



**MODELO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA  
IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS EN  
SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO BASADO EN LA GTC 45.**

**JEISSON MORA PALACIO**

**PROYECTO DE GRADO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS**

**UNIDAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES**

**ADMINISTRACIÓN EN SALUD OCUPACIONAL**

**VILLAVICENCIO**

**2016**

## Tabla de contenido

Introducción .....	9
Resumen.....	12
Abstrac .....	13
Planteamiento del problema.....	14
Formulación del problema .....	19
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos .....	21
Justificación e impacto del proyecto.....	22
Marco referencial .....	26
Marco conceptual.....	26
Marco legal .....	35
Marco Teórico.....	37
La GTC 45 .....	37
Sistemas de información geográfica o SIG.....	42
Antecedentes de investigación .....	56
Tipo de investigación.....	60
Muestra .....	60
Instrumentos y técnicas de recolección de información .....	61

Procedimiento .....	63
Análisis de datos .....	65
Creacion del modelo de datos.....	65
Creación de Dominios.....	72
Resultados.....	75
Estructura de modelo de datos geográfico.....	75
Creación de Features Class .....	78
Ejercicio de aplicación y validación a un área simulada de una empresa .....	99
Análisis comparativo de metodologías para la identificación de peligros y valoración de riesgos .....	140
Conclusiones.....	145
Recomendaciones .....	146
Bibliografía .....	149
Anexos .....	155

## Lista de figuras

Figura 1. Plano de peligros .....	16
Figura 2. Ejemplo mapa de riesgos de una instalación industrial.....	17
Figura 3. Anexo B matriz de riesgos .....	39
Figura 4. Ciclo de vida de los SIG.....	45
Figura 5. Componentes de un SIG.....	49
Figura 6. Método para interpretar la información de una tabla de Feature Class .....	69
Figura 7. Ejemplo de dominio y sus componentes .....	72
Figura 8. Creación de un dominio.....	73
Figura 9. Selección de campos y características del dominio.....	73
Figura 10. Totalidad de feature class del modelo de datos .....	74
Figura 11. Módulo ArcCatalog con la identificación de la Personal GDB .....	78
Figura 12. Creación de un feature class .....	79
Figura 13. Nombramiento de feature class .....	80
Figura 14. Selección de sistemas de coordenadas geográficas .....	80
Figura 15. Asignación de campos atributivos.....	81
Figura 16. Ajuste de espacios a los nombres de los atributos.....	82
Figura 17. Visualización de manzanas catastrales y terreno urbano en el SIG del IGAC.....	88
Figura 18. Visualización construcción en predio urbano SIG del IGAC .....	89
Figura 19. Interfase de ArcGis - ArcMap.....	99
Figura 20. Importación de los feature class .....	100
Figura 21. Selección de Feature Class a ArcMap.....	100
Figura 22. Visualización de feature class en tabla de contenido .....	101

Figura 23. Incorporación de biblioteca de imágenes satelitales .....	101
Figura 24. Aproximación a la zona de interés .....	102
Figura 25. Ubicación de la ciudad de interés para el ejercicio .....	102
Figura 26. Vista aérea de Villavicencio Meta.....	103
Figura 27. Sobre posición de barrios vs imagen satelital de Villavicencio .....	103
Figura 28. Acercamiento a la zona del ejercicio práctico.....	104
Figura 29. Visualización aérea del barrio Ciudad Porfía.....	104
Figura 30. Digitalización de las manzanas catastrales barrio Ciudad Porfía .....	106
Figura 31. Sobre posición manzanas catastrales y predios urbanos vs imagen satelital.....	106
Figura 32. Visualización información atributiva predio urbano seleccionado .....	107
Figura 33. Visualización de atributos feature class "Empresa" .....	108
Figura 34. Comparativo entre tabla de atributos del Arcgis vs estructura feature class empresa	108
Figura 35. Herramientas de visualización de ArcMap.....	109
Figura 36. Más herramientas de visualización en ArcMap.....	109
Figura 37. Aplicación y consulta a nivel macro .....	110
Figura 38. Consulta a nivel macro posibles .....	110
Figura 39. Visualización de consulta sobre la capa Empresa .....	111
Figura 40. Visualización información feature class Área o departamento .....	112
Figura 41. Comparativo entre atributos de la capa área en Arcgis vs estructura feature class área .....	112
Figura 42. Otra información del feature class Área o departamento .....	113
Figura 43. Atributos en la capa Área o departamento .....	113
Figura 44. Otra manera de visualizar información .....	114

Figura 45. Tabla de atributos feature class Área o departamento .....	115
Figura 46. Visualización de la información ingresada a las diferentes áreas de empresas en el feature class área o departamento .....	115
Figura 47. Modificación de atributos en un campo .....	116
Figura 48. Delimitación del área de trabajo contabilidad para aplicación del ejercicio .....	117
Figura 49. Consulta de información en feature class Puesto de trabajo .....	118
Figura 50. Visualización de información Feature Class Puesto de trabajo y trabajador .....	118
Figura 51. Comparativo entre tabla de atributos del Arcgis vs estructura feature class puesto de trabajo .....	119
Figura 52. Caracterización de la información en la feature class Trabajador .....	120
Figura 53. Visualización de información sobre Feature Class Trabajador .....	120
Figura 54. Visualización de datos en tablas de atributos sobre capa trabajador .....	121
Figura 55. Opciones de consulta o edición en el feature class trabajador .....	121
Figura 56. Comparativo entre tabla de atributos del Arcgis vs estructura feature class trabajador .....	122
Figura 57. Visualización de atributos feature class Actividad.....	123
Figura 58. Edición de datos feature class Actividad.....	124
Figura 59. Tabla de atributos Feature Class Actividad.....	124
Figura 60. Visualización total tabla de atributos feature class Actividad.....	125
Figura 61. Ejemplo de plano de peligros del área.....	127
Figura 62. Edición y visualización de atributos Peligro PG .....	128
Figura 63. Edición y visualización de atributos Peligro PL.....	129
Figura 64. Edición y visualización de atributos Peligro PT.....	129

Figura 65. Generación de malla de datos feature class Ruido para mediciones ambientales .....	130
Figura 66. Visualización de atributos feature class Ruido.....	131
Figura 67. Herramientas de Arctoolbox.....	131
Figura 68. Aplicación de IDW a datos de ruido .....	132
Figura 69. Ejecución herramienta IDW .....	132
Figura 70. IDW de ruido.....	133
Figura 71. Conversión de IDW a Ráster.....	133
Figura 72. Mapa de ruido.....	134
Figura 73. Generación de malla de datos Feature Class temperatura .....	135
Figura 74. IDW de temperatura .....	135
Figura 75. Conversión de IDW de temperatura a Ráster .....	136
Figura 76. Mapa de temperatura .....	136
Figura 77. Generación de malla de datos Feature Class iluminación.....	137
Figura 78. IDW de iluminación .....	138
Figura 79. Conversión de IDW de iluminación a Ráster .....	138
Figura 80. Mapa de iluminación .....	139

## Lista de tablas

Tabla 1. Estructura del modelo de datos .....	76
Tabla 2. Formatos de entrega de la información.....	77
Tabla 3. Feature class puesto de trabajo. ....	83
Tabla 4. Feature class Actividad. ....	84
Tabla 5. .Feature class trabajador. ....	86
Tabla 6. Feature class área o departamento. ....	87
Tabla 7. Feature class empresa. ....	90
Tabla 8. Feature class peligro tipo polígono.....	92
Tabla 9. Feature class peligro tipo línea. ....	93
Tabla 10. Feature class peligro tipo punto.....	94
Tabla 11. Feature class de ruido .....	95
Tabla 12. Feature class de iluminación.....	96
Tabla 13. Feature class de temperatura.....	97
Tabla 14. Comparativo entre el método de la GTC 45 vs el modelo propuesto de base de datos geográficos.....	140

## **Introducción**

La presente idea de investigación, inicia presentando el planteamiento del problema, en donde se expone y delimita la razón de la presente investigación. Allí se por qué se hace necesaria la búsqueda de nuevas herramientas que permitan mejorar la identificación de peligros y valoración de los riesgos realizado por los profesionales en salud y seguridad en el trabajo, proceso que se realiza a cada una de las dependencias de las empresas, analizando las situaciones que en ella se presentan y la interacción entre los empleados y las actividades que diariamente se realizan.

Luego de ello, se procede a explicar la razón por la cual se hace necesaria la investigación a realizar y los beneficios que se esperan obtener del estudio terminado al implementar los sistemas de información geográfica como herramienta en el mejoramiento de la interpretación de la información en el desarrollo del procedimiento propuesto por ICONTEC en la norma GTC 45.

Se continua, exponiendo el marco referencial el cual está conformado por la descripción los conceptos básicos necesarios para comprender el lenguaje utilizado al emplear programas de SIG (sistemas de información geográfica) y norma GTC 45; igualmente, se delimita la normatividad legal concerniente al desarrollo de la idea de investigación y por último se expone la parte de conceptos teóricos referentes a la aplicación de la GTC 45 y de los componentes y las fases que integran el ciclo de vida de los sistemas de información geográfica.

Se continua, con la presentación de los casos en los cuales en situaciones anteriores, se ha utilizado como elemento de apoyo el uso de programas o softwares de sistemas de información geográfica (en adelante SIG) (arcgis, 2016), también conocidos como SIG O GIS; específicamente en el ámbito de la salud, abordando ejemplos de nivel internacional, como

también algunas aplicaciones dadas a temas regionales en Colombia, en donde quienes hicieron dichos estudios, han evidenciado el potencial uso de este tipo de herramientas para realizar análisis de situaciones que a simple vista no podrían ser analizadas y requieren la ayuda de herramientas informáticas que ayuden a examinar altos volúmenes de información.

Dentro de los antecedentes es importante resaltar un artículo publicado en una revista académica de la universidad Tadeo Lozano (Utadeo, 2012), en la cual se sugiere la necesidad de un sistema de información geográfica para el manejo de la información en salud ocupacional (hoy SG-SST Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo), enmarcado en el sistema de riesgos laborales, lo cual es básicamente el ejercicio de lo que plantea la presente investigación, aplicándolo a un área de una empresa, esto con la idea volver real la necesidad de este tipo de herramientas en el acompañamiento de la ejecución de las tareas del SG-SST.

En el diseño metodológico, se define el tipo de estudio sobre el cual se realiza la presente investigación, se realiza la delimitación de la muestra de estudio a analizar y los instrumentos utilizados para lograr realizar el objetivo del proyecto. De igual manera se describen el procedimiento utilizado durante toda la investigación y se analizan los datos obtenidos producto de la aplicación del modelo a casos hipotéticos en un área de trabajo de una empresa simulada, con el fin de validar el funcionamiento del SIG, como instrumento complementario de la GTC 45 y como mecanismo de mejoramiento en los procesos de identificación de peligros.

Luego de esto, se describen los resultados y se presenta una tabla comparativa entre los resultados del uso del método de la GTC 45 frente a los beneficios que pueden ser obtenidos al desarrollarse la identificación de peligros con la ayuda de modelo de datos en la plataforma SIG.

En último lugar se presentan las conclusiones y recomendaciones fruto de la investigación, así como las referencias bibliográficas consultadas y algunos anexos que se consideran de vital importancia, correspondientes a la información atributiva de la estructura de datos geográficos.

## Resumen

La investigación, se realiza con el fin de mejorar el proceso de identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional, elaborando un modelo de datos geográficos, usando como parámetro de elaboración de la estructura del modelo, la Guía Técnica Colombiana GTC 45 (ICONTEC, 2012).

En el proceso de la identificación de riesgos laborales, siempre existe la duda sobre sí, ¿la valoración dada a los peligros fue la más acertada) y ¿se tuvieron en cuenta todas las variables que pueden afectar a la integridad de un trabajador?; Por ello a continuación, se presenta el resultado del desarrollo de la estructura del modelo de datos geográficos para la identificación de peligros y valoración de riesgos en las áreas de trabajo, con el fin de optimizar la efectividad de la aplicación la GTC 45. En el documento, se describe la elaboración y el paso a paso de los componentes geográficos (feature class), del modelo de datos geográfico o GDB, desarrollado en plataforma SIG (sistemas de información geográfica), utilizando el software ArcGis, ESRI, donde se visualiza de manera digital (planos en 2D), el ejercicio realizado a un área de trabajo de una empresa simulando situaciones hipotéticas.

La simulación, buscó presentar ambientes muy similares a la realidad de una empresa, haciendo uso de todos los elementos desarrollados en el modelo de datos geográfico para la identificación de peligros y la valoración de riesgos, elaborado en base a los procedimientos presentados por ICONTEC en la GTC 45, pero con el diferencial de hacer uso de la variable de ubicación geográfica de las instalaciones, las situaciones y los peligros.

**Palabras claves:** sig, base de datos geográfica, factor de riesgo, valoración de peligros, GTC 45.

## Abstrac

The research has the intention to improve the identification of dangers, and the valuation of security and occupational health risks, developing a geographic data model, using as a parameter of development of the model structure, on the Colombian Technical Guide Colombian CGT 45 (ICONTEC, 2012).

In the identification process of labor risks, there is always the concern about if ¿the valuation assigned to the dangers was the most accurate?, and if ¿we had in mind all the options that may affect the worker integrity?; in this way, is presented the result of the geographic data model structure to the identification of dangers and risks valuation in work areas, aiming of optimize the effectiveness of applying the CGT 45. It's described in the document the elaboration and the step by step of the components of a geographic data model (feature class), of the geographic data model o GDB, developed in geographic information systems platform (GIS), specifically using the ArcGis, ESRI software, where is displayed in digital (2d drawings), the exercise performed at a work area of a company simulating stage.

The simulation, research to present very similar to the reality of a environments business, using all the elements developed in the geographic data model to the identification of dangers and risks valuation in work areas, based on the procedures presented in the GTC 45 by ICONTEC, but with the difference of using geographical location variable of the facilities, situations and dangers.

**Key words:** gis, geographic database, risk factor, dangers valuation. CGT 45

## Planteamiento del problema

Al analizar la metodología implementada actualmente, para la realización del análisis de riesgos en el puesto de un trabajador, la cual habitualmente es adoptada de la Guía Técnica Colombiana GTC 45 (ICONTEC, 2012); se evidencia que ésta, básicamente consiste en la realización de una inspección visual del área de trabajo, en donde en ocasiones el “boceto” del área que se elabora como diagrama de representación para la localización de peligros, se desarrolla sobre una hoja de papel a mano alzada; La descripción de los datos observados, es elaborada en un papel borrador o copia impresa del anexo B de la GTC 45, en donde se registran los hallazgos descubiertos en el sitio al momento de la inspección y por último, la persona encargada de realizar el levantamiento de la información de la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos, debe utilizar horas de oficina para la creación de dicha matriz transcribiendo toda la información recopilada generalmente; -por no decir siempre,- a un archivo en Excel excesivamente extenso y detallado de cada una de las actividades de la empresa.

Ahora bien, la cuestión a analizar en la presente idea de investigación, radica en el hecho de que no todas las personas que realizan una lectura o un análisis del producto final de la GTC 45 en el archivo tabulado de Excel, están en la capacidad de comprender sí, la información diligenciada en el formato, cumple con el análisis necesario o si la evaluación a los riesgos fue la más adecuada.

Así mismo, aparte de poseer el registro documental del anexo B de la GTC 45 diligenciado, en muy raras ocasiones se realiza el registro fotográfico, como soporte documental de la actividad realizada y es muy probable que se presenten situaciones en que la persona encargada de realizar el levantamiento de la información, pase por algo algunos aspectos que

debieron ser analizados con mayor detenimiento, los cuales podrían ser resueltos probablemente con un chequeo al registro fotográfico.

De igual manera, si se quisiera exponer en una reunión ante una junta directiva, el resultado de la visita y el análisis a los puestos de trabajo en determinada empresa, no queda más opción que presentar el reporte estadístico de los datos hallados o demostrar por medio del mismo documento en Excel, el anexo B de la GTC 45 diligenciado con cada una de las actividades analizadas proceso por proceso.

Claro está; que también, hoy día ya es posible encontrar ejemplos de representaciones graficas o planos denominados *planos de riesgos*, los cuales no necesariamente se utilizan para realizar reportes de la información generada en el análisis de los puestos de trabajo; Estos planos de peligro son descritos por Jakobsen (2010), como:

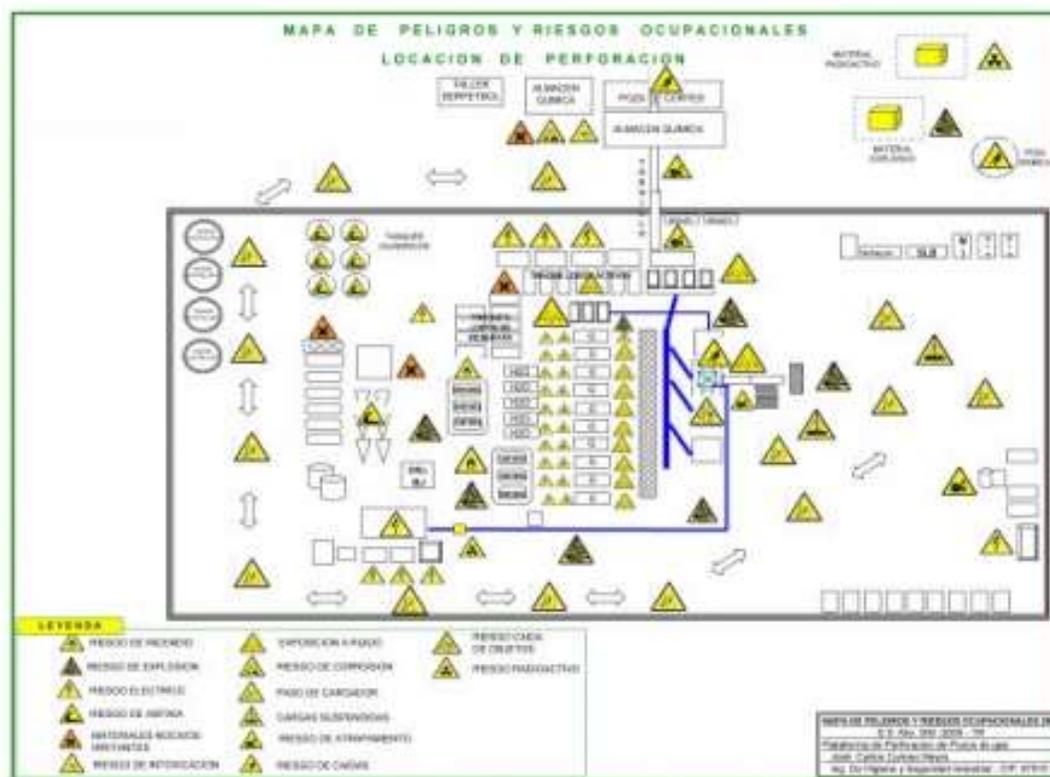
Instrumento, que mediante relevamiento y representación de riesgos y agentes contaminantes, permite localizar los factores nocivos en un espacio de trabajo determinado.

Entre los objetivos más importantes de la elaboración de un mapa de riesgos de una empresa o sector de la misma se puede enumerar:

- Implementar planes y programas de prevención, en función de las prioridades observadas.
- Permitir una identificación, análisis y seguimiento periódico de los riesgos mediante la implementación de sistemas de control de gestión de prevención participativos.

- Evaluar la eficacia de las intervenciones preventivas que se adoptan desde la gestión empresarial.
- Mejorar las condiciones de trabajo a través de la participación de los trabajadores y sus representantes.

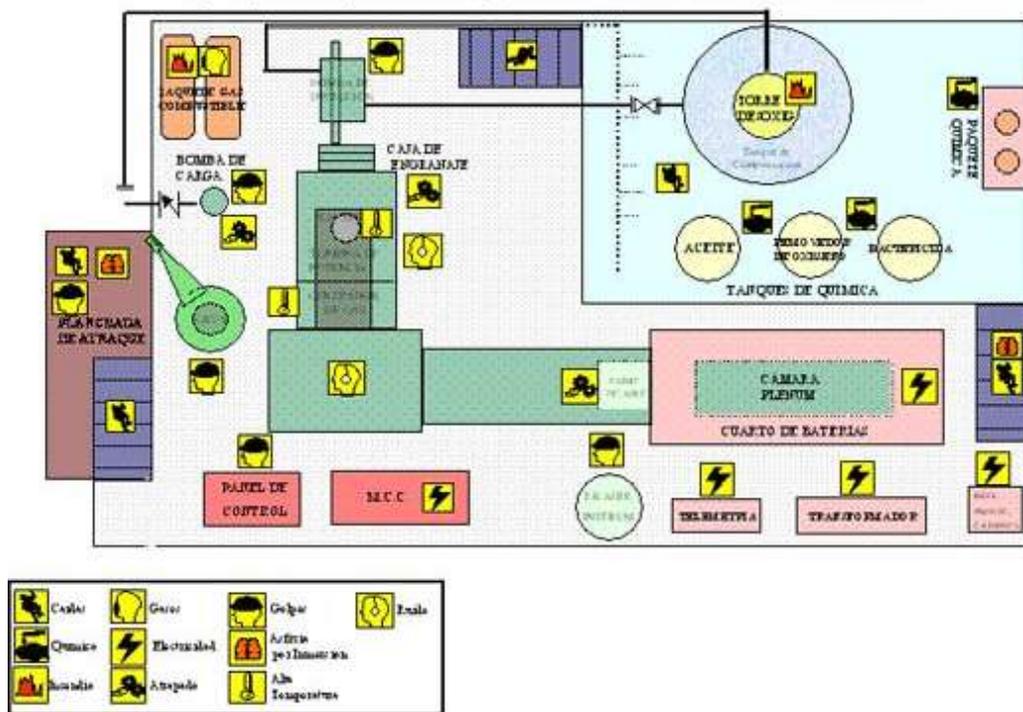
Figura 1. Plano de peligros



Nota: Obsérvese, la distribución de un espacio en donde se ubican los posibles peligros y riesgos sobre el área de perforación, allí se utilizan íconos que representan las situaciones clasificadas en el área de leyenda del mapa.

Adaptado de mapasderiesgos, (2011). Copyright <http://mapasderiesgos.blogspot.com.co/>

Figura 2. Ejemplo mapa de riesgos de una instalación industrial



Nota: La figura, delimita los espacios de la empresa por colores e identifica los elementos de protección personal que se deben utilizar según las áreas. Adaptado de Corzo Álvarez, G (2012). Prevención, seguridad y salud laboral. Copyright <http://prevencionseguridadysaludlaboral.blogspot.com.co/2012/01/mapa-de-riesgos.html>

La gran dificultad que presentan este tipo de planos radica, en el hecho que se realizan con ayuda de softwares que no permite esquematizar e identificar de la mejor manera la información atributiva en el espacio de papel cuando se cuenta con demasiada información, por lo general son realizados en programas de computadora denominados ACAD o “programas asistidos por computadora por sus siglas en inglés *computer assisted drawing*”

Para profundizar en el tema, se puede digitar en el buscador de Google la búsqueda *planos de peligro* y se encontrará cantidad de modelos que tienen algo en común, pues aunque pretenden identificar los riesgos y los peligros, es tanta la información general presentada, que lo

que se obtiene como resultado es un gráfico saturado de información inconclusa, la cual no siempre provee de información relevante del área a analizar para el profesional de la salud, ni para el trabajador quien ayuda a elaborarlos y los que frecuentemente se utilizan para sus propias capacitaciones.

Ello se debe, a que los programas ACAD, han sido diseñados principalmente para dibujo mecánico o arquitectónico, en donde se generan variedad de planos y copias según las necesidades del usuario, pero para el caso específico como lo es la identificación de los riesgos, se requiere almacenar demasiada información alfanumérica para cada uno de los elementos o registros que se deseen presentar.

Si se quisiera utilizar un programa ACAD, para solucionar el aspecto de la representación gráfica de las estaciones de trabajo, se requeriría agregar toda la información solicitada en el anexo B de la GTC 45 para cada uno de los puestos de trabajo analizados, lo que representa un excesivo uso de tiempo y trabajo que no optimiza los procesos de la manera esperada.

## Formulación del problema

La pregunta que orienta el presente documento es: **¿cómo puede ser aplicado un sistema de información geográfico para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en la seguridad y salud en el trabajo?**

### Objetivo general

- Desarrollar un modelo de sistema de información geográfica, usando como parámetro la guía técnica GTC 45, para contribuir a mejorar la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud en el trabajo.

### Objetivos específicos

- Recopilar la información de la norma GTC 45.
- Recopilar la información referente a la implementación y aplicación de los Sistemas de Información Geográfica.
- Establecer los lineamientos necesarios para desarrollar un Sistema de Información Geográfica con base en la GTC 45.
- Elaborar el diseño del modelo de base de datos o GDB propuesto.
- Aplicar el Sistema de Información Geográfica a un área simulada de una empresa para verificar y validar el funcionamiento.
- Presentación de los resultados producto de la investigación.

## Justificación e impacto del proyecto

La idea de investigación nace, luego evidenciar la necesidad de mejorar la información que brinda el documento diligenciado de la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos de la GTC 45.

Debido a que normalmente, el profesional en salud y seguridad en el trabajo, después de realizar el levantamiento de la información en el anexo B de la GTC 45, debe diligenciar toda la información en algún programa como Excel o programa tabulador, en donde con anterioridad ha creado el mismo formato que se ofrece en la GTC 45 y debe iniciar a digitar toda la información recopilada en campo. Luego, debe establecer las valoraciones adecuadas, los ajustes y recomendaciones que deben realizarse a los hallazgos encontrados; Lamentablemente, los procedimientos son monótonos y extensos, creando archivos tabulados demasiado grandes impidiendo la focalización de trabajo en aquellas áreas que por su nivel de importancia, requieren de atención prioritaria y desestimando en ocasiones la relación del puesto de trabajo frente a su entorno, a áreas contiguas o a riesgos externos de la empresa.

El presente proyecto, se realiza con el fin de explorar cómo la aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), pueden mejorar el análisis de situaciones de factores de riesgo para los trabajadores en los puestos de trabajo. Los SIG según Mineducación (2016) son descritos como:

Conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada.

Algunos de los beneficios que se pueden obtener de aplicar un SIG a la gestión de los riesgos laborales, radica en:

- Cobertura de todas y cada una de las áreas que componen la empresa al analizar los puestos de trabajo en la representación gráfica, aspecto que no se realiza hoy día.
- Analizar aspectos como colindancia y situaciones externas a las instalaciones de infraestructura física que con el método no son tenidos en cuenta,
- Optimización del tiempo y los recursos al mejorar la identificación de las áreas críticas, al definir la calificaciones de riesgos con base a datos registrados de mejor manera que con el método
- Poseer un registro documental y fotográfico del estado actual de la empresa que aportará grandes beneficios en los procesos de control y mejoramiento, ya que en la actualidad sólo se tiene registro documental.
- Registro y evidencia efectivo para respaldar el estado de la empresa frente a los procesos de auditoria, pues se puede demostrar fácilmente el antes y después de cada una de las áreas de la empresa y su evolución en el mejoramiento continuo.
- Aprovechar el hecho de que la GDB, tiene la característica de ser re escalable y compatible con proyectos de otras áreas (SIG del gobierno, medio ambiente, gestión del riesgo), puede ser analizada la empresa de manera individual o realizar análisis de grandes proporciones espaciales como un sector de la ciudad, un barrio o una ciudad completa implementando la GDB en cada una de las empresas y unificando toda la información en un solo proyecto para diversidad de estudios; aspecto muy diferente al

método de la GTC 45, en donde el ejercicio de aplicación de la GTC 45, sólo se utiliza para aspectos internos y propios de la empresa, desaprovechando el potencial de la información recopilada.

Respaldando los beneficios anteriormente descritos, se evidencia la necesidad de agregar las representaciones graficas al proceso realizando con el método de la GTC 45, con el fin de uso de aprovechar los beneficios que la georeferenciación puede brindar a la gestión de riesgos laborales, debido a que optimiza sustancialmente el proceso implementado en la identificación de peligros en los puestos de trabajo al analizar directamente cada uno de las estaciones del trabajador de manera individual no solo por proceso, sino por tarea o actividad, haciendo uso de la posición espacial de la información y no solamente registrándola en un archivo de tabulación en Excel que promueve a la posible creación de vacíos de información; Logrando con ello, aumentar la competitividad de los profesionales en riesgos y fortaleciendo los procesos de las empresas para trabajar en el mejoramiento del medio ambiente laboral.

Este modelo, facilitará también la planificación de los espacios y las dependencias de la empresa para los casos en donde se realice el diseño o rediseño de la infraestructura física. Permitirá igualmente, analizar factores externos -condiciones de seguridad y fenómenos naturales,- que pueden influir en la afectación del recurso humano de la organización o de las dependencias que la componen.

Así mismo se convierte en una potente herramienta que puede ser exigida por parte de las entidades del estado, como requisito para la evaluación de los factores de riesgos de la empresas y obteniendo una poderosa base de datos con información de excelente calidad para utilizar en proyectos de salud pública y de gestión en riesgos.

El resultado de la investigación, mejorará los procedimientos que hoy día son usados en la identificación de los peligros por parte de los profesionales de campo de la seguridad y salud en el trabajo, las empresas dedicadas a éste tipo de labores y las ARL, quienes buscan sobre todas las cosas, procurar la salud y bienestar del trabajador, reducir las pérdidas económicas por parte de las empresas y salvaguardar la vida humana.

## Marco referencial

### Marco conceptual

**Agente de riesgo:** Elemento que es capaz de producir daño.

**Archivos de Datos (shapefiles)** También son llamados bases de datos de vectores, que describen la ubicación de puntos (localidades de colección), poli-líneas (caminos, vías) o áreas (tipos de suelo, o países). Un shapefile realmente consiste de tres archivos separados con el mismo nombre pero con diferentes extensiones (SHP, SHX, DBF), y son tratados como un sólo archivo. Existen algunos shapefiles con archivos adicionales (extensiones SBN y SBX) (Hijmans, y otros, 2004, p.10)

**Actividad no rutinaria:** Actividad que no forma parte de la operación normal de la organización. Que no es estandarizable debido a la diversidad de escenarios y condiciones bajo las cuales se pudiera presentar.

**Actividad rutinaria:** Actividad que forma parte de la operación normal de la organización, se ha planificado y es estandarizable.

**Arcgis:** Es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), Arcgis es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios. Arcgis permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario. El sistema está disponible en cualquier lugar a través de navegadores Web, dispositivos móviles como Smartphone y equipos de escritorio.

**Consecuencia:** Resultado, en términos de lesión o enfermedad, de la materialización de un riesgo, expresado cualitativamente o cuantitativamente.

**Dominios:** Los dominios de atributos son reglas que describen los valores legales de un tipo de campo. Proporcionan un método para forzar la integridad de los datos. Un dominio es una declaración de valores de atributo aceptables. Los dominios de atributo se utilizan para limitar los valores permitidos en cualquier atributo concreto de una tabla o clase de entidad. Si las entidades de una clase de entidad o los objetos no espaciales de una tabla se han agrupado en subtipos, se pueden asignar diferentes dominios de atributo a cada uno de los subtipos. Cuando se asocia un dominio a un campo de atributo, solo son válidos para el campo los valores incluidos dentro de ese dominio. Dicho de otro modo, el campo no aceptará ningún valor que no esté en dicho dominio. El uso de los dominios ayuda a garantizar la integridad de datos mediante la limitación de la elección de los valores de un campo en concreto. (ESRI, 2016, p.1).

**Factores de origen físico, químico y biológico:** Se incluyen en este grupo los denominados contaminantes físicos, (ruido, vibraciones, iluminación, condiciones termo higrométricas, radiaciones ionizantes-rayos X, rayos gama, etc.). Los denominados contaminantes químicos presentes en el medio ambiente de trabajo constituidos por materias inertes presentes en el aire en forma de gases, vapores, nieblas, aerosoles, humos, polvos, etc., y los contaminantes biológicos constituidos por microorganismos (bacterias, virus, hongos, protozoarios, etc.) Causantes de enfermedades profesionales. Del estudio y conocimiento de los citados factores de riesgo se encarga la higiene del trabajo, técnica de prevención de las enfermedades profesionales.

**Factores o condiciones de seguridad:** Se incluyen en este grupo las condiciones materiales que influyen sobre la accidentabilidad pasillos y superficies de tránsito, aparatos y equipos de elevación, vehículos de transporte, maquinas, herramientas, espacios de trabajo, instalaciones eléctricas, etc. Del estudio y conocimiento de los citados factores de riesgo se encarga la seguridad del trabajo, técnica de prevención de los accidentes de trabajo.

**Factores derivados de las características del trabajo:** Incluyendo las exigencias que la tarea impone al individuo que las realiza (esfuerzos, manipulación de cargas, posturas de trabajo, niveles de atención, etc.) asociadas a cada tipo de actividad y determinantes de la carga de trabajo, tanto física como mental, de cada tipo de tarea, pudiendo dar lugar a la fatiga.

**Factores derivados de la organización del trabajo:** Los factores debidos a la organización del trabajo (tareas que lo integran y su asignación a los trabajadores, horarios, velocidad de ejecución, relaciones jerárquicas, etc.) se consideran:

*Factores de organización temporal* (jornada y ritmo de trabajo, trabajo a turno o nocturno, etc.)

*Factores dependientes de la tarea* (automatización, comunicación y relaciones, status, posibilidad de promoción, complejidad, monotonía, minuciosidad, identificación con la tarea, iniciativa, etc.)

**Factor de Riesgo:** Es todo elemento, sustancia, condiciones ambientales y actitudes humanas cuya presencia o modificación, aumenta la probabilidad de producir un daño a quien está expuesto a él.

**Factores de Riesgos Físicos:** Son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que pueden provocar efectos adversos a la salud, según sea su intensidad, tiempo de exposición, y concentración de los mismos.

**Factores de Riesgo Químicos:** Toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al medio ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes, tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

**Factores de Riesgo Biológicos:** Se refiere a un grupo de microorganismos que están presentes en determinados ambientes de trabajo y que al ingresar al organismo pueden desencadenar enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas, intoxicaciones, etc.

**Factores de Riesgo Biomecánico:** Son aquellos factores o situaciones que tiene que ver con la adecuación del trabajo al hombre como: el sobre esfuerzo físico, superficies de trabajo, sillas, ubicación de controles inadecuados y que tiene repercusión en el sistema músculo esquelético y psicológico.

**Factores de Riesgo Psicolaboral:** Son aquellos que se generan por la interacción del trabajador con la organización inherente al proceso, a las modalidades de la gestión administrativa, que pueden generar una carga psicológica, fatiga mental, alteraciones de la conducta, el comportamiento del trabajador y reacciones fisiológicas.

**Factores de Riesgo público:** Factores de riesgo derivados de situaciones de agresión intencional de seres humanos contra seres humanos, contra intereses privados de las personas, o

contra comunidades y en los que se vean involucrados trabajadores de manera directa o indirecta, y que produzcan lesiones físicas o psicológicas, generando incapacidad temporal o permanente.

### **Factor de Riesgo de Seguridad**

*Mecánico:* Objetos, maquinas, equipos, herramientas que por sus condiciones de funcionamiento, diseño, o por la forma, ubicación y disposición tiene la capacidad potencial de entrar en contacto con las personas o materiales, provocando lesiones en los primeros y/o daños en los segundos.

*Eléctrico:* Se refiere a los sistemas eléctricos de las maquinas, los equipos, que al entrar en contacto con las personas o las instalaciones y materiales, puede provocar lesión a las personas y daños a la propiedad.

*Almacenamiento y movilización inadecuada de cargas:* Comprende los factores relacionados con las actividades de almacenamiento y movilización de objetos.

*Incendio y explosión:* En este grupo se incluyen los objetos, sustancias, operaciones, organización de brigadas, alarmas, fuentes de calor, sistemas eléctricos, que en condiciones de inflamabilidad, combustibilidad o de defectos, pueden ocasionar incendios y/o explosiones.

*Instalaciones Locativas:* Incluye los aspectos propios de las instalaciones Locativas que por sus características de diseño, construcción y mantenimiento pueden acarrear lesiones personales o daños materiales o sencillamente incomodidad para desarrollar actividades propias de trabajo.

*Factores de Riesgo Natural:* En relación con preparación y respuesta ante emergencias de origen natural: huracán, terremoto, inundación, etc.

**Geferenciación:** Fallas, (2003) Es el proceso utilizado para relacionar la posición de un objeto o superficie en un plano o en archivo ráster o vectorial con su posición en la superficie terrestre. Para georeferenciar cualquier objeto en la superficie terrestre es necesario definir una superficie de referencia, una figura geométrica que represente la Tierra y finalmente un datum. (p.17).

**GTC 45:** El estudio de las condiciones de trabajo, mediante el cual se hace un reconocimiento pormenorizado de los Factores de Riesgo a los que están expuestos los trabajadores en un lugar específico, determinando en éste los efectos que puedan ocasionar efectos en la salud de los trabajadores y a la estructura organizacional, (Positiva, 2014).

**Medidas de control:** Medidas (s) implementadas (s) con el fin de minimizar la ocurrencia de incidentes.

**Modelo de base de datos geográfico** GDB o BGD y descrito por IGN (s.f) como:  
Conjunto de datos geográficos organizados de tal manera que permiten la realización de análisis y la gestión del territorio dentro de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Además, una BDG se utiliza de soporte para la implantación de servicios geográficos relacionados con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), y su contenido es la base fundamental en los procesos de producción cartográficos.

**Nivel de consecuencia:** Medida de la severidad de la consecuencia.

**Nivel de deficiencia:** Magnitud de relación esperable entre el conjunto de peligros detectados y su relación causal directa con posibles incidentes, con la eficacia de las medidas preventivas existentes en un lugar de trabajo.

**Nivel de exposición:** Situación de exposición a un peligro que se presenta en un tiempo determinado durante la jornada laboral.

**Nivel de Probabilidad:** Producto del nivel de deficiencia por el nivel de exposición.

**Nivel de riesgo:** Magnitud de un riesgo resultante del producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencia.

**Peligro:** Fuente, situación o acto con potencial de daño en términos de enfermedad o lesión a las personas, o una combinación de estos (NTC-OHSAS 18001:2007).

**Proceso:** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

**Riesgo:** Combinación de probabilidad de que ocurra un (os) evento (o) o exposición (es) peligroso (s), y la severidad de lesión o enfermedad, que pueda ser causado por los eventos o las exposiciones (NTC-OHSAS 18001:2007).

**Riesgo aceptable:** Riesgo que ha sido reducido a un nivel que la organización puede tolerar, respecto a sus a sus obligaciones legales y su propia política en seguridad y salud ocupacional.

**Salud:** la OMS (2016) define: La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades". La cita procede del Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud, que fue adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946, firmada el 22 de julio de 1946 por los representantes de 61 Estados (Official Records of

the World Health Organization, N° 2, p. 100), y entró en vigor el 7 de abril de 1948. La definición no ha sido modificada desde 1948.

**Salud ocupacional:** Se entenderá en adelante como Seguridad y Salud en el Trabajo, definida como aquella disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones (Ley 1562 de 11 de julio de 2012, p.1).

**SIG o sistemas de información geográfica:** según Mineducación (2016) son descritos como el conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada.

**Sistema General de Riesgos Laborales:** Es el conjunto de entidades públicas y privadas, normas y procedimientos, destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan. Las disposiciones vigentes de salud ocupacional relacionadas con la prevención de los accidentes de trabajo y enfermedades laborales y el mejoramiento de las condiciones de trabajo, hacen parte integrante del Sistema General de Riesgos Laborales (Ley 1562 de 11 de julio de 2012, p.1).

**Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST:** Este Sistema consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua y que incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y

las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y salud en el trabajo (Ley 1562 de 11 de julio de 2012, p.1).

**Valoración de los riesgos:** Proceso de evaluar el riesgo que surge de un peligro teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes y de decidir si el riesgo es aceptable o no.

## Marco legal

La Ley en Colombia se refiere y legisla de manera específica la identificación de peligros y la valoración de riesgos en la seguridad y salud en el trabajo y los sistemas de información geográfica por las siguientes normas:

- Decreto 1072, Ministerio del trabajo, Libro1, Parte 2, Titulo 4, Capitulo 6, Articulo 2.2.4.6.15, Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector trabajo. Capitulo IV. Artículo 15. Identificación de Peligros, Evaluación y Valoración de los Riesgos. El empleador o contratante debe aplicar una metodología que sea sistemática, que tenga alcance sobre todos los procesos y actividades rutinarias y no. rutinarias internas o externas, máquinas y equipos, todos los centros de trabajo y todos los trabajadores independientemente de su forma de contratación y vinculación, que le permita identificar los peligros y evaluar los riesgos en seguridad y salud en el trabajo, con el fin que pueda priorizarlos y establecer los controles necesarios, realizando mediciones ambientales cuando se requiera.
- Decreto 1443 de 2014, Ministerio del trabajo, Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Capitulo V. Artículo 23. Gestión de los peligros y riesgos: El empleador o contratante debe adoptar métodos para la identificación, prevención, evaluación, valoración y control de los peligros y riesgos en la empresa.

- Resolución 2400 de 1979, Ministerio del trabajo, Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.  
Título I capítulo II, artículo II literal f. Aplicar y mantener en forma eficiente los sistemas de control necesarios para la protección de los trabajadores y la colectividad contra los riesgos profesionales y condiciones o contaminantes ambientales originados en las operaciones y procesos de trabajo.
- Circular No.001 (2009). Colombia. Comisión Intersectorial de Políticas y Gestión de la Información – COINFO. Lineamientos para la estandarización de la información geográfica y de los sistemas de información geográfica – SIG.
- Conpes 3585 (2009), Colombia, Departamento Nacional de Planeación. Consejo Nacional de Política Económica y Social .Consolidación de la Política Nacional de Información Geográfica y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE.

## Marco Teórico

El marco teórico de la investigación parte del conocimiento de la metodología usada en la Guía técnica de la GTC 45 y los lineamientos del sistema de información geográfica para la identificación de riesgos y peligros, el desarrollo de la evaluación y el establecimiento de medidas de control, los cuales se describirán a continuación.

### La GTC 45

El proceso del levantamiento de la información de los riesgos hallados que usualmente es implementada por la mayoría de las empresas y los profesionales en riesgos, se realiza con base a la metodología expuesta en la GTC 45 (ICONTEC, 2012). Dicha guía, fue desarrollada bajo la metodología **fine**, propuesta por William Fine, quien define la manera de determinar el valor del riesgo de la siguiente manera:

Consiste en valorar tres criterios y multiplicar las notas obtenidas en cada uno. Así, el grado de peligrosidad (GP), se obtendrá al multiplicar el factor consecuencias (C) por el de exposición (E) y el de probabilidad (P). Los valores se introducen en un parte de comunicación de riesgo, en el que se determinarán los valores a utilizar siguiendo estas indicaciones: Consecuencias (factor C) (prevencionintegral, 2015)

La última actualización realizada a la GTC 45, fue realizada en el año 2012 por iniciativa del gobierno colombiano, el ministerio de protección social y el CCS (Consejo Colombiano de Seguridad), y ejecutada por Comité 9 de Generalidades de Salud Ocupacional del Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), el cual pertenece a la Unidad Sectorial de Normalización que coordina el Consejo Colombiano de Seguridad (CCS), quienes soportaron como criterios de mejoramiento, el hecho de que la guía, CCS (2012):

- Dejaba bases abiertas a cometer errores.
- Maneja una clasificación limitada de los “factores de riesgo”.
- No estaba alineada con ningún sistema de gestión actual.
- La guía debía presentar un esquema general para llevar a cabo la identificación de peligros y valoración de riesgos, que pueda ser utilizado por cualquier organización, sin importar su tamaño y actividad económica.
- La GTC debía ser presentada como una metodología que sirve como herramienta y brinda información a las organizaciones, con el fin administrar sus riesgos en todas sus operaciones en forma detallada.
- Se debía actualizar el concepto de peligro y analizar la utilidad de conservar el concepto de ‘Factores de Riesgo’.
- Se debía actualizar el vocabulario concerniente al tema de riesgos.

En la norma de la GTC 45 (ICONTEC, 2012), además de presentarse las definiciones conceptuales del tema y del procedimiento para su uso, se adjunta un elemento denominado Anexo B o matriz de riesgos presentado a continuación el cual contiene los parámetros definidos en la guía por ICONTEC, para realizar el registro de los hallazgos en cada uno de los puestos de trabajo que represente un alto grado de probabilidad a un riesgo.

Figura 3. Anexo B matriz de riesgos

**GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 45 (Segunda actualización)**

**ANEXO B  
(Informativo)  
MATRIZ DE RIESGOS**

A continuación se presenta dos ejemplos de los elementos que podría contener una matriz de riesgo.

Proceso	Lugar / Zona	Actividades	Tareas	Rutinario (si/no)	Descripción del peligro	Medidas preventivas	Controles existentes			Evaluación del riesgo					Criterios para establecer controles		Medidas intermedias		Evaluación preliminar de Probabilidad Perseverante	
							Permite	Reduce	Elimina	Base de Datos	Nivel de Exposición	Nivel de Probabilidad (CONTEC)	Importancia del tipo de actividad	Nivel de Consecuencia	Nivel de riesgo (RI) e interacción	Importancia del tipo de Exposición	Condiciones del riesgo por riesgo	Por Consecuencia		Criterios Residual: Apogé específico
<b>Ejemplo 1</b>																				
Mantenimiento	Oficina de Controlador y Controlador de Operaciones - Instalación de Pintar Paredes	Si	Mantenimiento de paneles de control	Mecánico	Herramientas, golpes	Riesgo	* Excesos de momentos de herramientas * Capacitación en el uso de herramientas.	Riesgo	1	2	BASTO	20	100	NO	Cortadas, Contusiones	SI			Como a y aplicar de un análisis de trabajo requiere ATTO previo a la ejecución de esta tarea.	Colar a los trabajadores de pintura para protección de acuerdo al protocolo de protección requerido por la organización.

Nota: Ejemplo 1. Valoración de riesgos asociados a una organización que se dedica a la pintura de instalaciones locativa.  
Continúa.

Nota: ICONTEC. Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. (2012). Copyright ICONTEC.

Como puede apreciarse en la figura 3, la estructura del anexo, permite tabular de manera específica, cada uno de los peligros presentes en un puesto de trabajo al realizarse determinada actividad, en el formato se hace referencia requerir como mínimo:

- Proceso
- Lugar/zona
- Actividades
- Tareas
- Rutinario (si/no)
- Descripción del peligro

- Clasificación del peligro
- Efectos posibles
- Controles existentes
  - en la fuente
  - en el medio
  - en el individuo
- Evaluación del riesgo:
  - Nivel de deficiencia
  - Nivel de exposición
  - Nivel de probabilidad
  - Interpretación del nivel de probabilidad
  - Nivel de consecuencia nivel de riesgo e intervención
  - Interpretación de nivel de riesgo
- Criterios para establecer controles
  - Aceptación del riesgo
  - Numero de expuestos
  - Peor consecuencia

- Existencia de requisitos legales o específicos
- Medidas de intervención
  - Eliminación
  - Sustitución
  - Control de ingeniería
  - Señalización, advertencia, controles administrativos
  - Equipos y elementos de protección individual

El método de la GTC 45, requiere en un principio, como toda labor de visitas a áreas de trabajo, realizar la planificación de del recorrido del trabajo, paso seguido se debe imprimir el Anexo B adjunto en la guía y sobre él diligenciar para cada una de las estaciones o puestos de trabajo, la información requerida en el anexo las veces que se haga necesario para el registro documental de los hallazgos identificados en campo, todo ello en compañía del trabajador y cuando se hace necesario en apoyo de profesionales especialistas en diferentes áreas como psicólogos, fisioterapeutas o ergónomos, dependiendo del requerimiento de análisis.

Si bien es claro, este es un proceso que debe de hacerse en conjunto con los trabajadores de cada una de las áreas de trabajo y los especialistas en cada una de las ramas a analizar, se debe resaltar que hoy día, la existencia de instrumentos tecnológicos como lo son los SIG, los cuales pueden servir de apoyo o complemento a las tareas de identificación de riesgos. Mineducación (2016) afirma: “los sig son un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y

coordinada, (...). Esto significa que realizando una correcta aplicación de ellos, pueden brindar una ayuda significativa en la recopilación eficiente de la información y no están siendo utilizados debido principalmente al desconocimiento de la aplicabilidad en el tema y porque no existen registros de que se haya hecho el ejercicio de desarrollar la identificación de peligros por medio de sistemas de información geográfica.

### **Sistemas de información geográfica o SIG**

Los Sistemas de Información Geográfica, de ahora en adelante identificados como SIG, según Arcgis (2016) son descritos como:

Es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz.

En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

Teniendo en cuenta la versatilidad y flexibilidad de modelamiento a diferentes estudios que tienen los sistemas de información geográfica, el software propuesto para la elaboración y la aplicación del SIG, es denominado Arcgis el cual es descrito por (Arcgis, s.f) como:

Es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), Arcgis es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios. Arcgis permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario. El sistema está disponible en cualquier lugar a través de navegadores Web, dispositivos móviles como Smartphone y equipos de escritorio.

Se debe resaltar, que según lo investigado, los SIG, aún no han sido aplicados directamente a la seguridad y la salud en el trabajo, áreas como la seguridad industrial, pueden ser áreas potenciales de desarrollo en el uso de estas tecnologías y se espera que con el planteamiento de esta investigación, el presente modelo incentive a las próximas generaciones a realizar nuevas investigaciones, como también el desarrollo de aplicaciones específicamente en estas áreas del conocimiento que contribuyan a mejorar y facilitar la identificación y el control de los riesgos laborales, colaborando a disminuir la accidentalidad en los puestos de trabajo y la reducción de enfermedades profesionales y de los accidentes laborales.

Los SIG, al pertenecer al grupo de programas desarrollados principalmente para la elaboración de productos cartográficos, poseen un aspecto fundamental que corresponde a la variable espacial o también conocida *georeferenciación*, la idea de investigación pretende lograr utilizar esta variable en los procesos de análisis de los puestos de trabajo de cada una de las áreas de trabajo, la Georeferenciación es definida como Fallas (2003):

Proceso utilizado para relacionar la posición de un objeto o superficie en un plano o en archivo ráster o vectorial con su posición en la superficie terrestre. Para georeferenciar cualquier objeto en la superficie terrestre es necesario definir una superficie de referencia, una figura geométrica que represente la Tierra y finalmente un datum. (p.17)

De igual modo, este tipo de programas, permite asignar una posición en el espacio a las entidades cartográficas, en este caso los peligros que pueden ser valorados como de calificación estática, queriendo decir con ello, referirse a aquellos peligros que pertenecen a un área específica y necesitan ser monitoreados constantemente con el fin de controlar su presencia en el ambiente laboral; Por ejemplo:

Una iluminaria ubicada en una oficina puede no haber sido seleccionada según las recomendaciones en la norma reglamentaria y ello afectar la salud visual de los trabajadores por mala iluminación del área de trabajo; al realizarse la geofrenciación de la luminaria, la información cubrirá aspectos que no son tenidos en cuenta según los requerimientos legales. Al hacerse uso de programas como los SIG, puede ser manejada su información, estado y seguimiento; de este modo, en la siguiente revisión de mejoras a las condiciones de seguridad o a los factores de riesgo que se estén presentando, se puedan tener presente qué acciones han sido desarrolladas para este ítem en particular, si se realizó el ajuste o cambio de la luminaria, si se mantuvo igual o si empeoró la condición del riesgo.

Ahora bien, para poder pensar en el desarrollo del modelo SIG de la presente investigación, se debe comprender cuál es el ciclo de vida y los componentes sobre los cuales se plantea su desarrollo.

### ***Fases del ciclo de vida de los SIG***

Las fases del ciclo de vida de los SIG son similares a los de un Sistema de Información comunes, pero en los SIG, además, se debe considerar las características especiales de los datos geográficos o la posición espacial que utiliza y sus correspondientes procesos de actualización.

Para el óptimo desarrollo de un Sistema de Información Geográfica se deben seguir las siguientes fases (IGAC, 2004)

Figura 4. Ciclo de vida de los SIG



Nota: Paso a paso de la elaboración de un sig Adaptado de Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica. (2004). Copyright [http://corponarino.gov.co/pmapper-4.3.1/sig/interfase/documentos/ciclo\\_de\\_vida\\_sig.pdf](http://corponarino.gov.co/pmapper-4.3.1/sig/interfase/documentos/ciclo_de_vida_sig.pdf)

## Planeación.

La finalidad de la fase de planeación “pretende señalar y establecer prioridades sobre aquellas tecnologías y aplicaciones que producirán un máximo beneficio para la organización” (IGAC, 2004) cita a (Whitten, Bentley y Barlow, 1996). El fin de esta fase radica en elaborar, los objetivos generales, específicos y los esquemas generales de la manera más clara y precisa (IGAC. Notas de clase curso de Fundamentos en SIG 2004).

En esta fase se debe responder:

- ¿Cuáles son los objetivos que deberá cumplir en SIG?
- ¿Cuáles son las necesidades de la organización que deben resolverse?
- ¿Quiénes son los usuarios del sistema y sus necesidades?
- ¿Cuál es la información y los datos que usan y generan en la organización para desarrollar sus funciones?
- ¿Qué sistemas se encuentran en funcionamiento en la organización?
- ¿Cuáles son los productos esperados del sistema?
- ¿Cuáles es el alcance del sistema?

## **Análisis.**

El propósito del análisis es “el estudio del sistema actual de la empresa y de la información y definición de las necesidades y prioridades de los usuarios para la construcción de un nuevo sistema de información” (IGAC, 2004) cita a (Whitten, Bentley y Barlow, 1996). Esto incluye:

- Análisis de la viabilidad del proyecto.
- Análisis de los sistemas existentes.
- Definición de necesidades de usuarios y establecimiento de prioridades.

## **Diseño.**

En ésta fase se evalúan las alternativas detalladas de solución de tipo informático según (IGAC, 2004) citando a (Whitten, Bentley y Barlow, 1996).

Las fases del diseño son:

- Elección de una solución de diseño entre las soluciones candidatas. Éstas se evalúan con los siguientes criterios: viabilidad técnica, operativa, económica, tiempo.
- Evaluación del hardware y software requeridos.
- Diseño e integración del nuevo sistema.

Ésta etapa hace preciso elaborar un modelo de datos que estructure el SIG, se debe, (IGAC.

Notas de clase curso de Fundamentos en SIG, 2004).

Definir la verificación y el control de calidad de los datos, seleccionar las capas de información por áreas de trabajo, estructurar la base de datos espacial y temática y concretar todos los procesos que soportará el SIG. Igualmente, en esta etapa se definen los programas y equipos para el SIG, de manera que satisfagan los requerimientos para producción de mapas, datos tabulares y procesamiento digital de imágenes.

### **Implantación.**

Es la construcción del nuevo sistema y el paso de dicho sistema a “producción”, (IGAC, 2004) cita a (Whitten, Bentley y Barlow, 1996). Se le conoce también como desarrollo, contiene las fases de:

- Probar las redes y las bases de datos.
- Construcción y prueba de las aplicaciones.
- Instalación y prueba del nuevo sistema.
- Entrega del sistema para puesta en funcionamiento.

### **Pruebas.**

A partir de esta fase, se realizan los controles de funcionamiento y resultado del sistema. “Los criterios de evaluación son la precisión, la calidad y los productos esperados. Las pruebas son un proceso cíclico que debe dar como resultado el cumplimiento de los objetivos propuestos” (IGAC. Notas de clase curso de Fundamentos en SIG, 2004). Logrando esta fase, se puede afirmar que el sistema está cumpliendo o no sus objetivos.

## Mantenimiento.

Es el soporte “continuado de un sistema después de que se ha puesto en funcionamiento. Incluye el mantenimiento de aplicaciones y mejoras al sistema” (IGAC, 2004) cita a (Whitten, Bentley y Barlow, 1996). Esta fase incluye actividades como:

- Corrección de errores.
- Recuperación de datos por fallas del sistema.
- Adaptación del sistema a nuevas necesidades.

## *Componentes de los SIG*

Los elementos que componen un SIG son los siguientes según (IGAC, 2004):

Figura 5. Componentes de un SIG



Nota: IGAC, Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica. (2004). Copyright [http://corponarino.gov.co/pmapper-4.3.1/sig/interfase/documentos/ciclo\\_de\\_vida\\_sig.pdf](http://corponarino.gov.co/pmapper-4.3.1/sig/interfase/documentos/ciclo_de_vida_sig.pdf)

## Recurso Humano

En el manejo de los SIG, existen dos tipos de personas, también denominados en ocasiones como “usuarios”, de perfil multidisciplinario, cuyo enfoque se define con base al objetivo del mismo, son definidos por (IGAC, 2004) como:

- Usuarios internos: corresponde a un grupo selecto multidisciplinario de profesionales que diseñan y gestionan el sistema, conocedores de los equipos y programas con fines de producción. Estos usuarios tienen la capacidad de utilizar las facilidades del software SIG, con la finalidad de plantear una solución a un problema específico en la organización.
- Usuarios externos: corresponde al grupo de profesionales u organizaciones que requieren de la información digital almacenada o producida por los SIG, con el fin de aplicarla a su trabajo diario o al desarrollo de proyectos específicos.

## Tecnología.

Los softwares SIG dependiendo del tipo de desarrollo que tengan y la magnitud de los datos manejados, requieren de características específicas. Los componentes son la CPU y los dispositivos, los cuales pueden ser divididos en (IGAC, 2004):

- Dispositivos de almacenamiento masivo: discos magnéticos, cintas magnéticas, disco óptico CD-ROM, DVD.
- Dispositivos de entrada: teclados, monitores, apuntadores electrónicos y ópticos (mouse), tabletas digitalizadoras, escáneres o barredores, lectores magnéticos y láser, puertos e Internet.

- Dispositivos de salida: monitores, plotter, cintas magnéticas, disco óptico CD-ROM, DVD, memory stick y módem.

### **Datos.**

El elemento de datos es descrito por (IGAC, 2004) citando a (Whitten, Bentley y Barlow, 1996). como: “una colección de hechos considerados de forma aislada” Los datos son la materia prima que permite a los SIG realizar análisis espaciales, simulando el comportamiento de los fenómenos del mundo real y pueden ser:

- Numéricos.
- Alfanuméricos: letras y números, tablas.
- Gráficos: mapas, fotografías, etc.
- Geográficos: están orientados espacialmente.

### **Información.**

La información, corresponde a los datos recopilados en campo, sobre los cuales se ha realizado un proceso de manipulación de su información y ha sido ingresado al sistema para ser almacenado y utilizado de forma útil. “Es un dato que ha sido manipulado, con lo que resulta de utilidad para alguien. Lo que para una persona es información para otra persona puede ser un dato” (IGAC, 2004) cita (Whitten, Bentley y Barlow, 1996).

Un SIG opera con datos geoespaciales. Un dato geoespacial hace referencia a un espacio geográfico cuya ubicación se conoce (bajo sistema de coordenadas). Los SIG almacenan

la localización del dato, su relación espacial con otros datos (topología) y una descripción mediante sus atributos propios.

### **Procedimiento.**

Los procedimientos el paso a paso de los procesos con los cuales se manipulará la información, en que los datos serán recuperados, ingresados al sistema, almacenados, manejados, transformados, analizados y finalmente presentados (salida grafica la cual puede ser análoga o digital), esto según las características del software y el equipamiento disponibles, los circuitos administrativos de cada organización y las reglas del arte propias de cada disciplina (IGAC, 2004) citando a (James Madison University, 2004).

Para realizar un procedimiento deben ejecutarse varias actividades, las cuales definen la función de un sistema de información; entre ellas se tienen:

- Los procedimientos tienen las siguientes características:
- La definición de las actividades debe ser clara y precisa.
- Una vez aplicado el procedimiento el resultado debe ser el mismo.
- Para su aplicación el entrenamiento debe ser mínimo.
- Deben ser de conocimiento general.
- Es importante seguir las instrucciones al pie de la letra.

### ***Dominios:***

Con el fin de optimizar el proceso de ingreso de datos y reducir los errores de digitación de información, los SIG, tienen una herramienta denominada: dominios, estos se utilizan para delimitar la información que poseerá un elemento y la cual hará parte de su información atributiva. Ayudando a garantizar la integralidad de la información de los datos (ESRI, 2016).

### **Propiedades de dominios**

Al momento de crear o modificar un dominio, se debe tener en cuenta editar las siguientes propiedades.

#### *Nombre y descripción:*

Al crear un nuevo dominio, especifique un nombre que describa el parámetro que rige. Los caracteres ' y ` , una comilla simple y un apóstrofo, no se pueden utilizar en el nombre de un dominio. Una vez creado un dominio, su nombre se muestra en el menú desplegable del dominio al elegir un dominio para asociarlo a un campo determinado de la vista de campos o la vista de subtipos. La descripción es una breve frase que describe la finalidad del dominio. (ESRI, 2016, p.1).

#### *Tipo de campo*

El tipo del campo es el tipo de campo de atributo al que se puede asociar el dominio.

El tipo de campo se puede establecer en cualquiera de los siguientes valores (ESRI, 2016), los cuales deben ser apreciados con claridad para mas adelante en el desarrollo de la presente idea, entender su importancia en el desarrollo de SIG:

- Corto o short integers: enteros cortos

- Largo o Long integers: enteros largos
- Flotante o Float: números de coma flotante de precisión simple
- Doble o Double: números de coma flotante de precisión doble
- Texto o Text (solo los dominios codificados): caracteres alfanuméricos
- Fecha o Date: datos de fecha y hora
- Ráster: son archivos tipo imagen.

### **Tipo de dominio**

Al crear un dominio, debe especificar el tipo de dominio que desea utilizar.

Existen dos tipos de dominios de atributo:

*Dominios de rango:* un dominio de rango especifica un rango de valores válido para un atributo numérico. Al crear un dominio de rango, se especifica un valor válido mínimo y máximo. Un dominio de rango se puede aplicar a los tipos de atributo entero corto, entero largo, flotante, doble y fecha. (ESRI, 2016, p.1).

*Dominios codificados:* un dominio de valor codificado se puede aplicar a cualquier tipo de atributo, ya sea de texto, numérico, de fecha, etc. Los dominios de valor codificado especifican un conjunto válido de valores para un atributo. La validación para dominios de valor codificados se logra limitando al usuario a elegir los valores de campo en una lista desplegable (ESRI, 2016, p.1).

En el desarrollo de la presente idea de investigación, se implementa para el uso y creación de los dominios, los dominios de tipo codificados, los cuales tiene el mejor comportamiento para la aplicación del SIG que se desea realizar. Más adelante en el documento, cuando se presenta la estructura del modelo de datos, son retomados estos conceptos; Pero para comprender cómo se utilizan los dominios se hace necesario entender la estructura del modelo de datos y se retomará el tema en el título creación de dominio apoyado en las figuras 15 a la figura 18.

## Antecedentes de investigación

### Sistemas de información geográfica en la salud

Con el fin de comprender el ámbito al que se ajusta la presente investigación, es necesario retomar el año 1854, cuando el médico John Snow implementó los mapas de Londres, para poder localizar la fuente de cólera que azotaba a la ciudad para la época, es a él a quien se le atribuye implementar la ubicación espacial para el análisis de factores, que tenían en relación un aspecto en común: El espacio, o lo que hoy en día se denomina georeferenciación, con lo que realizó un gran aporte a lo que se conoce hoy como epidemiología (Geocensos, 2012).

Indiferentemente si es epidemiología humana, animal o vegetal, la aplicación del concepto georeferenciación es la misma. Fallas (2003):

Es el proceso utilizado para relacionar la posición de un objeto o superficie en un plano o en archivo ráster o vectorial con su posición en la superficie terrestre. Para georeferenciar cualquier objeto en la superficie terrestre es necesario definir una superficie de referencia, una figura geométrica que represente la Tierra y finalmente un datum. (p.17)

A continuación se presentan algunos estudios en donde se evidencian las diferentes aplicaciones que pueden tener los mapas en el análisis de aspectos relacionados con la salud:

La investigación en Cuba hecha por los doctores Almirall Hernández, Martínez Valladares, & Pastor, (2010) cita a (Frazier, Lalich, & Pedersen, 1983) ellos generaron:

Cinco mapas de 3.073 divisiones geográficas de los EE.UU. para establecer un sistema de vigilancia en salud ocupacional. Cuatro de estos mapas muestran la distribución geográfica de los puestos de trabajo y la proporción de trabajadores en riesgos para un

universo determinado. Un quinto mapa mostró la asociación entre la edad estandarizada y la mortalidad de trabajadores cuya causa se encuentra relacionada con los riesgos laborales. Este esfuerzo se juzgó como el generador de numerosas e importantes investigaciones en el tema.

Los doctores Almirall et al., (2010) citan también a (Williams, Lawson, & Lloyd, 1992), los cuales detallaron:

Mediante el uso de mapas, estudiaron en Escocia la fluctuación de sexos en nacimientos. Era una señal de alarma sobre los posibles efectos de toxinas y otros componentes dañinos en el ambiente. Para probar esta hipótesis estudiaron el área de influencia de dos plantas de incineración que expulsaban sustancias tóxicas en Falkirk en el centro de Escocia. Los detalles geográficos fueron analizados mediante un mapa en 3D de áreas residenciales, y otras tantas de control sin este riesgo. La comparación estadística mostró una frecuencia significativa de nacimientos femeninos en el área de exposición. Este estudio inspiró otros que demostraron la afectación del cromosoma, así como el uso de esta técnica de mapeo ambiental para descubrir posibles áreas afectadas relacionadas con una frecuencia significativamente mayor en el nacimiento de féminas.

Respecto a la aplicación de mapas en los lugares de espacio reducido y sobre la distribución de condiciones de trabajo. Almirall et al., (2010) describen cómo (Piccoli, Soci, Zambelli, & Pisaniello, 2004) recomiendan:

Un nuevo método para su evaluación, basado en el mapeo de locales de trabajo. El diagnóstico de las medidas de iluminación en puestos particulares consideró las fuentes

primarias y secundarias de iluminación y recomendó, en función de estas mediciones, niveles adecuados de iluminación para los puestos de trabajo estudiados.

En julio de 2013 Londoño C, Restrepo E, & Marulanda O (2013), realizaron un estudio sobre la distribución espacial del dengue basado en herramientas del Sistema de Información Geográfica en el Valle de Aburrá, Colombia; en éste estudio:

Ubicaron espacialmente los casos de dengue notificados a la Secretaría de Salud de Medellín a través de las direcciones de las viviendas de los pacientes. Se ubicaron geoespacialmente utilizando el software Arcgis 10, y las herramientas de análisis espacial IDW y Slope para demostrar que el fenómeno del dengue cumple con el principio de autocorrelación espacial. Resultados y discusión: la enfermedad muestra patrones espaciales en el sector suroccidental de Medellín; Corregimiento de Altavista y en las Comunas de Belén y Guayabal.

Así mismo para junio de 2012 Carmona Hernández (2012), realiza un monitoreo de la infección respiratoria aguda en Manizales, mediante sistemas de información geográfica, en el cual desarrolla una sectorización de la ciudad de Manizales de acuerdo a los diferentes niveles de contaminantes atmosféricos reportados en el SIG; se entrega un reporte del número potencial de personas que podrían verse afectadas y las características físicas y sociales de las mismas.

De igual manera Molina (2008), describe mediante un estudio llamado “sistemas de información geográfica para el análisis de la distribución espacial de la malaria en Colombia”, la metodología y los resultados obtenidos del estudio sobre el cual se usó el SIG para:

Integrar datos de diversas fuentes para un período reciente y hacer distintos análisis espaciales en las cinco zonas endémicas identificadas. La información generada se organizó en fichas que sintetizan el panorama en cada zona endémica y permiten hacerse una idea de la vulnerabilidad de la población en riesgo, la incidencia por tipo de infección, las especies del vector que se han reportado y las condiciones climáticas predominantes.

Estas son algunas de las referencias y antecedentes de la aplicabilidad de los SIG en el ámbito de la salud. Para terminar, es necesario tener en cuenta el artículo especializado realizado por (Utadeo, 2012) sobre una propuesta de un sistema de información geográfica para el manejo de la información en salud ocupacional, enmarcado en el sistema de riesgos laborales, lo cual es básicamente el ejercicio de lo que plantea la presente investigación aplicándolo a una empresa con la idea de volver tangible la necesidad de este tipo de herramientas en el acompañamiento de la ejecución de las tareas del SG-SST, (Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo).

## **Tipo de investigación**

En el presente proyecto de investigación, se realizará una investigación cualitativa y exploratoria para el análisis de la identificación de peligros y valoración de los riesgos, mediante el desarrollo del modelo de datos geográfico aplicado a la GTC 45 elaborado con anterioridad.

## **Muestra**

Para la muestra de aplicación del modelo GDB al SIG, se realizará una situación hipotética simulada de un área de una empresa, ubicada en la ciudad de Villavicencio Meta, Colombia. Localizada con anterioridad en el barrio La Porfía. El área; estará divididas en un total 5 puestos de trabajo e igualmente corresponde a la participación de 5 trabajadores.

A la muestra le será realizada la aplicación del modelo de datos diferentes en situaciones, con el fin de analizar el funcionamiento del mismo, como también la efectividad de análisis de la información.

## Instrumentos y técnicas de recolección de información

Fue necesario utilizar libros, normas, reglamentos, video, textos y páginas Web, para realizar y llevar a cabo el trabajo investigativo, que servirán de guía y base en normas y procedimientos necesarios en el desarrollo del modelo de base de datos del sistema de información geográfica.

Para identificar la información que debe contener la GDB de identificación de peligros y valoración de riesgos, fue utilizada la versión actualizada de la Norma GTC 45 del 2012; en donde se dan los parámetros a las empresas en el diseño de la matriz, incluyendo la identificación y valoración cualitativa de los mismos (ICONTEC, 2012).

Los formatos para la elaboración de la GDB (Base de Datos Geográfica o) fueron desarrollados con base en el contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales adoptada mediante la Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010; que se usa actualmente para presentar la información cartográfica de la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales), (Anla, 2010).

Así mismo, para la creación de los feature class y la elaboración de los elementos de dominio que contienen la información atributiva preestablecida en la GDB, fueron consultados los videos de la página web YouTube del ingeniero forestal Rodolfo Franco Especialista en Sistemas de Información geográfica SIG, (Franco, 2011).

La recolección de la información, como tal no poseen una técnica de recolección definida, debido a que la evaluación del producto y el análisis de los datos se obtuvieron de situaciones hipotéticas generadas por parte del ejecutor de la idea de investigación. Por lo tanto,

en la medida de que la información fue siendo creada con ayuda del programa Arcgis para la aplicación del modelo de datos, quien vectoriza o dibuja los elementos geográficos que hacen parte de la representación de las diferentes áreas y componentes de la empresa que han sido diseñados con anterioridad, se busca generar situaciones cotidianas presentables en una empresa cualquiera que se dedica a labores administrativas.

## Procedimiento

A continuación se describe los pasos a seguir en la construcción del Sistema de Información geográfica:

- Identificar la cantidad de feature class a elaborar.
- Definir la forma geométrica para cada uno de los feature class.
- Delimitar la información atributiva para cada uno de los feature class.
- Elaborar en Excel la estructura de cada uno de los feature class de la GDB (Mora).
- Elaborar en Excel la estructura de cada uno de los dominios a implementar en la GDB (Mora).
- Elaborar en Excel la estructura resumida del modelo de datos de la GDB (Mora).
- Construir en Arcgis – ArcCatalog cada uno de los 11 feature class que componen la GDB (Mora).
- Construir en Arcgis – ArcCatalog los dominios de la información atributiva de los feature class.
- Vectorizar o dibujar en Arcgis – ArcMap ejemplos de los elementos desarrollados para ejecutar el ejercicio de validación de la GDB.
- Ingresar la información atributiva para cada uno de los elementos dibujados en el ArcMap.
- Realizar pruebas de funcionamiento del SIG.

- Realizar pruebas de funcionamiento de los dominios del SIG.
- Elaborar ejemplos del caso para uso de registro documental para el proyecto
- Generación del reporte de resultados de la investigación.
- Creación de tabla comparativa entre metodología GTC 45 y modelo GDB (Mora)

## Análisis de datos

Para realizar el análisis de los datos y teniendo en cuenta que la presente idea de investigación, ha sido diseñada para ser un estudio de tipo exploratorio, con la cual se propone responder a la consulta dada en el planteamiento del problema sobre la posibilidad de realizar la aplicación de un SIG en la identificación de peligros y valoración de riesgos que contribuya a complementar el trabajo realizado con la GTC 45; Las variables a analizar son:

- **Viabilidad:** ¿Es posible elaborar la matriz de riesgos presentada en el anexo B de la GTC 45 en un Sistema de Información Geográfica?
- **Necesidad:** ¿Existe algún tipo de estudio realizado con una finalidad o características similares que cumpla con el objeto de la presente investigación?
- **Eficiencia:** ¿Cuál es el nivel de eficiencia de implementar el SIG de la idea propuesta versus el modelo de la GTC 45?
- **Diferenciación:** ¿Qué aspectos marcan la diferencia de la presente propuesta frente al método de la GTC 45?

## Creación del modelo de datos

Para la primera fase de la creación del modelo de datos, se usará un archivo de Excel, con el fin de tabular e identificar cada uno de los elementos que componen el modelo; La definición de los elementos a crear no tienen un límite o modelo de creación definitiva que estipule cómo deben ser elaborado y cuantos deben de existir o conformar la GDB, ya que son elaborados y definidos según las necesidades del usuario. Para éste caso en particular se definen revisando los elementos que componen el formato anexo B en la GTC 45 y analizando cuales son los elementos espaciales que mejor se relacionan con el ejercicio.

Así por ejemplo: un puesto de trabajo puede bien, ser representado espacialmente en un dibujo por medio de un punto o un polígono, dependiendo de la interpretación que el usuario desee dar del mismo; Para el caso de un peligro estático o fijo geográficamente, se puede usar un punto si es que se desea representar por ejemplo un toma corriente o una máquina que no cambia de ubicación, también podría ser representado por una línea si lo que se busca representar en el peligro una red eléctrica o un viaducto, igualmente, puede ser identificado como un polígono si se está hablando o localizando el peligro que representa un cuarto, una bodega o un área a punto de presentar un deslizamiento y que por su característica poligonal será este el elemento geométrico que mejor lo representa.

Los elementos del modelo de datos o GDB son: representaciones gráficas del mundo real, las cuales tiene la característica de almacenar información definida por el usuario con anterioridad. Estos elementos son conocidos o definidos en el idioma de la programación de bases de datos geográficos como Feature Class o archivos vectoriales tipo shape file.

ESRI (2008) define los Feature Class como: “conjuntos homogéneos de características comunes, cada uno con la misma representación espacial, tales como puntos, líneas o polígonos, y un conjunto común de columnas de atributos, por ejemplo, un Feature Class de línea para la representación de las líneas centrales de la carretera”. Es así entonces, que por medio Feature Class se hacen las representaciones gráficas (planos en 2 dimensiones), para cada una de las áreas de interés en la empresa, quedando almacenada en el SIG toda la información ingresada al mismo luego de un proceso de vectorización (dibujar los elementos del mundo real como representaciones en el SIG) y procesamiento de los datos definidos en la estructura de la modelo de la base de datos.

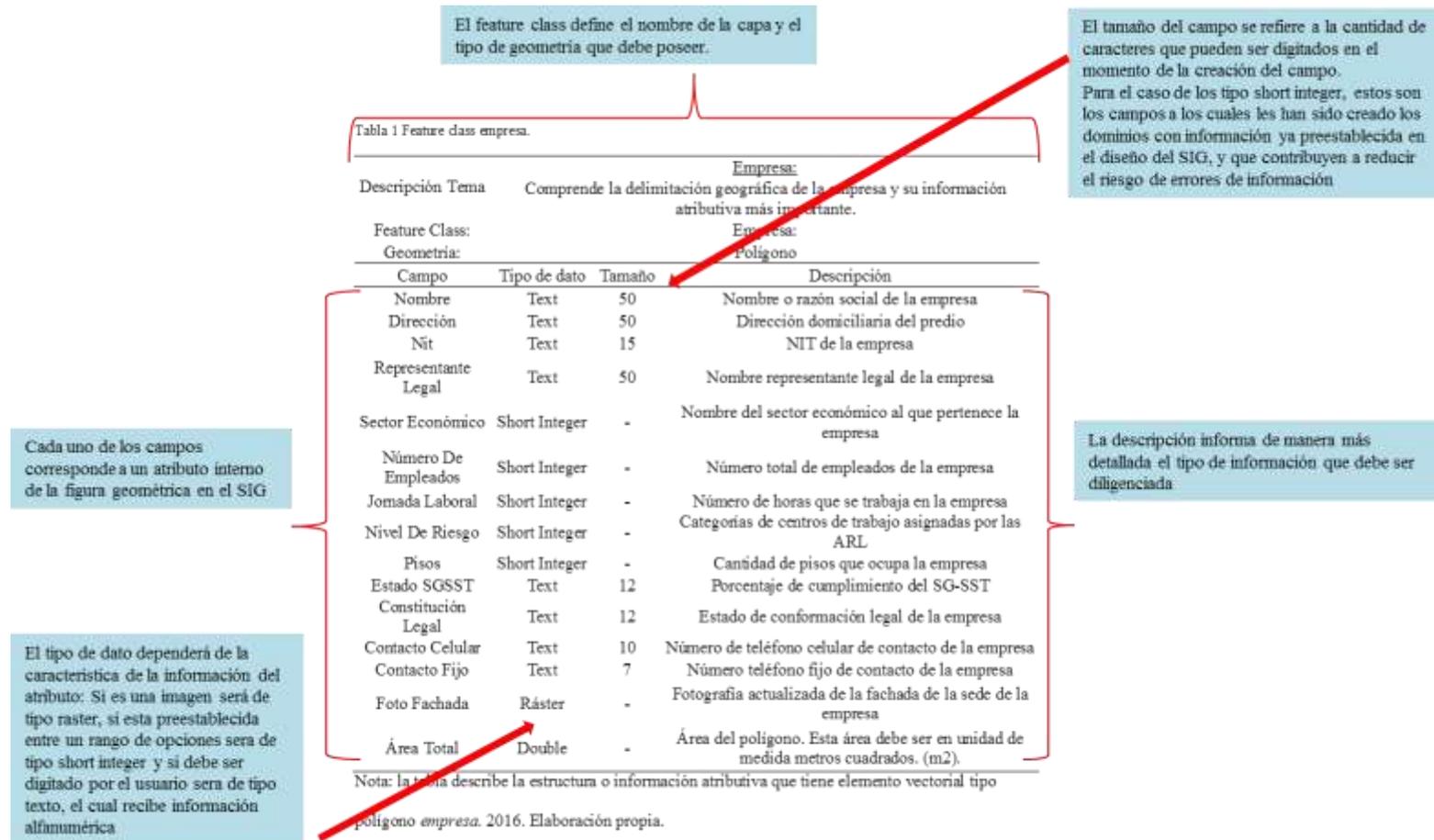
Con la intención de guiar al lector que desconoce los temas referentes a la creación de modelos de datos y sus estructuras, a continuación se explica, de manera muy simple el modo en cómo debe de ser leída cada una de las tablas que describen la estructura de los feature class.

