MANUAL DE TOPOGRAFÍA APLICADO A LA INVESTIGACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

PROYECTO DE GRADO PARA INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA EN MODALIDAD DE MONOGRAFÍA

Por:

FABIO NELSON RODRÍGUEZ ORTEGA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA

BOGOTÁ D. C.

2016

MANUAL DE TOPOGRAFÍA APLICADO A LA INVESTIGACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

PROYECTO DE GRADO PARA INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA EN MODALIDAD DE MONOGRAFÍA

Por:

FABIO NELSON RODRÍGUEZ ORTEGA

Director de Proyecto

ISMAEL OSORIO BAQUERO

INGENIERO EN TOPOGRAFÍA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA

BOGOTÁ D. C.

2016

Nota de aceptación

_____
_____
_____
_____
_____
Ing. Ismael Osorio Baquero

_____
Ing. Ismael Osorio Baquero
Firma director de tesis

_____
Ing. Zamir Maturana
Firma jurado

MANUAL DE TOPOGRAFÍA APLICADO A LA INVESTIGACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRANSITO

TABLA DE CONTENIDO

Sección **Número de página**

Glosario. 15
Resumen. 25
Introducción. 27
1. Formulación del problema de investigación. 28
1.1. Justificación.
2. Objetivo general. 29
2.1. Objetivos específicos.
3. Antecedentes. 30

Capítulo I: Fundamentos Básicos.

1. Fundamentos de criminalística. 35
1.1. Objetivo general de la investigación criminalística de campo. 37
1.2. Objetivos específicos de la investigación criminalística. 38
1.3. Principios de la criminalística. 39
1.3.1. Principio de intercambio. 39
1.3.2. Principio de correspondencia. 39
1.3.3. Principio de reconstrucción de hechos. 40
1.3.4. Principio de probabilidad. 40
1.4. Clasificación de la Criminalística aplicada a la Topografía Forense. 40
1.4.1. Clasificación según el lugar. 40
1.4.2. Criminalística de campo. 40
1.4.3. De laboratorio. 41
1.5. Indicios-evidencias. 42
1.5.1. Los indicios pueden localizarse. 42
1.5.2. Por el momento de su producción pueden ser. 43
1.5.3. Por su relación con los hechos. 43
1.5.3.1. Indicios determinados. 43
1.5.3.2. Indicios indeterminados. 43
1.5.3.3. Indicios asociativos. 44
1.5.3.4. Indicios no asociativos. 44
1.6. Clasificación de las evidencias. 44
1.6.1. Según su origen. 44
1.6.2. Según su naturaleza. 44
1.6.3. Según su estado. 45
1.6.4. Según su tamaño. 45
1.6.5. Según sean tomadas. 45
1.6.6. Según resistencia. 45

1.6.7. Según fijación y recolección. 45
1.7. Fijación del lugar de los hechos. 46
1.7.1. Descripción escrita. 47
1.7.2. Otros registros del lugar de los hechos o de EF. 48
1.7.2.1. Moldeado. 48
1.7.2.2. Animación 3D. 49
1.7.2.3. Realidad aumentada. 49
1.8. Tipos de armas agresoras que se pueden encontrar en tránsito. 50
1.9. Posiciones del cuerpo en las diferentes muertes. 52
1.9.1. Decúbito lateral. 52
1.9.2. Decúbito ventral o abdominal. 52
1.9.3. Decúbito dorsal. 52
1.9.4. Posición fetal. 53
1.9.5. Posición Geno-pectoral. 53
1.9.6. Posición trendelenburgo. 54
1.9.7. Posición pugilista. 54
1.9.8. Posición de sumersión. 55
1.9.9. Posición suspensión. 55
1.9.10. Posición sedente. 56
1.9.11. Extremidades superiores-inferiores respecto al plano sagital. 56
1.9.12. Extremidades superiores (MANOS). 57
1.9.13. Extremidades superiores-inferiores respecto a la extensión. 57
1.9.14. Extremidades superiores respecto al plano coronal. 58
1.9.15. Planos anatómicos. 58
1.10. Hematología - Serología forense. 59
1.10.1. Proyección. 59
1.10.2. Escorrentía. 59
1.10.3. Contacto. 60
1.10.4. Impregnación. 61
1.10.5. Arrastre 61
1.10.6. Por goteo. 62

2. Fundamentos básicos de fotografía forense. 64
2.1. Objetivo de la fotografía forense. 64
2.1.1. Las fotografías o videos deben incluir vistas. 65
2.2. Desarrollo técnico fijación fotográfica planos visuales. 66
2.2.1. Panorámicas. 66
2.2.2. Plano general (Larga distancia). 67
2.2.3. Plano medio (mediana distancia). 69
2.2.4. Primeros planos (acercamientos – detalles). 70
2.2.5. Primerísimo primer plano (acercamientos – mayores). 71
2.2.6. Punto de amarre, fotográfico y topográfico. 72
2.2.7. Perspectiva. 73
2.3. Diligenciar ficha técnica. 73
2.3.1. Características del equipo. 74
2.3.2. Ficha técnica del caso. 74
2.3.4. Identificación del camarógrafo. 74

