GDB en ArcGIS pro 2.8

- (4) En input Feature seleccionar la capa que va a ser importada

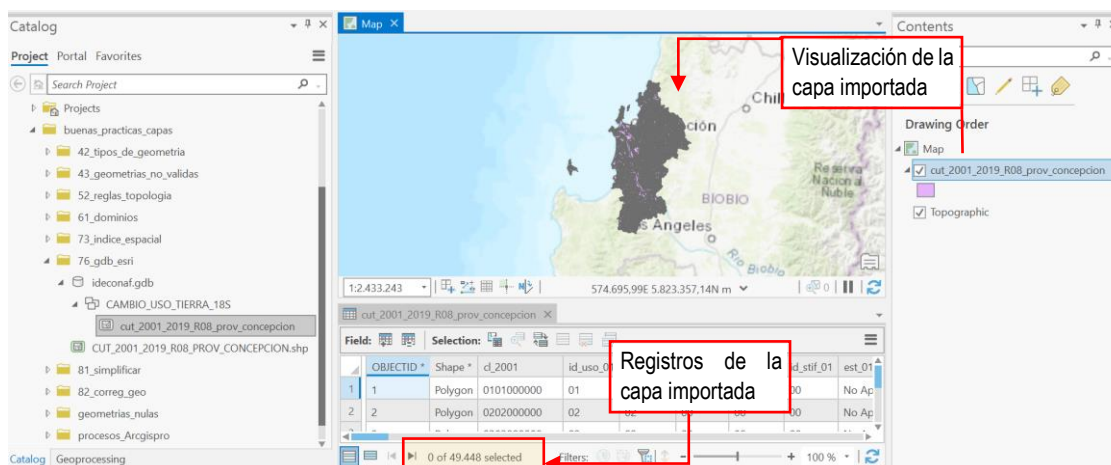
- (5) Output Location se despliega la ruta donde esta almacenado el Feature Dataset

- (6) En Output Name se asigna el nombre de la cobertura que se importará en la GDB

- (7) Finalmente "OK"



Al importar la cobertura, esta se añadirá en la vista del mapa, además será posible validar el total de registros de la capa abriendo su tabla de atributos.



9.2.2.4. Creación de alias en ArcGIS pro 2.8

Las tablas de atributo de una capa de información geográfica están habitualmente compuestas de una serie de campos cuyos nombres provienen de nomenclaturas temáticas que pueden llegar a ser inentendibles para usuarios externos no familiarizados con los datos e información.

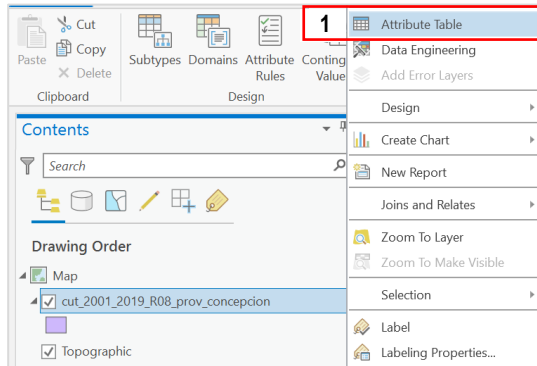
Para ayudar al entendimiento de los datos e información, es recomendable que se definan alias para cada uno de los campos. Estos no reemplazarán el nombre original de los campos, sino que solo harán que estos se visualicen con un nombre alternativo que permita describir mejor el contenido de la información y así sea más fácil de usar tal y como se muestra el ejemplo de la siguiente tabla:

Tabla 2: Campos y alias en la tabla de atributos de una capa de IG del Cambio de Uso de la Tierra

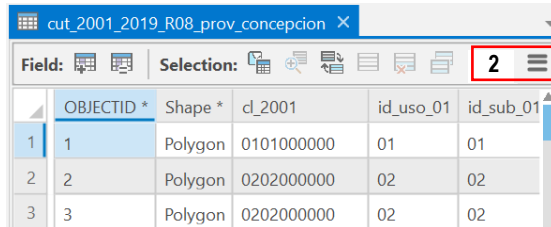
Campos de una capa de IG	Alias de los campos
id_est_01	Códigos estructura de los usos de vegetación
id_tifo_01	Códigos tipo forestal del bosque
id_stif_01	Códigos del subtipo forestal
est_01	Tipo forestal del bosque
.	.
.	.
.	.