La importancia en este aspecto, radica en poder interpretar la información interna que componen las capas a dibujar en el SIG. Ahora bien, a continuación se presenta un ejemplo de una tabla de descripción de un feature class (ver figura 6); En ella, se pueden evidenciar algunos aspectos como:

- Nombre: Para el ejemplo se identifica como nombre la capa “Empresa”
- Breve descripción de la capa
- Tipo de geometría de la capa: existen 3 tipos posibles de tipos de geometría que se usarán en el desarrollo de este SIG, estos pueden ser: punto, el cual representará elementos estáticos y puntuales en el espacio; Línea, para aquellas identificaciones que pueden representarse con líneas y por último polígono para identificar elementos que por sus características de interpretación pueden ser identificados en polígonos como por ejemplo un cuarto de máquinas o una bodega.
- Campo: en esta columna, cada uno de los elementos descritos está especialmente diseñado con base al análisis realizado a la GTC 45 y sobre el cual se basa el ejercicio de este proyecto, para el caso particular del ejemplo que se está citando, cada campo de atributo, permite administrar y recopilar información de vital importancia de la empresa, con datos que serán almacenados, procesados y consultados según el interés del usuario.
- Tipo de dato: este depende de la característica del atributo y se selecciona en el momento de la creación del feature class

- Tamaño: al igual que el tipo de dato tiene relación según el atributo que se desea almacenar en la base, para el caso de los short y long integers, el tamaño del dato aparecerá con un “-“ (espacio al medio) por que su definición al ser numérica, no requiere de una configuración del tamaño de los caracteres. Ahora bien, en los campos que son de tipo Text, si se identifica un número que puede variar según la cantidad de caracteres que contendrá la información de ese atributo en específico. Por ejemplo: El campo llamado *numero de celular* (ver figura 6), tiene un tipo de dato tipo texto, ya que aunque es un número, es información que desconoce el usuario que está diligenciando la información el en SIG y por lo tanto no puede ser preconfigurado al momento de crear los campos del feature class; lo que sí se puede definir es el hecho de que por defecto un numero de celular en colombia posee 10 digitos y por lo tanto el tamaño del campo tipo texto sera de 10 caracteres.

Figura 6. Método para interpretar la información de una tabla de Feature Class



Nota: En la imagen se describen los componentes de un Feature Class antes de ser creado en el SIG, proceso que se realiza con el fin de mejorar la interpretación de la información y verificar la coherencia entre los datos y la necesidad del diseñador del SIG. Mora. 2016.

Cuando se analizan los parámetros expuestos por ICONTEC en la GTC 45, y al tenerse identificados los requisitos de información, junto con los elementos complementarios de evaluación de la actividad en los puestos de trabajo expuestos en el anexo B de la GTC 45, se puede iniciar a determinar las características que debe poseer la información que va a ser elaborada en la estructura de la GDB.

Para ello, es necesario comprender que un peligro puede ser identificado en un plano o una representación gráfica como un punto, una línea o un polígono; y es precisamente éste aspecto el que más adelante se debe tener en cuenta para cuando llegue el momento de la creación de las entidades geográficas que representaran los componentes de la empresa en la GDB.

La razón por la cual se determinó que la estructura del modelo, debería ser conformada por 11 elementos de Feature Class y no más o quizás menos, se fundamenta en lo siguiente:

Al analizar la información que se recopila en el diligenciamiento de la GTC 45, se puede observar que aunque el análisis se realiza a los procesos; los tres aspectos fundamentales de análisis de riesgos: el puesto de trabajo, el trabajador y la actividad, es allí en donde se genera la pregunta: ¿de qué manera, pueden relacionarse los datos y la información de los puestos de trabajo de una empresa A en X lugar con otra con las mismas características que otra empresa B en otro lugar, si tienen en común la mayoría de los riesgos y probabilidades de sufrir los mismos accidentes?

Para dar respuesta a la pregunta, se buscó el elemento que siempre existiría entre todas las empresas en el mundo y la respuesta es: el espacio; la ubicación es un aspecto fundamental que tiene en común cualquier empresa que exista por más pequeña que esta sea.

Es allí, cuando se aprecia que el uso de un instrumento que permita trabajar la misma información que diariamente se utiliza al realizar el procedimiento de la GTC 45, de manera tabulada y simplificada, pero que además de eso permita localizar esa información en un punto en un espacio de referencia respecto a otros factores, modificaría drásticamente la manera en como hoy día es percibido el ejercicio de la identificación de peligros y valoración de los riesgos en la salud ocupacional.

Para la fortuna de la idea de investigación, esa herramienta hoy día existe y se denomina SIG, o sistemas de información geográfica, este tipo de programa, permite administrar la información de la misma manera que lo hace un archivo tabulador o un Excel, con la potencialidad de permitir dibujar en planos cualquier elemento que pueda ser ubicado en un plano cartesiano o una proyección cartográfica y dentro de cada elemento dibujado, poder administrar toda la información que el usuario crea relevante y pueda ser objeto de estudio o análisis de situaciones con mayor facilidad que si lo realiza desde un documento plano o tabulado.

De este modo, lo que se tuvo que hacer, fue asignar un conjunto de características a elementos de la vida real que se tuvieran en común; así que, partiendo del concepto de que los aspectos fundamentales a analizar en la GTC 45 son los puestos de trabajo, los trabajadores y actividad, se decide agrupar en “capas” o “layers” o Feature Class, como son denominados los elementos en los SIG a aquellas piezas que permitirían proyectar el análisis de los datos de manera macro o micro, dependiendo de las necesidades de consulta y análisis del usuario.

## Creación de Dominios

Continuando con el proceso de elaboración de la base de datos y retomando lo dicho en el título: Conceptos sig, referente a la utilidad de los dominios al momento de diligenciar la información en el SIG, (ESRI, 2016), se explica a continuación el proceso de la creación de dominios, este se realiza igualmente en el módulo de ArcCatalog, directamente sobre la personal GBD y no individualmente sobre los Features Class, debido que algunos de los dominios creados en la estructura, servirán de complemento de información para más de uno de los Features de la base.

Se recomienda revisar las tablas que aparecen en anexos del presente documento, en donde se encuentran adjuntas 61 tablas; Estas tablas representan los diferentes dominios que han sido elaborados y configurados en las capas según corresponde para cada uno de los campos. A continuación se presenta el ejemplo de una tabla de dominio para mejorar la interpretación del lector.

Figura 7. Ejemplo de dominio y sus componentes

Aquí se determina el nombre o atributo sobre el cual se desarrolla el dominio. Para este caso el dominio corresponde al atributo «sector financiero» el cual hace parte de uno de los 15 atributos definidos en el Feature Class de «Empresa».

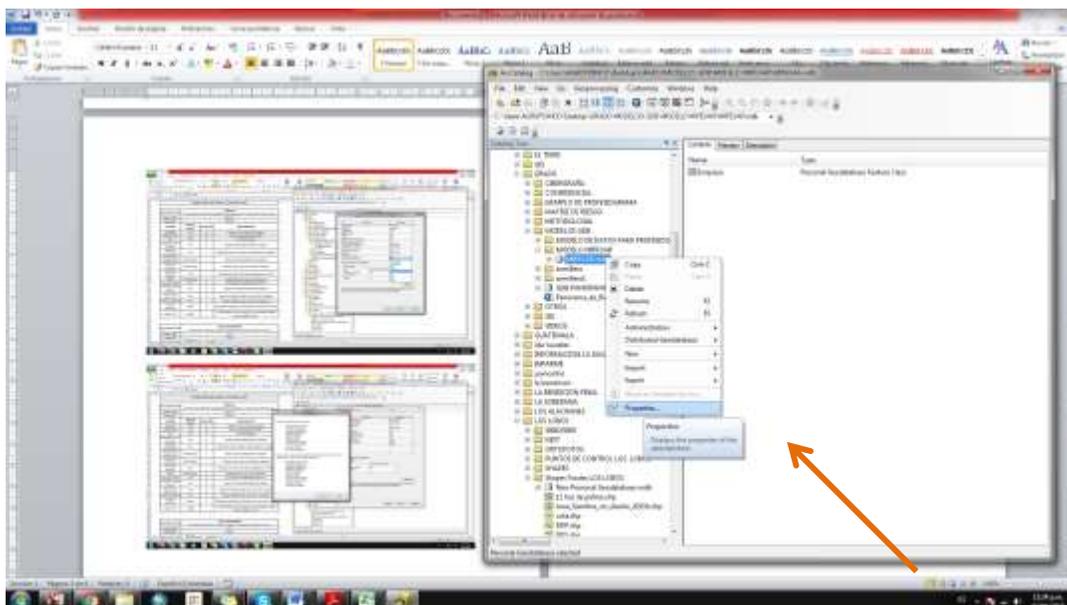
Dominio	Dom Sec económico
Valor	Nombre
1	Agropecuario
2	Servicios
3	Industrial
4	Transporte
5	Comercio
6	Financiero
7	De la construcción
8	Mínero y energético
9	Solidario
10	Telecomunicaciones

Los campos de valor del dominio, además de ser una manera de identificar la cantidad y secuencia, son utilizados al codificar el dominio (ver tipos de dominio), asignando el número al atributo alfanumérica que representa

Cada uno de los nombres tienen su correspondiente valor de dominio para de este modo ser pre configurados en ArcCatalog y reducir los errores de digitación de información en ArcMap

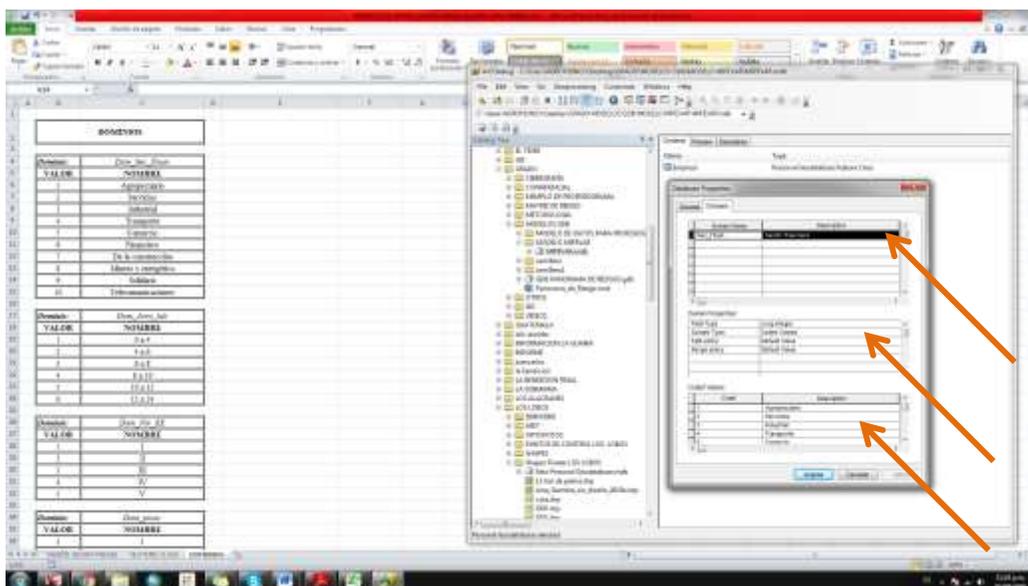
Nota: Se describe en la figura la manera como se debe interpretar la información de las tablas de dominio que han sido creadas y asignadas a los Feature Class por medio de ArcCatalog. Mora. 2016.

Figura 8. Creación de un dominio.



Nota: Para iniciar con la creación de los dominios, se requiere abrir la pestaña de propiedades directamente de la GDB creada; clic derecho sobre archivo GDB/properties. Mora. 2016.

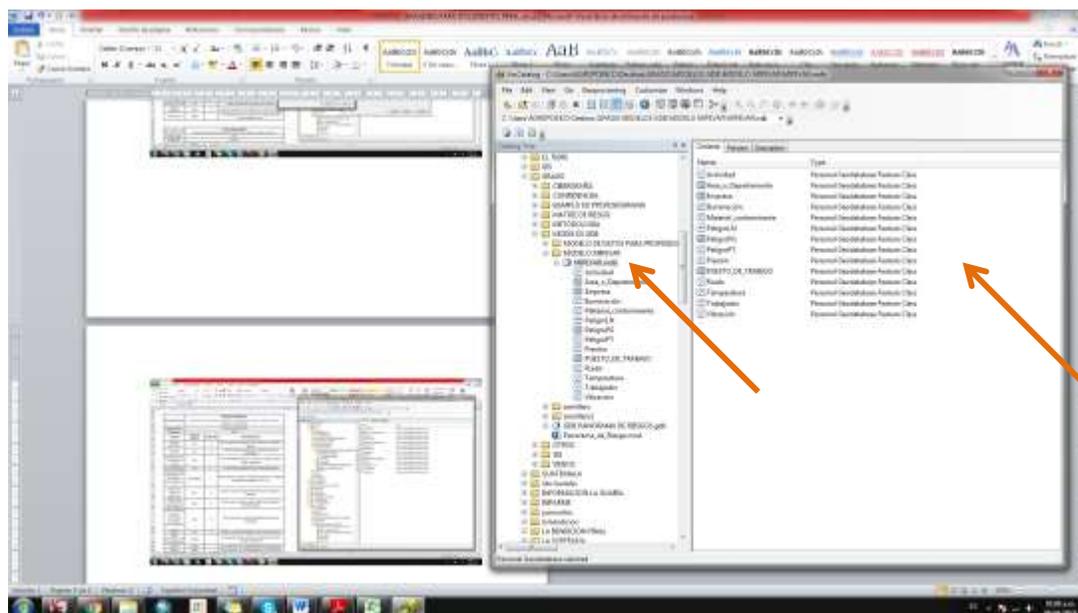
Figura 9. Selección de campos y características del dominio



Nota: En la ventana de propiedades de la GDB, existe la pestaña Domains o dominios, en ella se procede a transcribir cada una de las tablas de dominios adjuntas en el apartado anexos del presente documento. Mora. 2016.

Las propiedades del dominio requieren ser de tipo short Integer y se selecciona en el campo Domain type el tipo Coded values con el fin de poder delimitar las opciones del dominio a crear. Por último en la parte inferior de la ventana se diligencia la información correspondiente para cada uno de los dominios creados con anterioridad, visualizados en el lado izquierdo de la pantalla en la imagen. El proceso debe ser realizado para cada uno de los dominios y luego ser asignado a los campos atributivos de los Features según corresponde, a continuación se visualiza la totalidad de los Features de la base:

Figura 10. Totalidad de feature class del modelo de datos



Nota: se observa la información creada dentro de la GDB, para un total de 14 elementos feature class. Mora. 2016.

Como se puede observar, el proceso de creación de cada uno de los Feature Class y de sus respectivos dominios, es un proceso que indispensablemente requería de la correcta definición de las capas y los campos atributivos realizada con anticipación en el archivo de Excel, ello con el fin de minimizar la redundancia de los datos y coordinar la buena correlación jerárquica entre cada uno de los elementos creados.

## Resultados

### Estructura de modelo de datos geográfico

Para lograr la visualización en el SIG, es necesario inicialmente, realizar el proceso de elaboración de la estructura del modelo de datos; Dicha estructura es simplemente una breve y resumida representación tabulada de todos los elementos que se evaluarán en el SIG de manera resumida, con el fin de lograr establecer que se abarcan y analizan todos los aspectos de la manera más óptima y eficiente en que el creador del modelo de datos espera analizar.

A continuación se presenta la estructura resumida desarrollada para el modelo de datos de GDB, junto con los elementos que la componen, los tipos de elementos geográficos que se requirieron.

Así mismo, se describen los detalles de los metadatos y la manera en cómo debe de ser entregada la información. Por último se describe en una tabla los formatos admisibles sugeridos para la entrega de los productos por parte del cliente interesado en la aplicación del SIG a su empresa.

Tabla 1. Estructura del modelo de datos

Estructura del modelo de datos de la GDB para el SIG desarrollado para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud en el trabajo utilizando como esquema la GTC 45  
Administración en salud ocupacional - Corporación universitaria minuto de Dios  
(Abril-2016)

Geodatabase	Código (GDB)	Formato	Código (FO)	Tema	Código (Tema)	Feature Class	Código (FC)	Geometría/tipo de dato	Código (Geometría)	Count
Matriz Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos	A	Vectorial	V	GTC 45	01	Empresa	001	Polígono	PG	1 1
	A		V		01	Área o departamento	002	Polígono	PG	2 2
	A		V		01	Puesto de trabajo	003	Polígono	PG	3 3
	A		V		01	Actividad	004	Punto	PT	4 4
	A		V		01	Trabajador	005	Punto	PT	5 5
	A		V	Fuentes de peligro	02	PeligroPG	006	Polígono	PG	1 6
	A		V		02	PeligroLN	007	Línea	LN	2 7
	A		V		02	PeligroPT	008	Punto	PT	3 8
	A		V	Mediciones Ambientales	03	Ruido	009	Punto	PT	1 9
	A		V		03	Iluminación	010	Punto	PT	2 10
	A		V		03	Temperatura	011	Punto	PT	3 11

Nota: Al aplicarse el modelo a una empresa, el archivo debe llevar por nombre: GDB + \*\*\*\* El cual corresponde al NIT Número de Identificación Tributaria que asigna la DIAN y con ello se define el nombre de la GDB identificadora de cada empresa; Adicional a la información relacionada al modelo de datos, se debe entregar por parte del interesado, el plano de distribución básica de la empresa en formato .DWG o DXF, información que se utilizará para agilizar la digitalización de la información. Adaptado de Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales. Copyright ANLA. 2010.

Tabla 2. Formatos de entrega de la información

Formatos Admisibles	Descripción	Características
<b>Vectorial</b>		
FileGeoDataBases	Formato FileGeoDataBases.	Formato de entrega de la totalidad de la información vectorial y tablas; de no ser posible la entrega en este formato, se deberán entregar shapefiles y las tablas adicionales en formato dbf. Deben incluirse dentro de una carpeta llamada Gis. La organización de las archivos shape, debe estar basado bajo el mismo esquema en que se encuentra el Diseño actual, conservando los nombres de los objetos y estructura (Feature Class) que ahí se describen, el Feature Class al nombre del archivo shapefile. Deben incluirse dentro de una carpeta llamada Gis.
Shapefile	Formato para el intercambio de información geográfica.	
<b>Ráster</b>		
Geotiff, jpge, TIFF	Formato estándar de archivo de imagen para aplicaciones SIG.	Los archivos geotiff, deben incluirse dentro de una carpeta llamada Ráster.
<b>Tablas</b>		
dBase (.dbf)	Almacenamiento y manejo de datos tabulares.	Datos alfanuméricos de tablas adicionales asociados a los shapefile. Los archivos dbf, deben incluirse dentro de una carpeta llamada Tablas
<b>Metadatos</b>		
Archivos XML	Almacenamiento y manejo de las plantillas de metadatos general de cada uno de los Features Class	Los archivos XML, deben incluirse dentro de una carpeta llamada Metadatos.

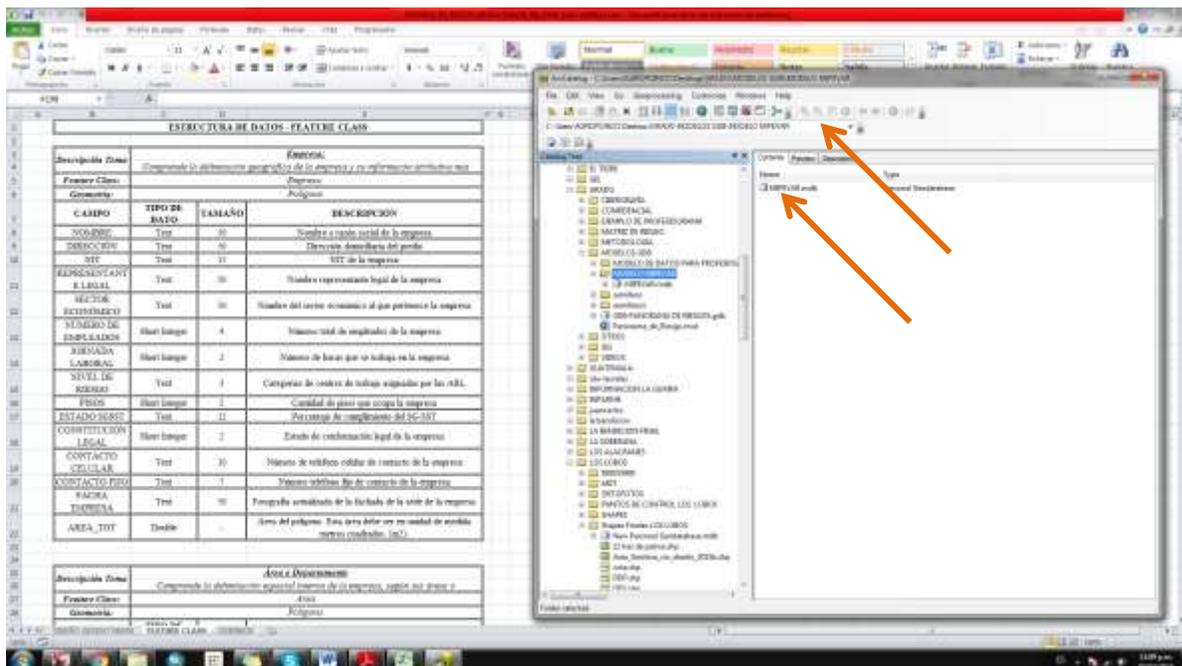
Nota: En la tabla se describen los tipos de formatos sobre los cuales debe desarrollarse la información para ser almacenada. Adaptado de Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales. Copyright ANLA. 2010.

## Creación de Features Class

Luego de haber comprendido la información que se almacenará en cada uno de los campos de los Feature Class (ver tablas 3 a la 13), se puede iniciar el proceso de elaboración de los elementos en el SIG. Como se ha comentado en el transcurso del documento, para la creación de los elementos que conformarán el modelo de datos geográficos, como primera medida, se debe de poseer un software de sistemas de información geográfico; para éste caso se realizará con el software de nombre ArcGis, el cual está conformado por varios módulos específicos que fueron desarrollados para tareas individuales que pueden ser integradas, lo cual es precisamente la funcionalidad de un SIG.

Para la elaboración de cada uno de los Features, se procede a buscar el módulo de ArcGis llamado ArcCatalog, ubicado en la ruta Inicio/todos los programas/ArcGis/ArcCatalog 10.2.2. El cual al ser abierto podrá ser visualizado como aparece en la siguiente imagen:

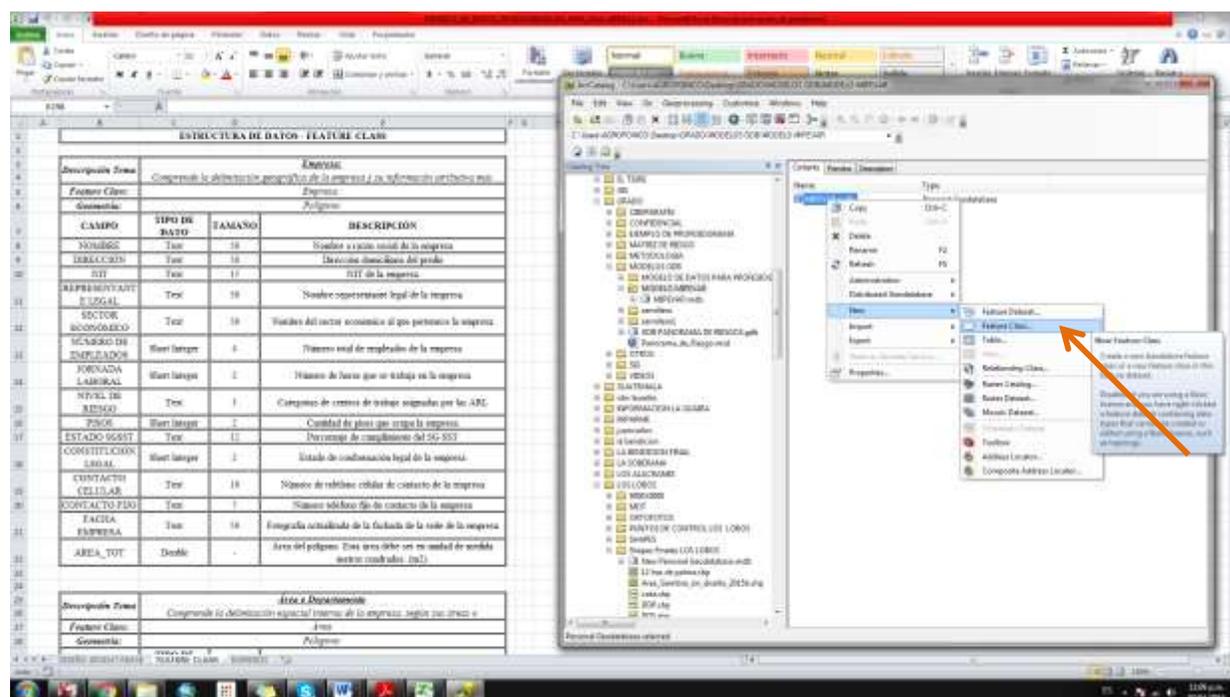
Figura 11. Módulo ArcCatalog con la identificación de la Personal GDB



Nota: La ventana del lado derecho pertenece a la visualización del ArcCatalog junto con la ruta de ubicación y del lado izquierdo la estructura del Feature Class desarrollada con anterioridad en Excel. Mora. 2016

Para fines prácticos, se decidió que el modelo de datos sería creado en un formato personal GDB, el cual es un formato manejado por Arcgis para almacenar el proyecto y el cual tiene una capacidad de almacenamiento de información hasta de 2.0 gigas (ESRI, 2016). Una geodatabase personal es una base de datos de Microsoft Access que puede almacenar, consultar y administrar tanto datos espaciales como datos no espaciales. Paso seguido, se procede a la creación del primer Feature Class que con anterioridad fue desarrollado en las tablas de Features de la estructura de datos geográficos. El proceso se identifica en la siguiente figura:

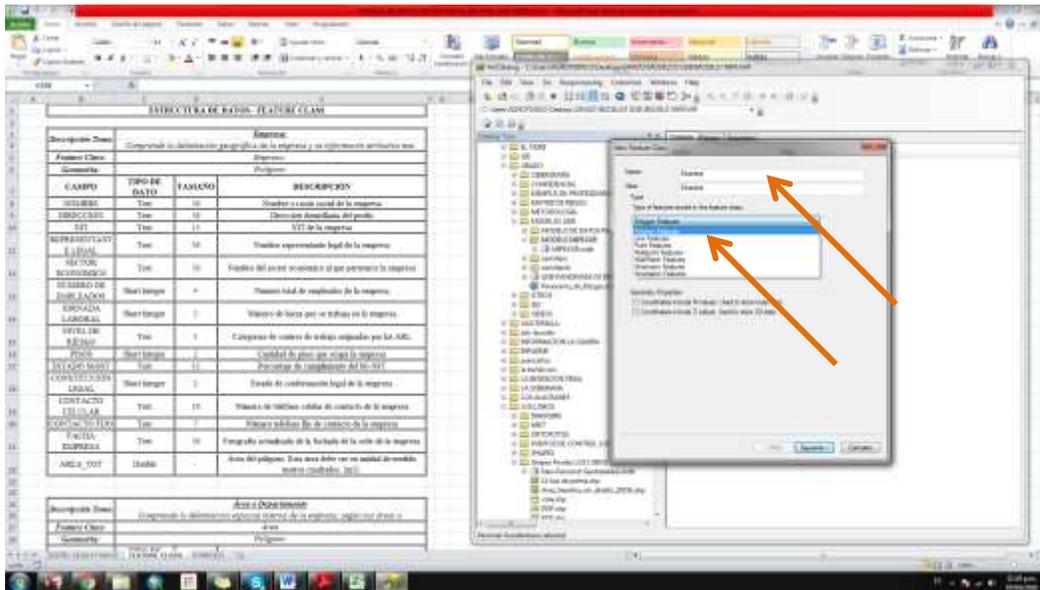
Figura 12. Creación de un feature class



Nota: Proceso de creación de un Feature Class o capa vectorial por medio del ArcCatalog. Click derecho sobre el archivo GDB/New/Feature class. Mora. 2016.

La creación de los Features son procesos muy intuitivos, los cuales a medida que se desarrolla su elaboración, se deben ir insertando los datos o la información que pide el programa.

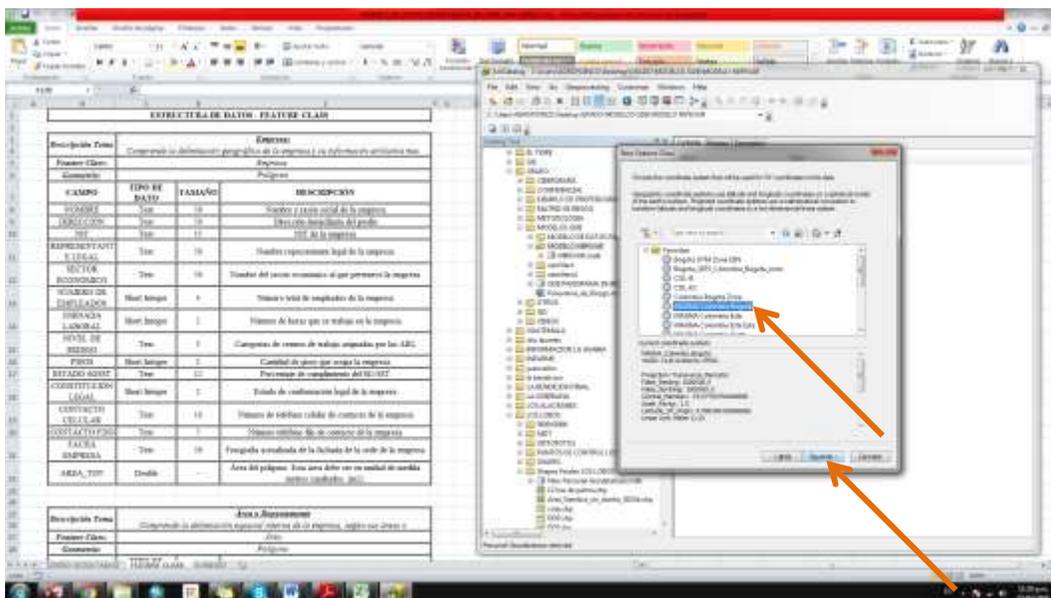
Figura 13. Nombramiento de feature class



Nota: En la imagen se visualiza el proceso de elección de tipo de figura geométrica para un determinado Feature Class por medio del ArcCatalog, puede ser point, polyline, polygon. Mora. 2016.

Luego de designarse el nombre del Feature Class, debe identificarse el sistema de coordenadas geográficas (Olaya, 2012) en el cual se posicionará el proyecto.

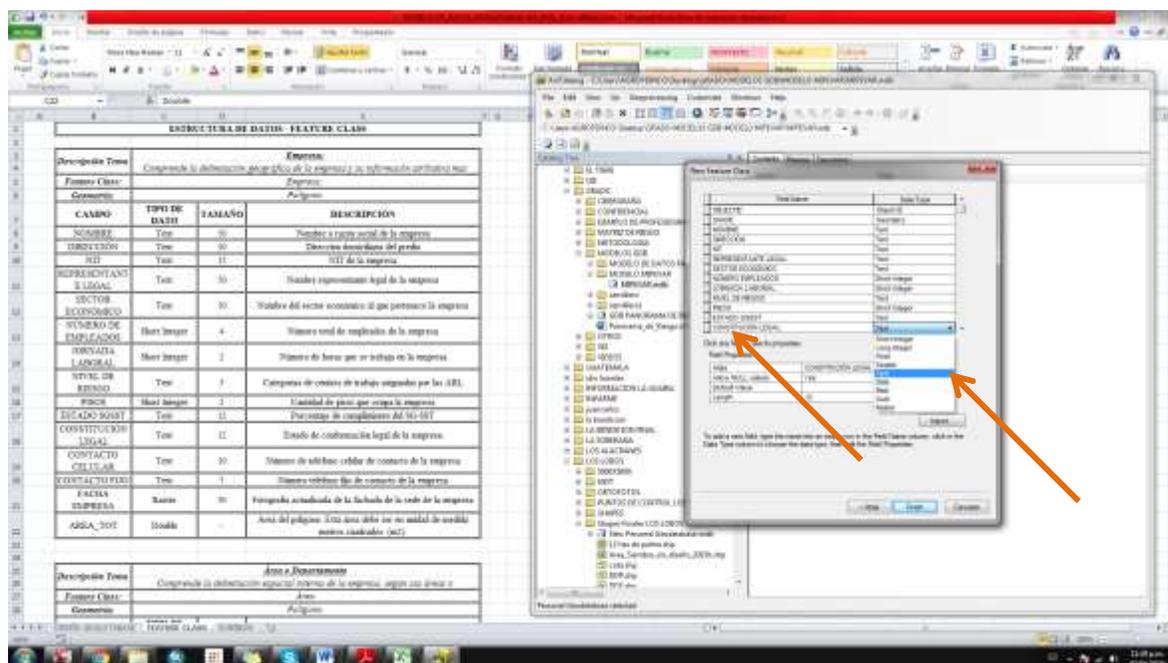
Figura 14. Selección de sistemas de coordenadas geográficas



Nota: Para la aplicación del ejercicio, se elige como sistema de coordenadas geográficas, el sistema Magna Sirgas Colombia Bogotá, al cual corresponde la ciudad de Villavicencio Meta, lugar en donde se aplica el ejercicio. Mora. 2016.

Por último, se debe proceder a ingresar cada uno de los datos definidos en la estructuración del modelo de datos preestablecido con anterioridad, para el caso de la imagen, se refiere a la información relacionada con el Feature Class llamado Empresa (ver tabla N° 1)

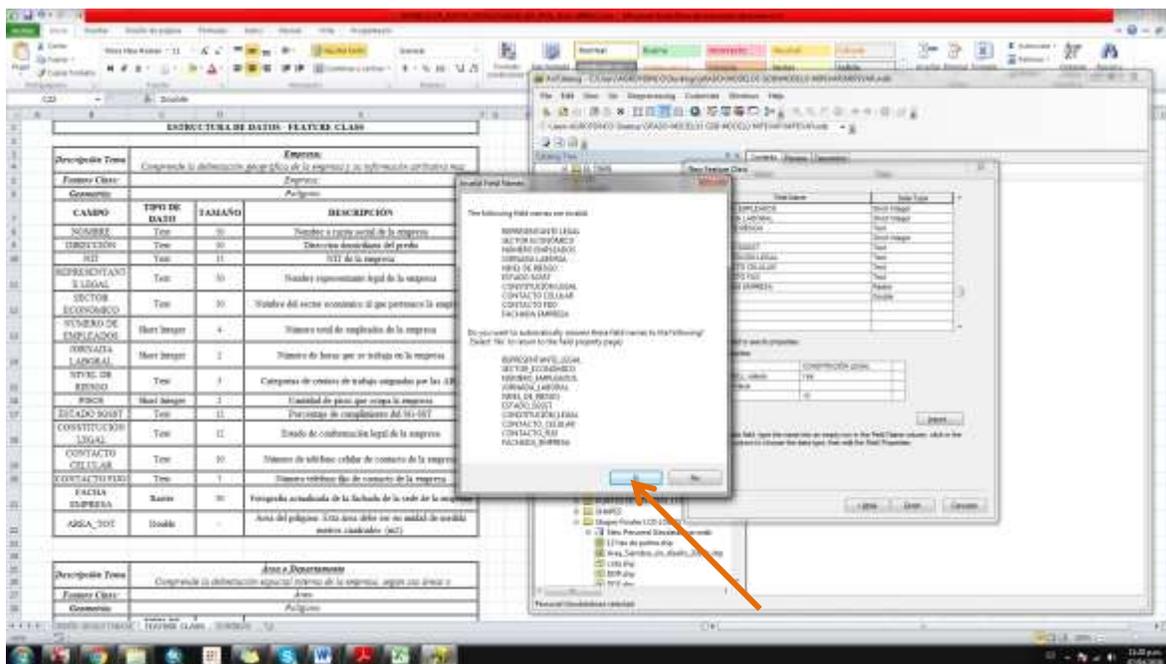
Figura 15. Asignación de campos atributivos



Nota: En la imagen, puede identificarse al costado izquierdo en Excel el esquema desarrollado para el Feature Class Empresa definido en la estructuración del modelo para cada uno de los Features, en este caso *empresa* y al costado derecho, se visualiza la misma información siendo incorporada al programa por medio del módulo de ArcCatalog, dependiendo de los atributos que corresponden la capa o feature class. Mora. 2016.

Terminado el ingreso de la información correspondiente a los campos atributivos del Feature Class, se da clic en el botón *finalizar* para dar por terminado el proceso. ArcCatalog, no permite los espacios en blanco entre las palabras, por lo cual automáticamente realiza un ajuste a los nombres de los datos atributivos, se procede a aceptar la petición del programa y con esto finalizamos la creación de un Feature Class. Ahora se debe de realizar el mismo proceso con los otros 10 Feature Class faltantes del modelo de datos.

Figura 16. Ajuste de espacios a los nombres de los atributos



Nota: Procedimiento de corrección de los espacio entre caracteres no admitidos en ArcCatalog. Mora. 2016.

Al tener definidos los lineamientos necesarios para la interpretación y construcción de los feature class y los Dominos, descritos en las figuras 6 y 7, es posible iniciar en el proceso de elaboración de los mismo, con el fin de desarrollar la estructura del modelo de datos.

Para ello, se inicia elaborando los elementos del primero de los 3 grupos que se van a desarrollar en la estructura de la GDB; Por lo tanto, han sido creadas las capas o Feature Class de manera independiente tanto para el elemento puesto de trabajo, como para el trabajador y actividad. La razón principal radica en que el puesto de trabajo en un plano es mejor representado como un polígono en el espacio en donde los trabajadores realiza las labores para las cuales fue contratado y en donde se encuentran las herramientas de trabajo y por lo tanto esta capa debe comprender ese tipo de información y no datos personales del individuo, los cuales

pueden ser utilizados como elemento de soporte para estudios de morbilidad, ausentismo laboral o estudios epidemiológicos y que han sido delimitados para el Feature Class trabajador de tipo geométrico punto que solamente requiere de una ubicación X y Y en el plano.

Tabla 3. Feature class puesto de trabajo.