2.3.5. Condiciones técnicas de las tomas. 74

3. Fundamentos Básicos en accidentes de tránsito. 75
3.1. Definición. 75
3.2. Tipos de accidentes es de tránsito. 76
3.2.1. Colisión. 76
3.2.2. Colisiones frontales. 77
3.2.3. Colisiones laterales-angulares. 78
3.2.4. Colisiones por roce. 79
3.2.5. Colisión por alcance o trasera. 80
3.2.6. Volcamiento. 80
3.2.6.1. Volcamiento lateral (1/4). 81
3.2.6.2. Volcamiento longitudinal. 81
3.2.7. Atropello. 82
3.2.8. Caída de ocupante. 83
3.2.9. Arrastre. 83
3.2.10. Aplastamiento. 84
3.3. Daños en vehículos (Ministerio de Transporte 4189, 1997). 85
3.4. Causa de accidente. 85
3.5. El accidente de tránsito no se produce instantáneamente. 86
3.5.1. Fase de percepción. 86
3.5.2. Fase de decisión. 86
3.5.3. Fase de conflicto. 88
3.6. Clases de huellas en accidentes de tránsito. 88
3.6.1. Huellas de aceleración. 88
3.6.2. Huellas de desaceleración. 89
3.6.3. Huella de arrastre metálico. 90
3.6.4. Huella de arrastre de llanta o bandas de rodadura. 90
3.6.5. Huella de derrape. 91
3.6.6. Huella de rodadura o trayectoria. 91

Capítulo II: Desarrolló Temático Investigación.

1. Fundamento jurídico. 93
1.1. Quienes lo ejercen. 93
1.2. Normas y amparos Legales 94
2. Estado del arte. 94
3. ¿Qué es un registro topográfico aplicado al área forense? 97

Manual de topografía aplicado a la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito

Primera Fase topografía en la investigación de accidentes de tránsito. 99

1. Reconocer el lugar de los hechos 99
1.1. Definición lugar hechos, importante para la clasificación topográfica forense. 99

2. Tipo de geometría y puntos de referencia. 100
3. Orientación del lugar de los hechos. 100
4. Métodos de búsqueda de evidencia física. 101
4.1. Definir el método de búsqueda de evidencia física. 103
4.1.1. Método de búsqueda (libre) punto a punto. 104
4.1.2. Método de búsqueda radial – espiral. 104
4.1.3. Método de búsqueda en zonas o sectores. 105
4.1.4. Método de búsqueda en cuadricula. 106
5. Registro topográfico manual de EF y del lugar de los hechos. 106
5.1. Topografía aplicada métodos manuales. 107
5.1.1. Método de fijación y graficación ortogonal. 107
5.1.2. Método de fijación y graficación por triangulación. 109
5.1.3. Método de fijación y graficación por combinación. 110
5.1.4. Método de fijación y graficación por coordenadas cartesianas. 111
5.1.5. Método de radiación. 113
5.1.6. Requerimientos técnicos de topografía manual y electrónica. 114
5.1.7. Conceptos abarcados y exigidos en topografía forense. 117
5.2. Métodos de fijación topográfica electrónica. 120
5.2.1. Métodos de radiación y poligonales (estación total). 120
5.2.2. Requerimientos técnicos de topografía electrónica. 121
5.3. Métodos con equipos robóticos de almacenamiento. 126
5.3.1. Requerimientos técnicos de topografía electrónica. 127
5.3.2. Scanner faro focus. 128
5.4. GPS (posicionamientos de puntos). 129
5.4.1. Requerimientos técnicos de topografía GPS. 129
5.5. GPS vértices de las poligonales Geo-referenciadas. 130
6. Resumen labores de campo o terreno, vías y zonas de interés para la investigación. 131
6.1. Topografía estructural de daños vehicules. 134
6.1.1. Norma técnica internacional. 134
6.1.2. Procedimiento de fijación topografía de daños. 135
7.Anatomotopografia – antropometría forense. 137
8. Especificaciones técnicas de topografía en el lugar de los hechos. 138
8.1. Topografía de localización de vías. 142
8.1.1 Medición de un tramo curvo por método de normales. 144
8.1.2. Medición de un tramo curvo por método de cuerva y sagita. 145
8.1.3. Método ortogonal controlado con puntos de quiebre. 146
9. Resumen labores de campo o terrestre, vías y zonas de interés para investigación. 147

Segunda fase. Topografía forense en la reconstrucción de accidentes de tránsito. 148

10. Labores de oficina, post - proceso topográfico forense. 148
10.1. En el proceso de descarga de información. 149
10.2 Se procede con el proceso de cálculos de cierres. 150
11. Tipos de planos forenses. 150
11.1. Plano general. 151
11.2. Plano de detalle. 151
11.3. Plano de localización. 152

11.4. Plano 3D, modelo digital de terreno o modelamiento. 153
12. Contenido de un plano de topografía forense. 153
12.1. Capas. 153
12.2. Norte y escala gráfica. 156
12.3. Observaciones. 157
12.4. Texto. 158
12.5. Acotaciones. 158
12.6. EF – Evidencia Física. 159
12.7. Convenciones. 160
12.8. Detalles. 161
12.9. Grilla. 163
13. Cálculos de vías mínimos en reconstrucción de accidentes de tránsito. 163
13.1. Radio de curvatura vial. 164
13.2. Peralte. 165
14. Calculo de proyección de manchas de sangre. 178
15. Topografía reconstructiva forense aplicada. 180
16. Técnicas en fotografía y topografía forense para análisis reconstructivos. 181
16.1. Foto realismo – foto animación. 181
16.2. Fotogrametría terrestre - aérea. 184
16.3. Tránsito y transporte. 186
16.4. Lista de cálculos estadísticos. 193
17. Algunas herramientas tecnológicas aplicadas a topografía forense. 195
17.1. Crash Math. 195
17.2. EdgeFx. 196
17.3. Otros software utilizados en la topografía forense. 197
17.4. Equipos utilizados en la topografía moderna. 198
18. ¿Qué función cumple un levantamiento topográfico forense? 198
19. Embalaje y etiquetado de las evidencias físicas. 199
19.1. Cadena de custodia. 200