Los softwares SIG ofrecen distintas alternativas para agregar alias en los campos de las tablas de atributos. Tomando en cuenta esta consideración, es que en este subcapítulo se recomienda la generación de alias en las capas de IG utilizando el formato Geobatabase (GDB) de ArcGIS. En este contexto, es que a continuación se presentan los pasos a seguir para la creación de los alias usando ArcGIS pro 2.8.

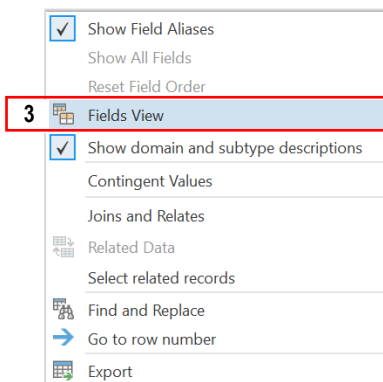
(1) Clic derecho en la capa, y abrir su tabla de atributos



(2) Desde la tabla de atributos de la capa, clic en el siguiente ícono:

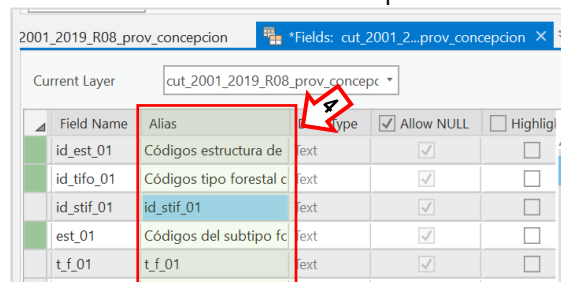


(3) Clic en la ventana "Ver campos"



(4) Desde la ventana campos, es posible editar los Alias de cada uno de los campos.

Figura 139: Asignación de alias a una capa importada a la GDB desde ArcGIS pro 2.8

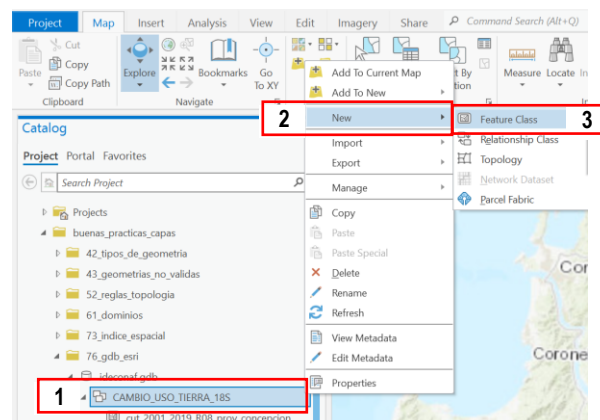


9.2.2.5. Creación de un Feature Class e Importación de alias en ArcGIS pro 2.8

(1) Clic derecho sobre el Feature Class

(2) Seleccionar Nuevo

(3) Clic en Feature Class



(4) Asignar el nombre del nuevo Feature Class, seleccionar el tipo de geometría (5) y siguiente

(6) Importar la capa que tiene la estructura de los campos y alias, estos se visualizan en la ventana crear Feature, luego clic en siguiente

4 Name: cut_2001_2019_r08_1_prov_arauco

Alias:

Feature Class Type
Type of features stored in the feature class.

5 Polygon

Geometric Properties

☐ M Values - Coordinates include M values used to store route data.

☐ Z Values - Coordinates include Z values used to store 3D data.

Page 1/6

Previous **Next** Finish Cancel

6 Import Delete

Field Name	Data Type
ID_SUB_01	Text
ID_EST_01	Text
ID_TIFO_01	Text

Click any field above to see its properties.