		<u>Puesto de trabajo</u>	
Descripción Tema	delimita internamente las áreas de trabajo de la empresa, según sus áreas o departamentos		
Feature Class:	Puesto de trabajo		
Geometría:	Polígono		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Nombre Área	Text	50	Nombre área o departamento de la empresa
Proceso	Text	50	Nombre del proceso en la empresa
Subproceso	Text	50	Nombre del subproceso en la empresa
Puesto De Trabajo	Text	50	Describe brevemente la actividad realizada en el puesto de trabajo
Cantidad Trabajadores	Short Integer	-	Número de trabajadores en el puesto de trabajo en un turno
Turno	Short Integer	-	Número de horas que se trabaja en el puesto de trabajo
Jornada Laboral	Short Integer	-	Tipo de jornada laboral: día, noche o 24 horas
Nivel De Riesgo Área	Short Integer	-	Máximo nivel de riesgo en el área según la ARL
Pisos	Short Integer	-	Número de piso en que está ubicado el puesto de trabajo
Foto Área	Ráster	-	Fotografía actualizada del área en la empresa
Área Total	Double	-	Área del polígono. Esta área debe ser en unidad de medida metros cuadrados. (m <sup>2</sup> ).

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo polígono denominado *puesto de trabajo*. Mora. 2016.

Para el caso del feature class de actividad, se puede evidenciar que la estructura del feature corresponde a los mismos parámetros presentados por ICONTEC en la GTC 45. Se podría asumir que hasta el momento no serían necesarias más capas para la información que busca la idea de investigación, pero debido a que se busca generar una base de datos que complemente el análisis realizado a las diferentes áreas, más adelante se presentan otros elementos de feature class.

Tabla 4. Feature class Actividad.

		<u>Actividad</u>		
Descripción Tema	Analiza en base a la GTC 45, la actividad desarrollada por el trabajador y sus riesgos			
Feature Class:	Actividad			
Geometría:	Punto			
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción	
Proceso	Text	50	Nombre del proceso en la empresa	
Zona o lugar	Text	50	Lugar en donde se desarrolla la actividad	
Actividades	Text	70	Breve descripción de las actividades	
Tarea	Text	50	Describe brevemente la tarea relacionada con la actividad a realizar	
Rutinario	Short Integer	-	Afirmación o negación a la rutina de la actividad	
Clasificación Del Peligro	Short Integer	-	Tipo de peligro presentado en la tarea	
Descripción Del Peligro	Short Integer	-	Descripción del peligro al que está expuesto el trabajador	
Efectos Posibles	Short Integer	-	Descripción de efectos en el trabajador por exposición al peligro	
Control en la fuente	Short Integer	-	Control en la fuente hallado al momento del análisis del puesto de trabajo	
Control en el medio	Short Integer	-	Control en el medio hallado al momento del análisis del puesto de trabajo	
Control en el individuo	Short Integer	-	Control en el individuo hallado al momento del análisis del puesto de trabajo	
Nivel De Deficiencia Nd	Short Integer	-	Magnitud de la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con el posible accidente de trabajo.	
Nivel De Exposición Ne	Short Integer	-	Medida de la frecuencia con que se da la exposición al riesgo.	

Nivel De Probabilidad Np	Short Integer	-	Probabilidad al término de exposición de las personas al riesgo. $NP = ND \times NE$
Interpretación Np	Short Integer	-	Interpretación que se le da al resultado del nivel de probabilidad
Nivel De Consecuencia Nc	Short Integer	-	Se categoriza el nivel de daños o afectaciones al trabajador
Nivel De Riesgo Nr	Short Integer	-	$NR = NP \times NC$
Interpretación Nr	Text	100	Interpretación que se le da al resultado del nivel de riesgo
Aceptabilidad Del Riesgo	Text	50	Descripción sobre la aceptabilidad o no del riesgo
Numero de expuestos	Short Integer	-	Personas expuestas al riesgo
Peor Consecuencia	Text	50	Descripción de la peor consecuencia para el trabajador y la empresa
Requisito legal	Text	50	Describir el requisito cuando exista
Intervención Por Eliminación Ie	Text	50	Medida de intervención por Eliminación a aplicar en la tarea
Intervención Por Sustitución	Text	50	Medida de intervención por Sustitución a aplicar en la tarea
Intervención Por Controles De Ingeniería Icoi	Text	50	Medida de intervención por Controles de ingeniería a aplicar en la tarea
Intervención Por Controles Administrativas, Señalización, Advertencia Icoas	Text	50	Medida de intervención por Controles administrativos, de señalización y advertencias a aplicar en la tarea
Intervención Por Epi Iepi	Text	50	Medida de intervención por elementos de protección individual a aplicar en la tarea
Coordenada X	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en X de la ubicación
Coordenada Y	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en Y de la ubicación

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo punto denominado *actividad*. Mora. 2016.

A continuación, se presenta la estructura del feature class de trabajador, elemento que al ser comparado con los parámetros de la GTC 45, no corresponde pero se crea con el fin de almacenar datos de morbilidad y demás para aplicaciones epidemiológicas futuras.

Tabla 5. .Feature class trabajador.

Descripción Tema		<u>Trabajador</u>	
Describe características propias del trabajador e información de utilidad		Trabajador	
Feature Class:		Trabajador	
Geometría:		Punto	
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Nombre	Text	50	Nombre y apellidos trabajador
Edad	Short Integer	-	Edad del trabajador en años
Genero	Short Integer	-	Hombre o Mujer
Estatura	Short Integer	-	Estatura Trabajador en centímetros (cm)
Peso	Short Integer	-	Peso del trabajador en Kilogramos (kg)
Cargo	Text	50	Cargo del trabajador
Profesión	Text	50	Perfil profesional del trabajador
Discapacidad	Text	2	Posee el trabajador alguna discapacidad (si/no)
Descripción Discapacidad	Text	50	Breve descripción de discapacidad SI existe
Turno Laboral	Short Integer	-	Jornada laboral en que el trabajador realiza sus actividades (día, noche o 24 horas)
Horas Laborales	Short Integer	-	Número de horas trabajadas por turno
Salud	Text	30	EPS a la cual pertenece el trabajador
Pensión	Text	30	Fondo de Pensiones al cual pertenece el trabajador
Arl	Text	30	Aseguradora de riesgos laborales a la cual pertenece el trabajador
Accidente Laboral	Text	50	Describir último accidente laboral que el trabajador haya tenido
Enfermedad Laboral	Text	50	Describir último enfermedad laboral que el trabajador posea
Enfermedad Común	Text	50	Describir último enfermedad común que el trabajador haya tenido o posea
Foto Trabajador	Ráster	-	Fotografía actualizada del trabajador
Coordenada X	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en X de la ubicación
Coordenada Y	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en Y de la ubicación

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo punto denominado *trabajador*. Mora. 2016.

Se determinó igualmente, que al tener varios puestos de trabajo reunidos en una misma área, estos espacios son determinados como áreas o departamentos de trabajo y también comparten datos y características de manera que pueden hacer parte de un elemento o Feature Class para definir todas las áreas de trabajo de las empresas que se quisieren analizar. A continuación se presenta su estructura.

Tabla 6. Feature class área o departamento.

<u>Área o Departamento</u>			
Descripción Tema	Comprende la delimitación espacial interna de la empresa, según sus áreas o departamentos		
Feature Class:	Área		
Geometría:	Polígono		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Nombre Área	Text	50	Nombre área o departamento de la empresa
Proceso	Text	50	Nombre del proceso en la empresa
Subproceso	Text	50	Nombre del subproceso en la empresa
Puestos De Trabajo	Short Integer	-	Número de puestos de trabajo en el área en un turno en el área
Cantidad Trabajadores	Short Integer	-	Número de trabajadores en el área de trabajo en un turno
Turno	Short Integer	-	Turno de horas en que se divide el día laboral para la empresa
Jornada Laboral	Short Integer	-	Tipo de jornada laboral: día, noche o 24 horas
Nivel De Riesgo Área	Short Integer	-	Categorías de centros de trabajo asignadas por las ARL presente en el área
Pisos	Short Integer	-	Cantidad de pisos que ocupa el área en la empresa
Foto Área	Ráster	-	Fotografía actualizada del área en la empresa
Área Total	Double	-	Área del polígono. Esta área debe ser en unidad de medida metros cuadrados. (m <sup>2</sup> ).

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo polígono denominado *área o departamento*. Mora. 2016.

Luego de analizarse el Anexo B de la figura 3, se logró determinar que con el fin de poder correlacionar la información creada a futuro con otros ejemplos de SIG similares ya existentes como por ejemplo el SIG utilizado por el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), quien es la entidad encargada de entre otras muchas tareas realizar el censo catastral de los bienes inmuebles en Colombia, deberían crearse elementos cartográficos o capas que pudieran poseer datos similares a los que son utilizados por ellos en sus diseño de GDB; ello con el fin facilitar a futuro la proyección de la aplicación de la presente idea de investigación.

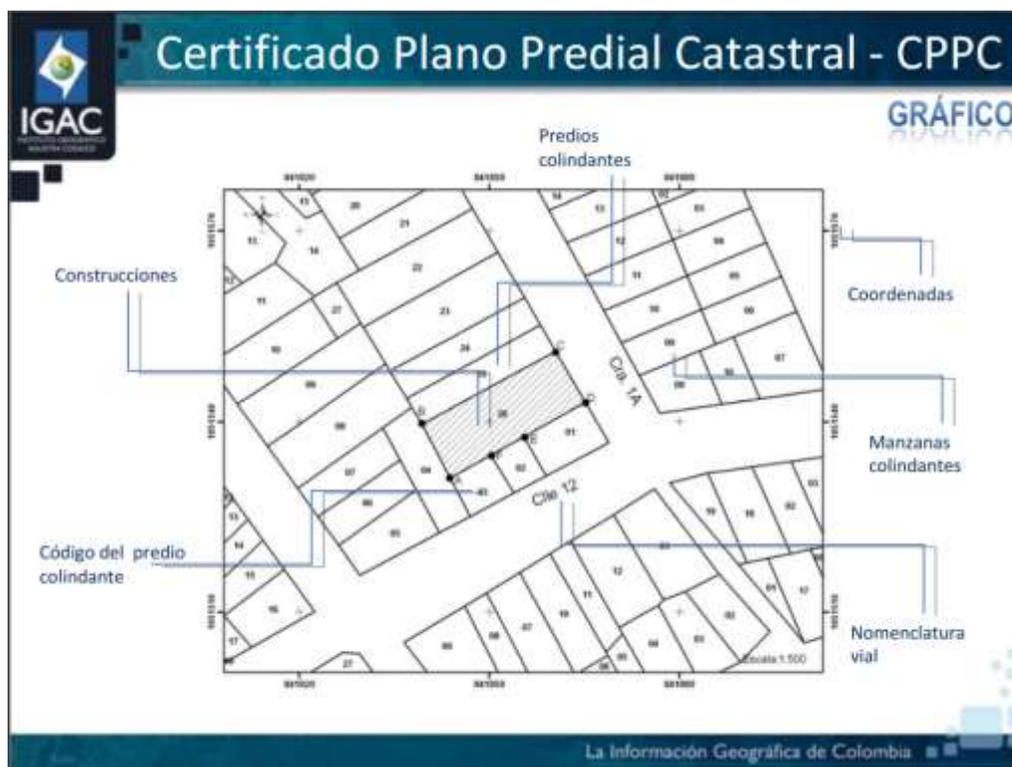
A continuación, se presentan dos claros ejemplos de la información de datos implementada por el IGAC, y sobre quien para efectos del presente ejercicio, se desarrollaran las entidades cartográficas o Features class que representaran los diferentes componentes de la GDB del SIG:

Figura 17. Visualización de manzanas catastrales y terreno urbano en el SIG del IGAC



Nota: IGAC. Número predial nacional. (2013). Diapositiva 9. Copyright [http://www.catastrolatino.org/documentos/foros\\_tematicos\\_IGAC/foro%20I/numero\\_predial\\_nacional\\_IGAC.pdf](http://www.catastrolatino.org/documentos/foros_tematicos_IGAC/foro%20I/numero_predial_nacional_IGAC.pdf)

Figura 18. Visualización construcción en predio urbano SIG del IGAC



Nota: IGAC. Número predial nacional. (2013). Diapositiva 23. Copyright  
[http://www.catastrolatino.org/documentos/foros\\_tematicos\\_IGAC/foro%20I/numero\\_predial\\_nacional\\_IGAC.pdf](http://www.catastrolatino.org/documentos/foros_tematicos_IGAC/foro%20I/numero_predial_nacional_IGAC.pdf)

Con base en las imágenes 17 y 18 se determina, que debe existir un elemento base homologable para la adaptación de la información con otros SIG que permita en proyectos futuros intercambio de datos y de ello se crea las capa o feature class empresa.

Tabla 7. Feature class empresa.

Descripción Tema		<u>Empresa:</u> Comprende la delimitación geográfica de la empresa y su información atributiva más importante.		
Feature Class:		Empresa:		
Geometría:		Polígono		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción	
Nombre	Text	50	Nombre o razón social de la empresa	
Dirección	Text	50	Dirección domiciliaria del predio	
Nit	Text	20	NIT de la empresa	
Representante Legal	Text	50	Nombre representante legal de la empresa	
Sector Económico	Short Integer	-	Nombre del sector económico al que pertenece la empresa	
Número de Empleados	Short Integer	-	Número total de empleados de la empresa	
Jornada Laboral	Short Integer	-	Número de horas que se trabaja en la empresa	
Nivel De Riesgo	Short Integer	-	Categorías de riesgo asignado por las ARL	
Pisos	Short Integer	-	Cantidad de pisos que ocupa la empresa	
Estado SGSST	Short Integer	-	Porcentaje de cumplimiento del SG-SST	
Constitución Legal	Short Integer	-	Estado de conformación legal de la empresa	
Contacto Celular	Text	10	Número de teléfono celular de contacto de la empresa	
Contacto Fijo	Text	7	Número teléfono fijo de contacto de la empresa	
Foto Fachada	Ráster	-	Fotografía actualizada de la fachada de la sede de la empresa	
Área Total	Double	-	Área del polígono. Esta área debe ser en unidad de medida metros cuadrados. (m2).	

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo polígono denominado *empresa*. Mora. 2016.

Ahora bien, al continuar realizando el mismo ejercicio que se utilizó para las área de trabajo y unificarlas en un solo polígono, se tendría la representación espacial de las empresas en el dibujo y de este modo, se debería crear un elemento Feature Class para empresa. Al tener delimitado en un solo elemento que represente la información de una empresa, inicia la proyección del SIG, para ser utilizado como un instrumento que bien puede servir en proyectos de gran envergadura como analizar el comportamiento de los riesgos en empresas del mismo sector económico, quizás también empresas que presenten el mismo tipo de riesgos y con ello ayudar a prevenir los índices de accidentalidad o de enfermedades laborales en las empresas.

De esta manera, se han creado todos los elementos o Feature Class que contendrán los datos que son solicitados comúnmente en la metodología de la GTC 45, pero, ¿Qué sucede cuando lo que se desea identificar, no corresponde con el tipo de figura geométrica que se definió en el Feature Class de actividad?

Para responder a esa pregunta, han sido creados tres Feature Class en la estructura del modelo de datos, denominados con el tema *fuentes de peligro*, (ver tabla 1), allí han sido definidas 3 capas independientes de nombre:

*Peligro PG o peligro poligonal*, en donde a diferencia del Feature Class de área, puesto de trabajo o actividad, para aquellas situaciones en que no se logra delimitar con exactitud la forma del área a representar en el plano, se hará uso de este elemento; Así por ejemplo, en un área de una empresa, se realiza confección de ropa y se poseen 12 puestos de trabajo entre los cuales se encuentra las maquinas planas, máquinas fileteadoras y máquinas de estampado; allí se podría bien definir que todos los puestos de esa área comparten el mismo tipo de riesgo químico por exposición directa de polvos inorgánicos y aunque se va a relacionar y diligenciar esta

información en los atributos de cada uno de los polígonos en el plano denominados puesto de trabajo, la capa PeligroPG puede ayudar a reforzar la información de manera de delimitar en un solo polígono los 12 puestos de trabajo que poseen el mismo peligro en común, sin la dificultad de confundir o combinar la distinta información recopilada para cada puesto de trabajo con anterioridad y llegado el momento del análisis, el usuario podrá bien, decidir si cuál de las dos capas representa y da solución a la consulta en el SIG que más necesita.

Tabla 8. Feature class peligro tipo polígono.

<u>Peligro PG</u>			
Descripción Tema	Describe características del peligro y su fuente		
Feature Class:	Peligro		
Geometría:	Punto		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Clasificación	Text	50	Clase del peligro
Descripción	Text	50	Descripción del peligro
Fuente	Text	50	Qué genera el peligro
Nivel	Short Integer	2	Nivel de peligro calificado de I a V valor apreciativo
Área	Double	-	Hace referencia a aquellos casos en que la fuente generadora tenga un área que pueda ser hallada

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo polígono *peligro PG*. Mora 2016.

*Peligro LN o Peligro lineal*, a diferencia del anterior peligro que tenía características poligonales por sus necesidades, este tipo de elemento será utilizado en aquellas oportunidades que se requiere definir y localizar elementos clasificados como peligrosos y los cuales no han podido ser definidos en el plano por sus características lineales. Por ejemplo: si lo que se desea ubicar es el peligro que representa una línea de alta tensión, éste peligro puede ser definido o diferenciado con una línea de un punto X a un punto Y por donde pasa la línea proyectada de la

red, con ello al momento de la generación del plano, la presentación de las convenciones en el rotulado o leyenda para que cualquier persona que vea la información pueda tener mayor claridad de la información que se encuentra interpretando.

Tabla 9. Feature class peligro tipo línea.

Descripción Tema		<u>Peligro LN</u>	
Feature Class:		Describe características del peligro y su fuente	
Geometría:		Peligro	
		Punto	
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Clasificación	Text	50	Clase del peligro
Descripción	Text	50	Descripción del peligro
Fuente	Text	50	Qué genera el peligro
Nivel	Short Integer	2	Nivel de peligro calificado de I a V valor apreciativo
Longitud	Double	-	Hace referencia a aquellos casos en que la fuente generadora pueda ser medida longitudinalmente

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo línea *peligro LN*. Mora. 2016.

*Peligro PT o peligro puntual*, este es el último de los tres elementos Feature Class que hacen parte del grupo de fuentes de peligro y como bien lo indica su nombre, se utiliza para la ubicación en el espacio de elementos que por sus características bien pueden ser identificados por medio de un punto, el cual bastará para ser interpretado y caracterizado al momento de la generación del plano por el usuario; Con este tipo de elemento geométrico serviría ubicar un punto de desagüe, una iluminaria, un punto o fuente de calor, etc.

Tabla 10. Feature class peligro tipo punto.

Descripción Tema		<u>PeligroPT</u>		
Feature Class:		Describe características del peligro y su fuente		
Geometría:		Peligro		
		Punto		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción	
Clasificación	Text	50	Clase del peligro	
Descripción	Text	50	Descripción del peligro	
Fuente	Text	50	Qué genera el peligro	
Nivel	Short Integer	2	Nivel de peligro calificado de I a V valor apreciativo	
Coordenada X	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en X de la ubicación	
Coordenada Y	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en Y de la ubicación	

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo punto *peligro PT*. Mora. 2016.

Además de los anterior, en la Tabla 12 del documento, se observa un tercer grupo o tema de nombre: *mediciones ambientales*, aunque bien es sabido que la GTC 45 no posee este tipo de información ni la busca como tal, se ve la oportunidad de complementar la información en el sistema, al crear 3 elementos individuales que componen la estructura del modelo del SIG y se refieren a 3 diferentes mediciones ambientales que pueden ser recopiladas y almacenadas en el SIG y que indudablemente potencializan la utilidad de este recurso para el análisis de situaciones que pueden afectar el entorno y la salud de la población en cada uno de las empresas.

Es así que por medio de estos elementos, bien pueden ser generados planos de lecturas ambientales como pueden ser: planos de ruido con el fin de analizar estos factores en la empresa, en un barrio o en la ciudad completamente según sea la magnitud del proyecto. También pueden realizarse planos de iluminación para lograr localizar las deficiencias del factor luz en las instalaciones de las empresas; realizar planos de temperatura y a partir de allí realizar hipótesis, consultas o reforzar informes de manera más precisa y contundente.

Tabla 11. Feature class de ruido

		<u>Ruido</u>		
Descripción Tema	Describe las características del ruido, su nivel, su lectura, equipo utilizado y normatividad			
Feature Class:	Ruido			
Geometría:	Punto			
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción	
Clase De Ruido	Text	50	Clase del ruido (continuo, intermitente, de impacto)	
Fuente	Text	50	Qué genera el sonido	
Lectura Promedio	Short Integer	-	Lectura promedio en Decibeles (dB)	
Tlvs	Text	3	Nivel de limite permisible según normatividad	
Duración Del Sonido	Short Integer	-	Número de horas que dura el ruido. (De 0 a 24)	
Fecha De Toma De Lectura	Date	10	Fecha en que fue tomada la información con el sonómetro	
Fecha De Calibración Del Equipo	Date	10	Fecha en que se realizó la última calibración el sonómetro utilizado	
Equipo	Text	50	Nombre o referencia del equipo con que se tomó la lectura	
Coordenada X	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en X de la ubicación	
Coordenada Y	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en Y de la ubicación	

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo punto *ruido*. 2016. Mora. 2016.

Tabla 12. Feature class de iluminación.

		<u>Iluminación</u>	
Descripción Tema	Describe las características de la iluminación, su nivel, su lectura, equipo utilizado y normatividad		
Feature Class:	Iluminación		
Geometría:	Punto		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Condición De Iluminación	Text	50	Clase de iluminación (Ausencia, exceso o continuo)
Fuente	Text	50	Tipo de elemento que genera la iluminación
Condición Del Elemento Generador	Text	50	Estado en que se encuentra la fuente generadora de luz (Excelente, bueno, regular, malo)
Lectura Promedio	Long Integer	-	Lectura promedio en Lux (Lx)
Tlvs Mínimo	Text	4	Nivel de limite permisible mínimo según normatividad
Tlvs Máximo	Text	4	Nivel de limite permisible máximo según normatividad
Duración De Exposición A La Iluminación	Short Integer	-	Número de horas que dura el ruido. (De 0 a 24) de los empleados
Fecha De Toma De Lectura	Date	10	Fecha en que fue tomada la información con el luxómetro
Fecha De Calibración Del Equipo	Date	10	Fecha en que se realizó la última calibración el luxómetro utilizado
Característica De La Fuente De Iluminación	Text	50	Breve descripción de la luminaria o fuente generadora de luz
Equipo	Text	50	Nombre o referencia del equipo con que se tomó la lectura
Altura De Luminaria	Text	50	Altura en centímetros desde donde se emite la luz
Área Promedio A Iluminar	Double	-	Área promedio útil destinada a ser iluminada con el punto de luz en metros <sup>2</sup>
Coordenada X	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en X de la ubicación
Coordenada Y	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en Y de la ubicación

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo punto *iluminación*. Mora. 2016.

Tabla 13. Feature class de temperatura.

		<u>Temperatura</u>	
Descripción Tema	Describe las características de la temperatura, su nivel, su lectura, equipo utilizado y normatividad		
Feature Class:	Temperatura		
Geometría:	Punto		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Condición De temperatura	Text	50	Clase de temperatura (frío o calor)
Fuente	Text	50	Tipo de elemento que genera la condición de temperatura
Lectura Promedio	Long Integer	-	Lectura promedio en Grados centígrados (°C)
Tlvs Mínimo	Text	4	Nivel de limite permisible mínimo según normatividad
Tlvs Máximo	Text	4	Nivel de limite permisible máximo según normatividad
Duración De Exposición A La Temperatura	Short Integer	-	Número de horas que dura el trabajador expuesto a la condición de temperatura. (De 0 a 24)
Fecha De Toma De Lectura	Date	10	Fecha en que fue tomada la información con el termómetro
Fecha De Calibración Del Equipo	Date	10	Fecha en que se realizó la última calibración el termómetro utilizado
Característica De La Fuente De Temperatura	Text	50	Breve descripción de la fuente generadora de temperatura
Equipo	Text	50	Nombre o referencia del equipo con que se tomó la lectura
Coordenada X	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en X de la ubicación
Coordenada Y	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en Y de la ubicación

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo punto *temperatura*. Mora. 2016.

De esta manera, se puede comprender en la totalidad cuanta y cuál es la información de se deberá poseer al momento de hacer uso del SIG; se debe recordar también, que el presente ejercicio ha sido desarrollado con ayuda de un SIG que se encuentra en el mercado conocido como ArcGis, elaborado por la empresa ESRI y que a lo largo del documento se han presentado los tres módulos que posee y que serán utilizados para la aplicación del ejercicio; Este programa, tiene la particularidad de ser un software de los más completos y competitivos que existe hoy día en el mercado y que cuenta con un módulo para la creación de la estructura, denominado ArcCatalog y otro módulo diferente, especialmente diseñado para el dibujo y el almacenamiento de la información por parte del usuario o los usuarios del SIG denominado ArcMap y los cuales serán explicados con más detalle más adelante.

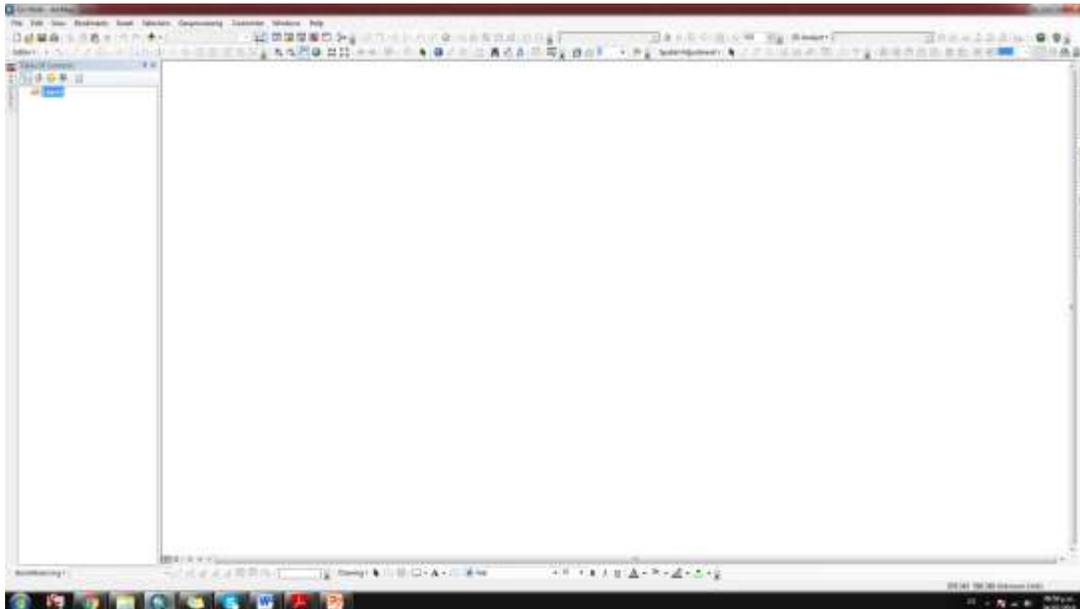
Se debe también aclarar, que en la presente idea de investigación se pretende exponer la metodología implementada para la elaboración de la estructura del modelo de datos a ser usado en el SIG y se dan a conocer apartados de los resultados de la aplicación en un ejercicio práctico a un área de una empresa simulada con el fin de verificar el funcionamiento y los resultados del SIG.

El motivo por el cual no se realiza el ejercicio a un caso en el mundo real se debe mayormente a la intención de ejecutar la primera versión del SIG y poder encontrar las deficiencias y aspectos a mejorar que siempre tienden a presentarse en temas de campo experimental y exploratorio y los cuales a futuro en nuevas versiones podrán ser mejorado para ser aplicado el SIG en campo con mayor efectividad sin haber mal aprovechado los recursos económicos o de factor tiempo.

## Ejercicio de aplicación y validación a un área simulada de una empresa

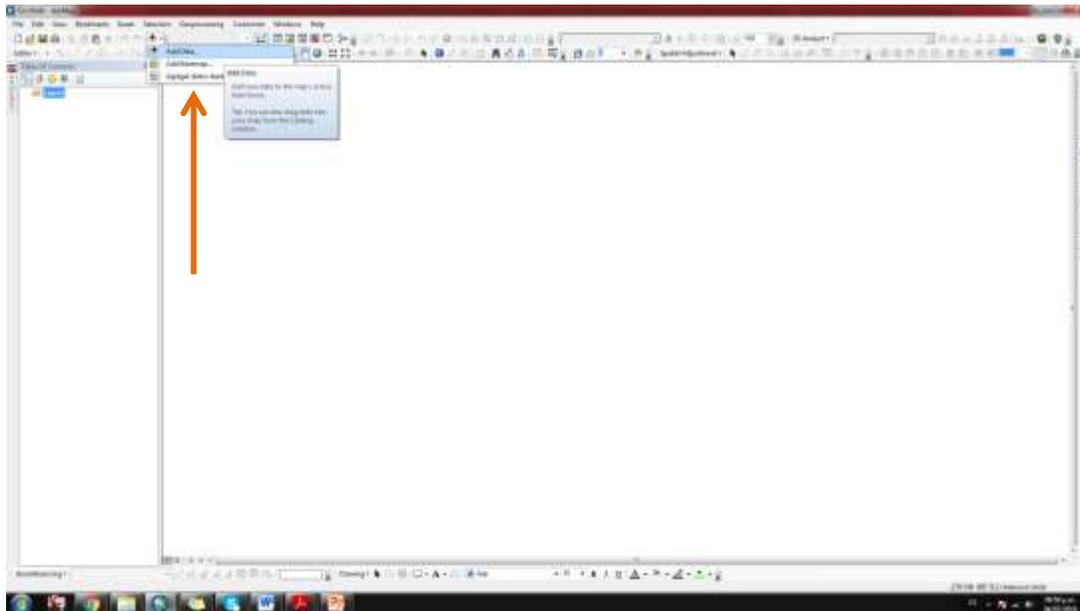
A continuación, se realiza la representación del trabajo realizado en el SIG, luego de haberse efectuado los procesos de diseño y desarrollo de la estructura del modelo de datos geográficos, los cuales han sido probados en el software ArcGis y lo que se presenta a continuación corroboran y dan un parte positivo a la intención de la presente idea de investigación de desarrollar e implementar exitosamente un SIG pensado en la identificación de peligros y la valoración de riesgos en el ámbito de la gestión de los riesgos laborales.

Figura 19. Interfase de ArcGis - ArcMap



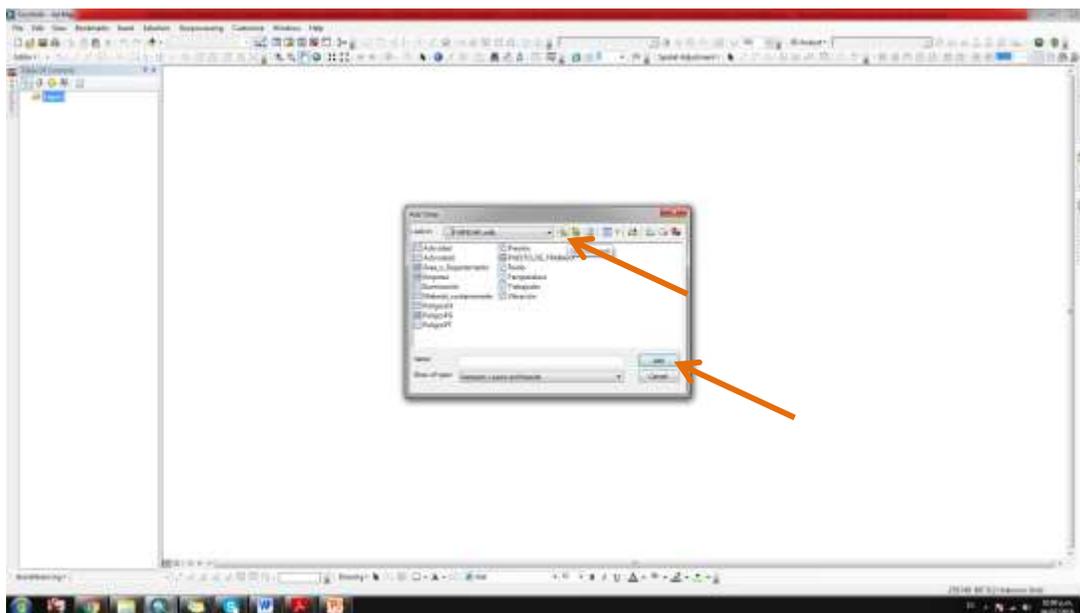
Nota: Vista de la Interfase de edición y consulta de ArcMap; Se accede al programa por la ruta: Inicio/todos los programas/ArcGis/ArcMap 10.2.2. Mora. 2016.

Figura 20. Importación de los feature class



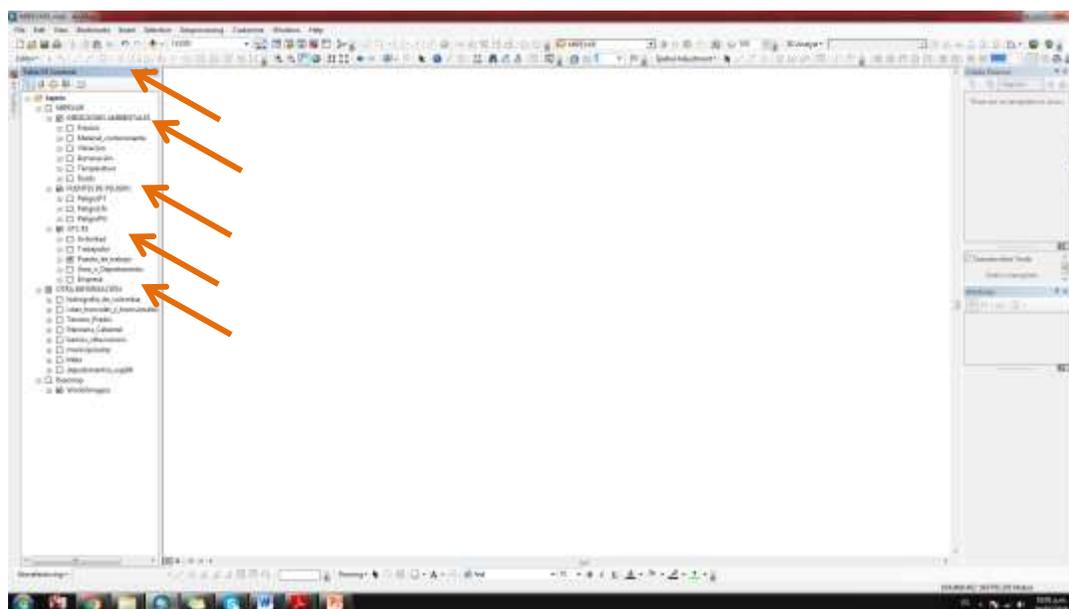
Nota: Los Feature Class que componen a la estructura de la GDB a editar son importados al ArcMap por medio de la herramienta llamada Add data. Mora. 2016.

Figura 21. Selección de Feature Class a ArcMap



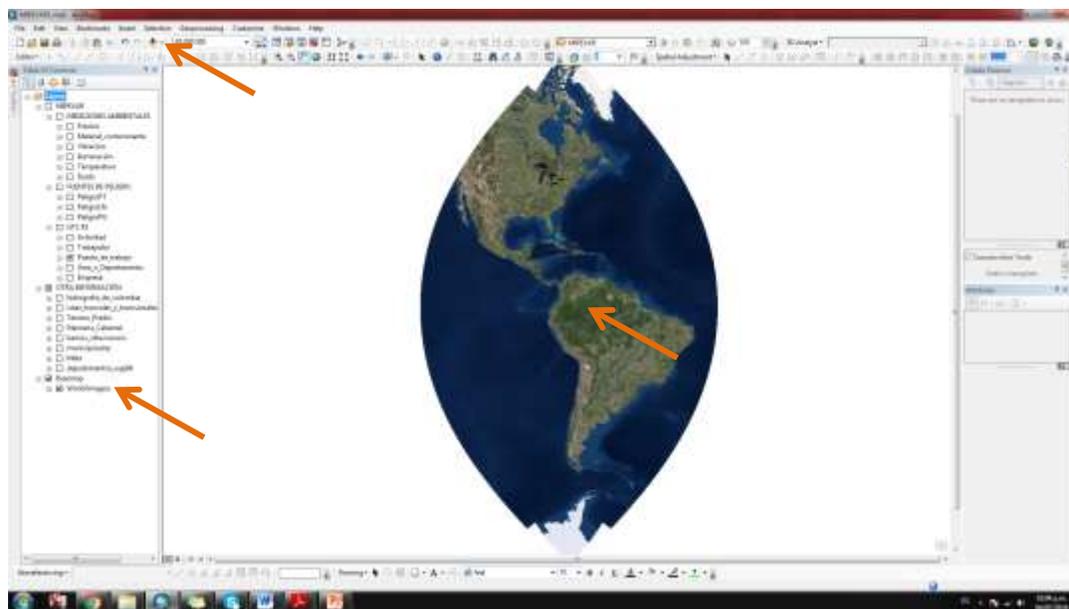
Nota: Al acceder al icono Add Data, en la nueva ventana se busca la ruta de ubicación de los archivos del mismo modo que en un explorador de Windows, allí se seleccionan todas las capas y se proceden a agregarlas al ArcMap. Mora. 2016.

Figura 22. Visualización de feature class en tabla de contenido



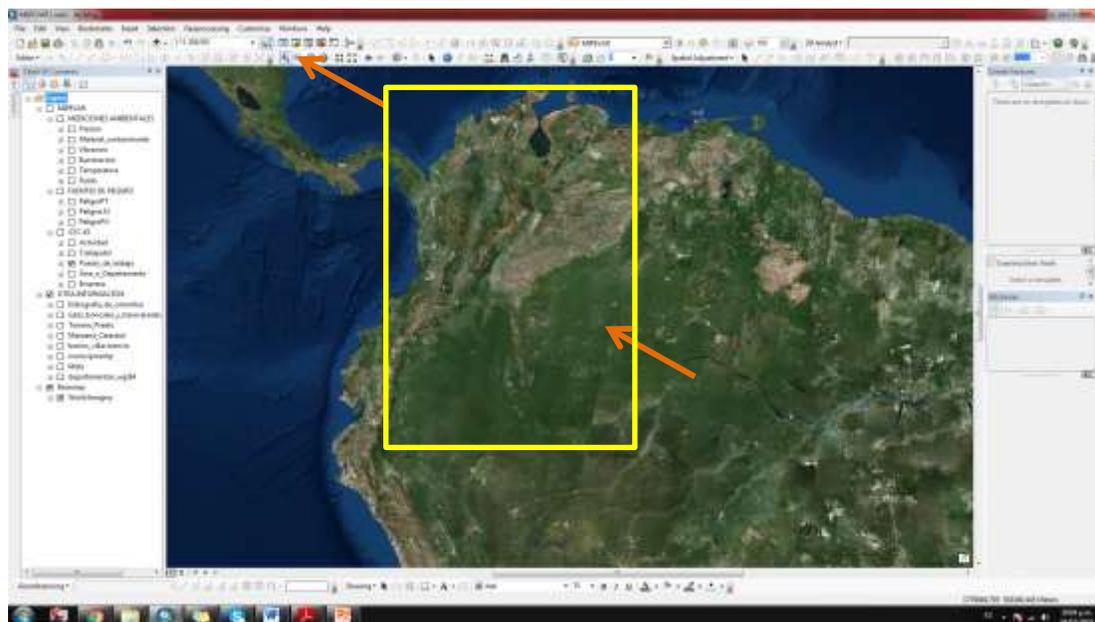
Nota: Al importar los Feature Class, estos aparecerán en la barra denominada tabla de contenido, allí pueden ser agrupados los diferentes feature class en el orden deseado, como también agregar información cartográfica que sea necesaria, como calles o ríos. Mora. 2016.