Conclusiones. 203
Anexos 205
Bibliografía 206

TABLA DE GRÁFICOS

Sección **Número de página**

Gráfica 1. Del formato de reporte y descripción general. 47
Gráfica 2. Del levantamiento topográfico y modelo 3D. 49
Gráfica 3. De los tipos de armas y lesiones generadas 51
Gráfica 4. De la posición del cuerpo en cubito lateral. 52
Gráfica 5. De la posición del cuerpo en cubito ventral. 52
Gráfica 6. De la posición del cuerpo en cubito dorsal. 52
Gráfica 7. De la posición fetal del cuerpo. 53
Gráfica 8. De la posición geno-pectoral del cuerpo. 53
Gráfica 9. De la posición trendelenburgo del cuerpo. 54
Gráfica 10. De la posición pugilista del cuerpo. 54
Gráfica 11. De la posición sumersión. 55
Gráfica 12. De la posición en suspensión. 55
Gráfica 13. De la posición sedente. 56
Gráfica 14. De las extremidades superiores según eje. 56
Gráfica 15. De la posición de manos según su posición. 57
Gráfica 16. De la posición de extremidades según su extensión. 57
Gráfica 17. De la posición de extremidades según su plano coronal. 58
Gráfica 18. De los planos anatómicos. 58
Gráfica 19. Análisis de manchas de sangre. 63
Gráfica 19A. Imagen 3D auxiliar de accidente de tránsito. 73
Gráfica 20. Manejo de información fotografíca. 74
Gráfica 21. Del formato de fotografía y videografía forense. 75
Gráfica 22. Colisión, reconstrucción de homicidio. 76
Gráfica 23. Tipos de colisiones frontales. 77
Gráfica 24. Tipos de colisiones fronto-laterales. 78
Gráfica 25. Tipos de colisiones por roce. 79
Gráfica 26. Tipos de colisiones por alcance. 80
Gráfica 27. Volcamiento 1/4. 81
Gráfica 28. Volcamiento longitudinal. 82
Gráfica 29. Atropello con proyección y alcance lateral. 82
Gráfica 30. Caída de ocupante. 83
Gráfica 31. Del análisis y levantamiento topográfico de vías. 97
Gráfica 32. Del lugar de los hechos cerrado. 99
Gráfica 33. Del lugar de los hechos abierto. 99
Gráfica 34. De la ubicación de punto de referencia. 100
Gráfica 35. Esquema general y básico de interrelaciones en inspecciones técnicas. 102
Gráfica 36. Esquema general y básico de reconstrucción de técnicas. 103
Gráfica 37. De la recreación 3D, accidente de tránsito Santander. 104
105

Gráfica 38. Del plano topográfico 2D. 105
Gráfica 39. Del sector de plano topográfico 2D. 106
Gráfica 40. Sector de plano topográfico 3D, accidente de tránsito. 108
Gráfica 41. Sistema de graficación ortogonal. 109
Gráfica 42. Sistema de graficación materializado por puntos de referencia. 111
Gráfica 43. Del sistema de mixto o combinado. 112
Gráfica 44. Del sistema coordenadas ortogonales. 113
Gráfica 45. Del sistema de radiación. 116
Gráfica 46. Del croquis final topográfico PONAL. 119
Gráfica 47. Del levantamiento en homicidio de accidente de tránsito. 119
Gráfica 48. Del levantamiento topográfico de vías y demás componentes. 120
Gráfica 49. Plano terminado con sistema de levantamiento radiación simple. 125
Gráfica 50. Del formato 01 de geodesia aplicada para topográfica forense. 131
Gráfica 51. De la fijación topográfica de vehículos. 132
Gráfica 52. De algunos tipos de EF que se concentran en áreas determinadas. 133
Gráfica 53. De la posición y ubicación final del cuerpo sin vida. 135
Gráfica 54. Norma técnica internacional. 135
Gráfica 55. Topografía vehicular en daños. 136
Gráfica 56. Vista de ejes estructura para fijación de daños. 137
Gráfica 57. Vista 3D para proyecciones Anatomotopografia. 139
Gráfica 58. Plano terminado con sistema de levantamiento de radiación simple. 140
Gráfica 59. Plano terminado con sistema de levantamiento de radiación simple. 140
Gráfica 60. Recreación 3D fase de reconstrucción. 142
Gráfica 61. Salida de información cruda. 143
Gráfica 62. Inventario topográfico en recinto cerrado. 144
Gráfica 63. Inventario vial topográfico en tramo curvo método de normales. 145
Gráfica 64. Inventario vial topográfico en tramo curvo método de cuerda y sagita. 146
Gráfica 65. Inventario vial topográfico en tramo curvo método ortogonal controlado. 148
Gráfica 66. Plano terminado con sistema de levantamiento poligonal abierta. 149
Gráfica 67. Del esquema general de descargas y organización de información. 150
Gráfica 68. Plano general terminado con sistema poligonal abierta. 151
Gráfica 69. Levantamiento topográfico general. 152
Gráfica 70. Plano general y detalle de levantamiento geodésico. 152
Gráfica 71. Plano general y localización del lugar. 153
Gráfica 72. Del levantamiento topográfico con representación en plano 3D. 155
Gráfica 73. Panel administrador de capas programa VistaFx. 156
Gráfica 74. Panel administrador de capas programa Acad. 156
Gráfica 75. Localización de escala y norte gráfica VistaFx. 157
Gráfica 76. Ubicación de panel observaciones en plataforma EdgeFx. 158
Gráfica 77. De la organización de textos en programa VistaFx. 159
Gráfica 78. De la forma de acotar según método de levantamiento mixto. 160
Gráfica 79. Del nombramiento a los EF / EMP programa Acad. 161
Gráfica 80. De la organización de cajas de información programa VistaFx. 161
Gráfica 81. De información indicadora de vistas auxiliares o planos detalle. 162
Gráfica 82. Vista 3D para extracción de imagen. 163
Gráfica 83. Vista en planta levantamiento topográfico terminado. 165
Gráfica 84. Vista del diseño geométrico de curva horizontal simple. 166