Field Properties

Alias	Código Estructura de los Usos
Allow Null Values	Yes
Default	
Length	2

Page 2/6

Previous **Next** Finish Cancel

(7) Seleccionar el Sistema de referencia de coordenadas y siguiente

(8) Mantener por defecto la tolerancia en "x" e "y" y siguiente

7 XY Coordinate Systems Available

Search

WGS 1984 UTM Zone 18S

WGS 1984 UTM Zone 17S

WGS 1984 UTM Zone 18S

Page 3/6

Previous **Next** Finish Cancel

8 XY Tolerance

0,001 Meter

Reset To Default About Spatial Reference Properties

Page 4/6

Previous **Next** Finish Cancel

(9) Mantener por defecto la resolución en "x" e "y"

(10) Por defecto las palabras claves y finalizar

9 XY Resolution

0,0001 Meter

Accept default resolution and domain extent (recommended)

About Spatial Reference Properties

Page 5/6

Previous **Next** Finish Cancel

10 Configuration Keyword

Default

This option uses the default storage parameters for the new table/feature class.

Use Configuration Keyword

This option allows you to specify a configuration keyword which references the database storage parameters for the new table/feature class.

BLOB_OUTOFFLINE

About Configuration Keywords

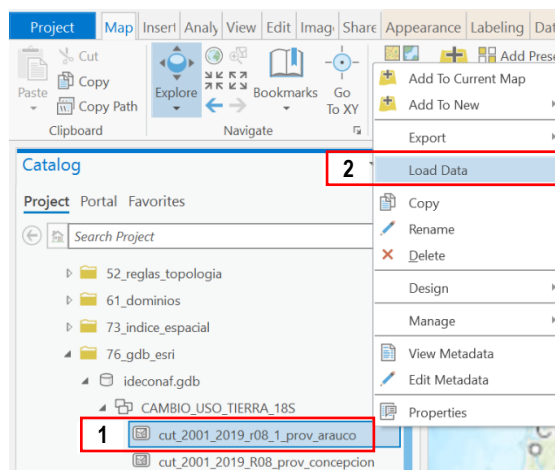
Page 6/6

Previous **Next** **Finish** Cancel

Finalmente, ya creado el Feature Class que contiene la estructura de campos y alias importados recientemente, solo resta por cargar los datos en la capa recién creada en la GDB, seguir los pasos que se describen a continuación.

(1) Clic derecho en el Feature Class creado, el cual aún no tiene datos

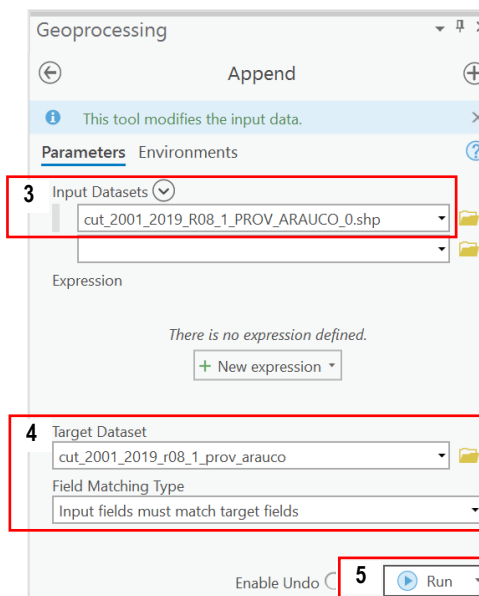
(2) Clic en “Cargar datos”



(3) Seleccionar la capa que contiene los datos, y a partir de este serán importados los datos en el Feature Class

(4) Se especifica el Feature Class y la coincidencia de los campos y el tipo de datos que tiene para importar los datos

(5) Clic en “Run” para terminar el proceso.



9.2.2.6. Creación de alias desde QGIS 3.16

En QGIS también es posible asignar alias a los campos de alguna la capa de IG pero con la salvedad que estos quedan almacenados en el archivo del proyecto de QGIS que se está trabajando, sin embargo, estos no quedarán disponibles en la tabla de atributos de la capa para futuras consultas o al momento de transferir esta información en otras plataformas. Por tal motivo, no se incluye la generación de alias con QGIS en el presente documento.