Figura 23. Incorporación de biblioteca de imágenes satelitales



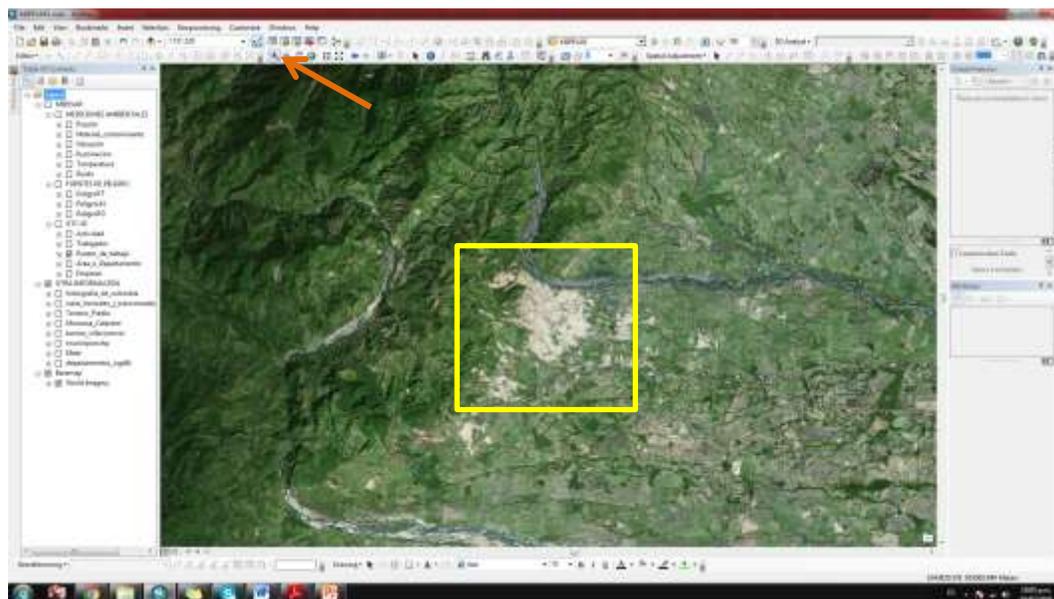
Nota: Además de los Feature Class y la información cartográfica externa que se puede utilizar, ArcMap permite utilizar una galería de imágenes satelitales que tiene y a las que se accede por medio de internet por la ruta: Add data/Add Basemap/imagery. Mora. 2016.

Figura 24. Aproximación a la zona de interés



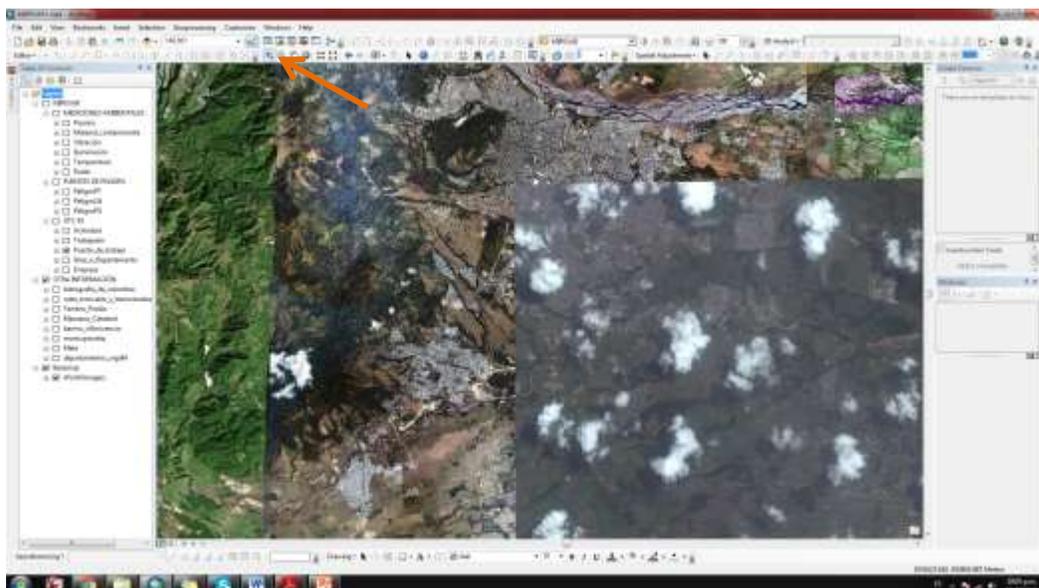
Nota: Por medio de herramientas de manipulación propias del programa es posible acercar o alejar (herramienta Zoom) cualquier parte del mapa, en este caso se realiza una aproximación a Colombia. Mora. 2016.

Figura 25. Ubicación de la ciudad de interés para el ejercicio



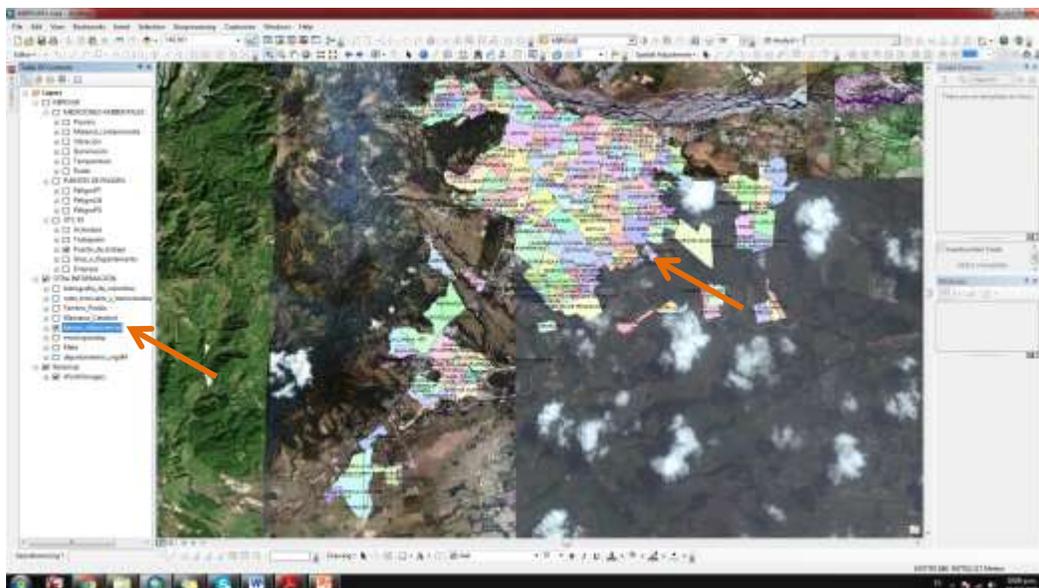
Nota: Zoom de aproximación a la zona elegida para el ejercicio, se realiza un recuadro alrededor de la ciudad de Villavicencio Meta. Mora. 2016.

Figura 26. Vista aérea de Villavicencio Meta



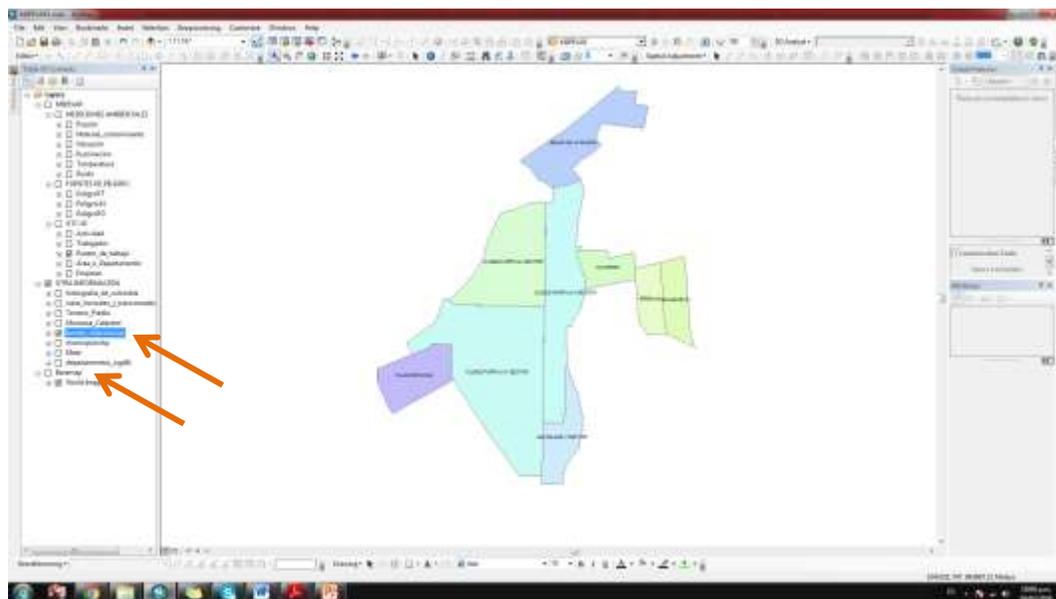
Nota: Al utilizar el zoom sobre el mapa, la resolución de las imágenes es cada vez mayor dependiendo de la disponibilidad de cobertura de imagen en la zona. Mora. 2016.

Figura 27. Sobre posición de barrios vs imagen satelital de Villavicencio



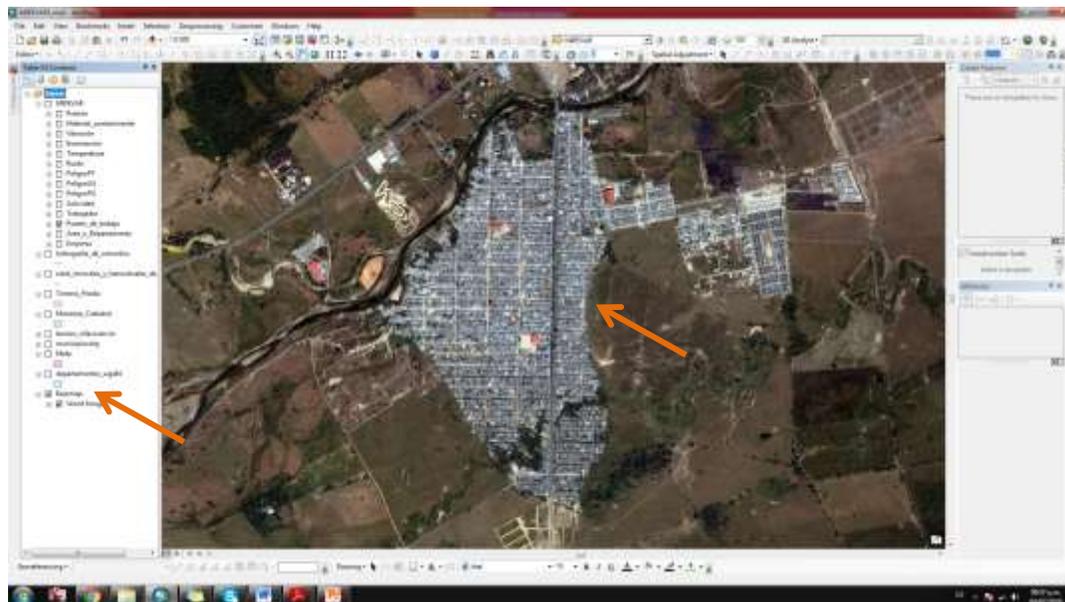
Nota: ArcMap permite sobreponer información de imágenes y capas o Feature Class al mismo tiempo, simplemente activando o desactivando la información según se requiere. Mora. 2016.

Figura 28. Acercamiento a la zona del ejercicio práctico



Nota: También, es posible visualizar la información de tipo vectorial (polígonos, líneas y puntos) si necesidad de usar las imágenes de fondo. Mora. 2016.

Figura 29. Visualización aérea del barrio Ciudad Porfía



Nota: Se escoge como zona de aplicación el barrio ciudad porfía debido a la buena resolución de la imagen y porque simula un centro urbano de pequeño tamaño, aspecto que contribuye a la fácil aplicación del ejercicio de testeo y validación del SIG. Mora. 2016.

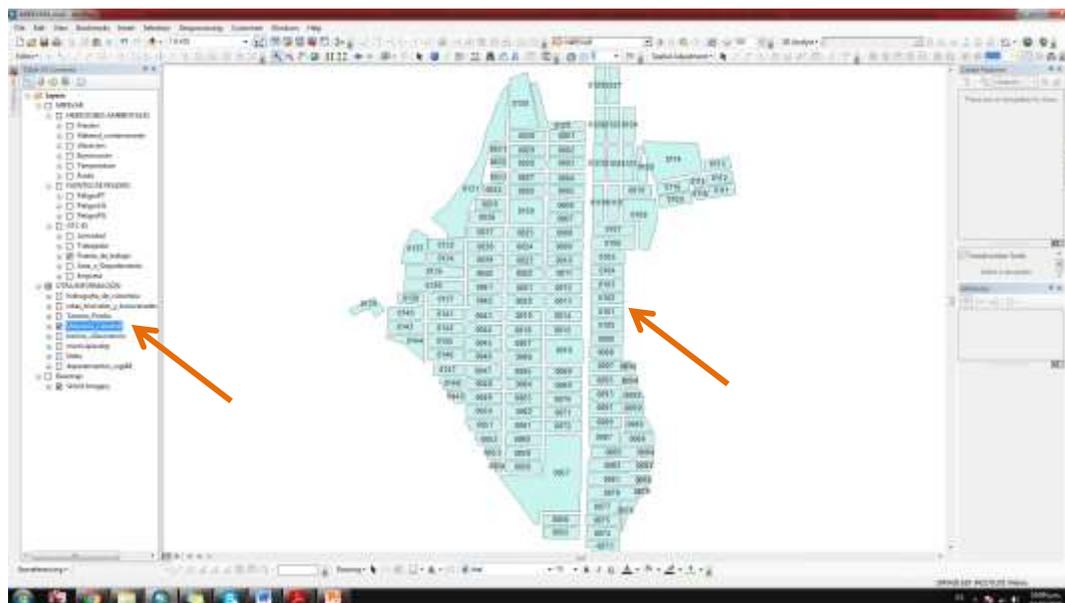
A pesar de que en el apartado de la creación de la estructura del modelo de datos, se inicia creando en primera media la capa o feature class de puesto de trabajador, luego actividad y trabajador en pro de seguir la secuencia del procedimiento implementado por ICONTEC en la GTC 45; Es característica general de los métodos de dibujo cartográfico, iniciar la elaboración y edición grafica de las entidades en orden jerárquico de menor a mayor detalle.

Es decir, la primer capa del grupo GTC 45 que se presenta en la tabla 1, pertenece al elemento feature class *empresa*, en ella los elementos atributivos poco tienen que ver con los parámetros requeridos en el anexo B, pero se realiza con el fin de homologar y generar compatibilidad del sistema para los casos en que el SIG se elabore en proyectos de gran envergadura. Así mismo el feature class corresponde a la unificación de la información general de la GDB en un solo elemento geográfico.

Por lo tanto, cuando en la muestra de estudio de la investigación se define que ésta será realizada en un área de una empresa, para que exista dicha área, se debe identificar, en primera instancia la ubicación espacial de la empresa a la que se hace referencia y luego generar la representación de cada una de las áreas que la componen, para ya luego iniciar con el proceso de identificación de puestos de trabajo y el análisis de los peligros y riesgos.

Con el fin de lograr la identificación de las empresas y retomando la figura 17 y 18 sobre la metodología implementada por el IGAC en el desarrollo del SIG catastral, se elabora con datos hipotéticos la vectorización de todas las manzanas catastrales identificadas en la aerofotografía del ArcMap, como se muestra a continuación:

Figura 30. Digitalización de las manzanas catastrales barrio Ciudad Porfía



Nota: Siguiendo la metodología implementada por el IGAC respecto a la distribución de las manzanas catastrales, se elabora una simulación de las manzanas delimitándolas de manera individual y asignándole datos ficción con el fin de aplicarlos al ejercicio. Mora. 2016.

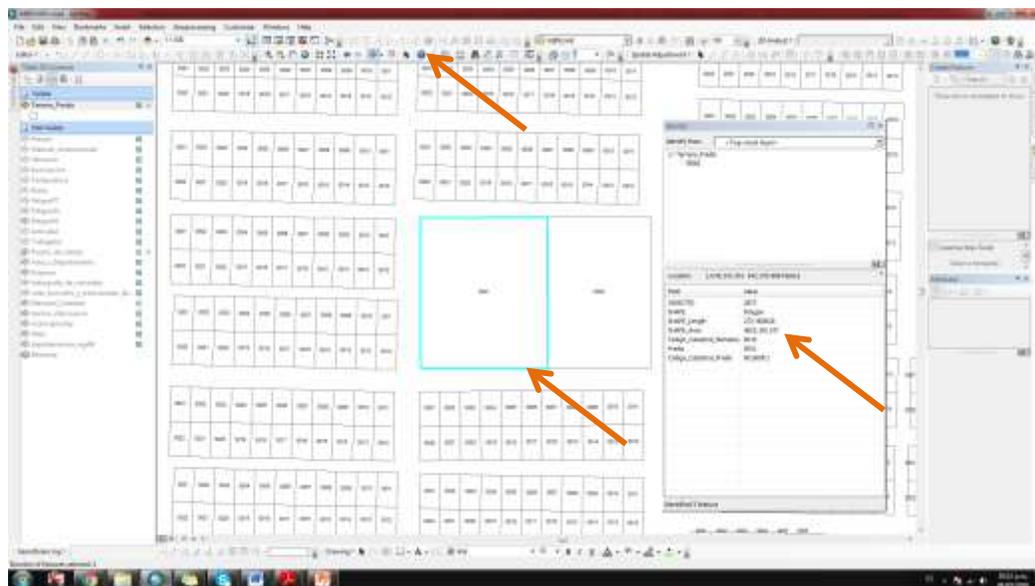
Figura 31. Sobre posición manzanas catastrales y predios urbanos vs imagen satelital



Nota: Es posible visualizar las imágenes y los elementos vectoriales por medio de herramientas propias de ArcMap como lo son las transparencias. Mora. 2016.

Al igual que lo realizado con las manzanas catastrales dibujadas mediante vectorización de la imagen satelital, se realiza la distribución de cada uno de los predios que conforman cada una de las manzanas urbanas, del mismo modo que se expone en las figuras 17 y 18.

Figura 32. Visualización información atributiva predio urbano seleccionado

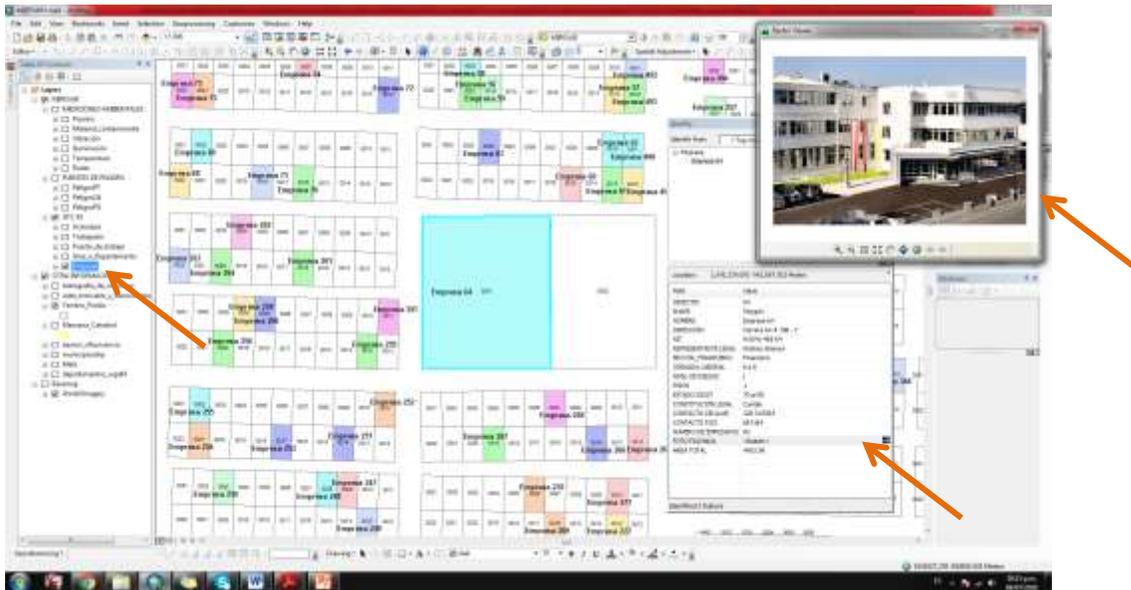


Nota: el icono de identificación o identify señalado en la figura, permite visualizar la información atributiva de cada uno de los elementos visibles en el programa; en este caso se visualizan los datos ficticios creados para las manzanas catastrales. Mora. 2016.

Luego de realizarse el proceso de vectorización de las manzanas y predios catastrales que simulan la distribución catastral de la zona, se procede ahora a iniciar a trabajar específicamente en la aplicación del ejercicio de la GDB en base a la metodología y los parámetros establecidos en la GTC 45.

Para ello, se realiza una identificación arbitraria de algunos predios de la zona y se dibujan en la información del feature class de empresa, asignando valores hipotéticos en las tabla de atributos que se elaboró con anterioridad en la estructura del modelo de datos del feature class empresa (ver tabla 3)

Figura 33. Visualización de atributos feature class "Empresa"



Nota: Los datos configurados en la estructura del modelo de datos son ahora visibles, luego de vectorizar y diligenciar los datos en las capas y sus respectivos campos. Mora. 2016.

Figura 34. Comparativo entre tabla de atributos del Arcgis vs estructura feature class empresa

Field	Value
OBJECTID	64
SHAPE	Polygon
NOMBRE	Empresa 64
DIRECCIÓN	Carrera 64 # 15B - 7
NIT	9 0041-485-64
REPRESENTANTE LEGAL	Andres Jimenez
SECTOR_FINANCIERO	Financiero
JORNADA LABORAL	6 a 8
NIVEL DE RIESGO	1
PISOS	1
ESTADO SGSST	70 al 90
CONSTITUCIÓN LEGAL	Cumple
CONTACTO CELULAR	320-515564
CONTACTO FIJO	667164
NUMERO DE EMPLEADOS	83
FOTO FACHADA	<Raster>
AREA TOTAL	4453.96

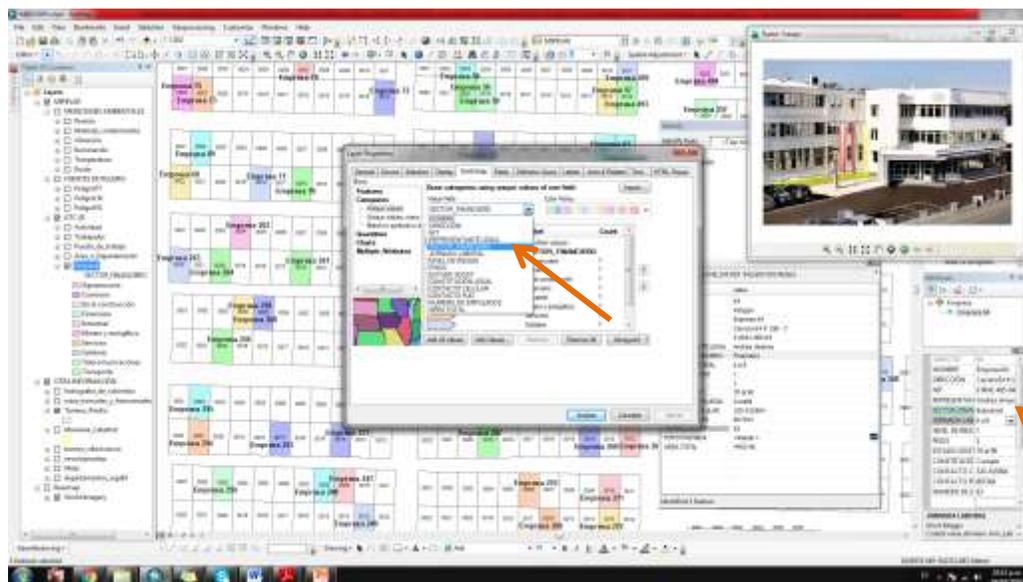
Tabla 1. Feature class empresa.

Descripción Tema	Empresa:		
	Comprende la delimitación geográfica de la empresa y su información atributiva más importante.		
Feature Class:	Empresa:		
Geometría:	Polígono		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Nombre	Text	50	Nombre o razón social de la empresa
Dirección	Text	50	Dirección domiciliaria del predio
Nit	Text	20	NIT de la empresa
Representante Legal	Text	50	Nombre representante legal de la empresa
Sector Económico	Short Integer	-	Nombre del sector económico al que pertenece la empresa
Número de Empleados	Short Integer	-	Número total de empleados de la empresa
Jornada Laboral	Short Integer	-	Número de horas que se trabaja en la empresa
Nivel De Riesgo	Short Integer	-	Categorías de riesgo asignado por las ARL
Pisos	Short Integer	-	Cantidad de pisos que ocupa la empresa
Estado SGSST	Short Integer	-	Porcentaje de cumplimiento del SG-SST
Constitución Legal	Short Integer	-	Estado de conformación legal de la empresa
Contacto Celular	Text	10	Número de teléfono celular de contacto de la empresa
Contacto Fijo	Text	7	Número teléfono fijo de contacto de la empresa
Foto Fachada	Ráster	-	Fotografía actualizada de la fachada de la sede de la empresa
Área Total	Double	-	Área del polígono. Esta área debe ser en unidades de medida metros cuadrados. (m <sup>2</sup> ).

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo polígono denominada empresa. Mora. 2016.

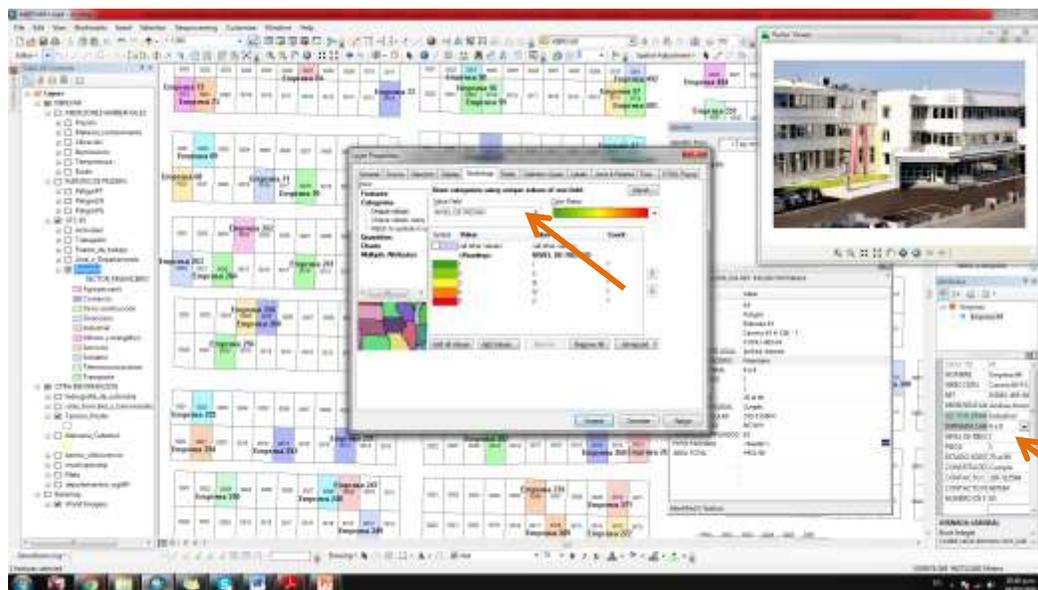
Nota: Nótese que la tabla de atributos que se visualiza en el Arcgis corresponde a los mismos campos solicitados en la estructura del feature class empresa de la GDB elaborada. Mora. 2016.

Figura 35. Herramientas de visualización de ArcMap



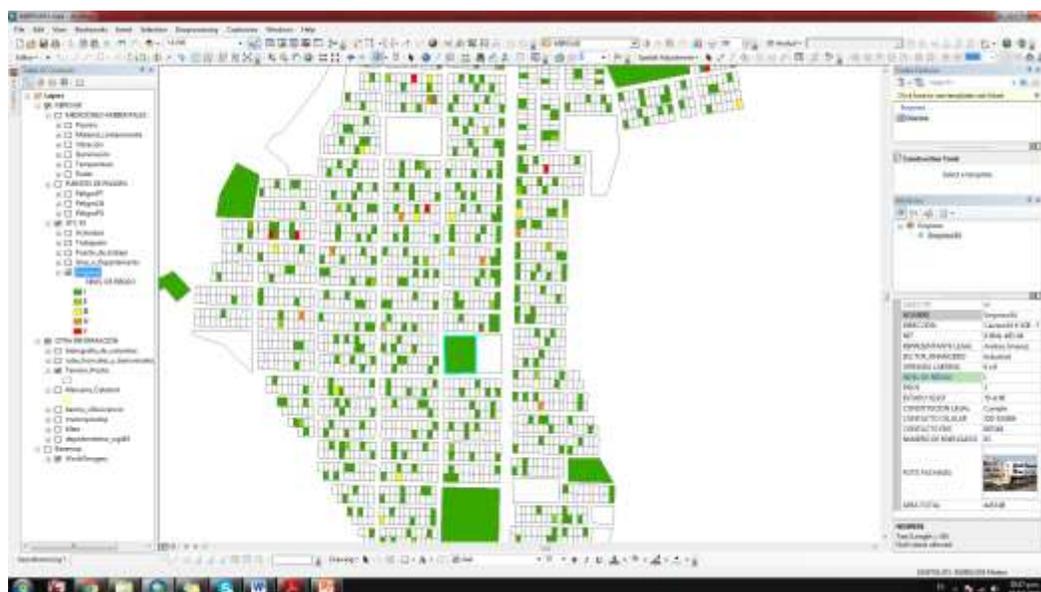
Nota: ArcMap posee herramientas que permiten ocultar o visualizar la información atributiva de los elementos para realizar procesos de consulta específicos sobre las capas o feature class. Mora. 2016.

Figura 36. Más herramientas de visualización en ArcMap



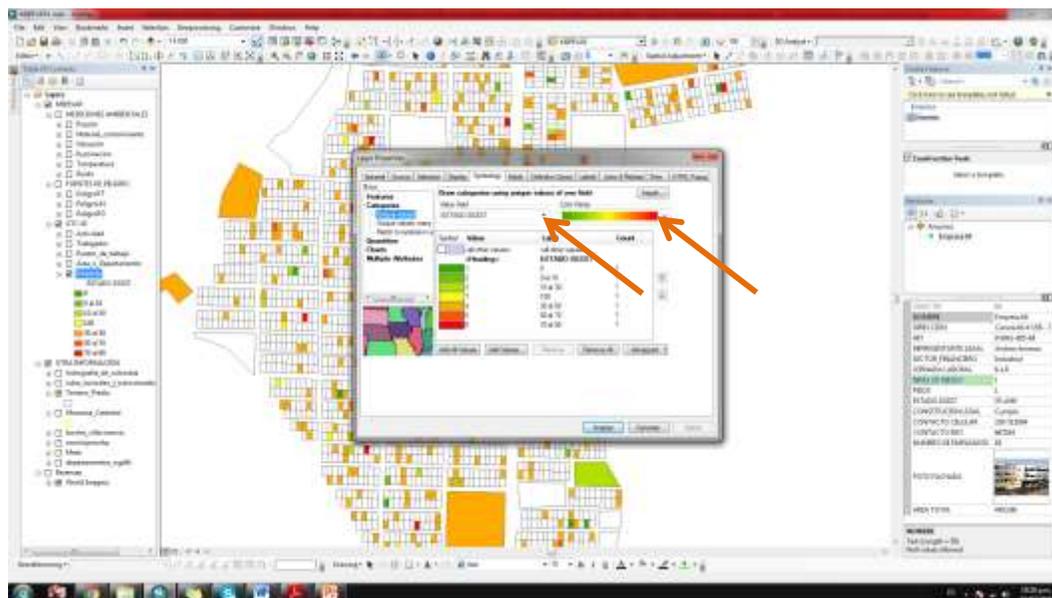
Nota: La visualización de la información en la pantalla, dependerá de la necesidad de consulta del usuario de SIG, en la imagen se analiza por colores el nivel de riesgo según la ARL. Mora. 2016.

Figura 37. Aplicación y consulta a nivel macro



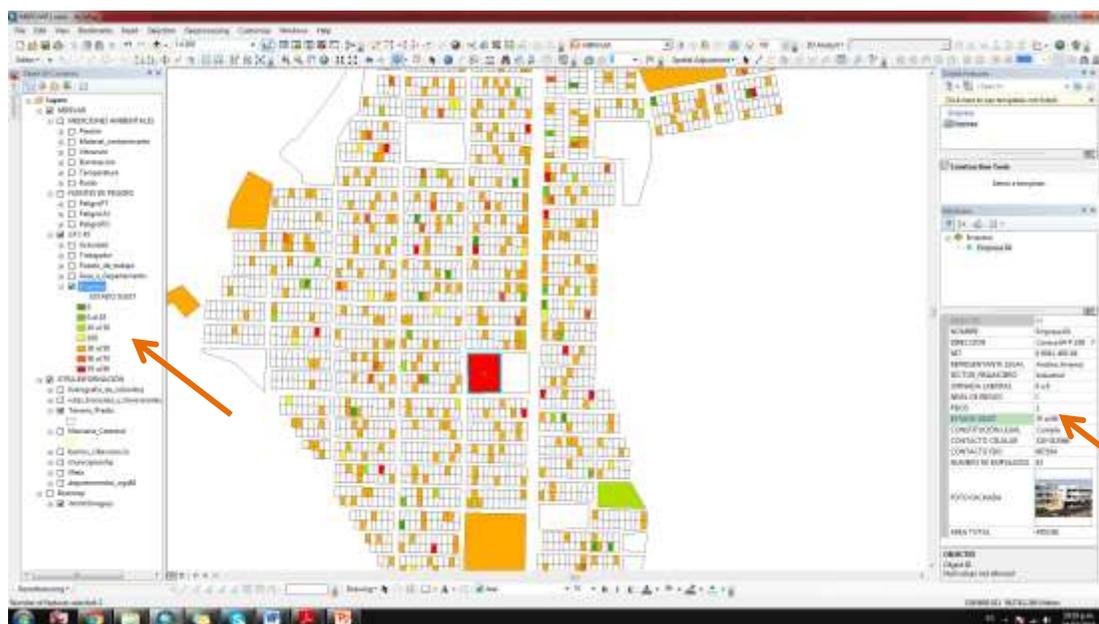
Nota: El tamaño de análisis dependerá igualmente del nivel de información que se posea, acá por ejemplo se visualiza un área mayor a la empresa y se analizan datos de otras más utilizando la herramienta de zoom, permite alejar los gráficos y tener una vista general de la zona. Mora. 2016.

Figura 38. Consulta a nivel macro posibles



Nota: La imagen evidencia, cómo Arcgis, permite aplicar filtro de colores para realizar consultas específicas, en este caso se consulta el estado de cumplimiento del SG-SST de las empresas en el sector de estudio, se aclara que la información utilizada no es real. Mora. 2016.

Figura 39. Visualización de consulta sobre la capa Empresa

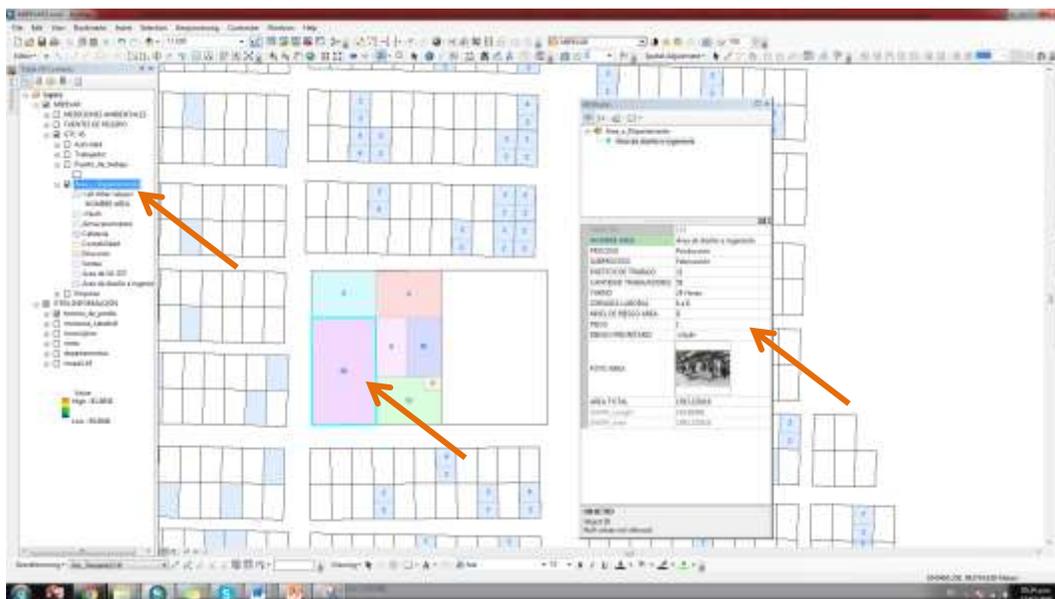


Nota: El filtro aplicado permite ver en qué porcentaje de cumplimiento se encuentra el SG-SST en cada una de las empresas, iluminando en una paleta de colores degradados de verde hasta el rojo aquellas empresas que no cumplen, hasta aquellas que cumplen con la totalidad de los requerimientos. Mora. 2016.

Desde la figura 33 hasta la 39, se realiza el proceso de verificación y validación de funcionamiento de la estructura del modelo de datos en Arcgis del feature class de empresa, esto como método de medición de resultados para la idea de investigación del SIG adaptado a los parámetros implementados por la GTC 45.

Ahora bien, teniendo elaborada la primera capa o feature class de empresa, se debe continuar con el segundo feature presentado en la tabla 1, denominado: área o departamento, éste elemento se dibuja en el feature correspondiente y debe cubrir o abarcar toda la información del feature class empresa por polígonos divididos según la distribución física y organizacional de la empresa. A continuación se presenta el ejercicio realizado en la figura 40.

Figura 40. Visualización información feature class Área o departamento



Nota: La tabla de atributos permite ver el comportamiento de los campos diligenciados en la capa Área o departamentos de la empresa. Mora. 2016.

Figura 41. Comparativo entre atributos de la capa área en Arcgis vs estructura feature class área



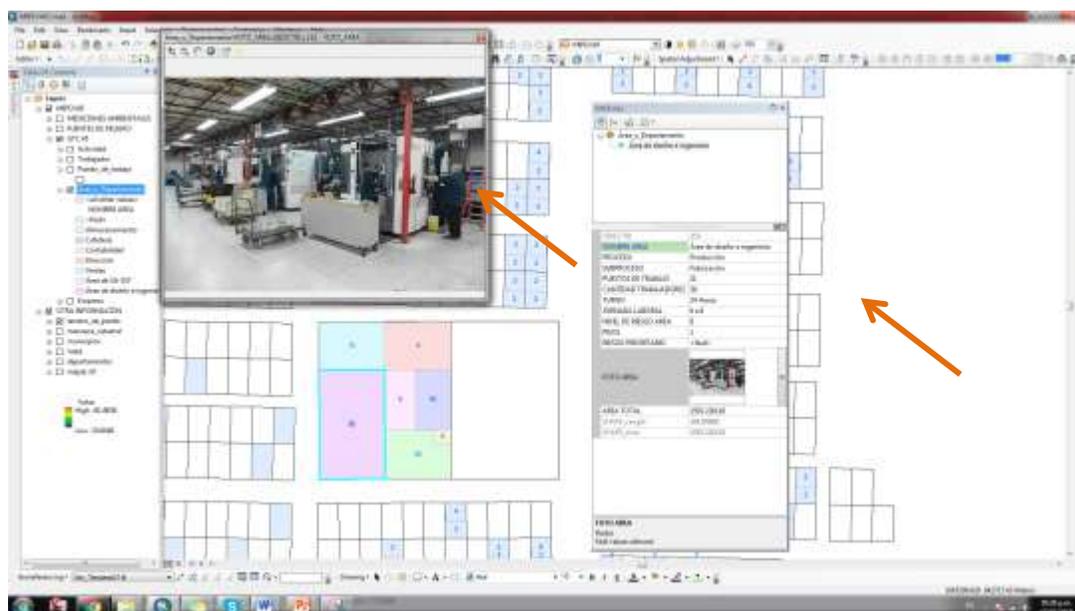
Tabla 1. Feature class área o departamento.