Gráfica 85. Esquema general del peralte. 166
Gráfica 86. De la relación trigonométrica para el cálculo del ángulo de proyección. 179
Gráfica 87. De la relación trigonométrica para el cálculo del ángulo de proyección. 180
Gráfica 88. Método de verificación de distancias y ángulo horizontal. 181
Gráfica 89. Foto recreación 3D. 182
Gráfica 90. Foto recreación 3D Animación terrestre. 183
Gráfica 91. Foto recreación terrestre. 184
Gráfica 92. Fotogrametría terrestre. 185
Gráfica 93. Tablas programadas para cálculos aforos vehiculares. 192
Gráfica 94. Esquema general del proceso de topografía forense. 194
Gráfica 95. Programa CrashMath, para cálculos físicos. 195
Gráfica 96. Del programa EdgeFx. 196
Gráfica 97. Del Programa 3D Max. 197
Gráfica 98. Formato rotulo de evidencia física (EF). 200
Gráfica 99. Formato de cadena de custodia. 201
Gráfica 100. Del formato de entrega de informe topográfico al contratante. 201

TABLA DE ILUSTRACIONES

Sección **Número de página**

Ilustración 1. Entrenamiento de inspección y manejo de lugar de los hechos. 37
Ilustración 2. Identificación, individualización, fijación de evidencia física. 36
Ilustración 3. Preparación de equipo técnico planímetrico. 39
Ilustración 4. Personal de laboratorio de ingeniería forense de Colombia. 41
Ilustración 5. De la inspección al lugar de los hechos. 46
Ilustración 6. Entrenamiento de manejo de lugar de los hechos. 48
Ilustración 7. Técnica de presentación digital de información. 50
Ilustración 8. Mancha de sangre por proyección. 59
Ilustración 9. Mancha de sangre por escorrentía. 60
Ilustración 10. Mancha de sangre por contacto. 60
Ilustración 11. Mancha de sangre por impregnación. 61
Ilustración 12. Manchas de arrastre anatomopatologicos. 62
Ilustración 13. Mancha de sangre por goteo. 62
Ilustración 14. Entrenamiento de manejo fotografía y videografía. 65
Ilustración 15. Fotografía en panorámica. 67
Ilustración 16. Fotografía de Plano General. 68
Ilustración 17. Fotografía de Plano Medio. 69
Ilustración 18. Fotografía de Primer Plano. 70
Ilustración 19. Fotografía de Primer Primerísimo Plano. 71
Ilustración 20. Fotografía en cierre de planos. 72
Ilustración 21. Atropello con arrastre de cuerpo. 84
Ilustración 22. Aplastamiento de cuerpo. 84
Ilustración 23. De la huella de aceleración. 89
Ilustración 24. De la huella de aceleración. 89
Ilustración 25. De la huella de arrastre metálico. 90
Ilustración 26. De la huella arrastre bandas de rodadura. 90
Ilustración 27. De la huella de derrape. 91
Ilustración 28. De la huella de trayectoria. 91
Ilustración 29. Del topógrafo forense. 93
Ilustración 30. Del acordonamiento y protección del lugar de los hechos. 102
Ilustración 31. Escáner Faro 3D. 127
Ilustración 32. Del uso del escáner focus 3D. 128
Ilustración 33. Hipper Litle, posicionamiento. 129
Ilustración 34. Patronamiento de huella de frenada. 132
Ilustración 35. Soporte fotográfico de la labor de topografía forense. 141
Ilustración 36. Presentación final de informes embalados y rotulados. 202

TABLA DE ECUACIONES

Sección **Número de página**

Ecuación 1. Cálculo de peralte 167
Ecuación 2. Velocidad mínima del vehículo para no derrapar en una curvas. 168
Ecuación 3. La velocidad instante antes de comenzar huella de frenada. 169
Ecuación 4. Velocidad del vehículo de acuerdo a la distancia recorrida desde el obstáculo 170
Ecuación 5. Distancia que recorre un vehículo a una velocidad durante la reacción. 170
Ecuación 6. Velocidad máxima del vehículo para detenerse antes del atropello. 171
Ecuación 7. Tiempo que tarda el peatón en recorrer una distancia determinada 171
Ecuación 8. Velocidad del vehículo de acuerdo a distancia recorrida y su aceleración. 171
Ecuación 9. Distancia que requiere un vehículo para detenerse y que se desplaza a una vel. 172
Ecuación 10. Velocidad del vehículo de acuerdo a la distancia recorrida y efectiva. 173
Ecuación 11. Velocidad con la que es lanzado un peatón a partir de la distancia 174
Ecuación 12. Velocidad máxima del vehículo para no derrapar en una curva. 174
Ecuación 13. Velocidad mínima para producirse el volcamiento al realizar un giro. 175
Ecuación 14. Velocidad del vehículo de acuerdo a la longitud de la huella de frenada 175
Ecuación 15. Velocidad del vehículo de acuerdo a la distancia recorrida y a su aceleración. 176
Ecuación 16. Velocidad del vehículo de acuerdo a la longitud de la huella de frenada 176
Ecuación 17. Tiempo que tarda un vehículo en detenerse completamente 177
Ecuación 18. Velocidad de impacto de un vehículo en un atropello. 177
Ecuación 19. Tamaño de muestra para estadística en tránsito. 186
Ecuación 20. Formulas normales para cálculo de regresión lineal. 189