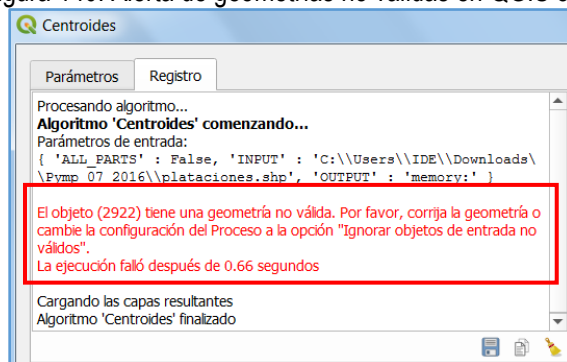
10. ANEXOS

10.1. Repercusión de Geometrías No Válidas en los Geoprocesos usando diferentes softwares SIG

10.1.1. Geometrías no válidas en QGIS 3.16

Al ejecutar el geoproceso calcular centroides en QGIS 3.16, para una capa con geometrías de polígonos no válidos. Por defecto, el proceso no filtra ni omite dichas geometrías, sino más bien, se detiene, y alerta la presencia de estas, tal y como se muestra en la Figura 140.

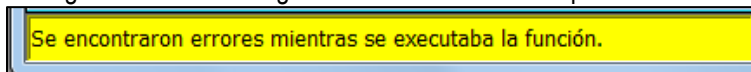
Figura 140: Alerta de geometrías no válidas en QGIS 3.16



10.1.2. Geometrías no válidas en Open JUMP 1.4

Este Software SIG, ejecuta el proceso calcular centroides y lo termina, pero omite aquellos elementos con geometrías no válidas, y anuncia la presencia de estos al ejecutar el algoritmo tal y como se muestra en la Figura 141

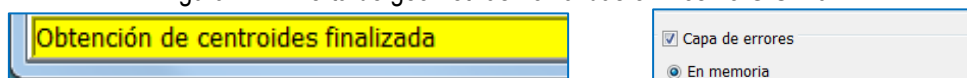
Figura 141: Alerta de geometrías no válidas en Open JUMP 1.4



10.1.3. Geometrías no válidas en Kosmo GIS 2.0

Este software, simplemente omite las geometrías no válidas, no obstante, permite resaltar aquellos elementos que no se pudieron procesar, ya que se detectaron propiedades de geometrías no válidas, activando la opción "Capa de errores" (Figura 142).

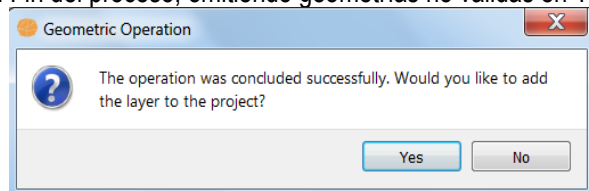
Figura 142: Alerta de geometrías no válidas en Kosmo GIS 2.0



10.1.4. Geometrías no válidas en TerraView 5.5

TerraView 5.5 omite los aquellos elementos con geometrías inválidas, al terminar la operación anuncia el fin exitoso del proceso y consulta si se desea añadir al proyecto.

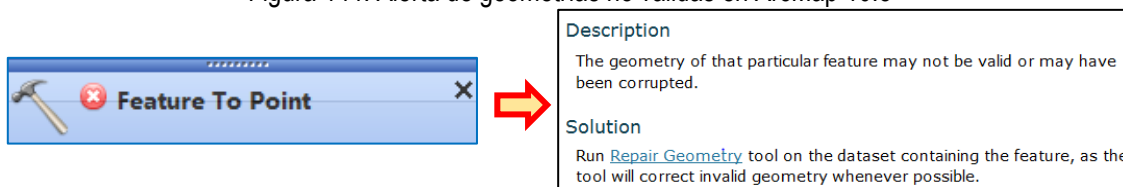
Figura 143: Fin del proceso, omitiendo geometrías no válidas en TerraView 5.5



10.1.5. Geometrías no válidas en ArcMap 10.5

Si el software detecta un elemento considerado inválido según Esri (Esri Open Source, 2018³⁴), el proceso se detiene y no se logra obtener el resultado.