Área o Departamento			
Descripción Tema	Comprende la delimitación espacial interna de la empresa, según sus áreas o departamentos		
Feature Class:	Área		
Geometría:	Polígono		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Nombre Área	Text	50	Nombre área o departamento de la empresa
Proceso	Text	50	Nombre del proceso en la empresa
Subproceso	Text	50	Nombre del subproceso en la empresa
Puestos De Trabajo	Short Integer	-	Número de puestos de trabajo en el área en un turno en el área
Cantidad Trabajadores	Short Integer	-	Número de trabajadores en el área de trabajo en un turno
Turno	Short Integer	-	Turno de horas en que se divide el día laboral para la empresa
Jomada Laboral	Short Integer	-	Tipo de jornada laboral: día, noche o 24 horas
Nivel De Riesgo Área	Short Integer	-	Categorías de centros de trabajo asignadas por las ARL presente en el área
Pisos	Short Integer	-	Cantidad de pisos que ocupa el área en la empresa
Foto Área	Ráster	-	Fotografía actualizada del área en la empresa
Área Total	Double	-	Área del polígono. Esta área debe ser en unidad de medida metros cuadrados. (m2).

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo polígono denominado *área o departamento*. Mora. 2016.

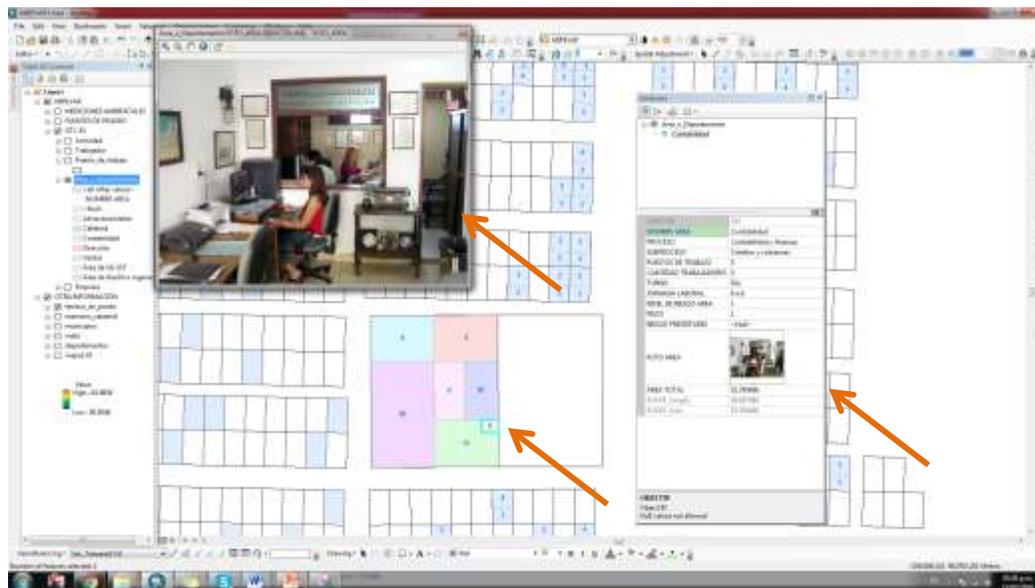
Nota: Nótese que la tabla de atributos que se visualiza en el Arcgis corresponde a los mismos campos solicitados en la estructura del feature class área o departamento que se diseñó en la GDB elaborada. Mora. 2016.

Figura 42. Otra información del feature class Área o departamento



Nota: El funcionamiento de la estructura de datos de la capa Área o departamento es fácil de interpretar a simple vista y la fotografía anexada que se solicita en el atributo de foto de área, puede ser ampliada para corroborar los demás datos y como registro documental al producto. Mora. 2016.

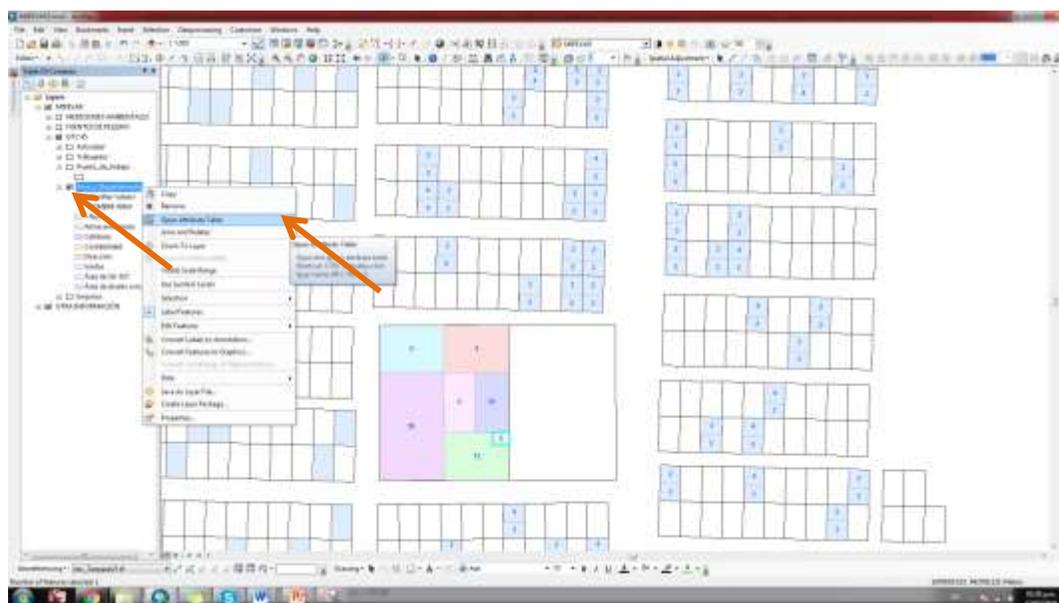
Figura 43. Atributos en la capa Área o departamento



Nota: La tabla de atributos permite ver la información de los campos diligenciados en la capa Área o departamentos de la empresa para cada una de las áreas existentes de manera independiente, siendo específico en los datos de interés consultados por el usuario. Mora. 2016.

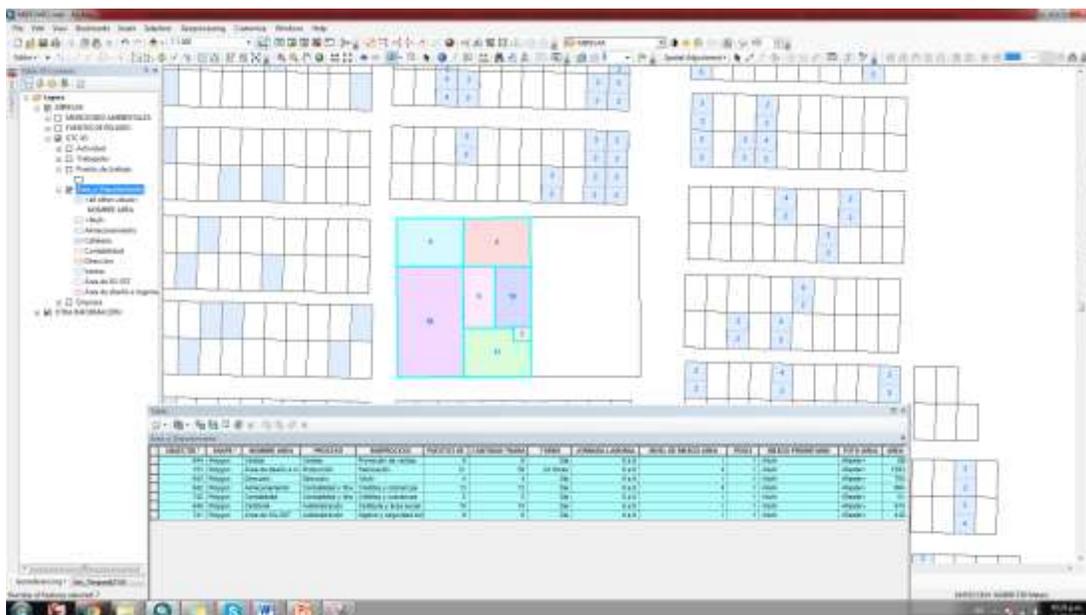
Además de la tabla de identificación o identify, ArcGis posee otras opciones para visualizar la información atributiva de las capas que se están trabajando; A diferencia de la tabla de identificación de atributos individual que se ha utilizado para verificar la información de los feature class empresa y área, existe una herramienta llamada tabla de atributos. A esta tabla se accede dando clic derecho sobre cualquiera de los elementos feature class que se hayan importado al ArcMap y seleccionando la opción: Open attribute table o abrir tabla de atributos.

Figura 44. Otra manera de visualizar información



Nota: la tabla de atributos permite visualizar un una nueva ventana todos los elementos que pertenezcan y sean creados en la misma capa de feature class. Mora. 2016.

Figura 45. Tabla de atributos feature class Área o departamento



Nota: Visualización de la tabla de atributos del Feature Class de manera tabular, nótese que se visualizan todos los atributos de los demás elementos creados en la misma capa y que también pertenecen al Feature Class Área o departamento. Mora. 2016.

Figura 46. Visualización de la información ingresada a las diferentes áreas de empresas en el feature class área o departamento

OBJECTID	SHAPE	NOMBRE AREA	PROCESO	SUBPROCESO	PUESTOS DE TRABAJO	CANTIDAD TRABAJO	TURNO	JORNADA LABORAL	NIVEL DE RIESGO AREA	PISOS	RIESGO PRIORITARIO	FOTO AREA	AREA TOTAL	SHAPE_Length	SHAPE_Area
120	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	4	4	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	94.067112	94.067112	94.067112
121	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	89.193432	37.838765	89.193432
122	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	5	5	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	89.515286	37.963126	89.515286
123	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	3	3	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	92.474273	37.294085	92.474273
130	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	4	4	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	90.051414	38.01838	90.051414
139	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	4 a 8	+Nudo	mas de 4	+Nudo	+Raster	85.173938	37.624266	85.173938
140	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	90.2616	37.2584	90.2616
147	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	96.430919	39.286322	96.430919
256	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 10	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	85.919774	37.16485	85.919774
425	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 10	+Nudo	2	+Nudo	+Raster	85.184465	37.527069	85.184465
435	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	3	3	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	87.179853	37.436258	87.179853
454	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	89.488679	37.897421	89.488679
456	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	89.327077	37.865489	89.327077
457	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	85.498249	37.091526	85.498249
462	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	4	4	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	87.544547	37.559191	87.544547
482	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	85.744450	37.748971	85.744450
486	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	5	5	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	85.058882	37.970211	85.058882
564	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	96.425543	45.252871	96.425543
578	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	88.341238	37.689328	88.341238
587	Polygon	+Nudo	Ventas	Administración de vent	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	89.235176	37.549818	89.235176
589	Polygon	+Nudo	Ventas	Promoción de ventas	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	87.429779	37.487472	87.429779
592	Polygon	+Nudo	Ventas	Promoción de ventas	3	3	Dia	10 a 12	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	92.059678	38.411372	92.059678
594	Polygon	+Nudo	Ventas	Promoción de ventas	2	2	Dia	8 a 8	+Nudo	1	+Nudo	+Raster	87.602287	37.325687	87.602287

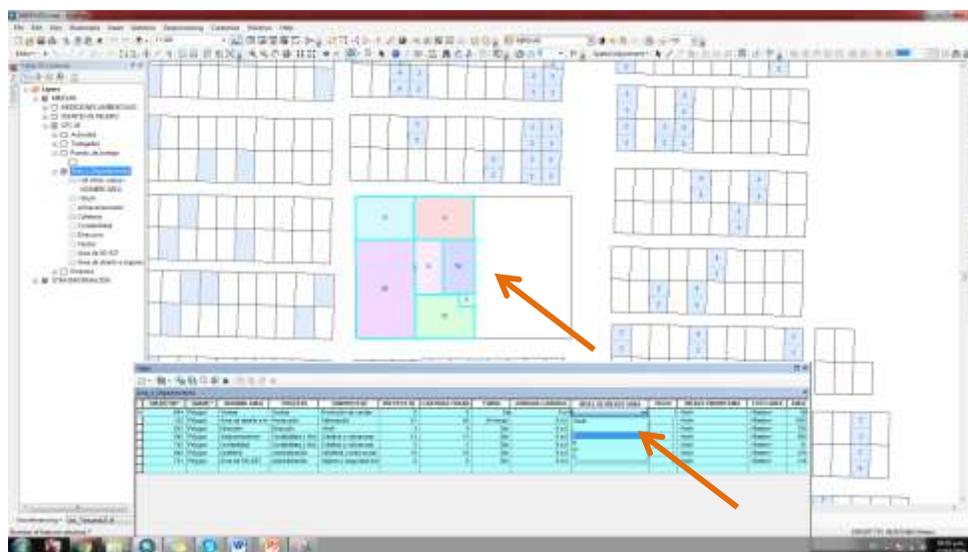
Nota: Detalle de Visualización de la tabla de atributos del Feature Class área o empresa de manera tabular, al corroborar la información presentada con la figura 41, se puede apreciar que sigue siendo la misma información de la estructura del feature class, pero ya no de manera individual, sino presentando todos los registro de los elementos dibujados en la misma capa y que también pertenecen al Feature Class Área o departamento. Mora. 2016.

En aquellas situaciones, cuando la información atributiva está siendo incorporada a los feature class, ésta puede ser editada, corregida y almacenada cuantas veces se haga necesario, todo ello haciendo uso de las herramientas de los dominios que se crearon con anterioridad con el fin de complementar la estructura del modelo de datos para garantizar los mínimos errores de digitación y fidelidad de datos de las entidades.

Se debe recordar, que los atributos configurados con dominios, sólo corresponden a algunos de los atributos en cada uno de los feature class, (ver tablas de feature class 3 a la 13, además ver apartado de anexos al final del documento).

A continuación en la figura 47 se realiza un ejemplo de uso de los dominios en el feature class de área o departamento. Al dar clic sobre el campo del atributo, aquellos campos que hayan sido configurados con anterioridad con dominios, desplegaran la respectiva pestaña, permitiendo elegir entre las únicas opciones posibles predefinidas en el dominio del caso.

Figura 47. Modificación de atributos en un campo

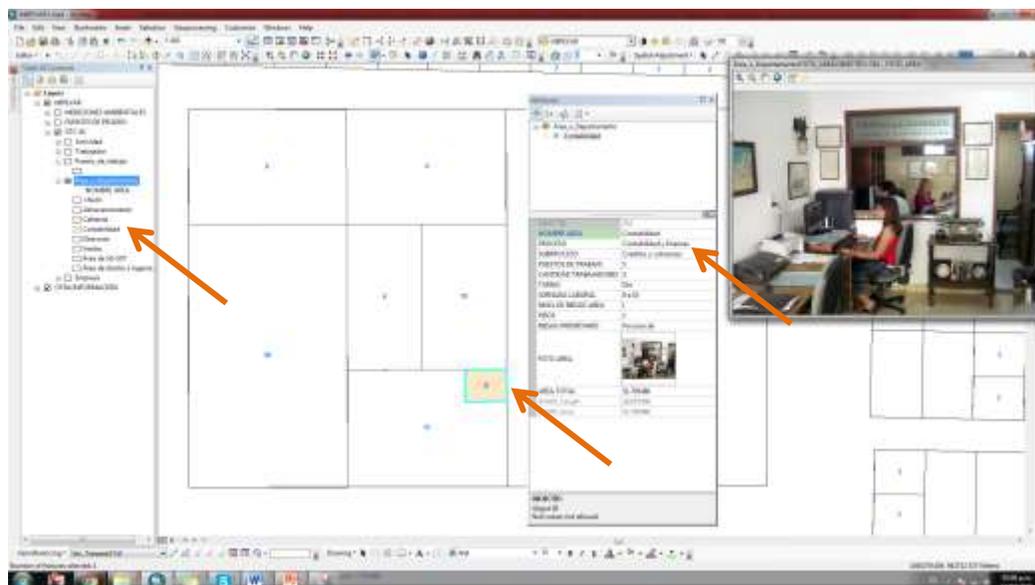


Nota: Desde la tabla de atributos general, también pueden ser editados los campos del Feature, haciendo uso de los dominios que fueron creados con anticipación en la etapa de diseño. Mora. 2016.

Con la figura 47, se da por terminada la aplicación del feature class en el ejercicio, además de cumplir con las pruebas exigidas para evaluar el comportamiento de la información del feature área o departamento en la aplicación del SIG en ArcGis.

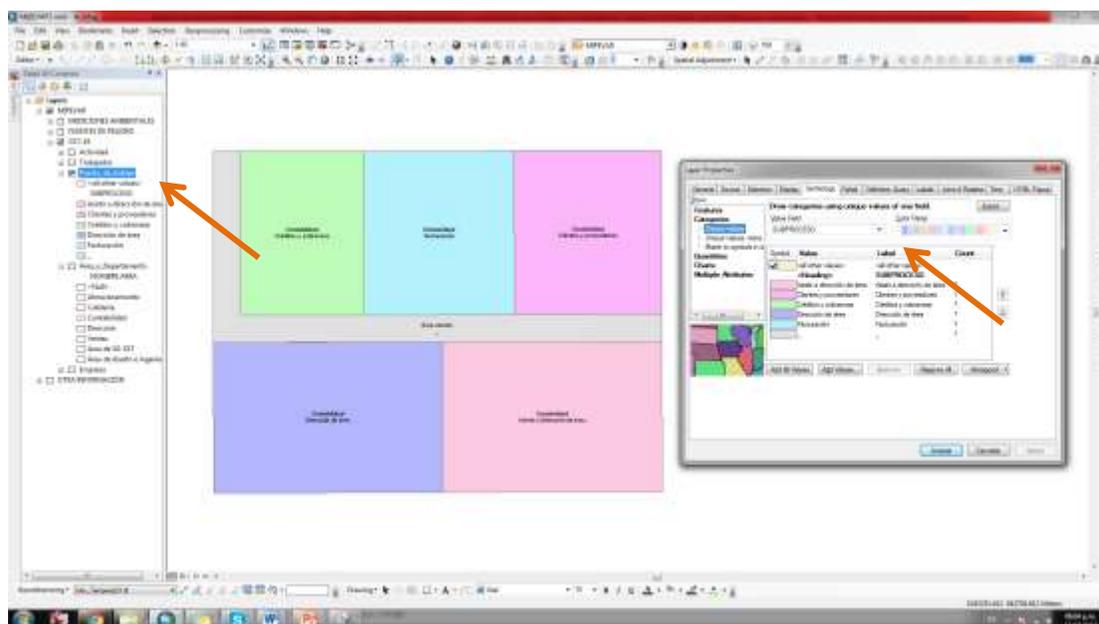
A partir de la figura 48, se inicia la ejecución del ejercicio al puesto de trabajo, en este caso, se ha seleccionado el área de contabilidad de la empresa, el cual cuenta con 5 puestos de trabajo distribuidos en el área, a continuación se muestra el detalle de lo descrito.

Figura 48. Delimitación del área de trabajo contabilidad para aplicación del ejercicio



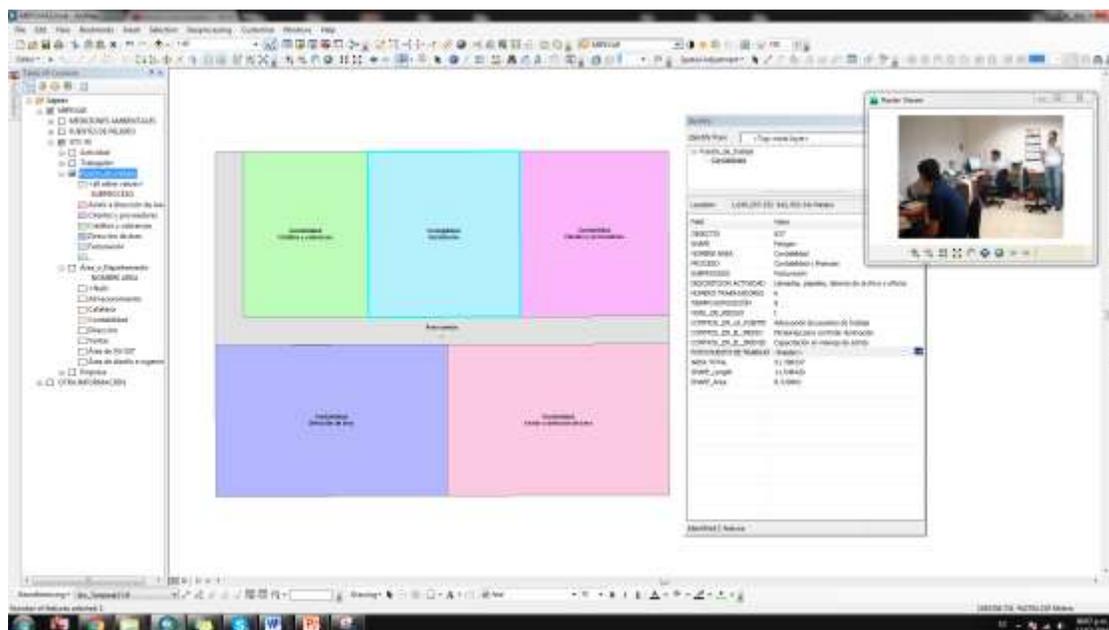
Nota: Con la intención de facilitar el proceso de manejo de los datos, se desactivan las demás áreas de la empresa, para que al momento de diligenciar los datos se reduzcan los errores de digitación de la información como si visualiza en la figura. Mora. 2016

Figura 49. Consulta de información en feature class Puesto de trabajo



Nota: Desde la capa de puesto de trabajo también es posible realizar filtros y consultas, además de la visualización de etiquetas seleccionadas por el usuario. Mora. 2016.

Figura 50. Visualización de información Feature Class Puesto de trabajo y trabajador



Nota: En la capa puesto de trabajo también se encuentra la opción de cargar la fotografía del lugar, Así como de visualizar la información adoptada de los parámetros de la GTC 45. Mora. 2016.

Figura 51. Comparativo entre tabla de atributos del Arcgis vs estructura feature class puesto de trabajo



Tabla 1. Feature class puesto de trabajo

Descripción Tema	Puesto de trabajo		
	delimita internamente las áreas de trabajo de la empresa, según sus áreas o departamentos		
Feature Class:	Puesto de trabajo		
Geometría:	Polígono		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Nombre Área	Text	50	Nombre área o departamento de la empresa
Proceso	Text	50	Nombre del proceso en la empresa
Subproceso	Text	50	Nombre del subproceso en la empresa
Puesto De Trabajo	Text	50	Describe brevemente la actividad realizada en el puesto de trabajo
Cantidad Trabajadores	Short Integer	-	Número de trabajadoras en el puesto de trabajo en un turno
Turno	Short Integer	-	Número de horas que se trabaja en el puesto de trabajo
Jornada Laboral	Short Integer	-	Tipo de jornada laboral: día, noche o 24 horas
Nivel De Riesgo Área	Short Integer	-	Máximo nivel de riesgo en el área según la ARL
Pisos	Short Integer	-	Número de piso en que está ubicado el puesto de trabajo
Foto Área	Ráster	-	Fotografía actualizada del área en la empresa
Área Total	Double	-	Área del polígono. Esta área debe ser en unidad de medida metros cuadrados. (m <sup>2</sup> ).

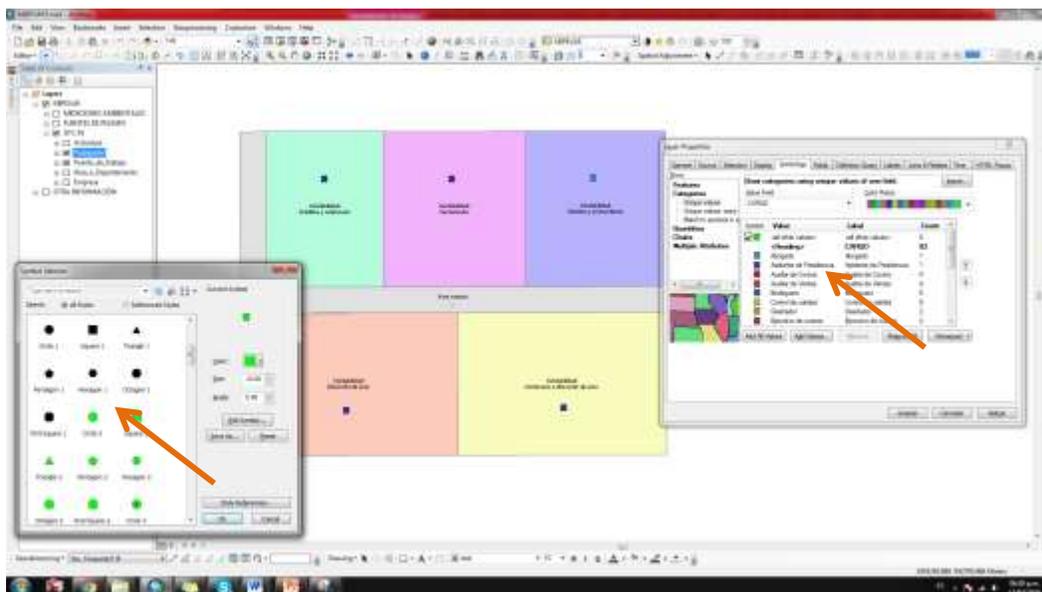
Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene elemento vectorial tipo polígono denominado *puesto de trabajo*. Mora. 2016.

Nota: Nótese que la tabla de atributos en el Arcgis corresponde a los mismos campos creados en la estructura del feature class puesto de trabajo diseñado en la estructura de la GDB elaborada. Mora. 2016.

Hasta el momento, se ha desarrollado el ejercicio de aplicación del modelo del SIG a tres de los 11 elementos elaborados en el GDB propuesta, corroborando que los parámetros definidos es la estructuración y el diseño del modelo, presenten el comportamiento requerido para el análisis de las situaciones que se puede presentar en cualquier proceso de una empresa.

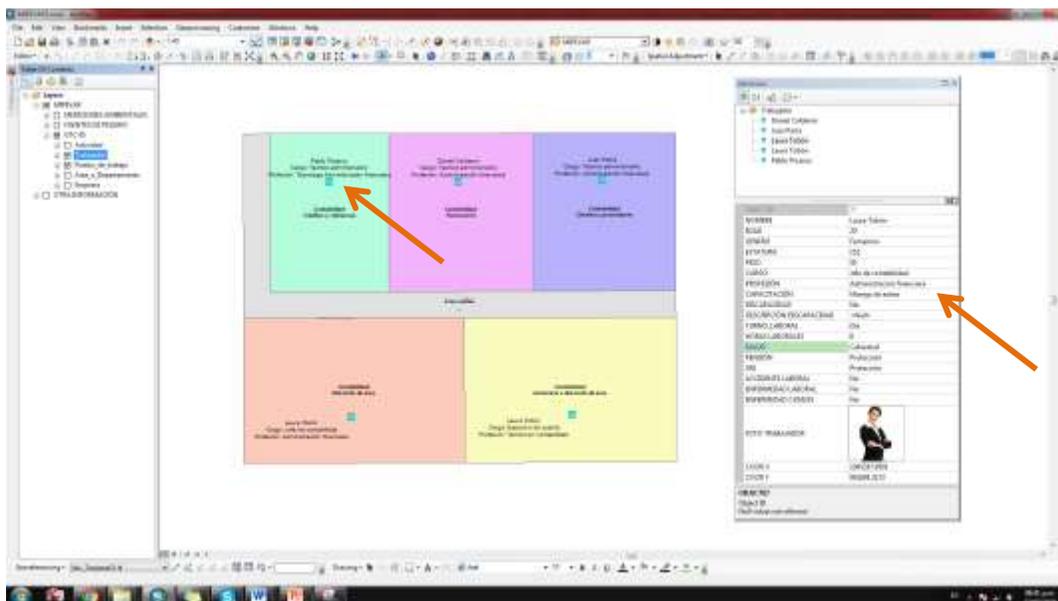
Ahora, a continuación se inicia la aplicación del ejercicio al feature class del trabajador, para ello, se procede a dibujar con la capa o feature class, la localización del trabajador en cada espacio de los puestos de trabajo respectivo.

Figura 52. Caracterización de la información en la feature class Trabajador



Nota: Los elementos tipo punto, línea o polígono pueden personalizarse dependiendo del gusto del usuario o para facilitar su interpretación. Mora. 2016.

Figura 53. Visualización de información sobre Feature Class Trabajador



Nota: En el Feature Class del trabajador, además de sus datos personales, son agregados datos que pueden ser utilizados para otros temas como estudios epidemiológicos y demás. Mora. 2016.



Figura 56. Comparativo entre tabla de atributos del Arcgis vs estructura feature class trabajador

Attribute	Value
OBJECTID	83
NOMBRE	Laura Tobón
EDAD	22
GENERO	Femenino
ESTATURA	154
PESO	68
CARGO	Ejecutivo de cuenta
PROFESIÓN	Tecnico en contabilidad
CAPACITACIÓN	Manejo de estres
DISCAPACIDAD	No
DESCRIPCIÓN DISCAPACIDAD	<Null>
TURNO LABORAL	Día
HORAS LABORALES	8
<b>SALUD</b>	Cafesalud
PENSIÓN	Porvenir
ARL	Colpatria
ACCIDENTE LABORAL	No
ENFERMEDAD LABORAL	No
ENFERMEDAD COMÚN	No
FOTO TRABAJADOR	
COORDENADA X	1045240.4888
COORDENADA Y	942699.8417

Tabla 1. Feature class trabajador

Descripción Tema	Trabajador		
Feature Class:	Trabajador		
Geometría:	Punto		
Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
Nombre	Text	50	Nombre y apellidos trabajador
Edad	Short Integer	-	Edad del trabajador en años
Genero	Short Integer	-	Hombre o Mujer
Estatura	Short Integer	-	Estatura Trabajador en centímetros (cm)
Peso	Short Integer	-	Peso del trabajador en Kilogramos (kg)
Cargo	Text	50	Cargo del trabajador
Profesión	Text	50	Perfil profesional del trabajador
Discapacidad	Text	2	Posee el trabajador alguna discapacidad (si/no)
Descripción Discapacidad	Text	50	Breve descripción de discapacidad SI existe
Turno Laboral	Short Integer	-	Jornada laboral en que el trabajador realiza sus actividades (día, noche o 24 horas)
Horas Laborales	Short Integer	-	Número de horas trabajadas por turno
Salud	Text	30	EPS a la cual pertenece el trabajador
Pensión	Text	30	Fondo de Pensiones al cual pertenece el trabajador
ArL	Text	30	Aseguradora de riesgos laborales a la cual pertenece el trabajador
Accidente Laboral	Text	50	Describir último accidente laboral que el trabajador haya tenido
Enfermedad Laboral	Text	50	Describir último enfermedad laboral que el trabajador posea
Enfermedad Común	Text	50	Describir último enfermedad común que el trabajador haya tenido o posea
Foto Trabajador	Ráster	-	Fotografía actualizada del trabajador
Coordenada X	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en X de la ubicación
Coordenada Y	Double	-	Hace referencia a la coordenada plana en Y de la ubicación

Nota: la tabla describe la estructura o información atributiva que tiene el elemento vectorial tipo punto denominado trabajador. Mora. 2016.

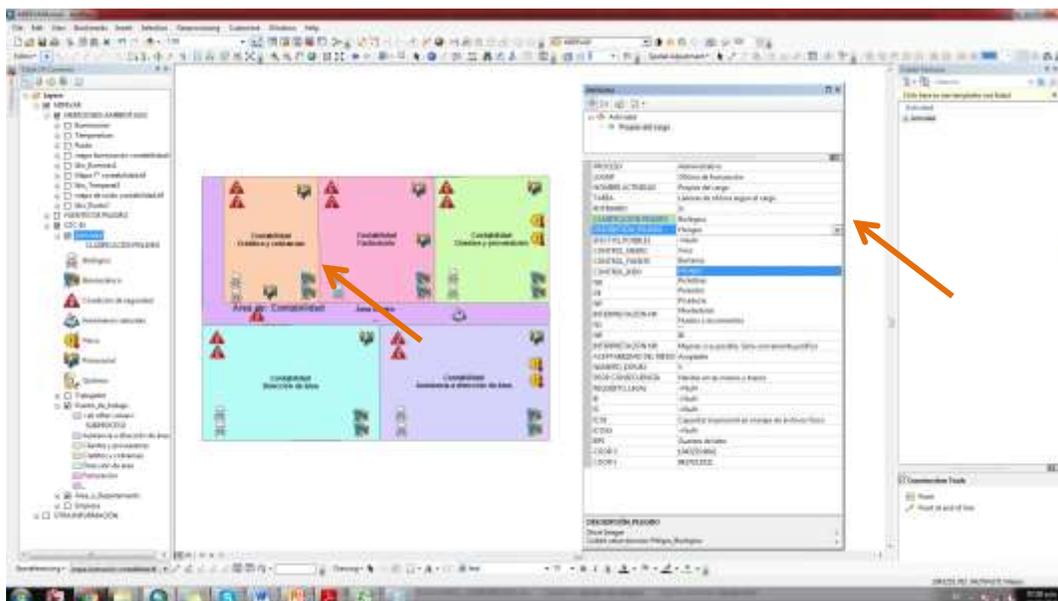
Nota: Nótese que la tabla de atributos en el Arcgis corresponde a los mismos campos creados en la estructura del feature class trabajador diseñado en la estructura de la GDB. Mora. 2016.

El tipo de información que puede ser almacenado en la capa o feature class trabajador, no pertenece directamente a los parámetros sugeridos en la GTC 45, debido a que la guía analiza son procesos y no personas, pero dada la viabilidad de la creación de un elemento con estas características, se aprovecha la oportunidad de realizarse el feature con el fin de mejorar la calidad de la información y los datos en el SIG, el cual ya en esta sección de la aplicación demuestra su funcionamiento y potencial en el almacenamiento de la información sociodemográfica y datos de interés para futuras investigaciones.

Por último, con el fin de culminar la aplicación del primero de los tres componentes de la estructura del modelo de datos, denominado GTC 45 (ver tabla 1), resta por aplicar el ultimo feature class de este grupo denominado actividad.

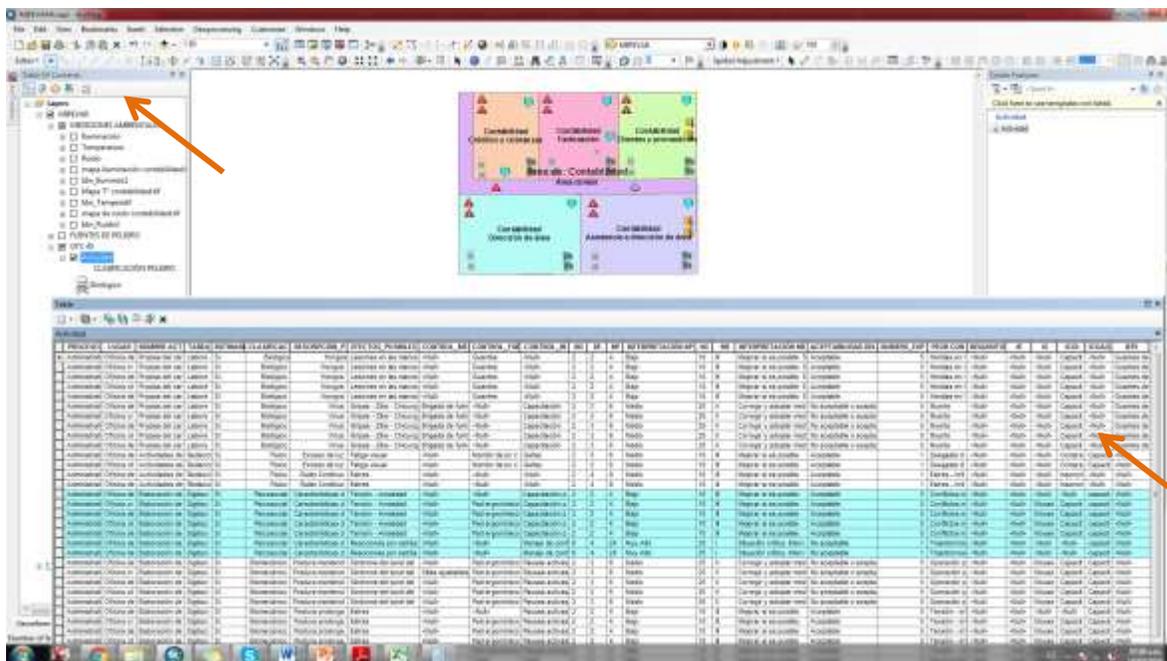


Figura 58. Edición de datos feature class Actividad



Nota: Los datos atributivos del feature class pueden ser corregidos o editados o modificados, según haya la necesidad. Mora. 2016.

Figura 59. Tabla de atributos Feature Class Actividad



Nota: Al igual que en las demás capas, el Feature Class actividad puede ser analizado desde la tabla de atributos general y visualizar allí la información general de todos los datos almacenados. Mora. 2016.