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estadística de muertes violentas. 34
Tabla 2. Ecuaciones para cálculo de metadatos en levantamientos manuales. 115
Tabla 3. Ecuaciones para cálculo de curva circular simple. 164
Tabla 4. Reconstrucción de accidentes de tránsito. 169
Tabla 5. De la desviación estándar 187
Tabla 6. Del nivel de confianza 187
Tabla 7. Cálculos de conteo vehicular. 188
Tabla 8. Resultados de regresión lineal por aforos de tránsito 190
Tabla 9. Ajuste matemático y estadístico de aforo vehicular. 191

Glosario

Abolladura y/o Sumidura: Depresión en una superficie, producida por un golpe.

Aceleración: Es el cambio de velocidad en función del tiempo de cualquier objeto físico. La aceleración es un vector y como tal tiene magnitud, dirección y sentido, puede producir un aumento en la velocidad si esta última va en el mismo sentido o una disminución de la misma si va en sentido contrario. Las unidades de la aceleración son variadas: se puede medir en metros sobre segundo al cuadrado, pies sobre segundo cuadrado, o en múltiplos de g (siendo g gravedad).

Acera: Banqueta, vereda o andén es un camino para peatones que se sitúa a los costados de una.

Acercamiento (Clos-up) Fotografía tomada con la cámara colocada muy cerca del sujeto generalmente a una distancia de menos de un metro, pero puede ser tan cerca como algunos centímetros de distancia.

Acotado: Dimensionamiento final de un plano.

Acotación*:* Son todas las observaciones que llevan los planos para su mejor interpretación. Pueden ser numéricas, alfabéticas y alfanuméricas.

Alto Contraste (High Contrast) Una amplia gama de densidades en una impresión o un negativo desde la más baja, hasta la más alta.

Ampliación (Blow-up / enlargement) Impresión de tamaño mayor al del negativo o de la diapositiva a partir de los cuales se obtiene.

Angulo de visión (Angle of view) Porción de una escena que capta el lente de la cámara. El ancho de esta porción, que tiene forma de cuña, está determinado por la distancia focal del lente. Un lente gran angular (cuya distancia focal corta) abarca mayor parte de una escena, es decir, tiene un ángulo de visión más amplio que un lente normal (distancia focal normal) o que una telefoto (distancia focal larga).

Análisis de la causa: Es el esfuerzo que determina la razón del accidente a partir de la evidencia presente en la escena del mismo.

Ángulos de Toma (Camera Angles) Varias posiciones de la cámara (alto, mediano o bajo; e izquierda, derecha o derecho) con respeto al objeto, cada una dando un diferente punto de vista o efecto.

Arrastre: Se produce luego de que el vehículo hace la compresión al peatón con una de sus llantas y por acción del bloqueo de las mismas, arrastra al peatón sobre la superficie sin producirse el aplastamiento. En otras ocasiones sucede cuando alguna parte del cuerpo o vestidos del peatón se enganchan al vehículo.

Autoenfoque (Autofocus) (AF) Sistema mediante el cual el objetivo de la cámara enfoca automáticamente la imagen de una parte seleccionada del objeto.

Altimetría: Parte de la topografía que se ocupa de medir las alturas teniendo en cuenta los niveles existentes entre los diferentes puntos de un terreno.

Azimut: De una recta es la dirección de esta respecto al meridiano escogido, medida ya no como el rumbo, por el ángulo agudo, sino tomada como el ángulo que existe entre la recta y un extremo del meridiano 0º a 360º.

Barricada: Estarán formadas por bandas o listones horizontales, separadas por espacios iguales a sus alturas. Para obras de larga duración y sobre caballetes cuando sean portátiles para obras de corta duración.

Bosquejo: Representación gráfica general del lugar de los hechos, se caracteriza por ser a mano alzada, sin escala y se obtiene de manera inmediata en el lugar de los hechos.

Brújula: Aguja imanada que cuando esta horizontal y en equilibrio, señala la dirección norte-sur.

BM: Punto de carácter permanente, del cual se conoce su localización y su elevación su cota o altura SNM. Sirve de base para efectuar la nivelación.

Barda: Elemento de seguridad vial en curva horizontales pronunciadas.

Bordillos: Delineadores de vía y separación de calzada de uso Transmilenio.

Cambio de velocidad (ΔV): Es la diferencia entre una velocidad inicial y una velocidad final.

Capa: Sistema de organización de dibujo divisiones de hojas superpuestas en el mismo espacio o área de trabajo.

Causa: Combinación de factores que determinan las razones por las cuales se cree que se produce el accidente.

Centro de masa: Es el punto de un cuerpo donde se puede suponer que se encuentra concentrada toda la masa de un cuerpo rígido.

Contraluz (Backlighting) Luz que viene desde atrás de un objeto, hacia el objetivo de la cámara, de tal forma que el objeto sobresale (destaca) vistosamente contra el fondo. A veces esto produce un efecto de silueta.