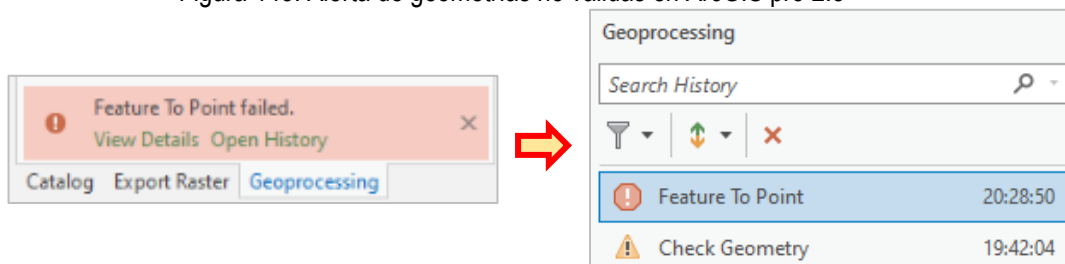
Figura 144: Alerta de geometrías no válidas en ArcMap 10.5



10.1.6. Geometrías no válidas en ArcGIS pro 2.8

Si el software detecta un elemento considerado inválido según Esri (Esri Open Source, 2018), el proceso se detiene y no se logra obtener el resultado.

Figura 145: Alerta de geometrías no válidas en ArcGIS pro 2.8



Para abordar esta problemática, en los siguientes ítems se describen algunas de las geometrías no válidas en: puntos, líneas y polígonos; las cuales han sido obtenidas de un compendio de citas y referencias, entra las cuales destaca la Documentación de QGIS 3.10 (2020)³⁵ y en Esri (2018)³⁶

³⁴ Fuente: <https://esri.github.io/geometry-api-java/doc/Polygon.html>

³⁵ Fuente: https://docs.qgis.org/3.10/es/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectorgeometry.html

³⁶ Fuente: <https://esri.github.io/geometry-api-java/doc/Polygon.html>

10.2. Nombres de la GDB de archivos por cada una de las instituciones responsable de los datos según el nuevo modelo de datos del programa IDE Minagri

Servicio	Nombre de la GDB
CIREN	ideciren
CONAF	ideconaf
CNR	idecnr
FIA	idefia
INFOR	ideinfor
INIA	ideinia
INDAP	ideindap
ODEPA	ideodepa
SAG	idesag
AGROSEGUROS	ideagroseguros

10.3. Nombres de los Feature Dataset tematizados por GDB según el nuevo modelo de datos del programa IDE Minagri

Nombre de la GDB	Feature Dataset
ideciren	AREA_RECUPERACION_SUELOS_DEGRADADOS
	CATASTRO_FRUTICOLA
	CLIMA_CIREN
	EROSION
	PROPIEDADES
	SUELOS
	USO_ACTUAL_SUELO
ideconaf	ACOPIOS_LENA
	BONIFICACIONES
	CAMBIO_USO_TIERRA
	CATASTRO_USOSUELO_VEGETACION
	HUMEDALES_RAMSAR
	INCENDIOS
	LIMITES_SNASPE
	SISTEMA_ASISTENCIA_QUEMAS
idecnr	INFRA_RIEGO
	BONIF_RIEGO
idefia	PROYEC_FIA
	DIST_AGROCLIMATICOS
	EMAS
ideinfor	IFC

	INDUSTRIA_FORESTAL
	PLANTACIONES_FORESTALES
ideinia	INIA
ideindap	INDAP
ideodepa	CENSO_AGROPECUARIO
	DIVISION_ADMINISTRATIVA
	FERIAS_LIBRES
idesag	AREAS_PROHIBIDAS_CAZA
	CONTROLES_FRONTERIZOS
	DEPENDENCIAS_MINAGRI
	RECSUELOS_DEGRADADOS
	MON_PLAGAS_CUARENTENARIAS
	PROSPEC_PSEUDO_SYRINGAE
	ROL_UNICO_PECUARIO
	SEMILLEROS
	TRAMPAS_DETECCION_MOSCAFRUTA
	TRAMPAS_LOBESIA_BOTRANA
	VERANADAS
	VIGILANCIA_AGRICOLA
	VIVEROS
ideagroseguros	SINIESTRALIDAD_DE_CREDITOS
	CONTRATACION_DE_CREDITOS