Del proceso elaborado en la identificación de peligro y valoración de riesgos de la GDB aplicada en el ejercicio de simulación, se obtuvo como resultado lo siguiente de los 43 factores de peligros encontrados:

- 10 peligros biológicos
- 4 peligros físicos
- 7 peligros psicosociales
- 10 peligros biomecánicos
- 11 condiciones de seguridad
- 1 Fenómenos naturales

Así mismo, de los 43 factores de peligros encontrados:

**Riesgo nivel I:**

- 2 peligros Psicosociales

**Riesgo nivel II:**

- 5 peligros biológicos
- 5 peligros biomecánicos
- 1 condiciones de seguridad
- 1 Fenómenos naturales

### Riesgo nivel III:

- 5 peligros biológicos
- 5 peligros biomecánicos
- 5 peligros psicosociales
- 4 peligros físicos
- 10 condiciones de seguridad

La distribución por puesto de trabajo de los peligros podría ser la siguiente, si se quisiera realizar un plano de peligros del área de contabilidad:

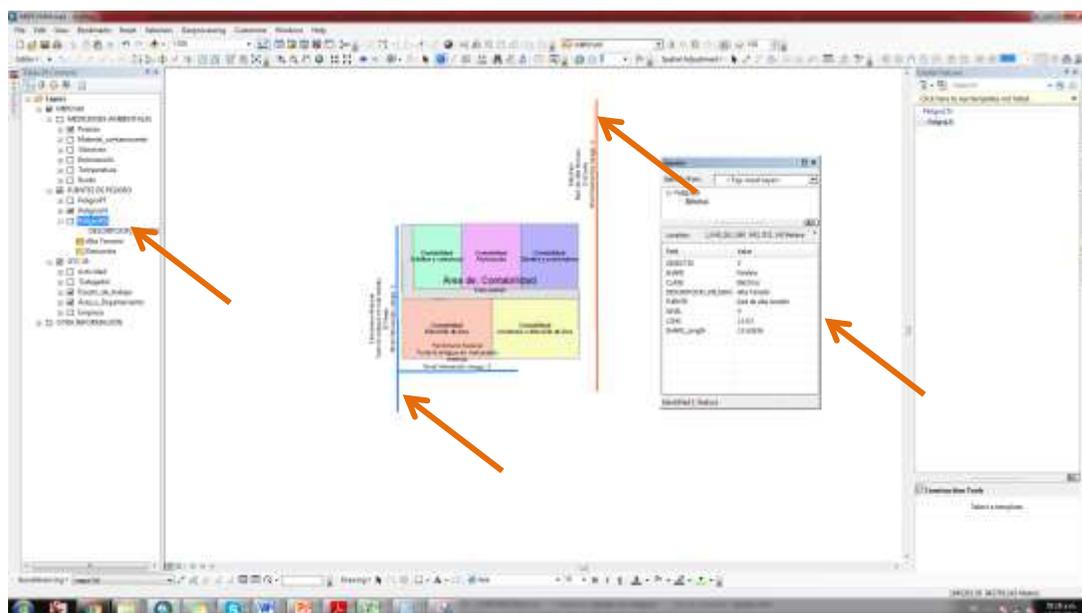
Figura 61. Ejemplo de plano de peligros del área



Fuente: Mora. 2016

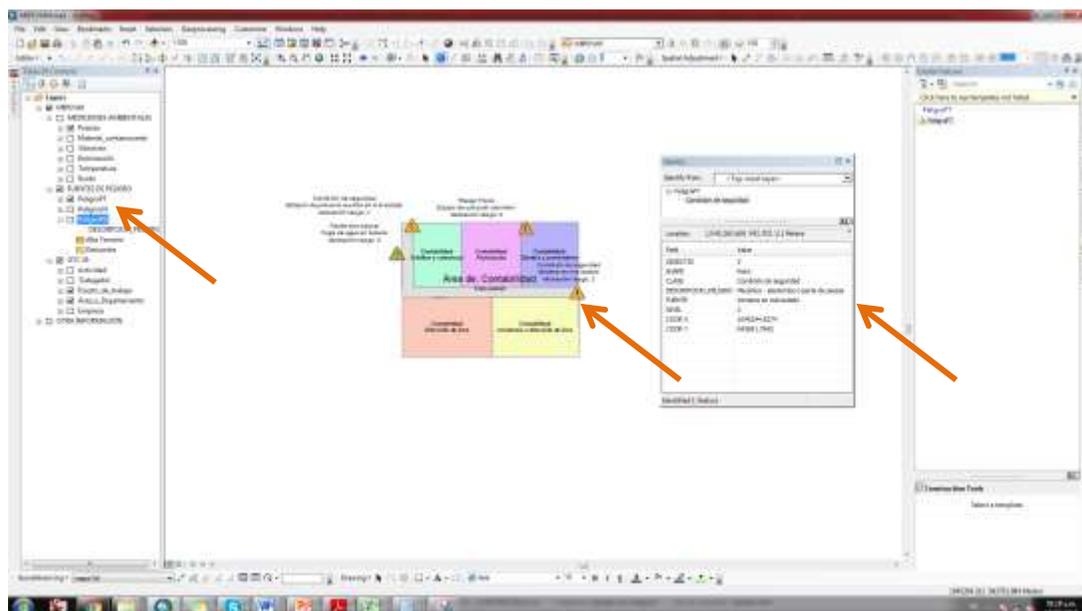


Figura 63. Edición y visualización de atributos Peligro PL



Nota: Al igual que en el peligro poligonal, para el peligro lineal ocurre la misma situación y luego de vectorizarse, es posible editar su información atributiva y hacerla visible en modo de etiqueta sobre la línea de manera informativa. Mora. 2016.

Figura 64. Edición y visualización de atributos Peligro PT

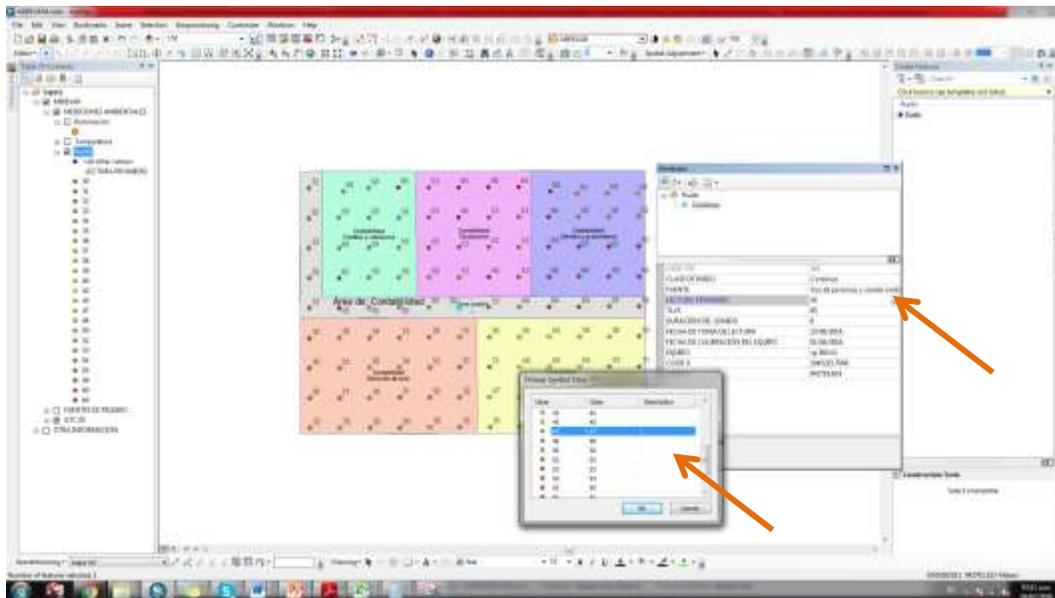


Nota: El peligro tipo punto de igual manera permite identificar puntos en el espacio y paso seguido requiere la edición de sus campos atributivos, ya es decisión del usuario hacer visibles las etiquetas de la información atributiva. Mora. 2016.



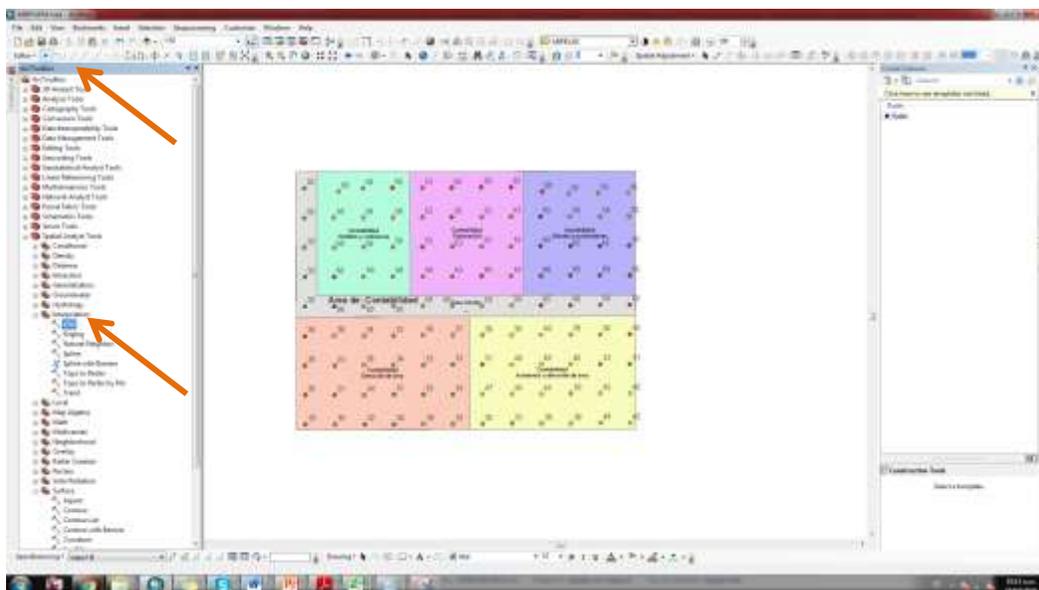
Nota: Para lograr hacer un mapa de ruido es necesario generar una malla de puntos, uniformemente distribuidos por las diferentes áreas a analizar y paso seguido editar la información según corresponda en cada uno de los campos. Mora. 2016.

Figura 66. Visualización de atributos feature class Ruido



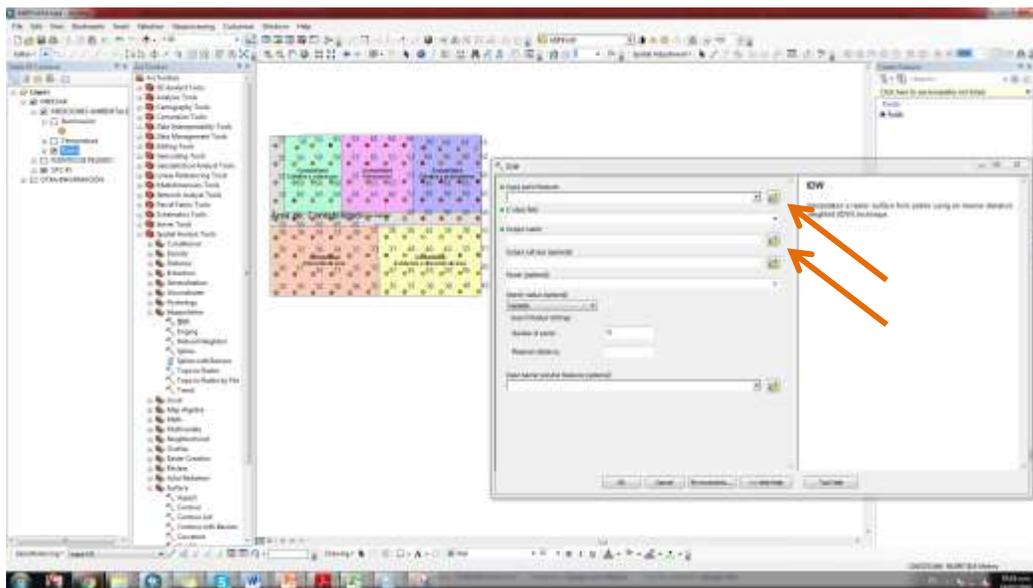
Nota: Por medio de las herramientas de ArcMap y las tablas de atributos, se pueden editar los campos diligenciados si existe la necesidad de corregir alguno. Mora. 2016.

Figura 67. Herramientas de ArcToolbox



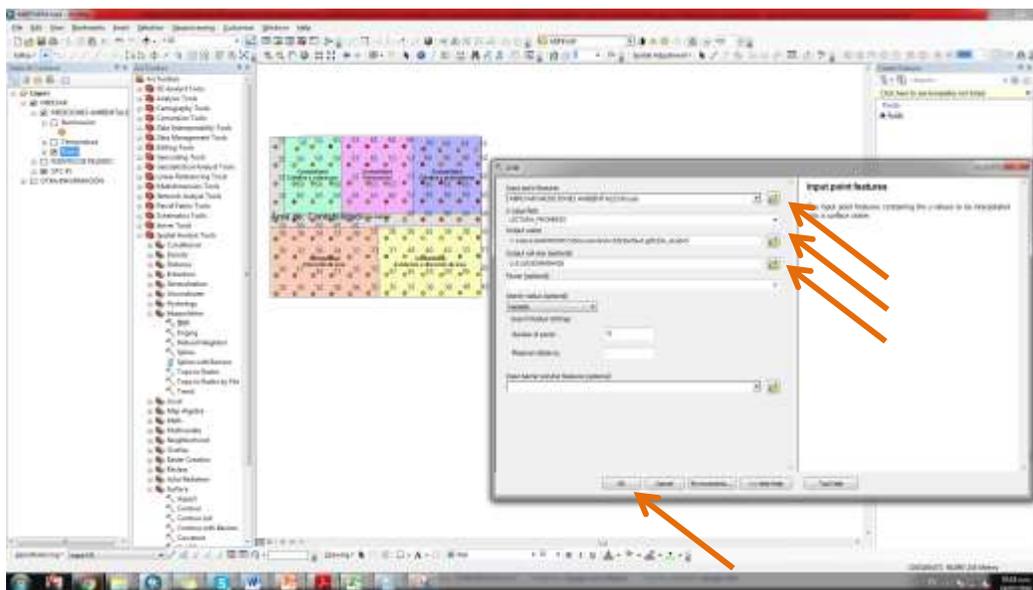
Nota: Para la generación del mapa de ruido en el ejercicio de aplicación, se usó la herramienta de geoprocresamiento: Arctoolbox/Spatial Analyst Tools/Interpolation/IDW. Mora. 2016.

Figura 68. Aplicación de IDW a datos de ruido



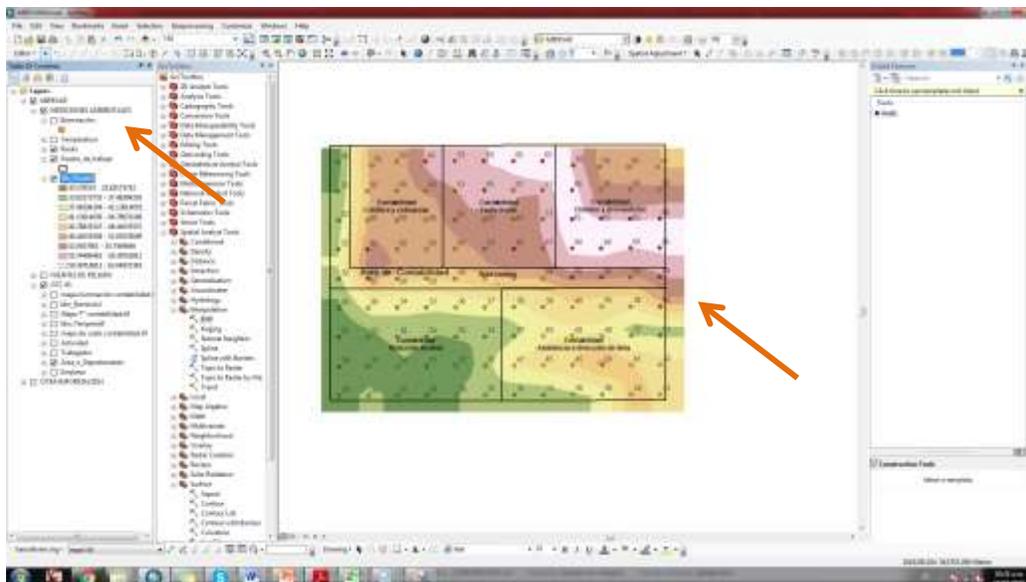
Nota: Al usar la herramienta IDW, esta genera una nueva ventana solicitando ingresar alguna información del feature class de ruido, como también solicita la ruta de guardado de la nueva capa a generar. Mora. 2016.

Figura 69. Ejecución herramienta IDW



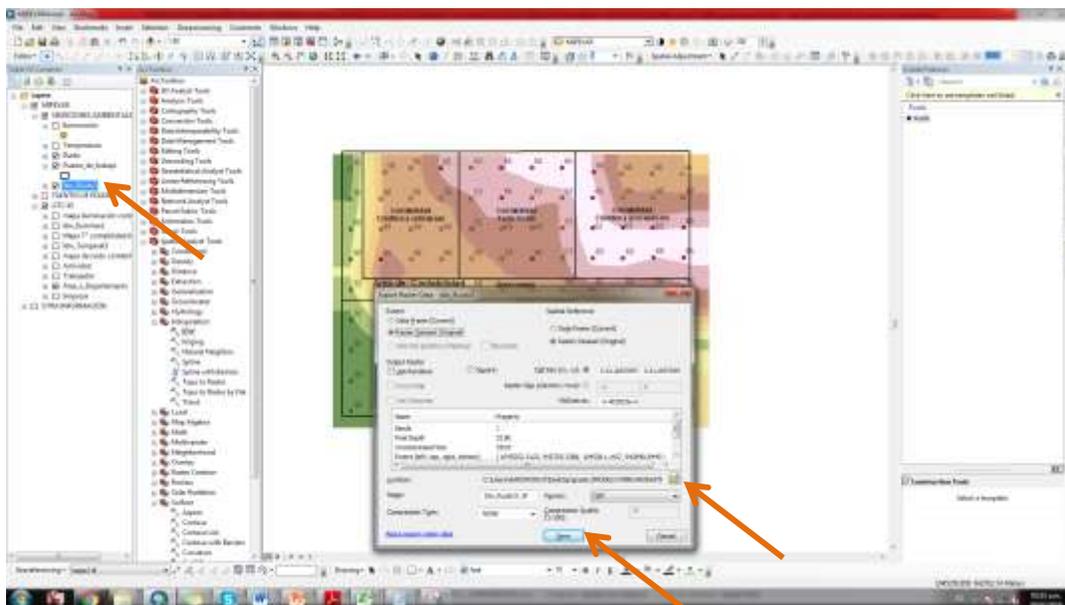
Nota: Seleccionando los datos requeridos se puede proceder a aplicar el IDW, para la generación del mapa de ruido del área de contabilidad. Mora. 2016.

Figura 70. IDW de ruido



Nota: Del IDW se obtiene como resultado un archivo tipo ráster producto de la interpolación o ponderación de los valores de la lectura promedio de ruido capturada en el sonómetro para cada uno de los puntos de la malla, los cuales son digitados en los atributos del feature class en el campo denominado valor promedio. Mora. 2016.

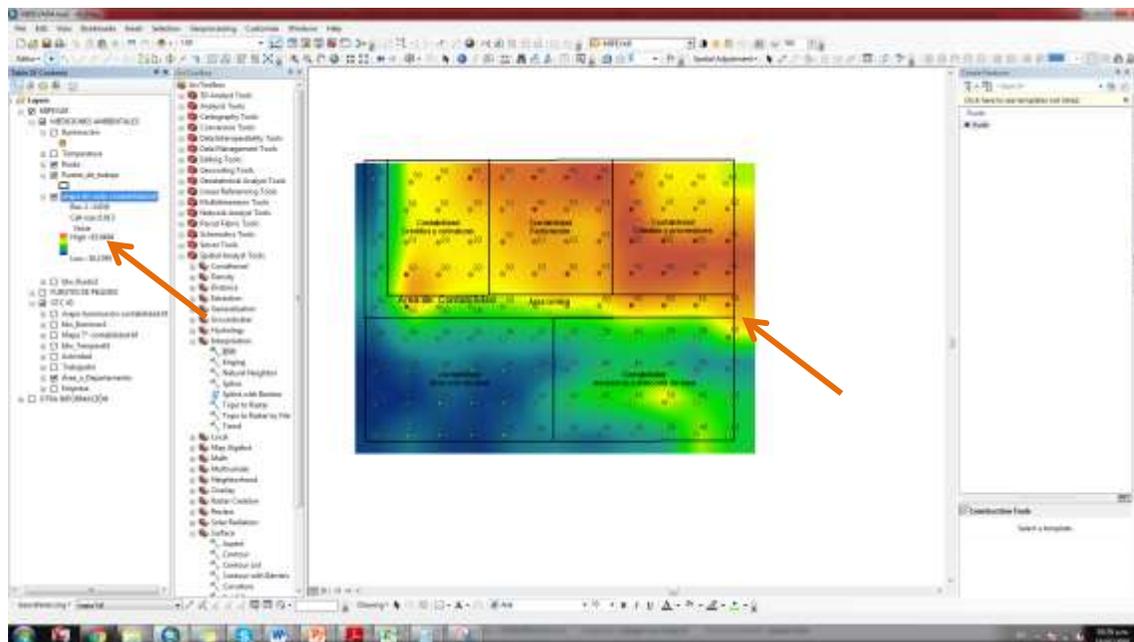
Figura 71. Conversión de IDW a Ráster



Nota: Para mejor la visualización de la información se debe exportar la imagen para de nuevo ser convertida a un nuevo formato ráster, el proceso se realiza dando clic derecho sobre la el nombre

del feature class de IDW/ data/ export data. Allí se despliega la ventana que se visualiza en este momento en la pantalla, se define la ruta de salida del nuevo producto y se da aceptar dos veces seguidas hasta que aparece una nueva capa de imagen. Mora. 2016.

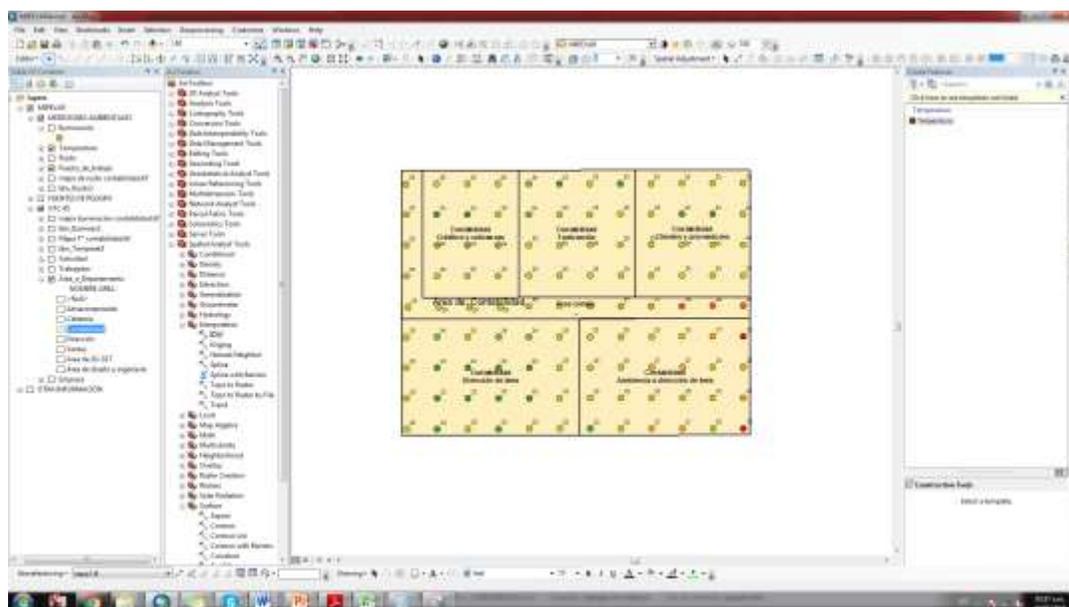
Figura 72. Mapa de ruido



Nota: Al igual que las configuraciones de las capas tipo vector, los rasters o imágenes pueden ser modificados en combinaciones de colores para mejorar su interpretación, en la imagen se visualiza en azul las zonas de menor ruido, en verde el nivel intermedio y en marrón los puntos de mayor nivel sonoro. Mora. 2016.

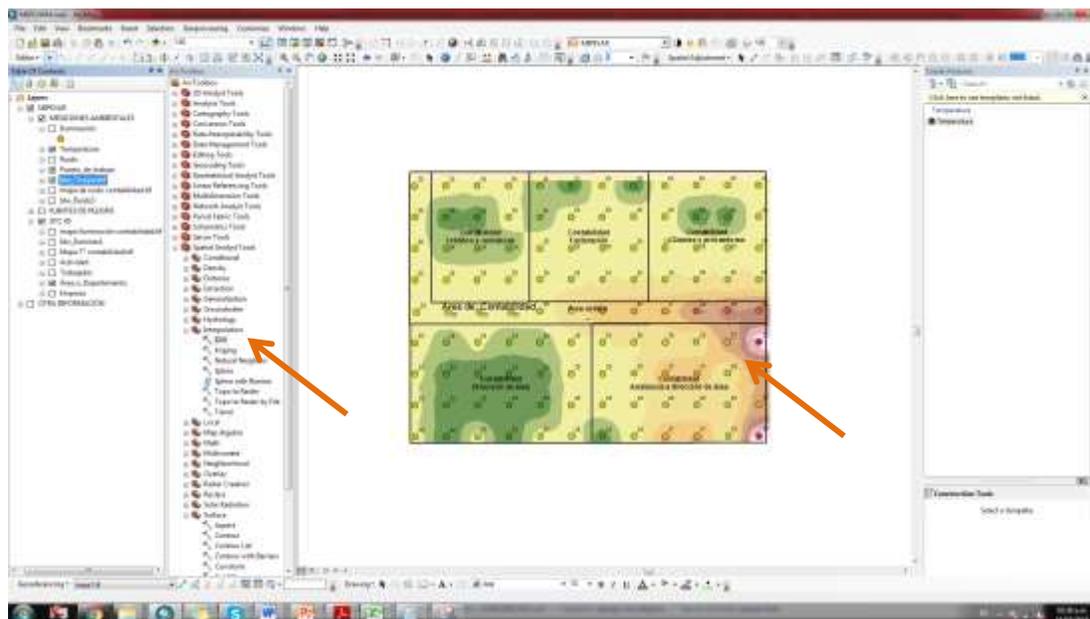
La figura 72, corresponde al último proceso realizado a la validación del comportamiento del feature class de ruido en el ejercicio aplicado al área de contabilidad utilizado para la aplicación del modelo de datos en el SIG. Ahora, se procede a continuar con el procedimiento y aplicación del feature class de temperatura en el área de la empresa que se ha simulado para la verificación del funcionamiento de la GDB

Figura 73. Generación de malla de datos Feature Class temperatura



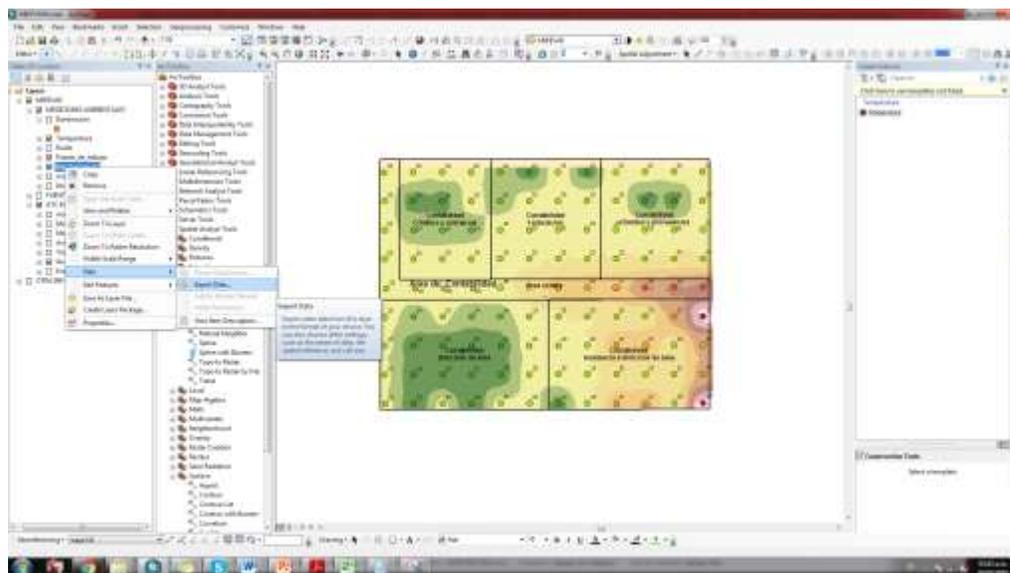
Nota: Para lograr hacer un mapa de temperatura es necesario generar una malla de puntos por las diferentes áreas a analizar y paso seguido editar la información según corresponda. Mora. 2016.

Figura 74. IDW de temperatura



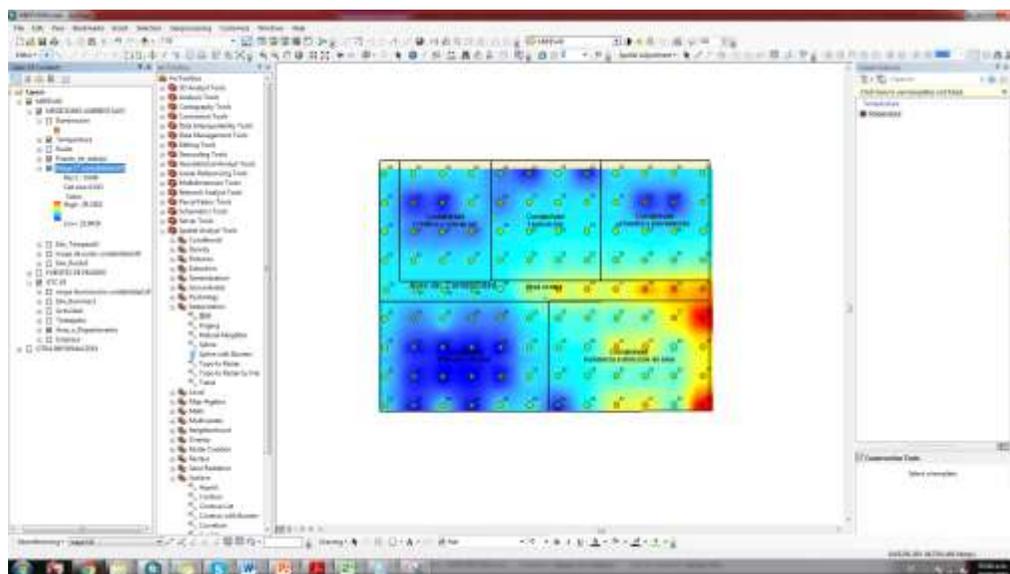
Nota: Para la generación del mapa de temperatura, se aplica el mismo procedimiento de las figuras 63 a la 68 usando: Spatial Analyst Tools/Interpolation/IDW. Mora. 2016.

Figura 75. Conversión de IDW de temperatura a Ráster



Nota: Para mejor la visualización de la información se debe exportar la imagen para de nuevo ser convertida a un nuevo formato ráster dando clic derecho sobre la el nombre del feature class de IDW/ data/ export data. Allí se despliega la ventana que se visualiza en este momento en la pantalla, se define la ruta de salida del nuevo producto y se da aceptar dos veces seguidas hasta que aparece una nueva capa de imagen. Mora. 2016.

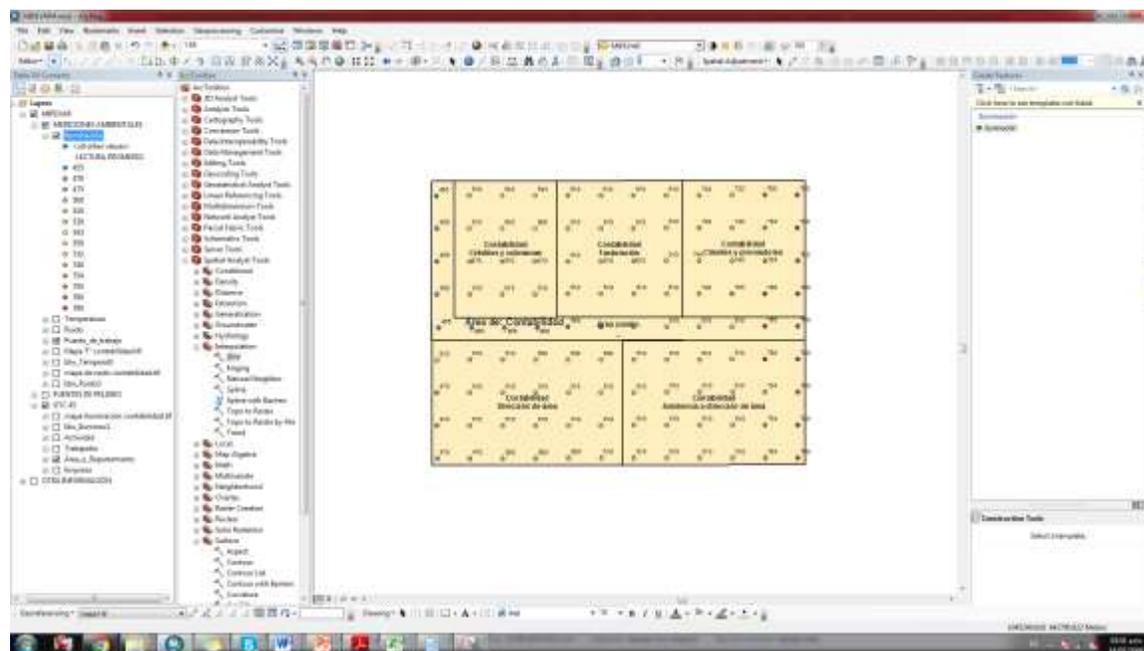
Figura 76. Mapa de temperatura



Nota: Después de haber importado la nueva imagen ráster, se recomienda usar alguna combinación de colores para mejorar la interpretación, en la imagen se visualiza en azul oscuro, las zonas más frías, en cian el nivel intermedio y en marrón los puntos de mayor temperatura del área. Mora. 2016.

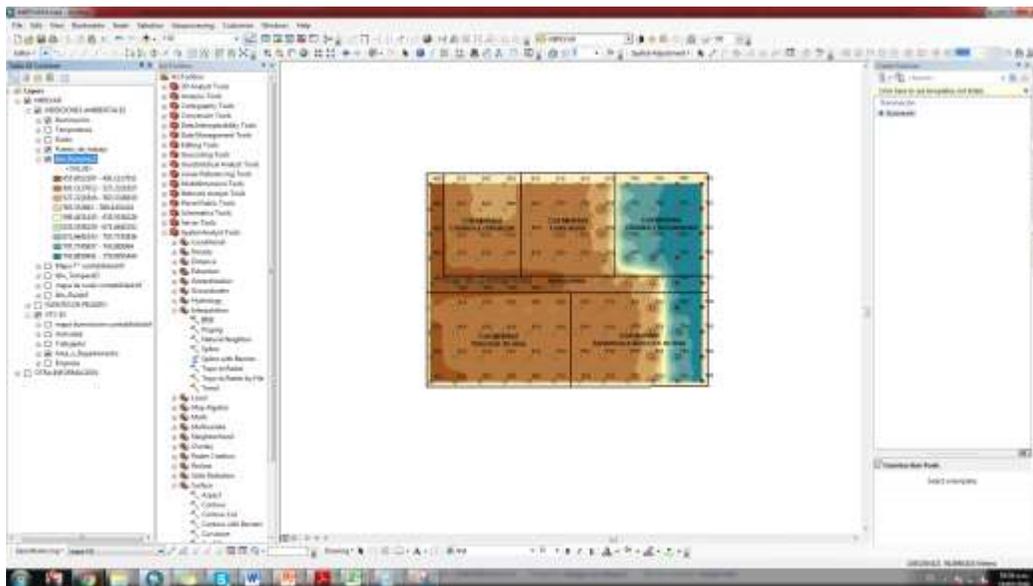
Por último y para terminar con los elementos features class correspondientes al tercer grupo de la estructura del modelo de datos de la GDB, es necesario realizar la aplicación del ejercicio al feature class de iluminación.

Figura 77. Generación de malla de datos Feature Class iluminación



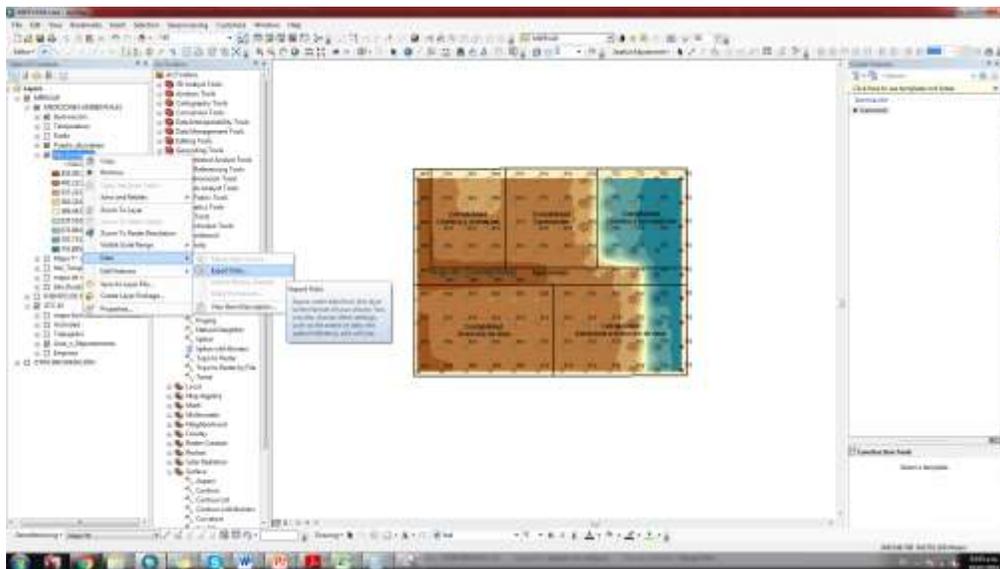
Nota: Para lograr hacer un mapa de ruido es necesario generar una malla de puntos homogénea por las diferentes áreas a analizar y paso seguido editar la información según corresponda. Mora. 2016.

Figura 78. IDW de iluminación



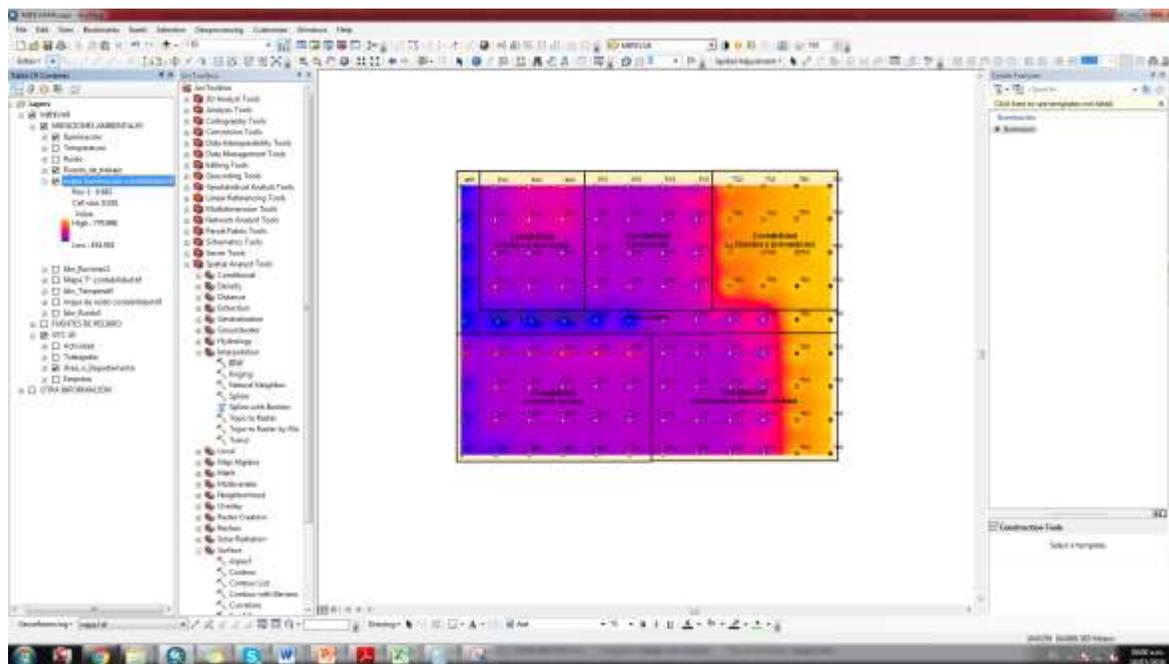
Nota: Para la generación del mapa de iluminación, se aplica el mismo procedimiento de las figuras 63 a la 68 usando: Spatial Analyst Tools/Interpolation/IDW. Mora. 2016.