Cuadrícula: Sistema de coordenadas cartesianas rectangulares que se sobreponen con precisión y de manera consistente en los mapas, cartas y otras representaciones semejantes de la superficie de la tierra que permite la identificación de la posición del terreno con respecto a otros sitios y el cálculo de la dirección y distancia a otros puntos.

Cota: Altura o diferencia de nivel existente entre el nivel del suelo o piso con relación a un punto más elevado.

Coeficiente de fricción: Factor constante que da cuenta de la resistencia al deslizamiento de un cuerpo sobre otro.

Coordenadas: Un conjunto de números que designan la posición de un punto en un espacio n-dimensional.

Conservación de energía: La ley de conservación de la energía establece que el valor de la energía de un sistema aislado (sin interacción con ningún otro sistema) permanece invariable con el tiempo.

Cinemática: Estudio del movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta las causas que lo producen.

Coordenadas Geográficas: Cada uno de los valores de latitud, longitud y altura que indican la posición de un punto sobre la superficie de la Tierra o de un mapa.

Coordenadas UTM: Par de valores numéricos Norte y Este que permiten representar la posición horizontal de un punto en un sistema cartesiano de una zona de la proyección UTM.

Curso de colisión: Sendero previo al accidente seguido por los objetos involucrados en una colisión.

Delineadores tubulares: Estos dispositivos de canalización vehicular y peatonal serán fabricados en material plástico color naranja.

Delineadores de curva horizontal: se utilizan para indicar el cambio brusco de dirección en el alineamiento horizontal de una vía.

Desprendimiento: Parte o elemento suelto, que estaba antes pegado o unido a la estructura de un objeto o a un objeto como tal.

Destrucción: Aplicarse esta palabra cuando el elemento descrito presenta en toda su extensión grandes daños.

Dinámica: Es el estudio del movimiento de los cuerpos teniendo en cuenta las causas que lo producen.

Dinámica del vehículo: Análisis de las fuerzas presentes en el movimiento del un vehículo.

Distancia de frenado: Distancia requerida para que un automóvil detenga su movimiento.

Distancia de reacción del conductor: Distancia recorrida por un vehículo durante el tiempo de reacción del conductor ante un riesgo.

Doblado: Torcedura de un elemento plegándolo sobre si mismo o sobre otro.

Energía: Es la capacidad que posee un cuerpo de realizar trabajo en virtud de su velocidad o de su posición.

Energía cinética: Energía que posee un cuerpo en virtud de su velocidad.

Energía de aplaste: La cantidad de energía utilizada en la estructura de un vehículo para ser deformado.

Escala: Representa la relación fija existente entre cada distancia en el plano a la correspondiente distancia en el terreno, estas pueden ser numéricas y gráficas es decir; Relación aritmética en la cual el denominador es la cantidad. Representar y el numerador la longitud del segmento que la representa.

Escala Numérica: Escala de un mapa expresada como fracción o razón que correlaciona la unidad de distancia en el mapa con la distancia que le corresponde en la misma unidad en el terreno.

Escala Gráfica: Línea graduada, mediante la cual las distancias en el mapa se pueden medir en términos de distancia en el terreno.

Estoperoles: Elementos reguladores de velocidad anuncian zonas escolares, hospitalarias de alta concurrencia peatonal.

Fijación: Es la forma de registrar una escena para su posterior conocimiento o análisis, al perpetuar con exactitud el aspecto original, lo que permite observar, a pesar de no haber estado presente en ella.

Fijación magnética: Orientación que se le da a un plano con la ayuda de una brújula.

Flash (Flash) Destello breve e intenso, producido por una lámpara o una unidad electrónica. Se usa generalmente cuando la iluminación de la escena es insuficiente para tomar fotografías; o como luz de relleno en tomas en exteriores, para eliminar las sombras profundas.

Foco (Focus) Punto en el cual se forma con nitidez y buena definición la imagen del sujeto. Según la distancia "cámara sujeto", se ajusta el anillo de enfoque para que la imagen tenga eses características.

Fondo (Background) La parte de una escena que aparece detrás del objeto principal de la fotografía.

Fotogrametría: Es una técnica para determinar las propiedades geométricas de los objetos y las situaciones espaciales de seres vivos a partir de imágenes fotográficas. Puede ser de corto o largo alcance.

Fuerza: Interacción entre dos o más cuerpos que produce en estos un cambio en su cantidad de movimiento.

Fuerza centrífuga: Fuerza ficticia confundida con la energía lineal que obedece a la primera Ley de Newton en la cual se expresa que un cuerpo cambia su cantidad de movimiento solo en presencia de una fuerza resultante.

Fuerza de fricción: Se define como fuerza de **rozamiento** o fuerza de **fricción** a la resistencia que se opone al movimiento (fuerza de fricción cinética) o a la tendencia al movimiento (fuerza de fricción estática) de dos superficies en contacto.

Gravedad (g): Aceleración de los cuerpos en un movimiento vertical, debida a la fuerza gravitacional comúnmente llamado peso. Las unidades de este son también variadas: Newton, Dinas o kilogramos fuerza.

Huella: Marca sobre la capa asfáltica, suelo o superficie, por la banda de rodadura de la llanta de un vehículo. // Marca de algún Objeto metálico que ejerce fricción sobre la superficie revelando una dirección.// Rastro de algún elemento, material o sustancia física o química sobre una superficie.

Impresión (Print) Fotografía positiva, generalmente producida en papel fotográfico a partir de un negativo de una transparencia o diapositiva.