11. REFERENCIAS

- ¿Qué son las tablas y la información de atributos? (2019). Recuperado el 10 de 06 de 2020, de ArcGIS Desktop - ArcMap: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/tables/what-are-tables-and-attribute-information.htm>
- 15.1. *Introducción a Bases de Datos Lesson.* (2012). Recuperado el 10 de 06 de 2020, de Documentación de QGIS2.8: https://docs.qgis.org/2.8/es/docs/training_manual/database_concepts/db_intro.html
- aplitop. (2020). *Algoritmo de Douglas-Peucker*. Recuperado el 25 de 05 de 2020, de MDT - Manual de kjReferencia: <https://www.aplitop.com/subidas/ayuda/es/MDT/index.html#!algoritmoDeDouglasPeucker>
- aplitop. (2020). *Curvado\Generalización\Algoritmo de Visvalingam*. Recuperado el 25 de 05 de 2020, de MDT - Manual de Referencia: <https://www.aplitop.com/subidas/ayuda/es/MDT/index.html#!algoritmoDeVisvalingam>
- Cómo funciona Simplificar línea.* (2016). Recuperado el 25 de 05 de 2020, de ArcGIS Desktop - ArcMap: desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/cartography-toolbox/how-simplify-line-works.htm
- Complemento Comprobador de topología.* (2012). Recuperado el 2020 de 06 de 10, de Documentación de QGIS2.8: https://docs.qgis.org/2.18/es/docs/user_manual/plugins/plugins_topology_checker.html
- Documentation 9.1: Preset Options.* (2020). Recuperado el 28 de 05 de 2020, de PostgreSQL 9.1.24: www.postgresql.org/docs/9.1/runtime-config-preset.html
- Documentation PostgreSQL 9.1.* (2020). Recuperado el 10 de 06 de 2020, de Preset Options: <https://www.postgresql.org/docs/9.1/runtime-config-preset.html>
- Errores de topología.* (2020). Recuperado el 10 de 06 de 2020, de Documentación QGIS 3.10: https://docs.qgis.org/3.10/es/docs/gentle_gis_introduction/topology.html#topology-errors
- Esri Open Source. (2018). *Polygons*. Recuperado el 16 de 06 de 2020, de Class Polygon: <https://esri.github.io/geometry-api-java/doc/Polygon.html>
- Ferrás Calvo, A. (3 de 06 de 2014). Recuperado el 15 de 06 de 2020, de STUDYLIB: <https://studylib.es/doc/8264099/desarrollo-de-un-plug-in-de-simplificaci%C3%B3n-de-geometr%C3%ADas-con>
- Fixing polygon overlap errors.* (2011). Recuperado el 27 de 05 de 2020, de Defining and fixing topological errors: https://imgimond.github.io/ArcGIS_tutorials/Topology.htm
- Fundamentos de topología.* (2016). Recuperado el 2020 de 26 de 2020, de ArcGIS for Desktop - ArcMap: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/topologies/topology-basics.htm>