Figura 79. Conversión de IDW de iluminación a Ráster



Nota: Para mejor la visualización de la información se debe exportar la imagen para de nuevo ser convertida a un nuevo formato ráster dando clic derecho sobre la el nombre del feature class de IDW/ data/ export data. Allí se despliega la ventana que se visualiza en este momento en la pantalla, se define la ruta de salida del nuevo producto y se da aceptar dos veces seguidas hasta que aparece una nueva capa de imagen. Mora. 2016.

Figura 80. Mapa de iluminación



Nota: Después de haber importado la nueva imagen ráster, se recomienda usar alguna combinación de colores para mejorar la interpretación, en la imagen se visualiza en azul oscuro, las zonas menos iluminadas, en violeta el nivel intermedio de iluminación y en ocre los puntos de mayor iluminación en el área. Mora. 2016.

Con esto se da por terminada la aplicación práctica del ejercicio de investigación, lo cual buscaba corroborar el comportamiento del modelo de datos elaborado y la manera en cómo puede contribuir a ser un elemento de soporte en la identificación de peligros y valoración de riesgos siguiendo la metodología y los parámetros presentados por ICONTEC en la GTC 45-2012

## Análisis comparativo de metodologías para la identificación de peligros y valoración de riesgos

Luego analizar el comportamiento del modelo de datos geográfico realizado bajo los parámetros de la GTC 45 y haber logrado realizar la aplicación de la GDB en el SIG a ejercicio de aplicación, es posible realizar una caracterización de los resultados obtenidos de la idea de investigación frente a los resultados que normalmente se obtienen en las situaciones en que se usa de manera habitual el procedimiento propuesto por ICONTEC en la GTC 45.

Ahora bien, a continuación se realiza un análisis de cada uno de los caso, procurando presentar las ventajas que poseen cada una de las metodologías aplicadas.

Tabla 14. Comparativo entre el método de la GTC 45 vs el modelo propuesto de base de datos geográficos.

GTC 45- (ICONTEC)	Metodología – GDB (Mora)
Identificación de las actividades que requieren mayor atención y áreas críticas de riesgo.	Identificación de las actividades que requieren atención inmediata y áreas críticas de riesgo.
Uso eficiente de recursos aplicados a la operación, basado en perfiles de riesgos evaluados.	Mejora en la toma de decisiones sobre el uso de recursos.
Permite la intervención inmediata y la acción oportuna.	Mejora la planificación oportuna de las intervenciones a los riesgos por grado de importancia.
Evaluación metódica de los riesgos.	Evaluación metódica de los riesgos.
Promueve una buena gestión de riesgos y el	Promueve y maximiza una sólida gestión de

monitoreo continuo.	riesgos y el monitoreo continuo.
Constituye un elemento de gestión muy importante para el responsable de ese proceso permitiéndole una visión clara y fácilmente actualizable de sus riesgos.	Constituye un elemento de gestión muy importante para el responsable de ese proceso permitiéndole una visión clara y fácilmente actualizable de sus riesgos.
Forma parte de la documentación de procesos, brindando a los usuarios un mayor conocimiento de los mismos, de sus actividades, riesgos y controles.	Permite complementar la documentación actual de la empresa y sirve como apoyo a los profesionales de la salud en la toma de decisiones.
La evaluación de riesgos es histórica se realiza cada año como mínimo o según exista la necesidad.	La evaluación de los riesgos puede ser histórica pero además de eso permite el cruce de información antigua y nueva para por medio de los planos comparativa los estados de avance y evolución de procesos.
La evaluación de riesgos se enfoca directamente en la identificación, medición y control inmediato de riesgos, procurando reducir al máximo los impactos posibles al individuo y a la empresa.	La evaluación de riesgos analiza todos los aspectos de la actividad desde dentro y fuera del área mejorando la identificación, medición y control inmediato de riesgos, minimizando los impactos al individuo y a la empresa.
La evaluación del riesgo detecta y luego reacciona.	A la evaluación de los riesgos anticipa y previene sucesos no deseados.

<p>Cada función y tarea es evaluada independientemente.</p>	<p>Cada actividad aunque se realiza y analiza de manera individual, puede ser integrada a su entorno inmediato, pero también puede ser utilizada para análisis macros de interés público.</p>
<p>Al realizarse en un archivo tabulado o de Excel, No tiene en cuenta el factor de ubicación espacial de los peligros y su relación con el entorno de la manera en que lo realiza el SIG.</p>	<p>Tiene en cuenta el factor de ubicación espacial o de Georreferenciación de los peligros y su relación con el entorno.</p>
<p>La aplicación del documento NO permite el uso de su información en temas de salud pública, debido a que es información de manejo interno de la empresa y generalmente luego de realizarse el documento, este se archiva y es vuelto a revisar solo hasta la siguiente actualización.</p>	<p>La aplicación del documento SI permite el uso de su información en temas de salud pública como mapas de ruido, amenazas naturales o riesgos potenciales y tiene el potencial para ser utilizado en grandes proyectos por ser aplicable a todo tipo de empresas.</p>
<p>No es una herramienta re escalable o compatible con la información de otras empresas.</p>	<p>El modelo de datos permite la consolidación de datos extensos y adaptables a todo tipo de empresas.</p>
<p>Es fácil de aplicar.</p>	<p>Uso del modelo de datos fácil e intuitivo, permitiendo al usuario analizar aspectos que no se tenían en cuenta al desconocer el aspecto de localización de riesgo.</p>

<p>El resultado es un documento técnico que se limita a archivos y gráficos de Excel.</p>	<p>El resultado aparte de ser un documento en Excel, permite la generación de mapas de riesgo para ser impresos, permite tener un registro fotográfico organizado para servir de evidencia en las posteriores revisiones el cual ha sido desarrollado como atributo en algunas de las capas del proyecto como empresa, área y puesto de trabajo.</p>
<p>La creación o elaboración de la GTC 45 es práctica y en la guía se describe el paso a paso de su diligenciamiento, el cual puede ser diligenciado por una persona con conceptos básicos de salud ocupacional.</p>	<p>Se requiere de capacitación y conocimiento previo en el tema y en uso de SIG para poder utilizar el programa, igualmente requiere de conocimiento en el manejo de la GTC 45.</p>
<p>La tecnología necesaria se limita a un computador con cualquier programa de tabulación de datos, hojas de papel y una impresora convencional para imprimir la información.</p>	<p>La tecnología necesaria es mayor, requiere de un computador con al menos 2 gigas de RAM, procesador Intel Pentium en o mayor, además de conexión a internet dependiendo si requiere del uso de las bibliotecas de imágenes aéreas que pueden ser utilizadas y acceso a impresora de grandes dimensiones para planos denominadas plotter para los caso que requiere imprimir la información.</p>

<p>El costo de implementación y uso de la GTC 45 es cero debido a que es una guía de libre utilización, tampoco se hablaría de dinero por parte del uso del software ya no necesariamente debe ser Excel, existen programas similares de licencia libre como open Office que no requieren pago por su uso.</p>	<p>Es el aspecto quizás el de mayor diferenciación, ya que si se utiliza el programa implementado para esta idea, el valor de la licencia oscila entre unos 16.232.248 pesos colombianos (unos 5.500 euros) (Nosolosig, 2014). Aunque también puede ser desarrollado en programas SIG de licencia libre como QGIS o GVSIG.</p>
<p>Al sincronizar o actualizar la información se realiza una copia de la información y se sobrescriben los hallazgos encontrados confrontando la información respecto a la última actualización.</p>	<p>La sincronización de la información es eficiente e interactiva debido a la simplicidad con la que se visualizan los datos. El sistema es muy eficiente a la hora de ser utilizado en auditorias debido a la cantidad de datos que puede arrojar y el práctico uso de las imágenes.</p>

Fuente: Mora. 2016.

## Conclusiones

- El modelo de datos geográfico ha sido elaborado según lo planificado y se presenta de manera resumida en las tablas 1 y 2 del documento e igualmente se entrega la estructura individual de cada uno de los feature class que lo componen en las tablas 3 a la 13, las cuales fueron desarrolladas en base a la metodología y la estructura que plantea la GTC 45.
- Se realizó la aplicación en ArcGis de la estructura del modelo de datos geográficos a una empresa ficticia creando situaciones hipotéticas, en donde se pudo evidenciar que el modelo de datos propuesto tiene un comportamiento óptimo para el análisis de situaciones en los puestos de trabajo
- Se logró elaborar, una tabla comparativa entre los resultados que se obtienen en la elaboración de la GTC 45 vs los resultados de la aplicación de la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos desarrollada. La cual se anexa en la tabla 14 del documento; En dicha tabla se describen los beneficios que puede representar usar los Sistemas de Información Geográficos como elemento de apoyo en la identificación de peligros, siguiendo como base los parámetros establecidos por ICONTEC en la GTC 45.
- El uso de herramientas tecnológicas como los SIG, pueden aportar al fortalecimiento de los procesos de gestión de los riesgos laborales y al mejoramiento de las estrategias que se utilizan hoy día en los aspectos referentes al SG-SST.

## Recomendaciones

- El uso de los SIG para la gestión de riesgos laborales, es un tema que debe estudiarse mayor profundidad con personas mejor capacitadas que puedan explotar el potencial de este tipo de herramientas.
- El modelo de datos geográficos puede ser actualizado y mejorado con aspectos como la generación de “Dominios” archivos adjuntos en el apartado de anexos para las tablas de enfermedades y las diferentes medidas de intervención, con el fin de reducir los errores de digitación de datos y hacer más eficiente el sistema de recopilación de datos.
- Existe un área de los SIG en donde se da la posibilidad de publicar la información en tiempo real en plataformas web para el acceso de personal con intereses o conocimientos en el tema que podrían realizar diversos estudios en base a la información recopilada, (para mayor información consultar visores web o geo portales de IGAC, Ingeominas, Anla, DANE, Sistema de Información Ambiental de Colombia, entre otros.
- Este tipo de información puede ser de gran utilidad para entidades e instituciones tanto públicas como privadas, ejemplo:
  - ARL, en el inventariado de su vinculados o afiliados y en los procesos de seguimiento de accidentes.
  - FACECOLDA, al ser una entidad encargada de los reportes y censos de actividades comerciales y de casos de accidentalidad y muerte en Colombia, este tipo de sistema potencializaría el análisis de los casos desde perspectivas mayores al ser posible el uso de análisis de áreas conjuntas como barrios o ciudades completas, delimitando las consultas o estudios de manera específica-

- Cámaras de comercio, teniendo en cuenta la cantidad de información almacenada en el feature class “Empresa”, se puede realizar censo y análisis de distribución espacial de los diferentes sectores económicos en las ciudades o centros poblados, de igual manera serviría para reconocer directamente aquellas empresas que evaden la conformación legal ante las cámaras de comercio, lo que representaría mayor recaudo de impuestos para este tipo de entidades.
- EPS, al igual que para el caso de las ARL, este tipo de herramientas permite realizar un seguimiento a los casos de incapacidades, enfermos y afiliados para cada una de las empresas a las cuales estén afiliados los trabajadores)
- Gobierno, a partir de la información recopilada, el estado puede proyectar y mejorar el análisis de diferentes proyectos en los POT planes de ordenamiento territorial con el fin de mejorar la planificación del crecimiento en las ciudades, teniendo más recursos y elementos de apoyo que fortalecen los procesos de proyección de las ciudades, centros poblados y zonas rurales del país).
- Ministerio de Salud y protección social (este tipo de información optimiza el planteamiento y la ejecución de estudios en salud pública, estudios independientes de investigadores, epidemiología humana entre otros)
- Aseguradoras, al poder administrar alguna de la información que se puede generar en una base de datos de este tipo, arrojando datos sobre empleabilidad, accidentabilidad, afiliaciones de seguros o a empresas de salud.

- Al ser la primera versión realizada para este tipo de SIG, se recomienda que el instrumento en un futuro, pueda ser aplicado a una empresa en la vida real, lo que requeriría de nuevas pruebas y estudios para su mejoramiento.

## Bibliografía

- Almirall Hernández, P., Martínez Valladares, M., & Pastor, M. E. (20 de 12 de 2010). Mapa de ocupaciones, riesgos laborales y recursos en salud ocupacional. ). bvs.sld.cu. La Habana, Cuba. Recuperado el 02 de 07 de 2016, de [http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol49\\_3\\_11/hie08311.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol49_3_11/hie08311.htm)
- Anla. (04 de 08 de 2010). anla.gov. Colombia. Recuperado el 15 de 07 de 2016, de <http://www.anla.gov.co/sistema-informacion-geografica>
- Arcgis. (2016). resources.arcgis.com. Introduction to GIS. USA. Recuperado el 28 de 09 de 2015, de <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n000000t000000.htm>
- Arcgis. (2016). arcgis.com. What is ArcGIS. USA. Recuperado el 02 de 03 de 2016, de <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Carmona Hernández, J. C. (2012). Monitoreo de la infección respiratoria aguda en Manizales, mediante sistemas de información geográfica. (Spanish). *Archivos De Medicina (1657-320X)*, 12(1), 93-106.
- CCS. (2012). calameo.com. Bogotá Colombia. ICONTEC. Recuperado el 11 de 05 de 2016, de <http://es.calameo.com/read/000369675a3548bff17c3>
- Congreso de Colombia, Ley 1562, Bogotá Colombia, Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional, 11 de julio de 2012.

ESRI. (14 de 01 de 2008). esri.com. Feature class basics. USA. Recuperado el 02 de 07 de 2016, de

[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Feature\\_class\\_basics](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Feature_class_basics)

ESRI. (2016). arcgis.com. An overview of attribute domains. USA. Recuperado el 04 de 07 de 2016, de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/data/geodatabases/an-overview-of-attribute-domains.htm>

ESRI. (2016). arcgis.com. Personal geodatabase. USA. Recuperado el 04 de 07 de 2016, de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/administer-file-gdbs/personal-geodatabases.htm>

Fallas, J. (2003). Proyecciones cartográficas y datum que son y para qué sirven. Costa rica. <http://ucv.altavoz.net/>. Recuperado el 05 de 03 de 2016, de [http://ucv.altavoz.net/prontus\\_unidacad/site/artic/20110725/asocfile/20110725122826/proyecciones\\_cartograficas\\_y\\_datum\\_\\_que\\_son\\_y\\_para\\_que\\_sirven\\_\\_\\_jorge\\_fallas.pdf](http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20110725/asocfile/20110725122826/proyecciones_cartograficas_y_datum__que_son_y_para_que_sirven___jorge_fallas.pdf)

Franco, R. (06 de 06 de 2011). Video Tutorial ARCGIS 10 youtube.com. Bogotá Colombia. Recuperado el 15 de 07 de 2016, de <https://www.youtube.com/watch?v=O0Zc7pJyigM&list=PLAEhDYHUarGs3h5oQbWrXSbbb6yLVfhsv>

Frazier, T., Lalich, N., & Pedersen, D. (1983). Uses of computer-generated maps in occupational hazard and mortality surveillance. Scand J Work Environ Health. Recuperado el 15 de 07 de 2016, de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6648412>

Geocensos. (11 de 12 de 2012). geocensos.com. Sig en salud Recuperado el 25 de 02 de 2016, de <http://www.geocensos.com/2012/12/sig-en-salud.html>

Hijmans, R. J., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrantes, I., & Rojas, E. (2004). diva-gis.org. Sistema de Información Geográfica para el Análisis de Datos de Distribución de Especies. Recuperado el 05 de 03 de 2016, de [http://data.diva-gis.org/docs/DIVA-GIS4\\_manual\\_Esp.pdf](http://data.diva-gis.org/docs/DIVA-GIS4_manual_Esp.pdf)

ICONTEC. (20 de 06 de 2012). tienda.icontec.org. GTC45. Bogotá Colombia. Recuperado el 28 de 09 de 2015, de <http://tienda.icontec.org/brief/GTC45.pdf>

IGAC. (2004). <http://corponarino.gov.co/>. Ciclo de vida sig. Bogotá Colombia. Recuperado el 01 de 03 de 2016, de [http://corponarino.gov.co/pmapper-4.3.1/sig/interfase/documentos/ciclo\\_de\\_vida\\_sig.pdf](http://corponarino.gov.co/pmapper-4.3.1/sig/interfase/documentos/ciclo_de_vida_sig.pdf)

ign. (s.f). ign.es. ¿Qué son las Bases de Datos Geográficas?. España. Recuperado el 26 de 02 de 2016, de <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesBDGintro.do>

Jakobsen, N. (04 de 04 de 2010). seguridadybioseguridad.wordpress.com. Mapa de riesgos: Definición. [Mensaje en un blog]. Recuperado el 28 de 02 de 2016, de <https://seguridadybioseguridad.wordpress.com/2010/05/04/mapa-de-riesgos-definicion/>

Londoño C., L. A., Restrepo E., C., & Marulanda O., E. (2014). Distribución espacial del dengue basado en herramientas del Sistema de Información Geográfica, Valle de Aburrá, Colombia. (Spanish). *Revista Facultad Nacional De Salud Pública*, 32(1), 7-15.

Mineducación. (26 de 02 de 2016). [mineducacion.gov.co](http://www.mineducacion.gov.co). ¿Qué es un SIG?. Bogotá Colombia.

Recuperado el 2016 de 02 de 2016, de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>

Ministerio de trabajo y seguridad social. Decreto 1072 de 2015, Bogotá Colombia, Por medio de la cual se expide el decreto único reglamentario del sector trabajo, 26 de mayo de 2015

Ministerio de trabajo y seguridad social, Ley 9 de 1979, Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.

Bogotá Colombia. (1979). Recuperado el 15 de 07 de 2016 de

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177>

Ministerio de trabajo y seguridad social, Resolución 2400 de 1979, Bogotá Colombia, Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo, 22 de mayo de 1979.

Ministerio de trabajo y seguridad social, Resolución 1016 de 1989. Bogotá Colombia, Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país, 31 de marzo 1016 de 1989

Molina, a. m. (2008). Sistemas de información geográfica para el análisis de la distribución espacial de la malaria en Colombia. Revista eia, (9), 91-111. Recuperado el 26 de 02 de 2016, de

<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.uniminuto.edu:8000/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=cb7c66f1-4fd1-4b35-a572-b6156f459da6%40sessionmgr120&vid=13&hid=106>

- Nosolosig. (14 de 04 de 2014). Nosolosig.com. cuánto cuestan los productos ArcGis de Esri. Bogotá Colombia. Recuperado el 04 de 07 de 2016, de <http://www.nosolosig.com/articulos/286-cuanto-cuestan-los-productos-arcgis-de-esri>
- Olaya, V. (2012). amazonaws.com. sistema de información geográfica. (1) 1-25. Recuperado el 05 de 03 de 2016, de file:///C:/Users/AGROPDINCO/Downloads/852260379.libro-SIG-cap-3.pdf
- OMS. (2016). who.int. Preguntas más frecuentes. España. Recuperado el 28 de 02 de 2016, de <http://www.who.int/suggestions/faq/es/>
- Piccoli, B., Soci, G., Zambelli, P., & Pisaniello, D. (2004). Photometry in the Workplace: The Rationale for a New Method . Oxfordjournals.org. Recuperado el 25 de 02 de 2016, de <http://annhyg.oxfordjournals.org/content/48/1/29.long>
- Positiva. 2014. registraduria.gov.co. Informe resultados matriz de riesgos y peligros. Bogotá, Colombia. Recuperado el 01 de 03 de 2016, de <http://www.registraduria.gov.co/IMG/meci/INFORME%20inspecci%C3%B3n%20Registraduria%20Matriz.pdf>
- Prevencionintegral. (25 de 11 de 2015). prevencionintegral.com. William t fine riesgo matematico Barcelona, España. Recuperado el 11 de 05 de 2016, de <http://www.prevencionintegral.com/comunidad/blog/lideres-en-seguridad-vial/2013/09/28/william-t-fine-riesgo-matematico>

Utadeo. (03 de 10 de 2012). revistas.utadeo.edu.co/. Propuesta de un sistema de información geográfica para el manejo de la información en salud ocupacional, enmarcado en el sistema de riesgos laborales (M. I. Riaño Casallas, Ed.). Recuperado el 28 de 02 de 2016, de <http://revistas.utadeo.edu.co/index.php/EMB/article/view/776/784>

Williams, F., Lawson, A., & Lloyd, O. (1992). Low sex ratios of births in areas at risk from air pollution from incinerators, as shown by geographical analysis and 3-dimensional mapping. *Int J Epidemiol.* ncbi.nlm.nih.gov. 1992 Apr;21(2):311-9.

## Anexos

Para comprender el funcionamiento y la utilidad de los dominio, ver figuras 7 a la 10.

Dominio	Dom_Sec_económico
Valor	Nombre
1	Agropecuario
2	Servicios
3	Industrial
4	Transporte
5	Comercio
6	Financiero
7	De la construcción
8	Minero y energético
9	Solidario
10	Telecomunicaciones

Dominio	Dom_Jorn_lab
Valor	Nombre
1	0 a 4
2	4 a 6
3	6 a 8
4	8 a 10
5	10 a 12
6	12 a 24

Dominio	Dom_Niv_RX
Valor	Nombre
1	I
2	II
3	III
4	IV
5	V

Dominio	Dom_pisos
Valor	Nombre
1	1
2	2
3	3
4	4
5	más de 4

Dominio	Dom_Const_leg
Valor	Nombre
1	Cumple
2	No cumple

Dominio	Dom_Est_SGSST
Valor	Nombre
1	0
2	0 al 10
3	10 a 30
4	30 al 50
5	50 al 70
6	70 al 90
7	100

Dominio	Dom_Turno
Valor	Nombre
1	Día
2	Noche
3	24 horas

Dominio	Dom_Ctrl_fuente
Valor	Nombre
1	Mantenimiento preventivo
2	Mantenimiento correctivo
3	Cambio de piezas a las maquinas que cumplen con su tiempo de uso
4	Cambio de aceite, engrasado de máquinas etc.
5	Cambio de piezas defectuosas o dañadas
6	Cambio de una herramienta en mal estado
7	Colocar guardas en los puntos de peligro
8	Materiales amortiguadores entre las superficies que chocan e instalar silenciadores en los escapes neumáticos o salidas de aire
9	Encerramiento de las máquinas ruidosas o partes de ellas con material absorbente de ruido
10	Aumento de la distancia o construcción de barreras entre la fuente de ruido y las áreas de trabajo
11	Mejorando o cambiando la sustancia, la máquina o el proceso
12	Adecuando los puestos de trabajo
13	Adecuación de tomas eléctricas
14	Instalaciones con dispositivos de alarma
15	Mantenimiento a luminarias
16	Mantenimiento a equipos de A.A
17	Cables eléctricos identificados
18	Cables eléctricos empalmados en canaletas correctamente
19	No observados

Dominio	Dom_Ctrl_medio
Valor	Nombre
1	Cortinas para talleres de soldadura
2	Barreras físicas
3	Cabinas
4	Persianas para controlar iluminación
5	Entradas de flujo de aire
6	Manejo de fichas técnicas
7	Uso de señalización preventiva
8	Inspecciones periódicas
9	Limpieza mediante métodos húmedos
10	Limpieza mediante métodos de aspiración
11	Sistema de ventilación de contaminantes de baja toxicidad
12	Sistemas de alarma calibrado
13	Plan de contingencia para situaciones
14	Uso de productos que disminuyen la evaporación
15	Se mantienen tapados los recipientes de productos tóxicos
16	Uso de aires acondicionados para evitar sobrecalentamientos
17	Requerimiento de VoBo del SISO
18	Establecimiento de procesos seguros
19	Aislamiento de la fuente
20	Silla ergonómica
21	Ayudas mecánicas estibadores montacargas
22	Anclaje de andamios
23	Demarcación de áreas
24	Extintores ubicados de acuerdo al peligro
25	Campañas de fumigación
26	Campañas de Vacunación
27	No observados

Dominio	Dom_Ctrl_Indiv
Valor	Nombre
1	Cumple con normas de tránsito
2	Capacitación en higiene postural y pausas activas
3	Capacitación e autocuidado
4	Tiempos de trabajo adecuados
5	Esquemas de trabajo planificado
6	cambio de vestimenta y casilleros dobles
7	Tiempos de exposición reducidos
8	Uso de guantes y caretas
9	Capacitaciones en temas de gestión humana
10	Capacitación en comunicación efectiva
11	Capacitación en manejo de estrés
12	Uso de tapones de inserción y de copa
13	Uso de guantes de caucho
14	uso de procedimientos ATS
15	Rotaciones de personal
16	Capacitación a situaciones de emergencia
17	Uso de careta de soldadura
18	Uso de respirador de cartucho químico
19	Uso de reposapiés en puestos de trabajo
20	Respirador para material particulado
21	Mascarilla desechable
22	Guantes de cuero
23	Guantes de caucho
24	Guantes de látex
25	Guantes de nitrilo
26	Guantes en hilaza
27	Guantes en hilaza con pvc
28	Guantes de carnaza
29	Guantes de asbesto

30	Guantes de acero
31	Botas con puntera dieléctrica
32	Botas de caucho con puntera dieléctrica
33	Arnés de seguridad
34	Peto en plástico
35	Peto en pvc
36	No observados

Dominio	Dom_Rutinario
Valor	Nombre
1	Si
2	No

Dominio	Subtipo_Clas_pelig
Valor	Nombre
1	Biológico
2	Físico
3	Químico
4	Psicosocial
5	Biomecánico
6	Condición seguridad
7	Fenómenos naturales

Dominio	Dom_Cla_pel_bio
Valor	Nombre
1	Virus
2	Bacterias
3	Hongos
4	Rickesias
5	Parásitos
6	Picaduras
7	Mordeduras
8	Fluidos o excrementos

Dominio	Dom_Cla_pel_fisi
Valor	Nombre
100	Ruido de impacto
101	Ruido intermitente
102	Ruido Continuo
200	Vibración cuerpo entero
201	Vibración segmentaria
300	Temperatura extrema frío
301	Temperatura extrema calor
400	Presión atmosférica normal
401	Presión atmosférica ajustada
500	Radiación ionizante rayos X
501	Radiación ionizante rayos Gama
502	Radiación ionizante rayos Beta
503	Radiación ionizante rayos Alfa
600	Radiaciones NO ionizantes Laser
601	Radiaciones NO ionizantes UV
602	Radiaciones NO ionizantes Infrarroja
603	Radiaciones NO ionizantes Radiofrecuencia
604	Radiaciones NO ionizantes Microondas
605	Radiaciones NO ionizantes Laser

Dominio	Dom_Cla_pel_Quim
Valor	Nombre
100	Polvos Orgánicos
101	Polvos Inorgánicos
200	Líquidos Nieblas
201	Líquidos Rocíos
300	Gases y vapores
400	Humos metálicos
401	Humos No metálicos
500	Material Particulado

Dominio	Dom_Cla_pel_Psico
Valor	Nombre
1	Gestión organizacional
2	Características de la organización del trabajo
3	Características del grupo social del trabajo
4	Condiciones de la tarea
5	Interfase persona - tarea
6	Jornada de trabajo

Dominio	Dom_Cla_pel_Biome
Valor	Nombre
100	Postura prolongada
101	Postura mantenida
102	Postura forzada
103	Postura anti gravitacional
200	Movimiento repetitivo
300	Manipulación manual de cargas

Dominio	Dom_Cla_pel_fenatur
Valor	Nombre
1	Sismo
2	Terremoto
3	Vendaval
4	Inundación
5	Derrumbe
6	Precipitaciones lluvias granizadas heladas

Dominio	Dom_Cla_pel_condse
Valor	Nombre
100	Mecánicos elementos o partes de máquina
101	Mecánicos herramientas
102	Mecánicos equipos
103	Mecánicos piezas a trabajar
104	Mecánicos materiales proyectados sólidos
105	Mecánicos materiales proyectados líquidos
200	Eléctrico alta tensión
201	Eléctrico baja tensión
202	Eléctrico estática
300	Locativos sistemas y medios de almacenamiento
301	Superficie de trabajo irregulares
302	Superficie de trabajo deslizantes
303	Superficie de trabajo diferencias de nivel
304	Condiciones de orden y aseo
305	Caídas de objetos
400	Tecnológico explosión
401	Tecnológico fuga
402	Tecnológico derrame
403	Tecnológico incendio
500	Accidentes de transito
600	Públicos robos
601	Públicos atracos
602	Públicos asaltos
603	Públicos atentados
604	Públicos de orden público
700	Trabajo en alturas
800	Espacios confinados

Dominio	Dom_efecpos_ruid
Valor	Nombre
1	Perturbación del sueño y descanso
2	Disminución de la capacidad auditiva o hipoacusia
3	Cefalea
4	Dificultad para la comunicación oral
5	Estrés
6	Fatiga, neurosis, depresión
7	Molestias o sensaciones desagradables que el ruido provoca
8	Efectos sobre el rendimiento
9	Alteración del sistema circulatorio.
10	Alteración del sistema digestivo.
11	Aumento de secreciones hormonales tiroides y suprarrenales
12	Trastornos en el sistema neurosensorial

Dominio	Dom_efecpos_ilum
Valor	Nombre
1	Cefalea
2	Fatiga visual
3	Inflamación de párpados
4	Lagrimo
5	Enrojecimiento
6	Irritación
7	Visión alterada
8	Efectos anímicos

Dominio	Dom_efecpos_rad_ion
Valor	Nombre
1	Daños en tejidos
2	Necrosis
3	Lesiones en médula ósea, riñones, pulmones y el cristalino de los ojos
4	Quemaduras
5	Cambios digestivos
6	Leucemia
7	Cáncer

Dominio	Dom_efecpos_rad_noion
Valor	Nombre
1	Alteración cardiovascular
2	Calor
3	Quemaduras

Dominio	Dom_efecpos_vibra
Valor	Nombre
1	Debilitación de la capacidad de agarre
2	Disminución de la sensación y habilidad de las manos
3	Síndrome del túnel carpiano
4	Dolor de espalda
5	Lumbalgias
6	Espondilitis
7	Osteocondilitis intervertebral
8	Calcificación de discos
9	Pérdida de agudeza visual
10	Irritación nerviosa
11	Retardo en el tiempo de reacción
12	Menor habilidad manual

Dominio	Dom_efecpos_calor
Valor	Nombre
1	Aumento de la irritabilidad
2	Cansancio
3	Erupción por calor
4	Aumento de la ansiedad e incapacidad para concentrarse
5	Agotamiento por calor
6	Calambres por calor
7	Perdida repentina del conocimiento
8	Cefalea

Dominio	Dom_efecpos_frío
Valor	Nombre
1	Enfriamiento de extremidades
2	Congelación de tejidos
3	Anestesia transitoria
4	Trombosis
5	Bajo rendimiento físico
6	Incomodidad

Dominio	Dom_efecpos_pres_atm
Valor	Nombre
1	Hiperventilación
2	Incremento del ritmo cardiaco
3	Cefalea
4	Barotitis
5	Barosinusitis

Dominio	Dom_efecpos_virus
Valor	Nombre
1	Dengue
2	Fiebre amarilla
3	Fiebre de ébola
4	Gripe
5	Hepatitis A
6	Hepatitis B
7	Hepatitis C
8	Herpes
9	Mononucleosis
10	Parotiditis
11	Peste porcina
12	Rabia
13	Resfriado común
14	Rubeola
15	Sarampión
16	Varicela
17	Viruela
18	Rotavirus
19	VIH

Dominio	Dom_efecpos_bacte
Valor	Nombre
1	Carbunco
2	Tétanos
3	Tuberculosis
4	Fiebre de malta
5	Salmonelosis
6	Botulismo
7	Cólera
8	Lepra
9	Sífilis

Dominio	Dom_efecpos_Hongos
Valor	Nombre
1	Candidiasis
2	Rinitis
3	Pie de atleta
4	Pulmonía

Dominio	Dom_efecpos_Ricktesias
Valor	Nombre
1	Tifo epidémico
2	Tifo murino
3	Fiebre manchada

Dominio	Dom_efecpos_Parásitos
Valor	Nombre
1	Teniasis
2	Anisakis
3	Áscaris lumbricoides
4	Sarna
5	Triquinosis

Dominio	Dom_efecpos_Picadura
Valor	Nombre
1	Zika
2	Malaria
3	Chikungunya
4	Parásitos del corazón
5	Chagas
6	Fiebre hemorrágica
7	Tripanosomiasis
8	Filariasis linfática
9	Leishmaniasis
10	Oncocercosis
11	Esquistosomiasis
12	Fiebre amarilla

Dominio	Dom_efecpos_mordedura
Valor	Nombre
1	Rabia
2	Pasteurellosis
3	Infecciones por estafilococo
4	Septicemia
5	Fiebre por mordedura de rata
6	Mordeduras
7	Campilobacteriosis
8	Tiña
9	Toxocariasis
10	Toxoplasmosis
11	Salmonelosis
12	Coriomeningitis linfocítica
13	Mycobacterium marinum

Dominio	Dom_efecpos_flui_excre
Valor	Nombre
1	Hantavirus
2	Hepatitis
3	SIDA
4	Leptospirosis
5	Erisipela
6	Tenías
7	Triquinosis
8	Toxoplasmosis

Dominio	Dom_efecpos_polvos
Valor	Nombre
1	Rinitis
2	Traqueítis
3	Bronquitis
4	Fibrosis

5	Silicosis
6	Asbestosis
7	Neumoconiosis de carbón
8	Enfermedad de Berilio
9	Siderosis
10	Neumoconiosis de los metales duros
11	Estañosis
12	Baritosis
13	Pulmón del granjero
14	Bagasosis
15	Fiebre humedecedora
16	Conjuntivitis
17	Asma ocupacional
18	Dermatitis atópica
19	Mesotelioma maligno por asbesto
20	Aluminosis
21	Berilosis
22	Bisinosis
23	Neumonitis por hipersensibilidad

---

Dominio	Dom_efecpos_fibras
Valor	Nombre
1	Rinitis
2	Traqueítis
3	Bronquitis
4	Fibrosis
5	Silicosis
6	Asbestosis
7	Pulmón del granjero
8	Sinusitis crónica
9	Bisinosis
10	Linosos
11	Canabiosis

---

Dominio	Dom_efecpos_liquidos
Valor	Nombre
1	lesiones de piel
2	Intoxicaciones agudas
3	Intoxicaciones crónicas
4	Lesiones oculares graves
5	Sensibilización respiratoria
6	Cáncer
7	Irritaciones
8	Dermatitis
9	Dermatosis

Dominio	Dom_efecpos_gasyvapor
Valor	Nombre
1	lesiones de piel
2	Intoxicaciones agudas
3	Intoxicaciones crónicas
4	Lesiones oculares graves
5	Sensibilización respiratoria
6	Cáncer

Dominio	Dom_efecpos_humos
Valor	Nombre
1	Fiebre del soldador
2	Rinitis
3	Dermatitis
4	Lesiones oculares graves
5	Sensibilización respiratoria
6	Cáncer de pulmón
7	Fibrosis
8	Alteraciones digestivas
9	Dolor abdominal
10	Nauseas
11	Vómito

Dominio	Dom_efecpos_mat_part
Valor	Nombre
1	Irritación ocular
2	Rinitis
3	Virosis respiratoria
4	Alergia respiratoria
5	Sinusitis
6	Faringitis alérgica
7	Bronquitis

Dominio	Dom_efecpos_gest_org
Valor	Nombre
1	Insatisfacción
2	Agresividad
3	Falta de interés
4	Desmotivación
5	Ausentismo
6	Descenso de productividad
7	Falta de calidad de producción
8	Irritación
9	Preocupación
10	Tensión
11	Depresión
12	Ansiedad
13	Estrés

Dominio	Dom_efecpos_post_prolong
Valor	Nombre
1	Descenso de productividad
2	Irritación
3	Tensión
4	Ansiedad
5	Estrés
6	Síndrome Túnel del carpo
7	Tendinitis
8	Epicondilitis

9	Síndrome de Quervain
10	Dedo en gatillo
11	Síndrome de canal de guyon
12	Escoliosis
13	Cervicalgias

---

Dominio	Dom_efecpos_esfuerzo
Valor	Nombre
1	Descenso de productividad
2	Irritación
3	Tensión
4	Ansiedad
5	Estrés
6	Tendinitis
7	Epicondilitis
8	Síndrome de canal de guyon
9	Escoliosis
10	Hormigueo
11	Fatiga

---

Dominio	Dom_efecpos_mov_repet
Valor	Nombre
1	Bursitis
2	Irritación
3	Tensión
4	Ansiedad
5	Estrés
6	Tendinitis
7	Epicondilitis
8	Síndrome Túnel del carpo
9	Síndrome patelo femoral
10	Hormigueo
11	Fatiga
12	Algias cervicales
13	Lumbalgias
14	Trauma acumulativo en extremidades superiores.

---

Dominio	Dom_efecpos_man_ma_carg
Valor	Nombre
1	Irritación
2	Tensión
3	Ansiedad
4	Estrés
5	Fatiga
6	Algias cervicales
7	Lumbalgias
8	Hernias
9	Molestia en cuello y espalda

Dominio	Dom_efecpos_mecánicos
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Traumas
3	Fracturas
4	Golpes
5	Muerte
6	Laceraciones
7	Amputaciones
8	Desguinces

Dominio	Dom_efecpos_electricos
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Traumas
3	Fracturas
4	Quemaduras
5	Muerte
6	Laceraciones
7	Amputaciones

Dominio	Dom_efecpos_locativo
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Traumas
3	Fracturas
4	Caídas
5	Muerte
6	Laceraciones
7	Amputaciones

Dominio	Dom_efecpos_tecnolo
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Traumas
3	Fracturas
4	Caídas
5	Muerte
6	Laceraciones
7	Amputaciones
8	Quemaduras
9	Intoxicaciones
10	Irritaciones

Dominio	Dom_efecpos_Acci_trans
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Traumas
3	Fracturas
4	Muerte
5	Laceraciones
6	Amputaciones
7	Quemaduras
8	Intoxicaciones
9	Pérdidas materiales

Dominio	Dom_efecpos_públicos
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Traumas
3	Muerte
4	Laceraciones
5	Quemaduras
6	Pérdidas materiales

Dominio	Dom_efecpos_trab_altu
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Traumas
3	Muerte
4	Laceraciones
5	Caídas

Dominio	Dom_efecpos_espac_confi
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Traumas
3	Muerte
4	Laceraciones
5	Fracturas
6	Asfixia

Dominio	Dom_efecpos_sismo
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Desmayos
3	Muerte
4	Traumas

Dominio	Dom_efecpos_terremoto
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Desmayos
3	Muerte
4	Traumas
5	Aplastamiento
6	Fracturas
7	Pérdidas materiales
8	Amputaciones

Dominio	Dom_efecpos_vendaval
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Muerte
3	Traumas
4	Aplastamiento
5	Pérdidas materiales
6	Ahogamiento

Dominio	Dom_efecpos_inundacion
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Muerte
3	Traumas
4	Aplastamiento
5	Pérdidas materiales
6	Ahogamiento

Dominio	Dom_efecpos_derrumbe
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Muerte
3	Traumas
4	Aplastamiento
5	Pérdidas materiales
6	Laceraciones
7	Fracturas

Dominio	Dom_efecpos_precipit
Valor	Nombre
1	Heridas
2	Hipotermia
3	Traumas
4	Pérdidas materiales
5	Fracturas