Inclinación: Es el ángulo que posee una recta respecto a un eje.

Impulso: Es el producto de una fuerza en un intervalo de tiempo.

Impacto central: Es un impulso dirigido al centro de masa del vehículo.

Leyes de Newton: Postulados que explican las interacciones y movimientos de los cuerpos.

Lente - (Lens) Una o más piezas de cristal óptico o de material similar, diseñadas para captar y enfocar los rayos de luz, a fin de formar una imagen nítida en la película, el papel o la pantalla de proyección.

Lentilla de acercamiento (Clouse up lens) Aditamento que se coloca delante del lente de la cámara, para tomar fotografías a distancias menores que lo que permite el lente por sí solo.

Lindero: Perímetro de un inmueble que permite separarlo de otro, debe estar identificado por punto cardinal y distancia.

Lugar de los hechos: Espacio físico abierto, cerrado o móvil, incluyendo las áreas adyacentes y rutas de fuga, donde se ha cometido un delito.

Masa: Propiedad inherente a todo cuerpo físico.

Medidor láser: Instrumento para determinar distancias de forma indirecta basada en tecnología láser, con precisión al milímetro. DISTANCIOMETRO.

Mecánica: Rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos.

Mojón: Punto hecho en concreto, fijo o permanente se incrusta en el terreno y en la cara superior se fija 1 placa general de bronce que lleva señalado 1 punto determinado.

Momentum: La cantidad de movimiento, momento lineal o ímpetu es una magnitud vectorial que se define como el producto entre la masa y la velocidad en un instante determinado.

Norte verdadero: Observación astronómica; Norte verdadera no es paralelo al norte magnético, pues los polos magnéticos están cambiando de posición constantemente

Norte magnético: Brújula.

Objetivo de Enfoque Ajustable (Ajustable - Focus Lens) Un lente con el que se pueden ajustar los parámetros de distancia.

Ortogonal: Es una vista superior que se hace a un sitio determinado de manera perpendicular.

Paralaje (Parallax) Diferencia que, existe entre el campo de visión que se observa en el visor y la escena captada por la película. Esta diferencia se debe a la separación que hay entre el lente y el visor. En las cámaras réflex de un solo lente no existe paralaje, porque cuando se observa a través del visor se aprecia la escena a través del lente; es decir, la misma imagen que captará la película.

Peralte: Elevación de la curva del borde exterior de la vía en una cantidad, que permite que una componente del peso se oponga a la fuerza centrípeta.

Pendiente: En matemáticas y ciencias aplicadas se denomina pendiente a la inclinación de un elemento ideal, natural o constructivo respecto de la horizontal. Puede referirse a la pendiente de una recta, caso particular de la tangente a una curva cualquiera, en cuyo caso representa la derivada de la función en el punto considerado, y es un parámetro relevante en el trazado altimétrico de carreteras, vías férreas, canales y otros elementos constructivos.

Perspectiva: Es una presentación de la realidad tridimensional, resulta de la convergencia de las líneas que se adentran en la profundidad del espacio y de la disminución continua de tamaño desde un primer plano hacia el fondo. Una perspectiva fotográfica apropiada produce la misma impresión de posición y tamaño relativo de los objetos visibles, como los producidos por los objetos reales cuando se les observa desde un punto en particular. Toda distorsión significativa en la perspectiva, reduce ó destruye completamente su valor como prueba, dificultando el análisis de relaciones espaciales posterior que se le haga a la imagen fotográfica. La mejor forma de mantener una perspectiva natural es tomando las fotografías con la cámara dirigida en un ángulo de 90° respecto a la pared opuesta, si se está al aire libre se hace con relación a los objetos fijos como árboles o el paisaje.

Peso: Se denomina **peso de un cuerpo** a la fuerza que ejerce sobre dicho cuerpo la gravedad de un objeto masivo, normalmente la Tierra.

Planimetría: Parte de la topografía que se ocupa de representar las superficies terrestres, teniendo en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal.

Plano: Es la representación gráfica con contenido planímetrico o altimétrico o combinados, cuyas características principales son: escalados, orientados, con escala gráfica y numérica, acotados y con trazos a tinta. Su información debe ser completa teniendo en cuenta el formato establecido para cada tipo de Diligencia.

Plano medio (Medium short) Dícese de la toma efectuada a una distancia comprendida entre el plano general y el acercamiento, para simular una distancia de visión normal.

Primer plano (Foreground) Área comprendida entre la cámara y el sujeto principal.

Punto de amarre: Se denomina al hecho de referenciar un plano a un punto fijo estable que puede ser artificial, natural o GEO-referenciado.

Pozo: Perforación profunda que se hace en el terreno.

Posición: Es la ubicación de un punto respecto a un sistema de referencia. En la reconstrucción de accidentes de tránsito se tienen en cuenta diferentes tipos de posiciones entre las cuales se pueden nombrar: La posición relativa de los cuerpos antes, durante y después del accidente de tránsito. Esta se puede medir en millas, kilómetros, metros entre otras.

Posición final en control: Posición final alcanzada por el esfuerzo consciente de una persona para detener su movimiento después de un accidente.

Prisma: Sólido comprendido entre dos polígonos iguales y paralelos en forma de espejos y sirve para detectar la señal que lanza la estación total topográfica para la toma de puntos en campo.

Primer contacto: Punto en el cual un cuerpo toca por primera vez a otro.

Radio: Línea que une el centro de un círculo con cualquier punto de la circunferencia.