- Geoinnova. (2020). *El secreto de las bases de datos espaciales: índices y funciones espaciales*. Recuperado el 27 de 05 de 2020, de Inicio - SIG: <https://geoinnova.org/blog-territorio/el-secreto-de-las-bases-de-datos-espaciales/>
- GEOS Geometry Engine Open Source. (2017). *Geometry Cleaning*. Recuperado el 10 de 06 de 2020, de <https://trac.osgeo.org/geos/wiki/GeometryCleaning>
- GitHub - ISOTC211/TMG: Repository for Terminology. (2020). Recuperado el 10 de 06 de 2020, de ISO/TC 211 Terminology Maintenance Group (TMG): <https://github.com/ISO-TC211/TMG>
- Gutiérrez, M. (2006). *El Rol de las Bases de Datos Espaciales en una Infraestructura de Datos*. Recuperado el 06 de 10 de 2020, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/239613162_El_Rol_de_las_Bases_de_Datos_Espaciales_en_una_Infraestructura_de_Datos
- gvSIG Association. (2010). *Introducción - La consistencia lógica como componente de la calidad del dato geográfico*. Recuperado el 10 de 06 de 2020, de Manual extensión topología gvSIG 1.9: http://downloads.gvsig.org/download/web.save/projects/gvsig-desktop/docs/user/ext/topologia/topologia-0-1.0/topology-0-1-0/gvsig_freemind_toc_view65b3.html?doc=Manual%20extensi%C3%B3n%20topolog%C3%ADa%20gvSIG%201.9/Introducci%C3%B3n/La%20consistencia%20l%C3%B3gica
- IDECA. (2019). *Objeto geográfico*. Recuperado el 10 de 06 de 2020, de Glosario: <https://www.ideca.gov.co/recursos/glosario/objeto-geografico>
- Índices espaciales y ST_Geometry. (2017). Recuperado el 10 de 06 de 2020, de ArcGIS Desktop ArcMap: desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/using-sql-with-gdbs/spatial-indexes-and-stgeometry.htm
- Instituto Geográfico de Aragón. Departamento de Vertebración del Territorio, Movilidad y Vivienda. (2018). *Reglas topológicas aplicables a un dato geográfico*. Recuperado el 2020 de 05 de 27, de http://idearagon.aragon.es/datosdescarga/descarga.php?file=documentacion/geodatos/documentacion/Idearagon_Topologia.pdf
- Introducción a Bases de Datos Lesson. (2012). Recuperado el 28 de 05 de 2020, de Documentación QGIS2.8: https://docs.qgis.org/2.8/es/docs/training_manual/database_concepts/db_intro.html
- MappingGIS. (2019). *Controlar y asegurar la calidad de los datos GIS: dominios en QGIS*. Recuperado el 10 de 06 de 2020, de <https://mappinggis.com/2019/12/como-incluir-un-dominio-de-atributo-en-qgis/?unapproved=15904&moderation-hash=7fb584b8591d787e0b9aac72f75d09c8#comment-15904>
- OGC. (2020). *Simple Feature Access - Part 1: Common Architecture*. Recuperado el 10 de 06 de 2020, de <https://www.ogc.org/standards/sfa>

- Polygons and Multipolygons with invalid geometries.* (2016). Recuperado el 05 de 28 de 2020, de Importing Shapefiles in SAP HANA and the validity of geometries: blogs.sap.com/2016/08/30/importing-shapefiles-in-sap-hana-and-the-validity-of-geometries
- Propiedades de geometría - Ayuda / Documentación.* (2019). Recuperado el 10 de 06 de 2020, de Esri – ArcGIS Desktop: https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/using-sql-with-gdbs/geometry-properties.htm#ESRI_SECTION1_B9C1B7D150A941FB83E6C20DFC78D7B7
- SIG. (2014). En V. Olaya, *Sistemas de Información Geográfica* (págs. 185-220). Girona: 2.
- Simplificación y suavizado vectorial.* (2012). Recuperado el 27 de 05 de 2020, de Documentación de QGIS2.8: https://docs.qgis.org/2.8/es/docs/training_manual/processing/generalize.html
- Simplificar geometrias en QGIS.* (2019). Recuperado el 28 de 05 de 2020, de Grupo TYC GIS: <https://www.cursosgis.com/simplificar-geometrias-en-qgis/>
- Soriano Castro, P. (2019). *Creación de índices en PostgreSQL/PostGIS.* Recuperado el 09 de 06 de 2020, de SIGdeletras :: Tecnologías de Información Geográfica: <http://www.sigdeletras.com/2019/creacion-de-indices-con-postgresql-postgis/>
- The PostGIS Development Group. (01 de 03 de 2020). *postgis.net*. Obtenido de PostGIS 2.3.11dev Manual rev. 17987: https://postgis.net/docs/manual-2.3/using_postgis_dbmanagement.html#OGC_Vaildity
- Topología.* (2009). Recuperado el 2020 de 05 de 25, de Documentación de QGIS2.14: https://docs.qgis.org/2.14/es/docs/gentle_gis_introduction/topology.html
- Topology Checker Plugin.* (2016). Recuperado el 2020 de 05 de 25, de Documentación QGIS2.18: https://docs.qgis.org/2.18/en/docs/user_manual/plugins/plugins_topology_checker.html
- Ureña Camara, M., García Balboa, J., & Ariza Lopez, F. (06 de 2001). *Comportamiento del algoritmo de visvalingam en niveles altos de generalización.* Recuperado el 2020 de 06 de 16, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/326132333_Comportamiento_del_algoritmo_de_visvalinga_m_en_niveles_altos_de_generalizacion