Radio de la curva: Es la distancia que existe desde su parte central a cualquier lugar de la misma, en algunos casos puede ser segmentada para la cual existe un punto imaginario desde donde la distancia a cualquier punto es constante y se dividen en circulares simples o compuestas. Las primeras tienen un único radio y las siguientes dos o más circulares simples.

Rayón: Hendidura lineal larga y estrecha.

Resalto virtual: se denomina resalto virtual a una demarcación sobre la superficie del pavimento que busca generar en el conductor la sensación de estar observando un resalto.

Resalto: Elemento control de velocidad que induce a disminuir la velocidad del vehículo.

Reacción: Acción refleja ante la presencia de un riesgo.

Rumbo: De una recta es la dirección de esta respecto al meridiano escogido se indica por el ángulo agudo que la recta forma con él.

Sumidero: Conducto o tubería que sirve para conducir las aguas residuales.

Semáforo: Dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en vías, asignando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad electrónica de control.

Señales elevadas: Estructuras de gran tamaño, visibles a distancias lejanas y las cuales son aplicables en vías.

Software de reconstrucción: Software empleado como ayuda en la investigación de accidentes de tránsito.

Talud: En Arquitectura e Ingeniería civil, a la pendiente de un muro, la que es más gruesa en el fondo que en la parte superior de éste, de modo que así resista la presión de la tierra tras él.

Tatuaje de pintura: Marcas o huellas de pintura de vehículos u otros objetos dejas en la superficie de otro objeto resultado de transferencia o impacto.

Testigo métrico: Es una unidad de medida que se utiliza únicamente en la toma fotográfica de primer plano, con el fin de determinar la escala, longitud o diámetro del EMP registrado.

Teleobjetivo (Telephotolens) Lente que hace que la imagen del sujeto aparezca más grande en la película que lo que se logra con un lente normal. Un teleobjetivo tiene una distancia focal mayor y un campo de visión más pequeño que un lente normal.

Tiempo de frenado: Tiempo requerido para la detención de un vehículo.

Topografía judicial: Aplicación de la topografía convencional en el ámbito judicial.

Topografía: Es la ciencia que permite la representación gráfica de las características artificiales y naturales de un lugar utilizando la planimetría y altimetría.

Tripié o trípode (Tripod) Soporte de tres patas que se emplea para mantener fija la cámara, esto permite contar con una comisión precisa, una plataforma estable, buen enfoque y una escala repetitiva idéntica para las imágenes sucesivas que se tomen en la misma posición. La cámara debe tener el plano de la película paralelo al objeto que se va a medir.

Triangulación: Método aplicado en levantamientos topográficos consistente en fijar un punto a partir de dos ya conocidos conociendo como mínimo dos distancias para obtener una tercera.

Vector: El concepto matemático de **vector** se utiliza en Física para describir magnitudes tales como posición, velocidades, aceleraciones, fuerzas, momento lineal, etc. En las cuales es importante considerar no sólo el valor sino también la dirección y el sentido.

Velocidad: Cambio de posición en función del tiempo. Es la razón a la cual un vehículo recorre una distancia. Esta se puede medir en millas por hora, kilómetros por hora, metros por segundo entre otras.

Velocidad angular: La razón a la cual se desarrolla un giro, la cual se mide en radianes por segundo.

Velocidad crítica: Velocidad máxima que puede tener un objeto en una curva circular sin salir de esta.

Velocidad común: Durante el impacto lo vehículos al estar en contacto por un breve instante de tiempo poseen la misma velocidad.

Zona de limpieza: Área de un vehículo de la cual ha sido retirada el barro o polvo.

Resumen.

El siguiente manual de topografía aplicado a la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito, busca expandir la información topográfica, métodos, técnicas; así como explicar conceptos y procedimientos no observados en textos, documentos, protocolos de topografía emanados por la Fiscalía General de la Nación Colombia (FGN), otras entidades estatales o entidades privadas. Puesto que, en la labor de investigación del estado del arte no se encontró en Colombia y Latino América manual alguno, libros, tesis, sitios web y/o documentos relacionados con la aplicación de procedimientos, técnicas y métodos de topografía en la localización sobre la superficie terrestre de evidencia física (EF) y los componentes geométricos del lugar de los hechos.

Lo que permite inferior con alto nivel de objetividad, la falta de investigación en algunas áreas especializadas de las ciencias forenses, en el caso que nos ocupa la Topografía Forense.

Para el presente manual se consideró importante conocer conceptos y términos utilizados en la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito, por ello el manual de topografía inicia con un capítulo dedicado a la fundamentación de conceptos necesarios para el entendimiento e interpretación del lenguaje forense y criminalístico. En este capítulo existen conceptos y descripciones realizadas por el autor del precitado manual de topografía, así como material escrito rescatado de diferentes autores.

Una vez se fundamenta lo básico y necesario en materia criminalística para la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito, se exponen los métodos de topografía aplicados a los siniestros de tráfico. La topografía es la única ciencia que se encarga de la medición y localización de objetos sobre la superficie terrestre en la investigación criminal, medición sobre el cuerpo humano “antropometría”, determinación de ángulos verticales y horizontales, entre otros elementos técnicos.

Actualmente la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito presenta grandes deficiencias en cuanto a los estudios, técnicas, métodos y aplicación de procedimientos en determinación de distancias frente a las características reales de terreno. Por lo cual en este proyecto constructivo de investigación, estructuración y presentación de resultados; se pretende mostrar con un manual actualizado de topografía los diferentes métodos, técnicas y aplicación de herramientas en la medición de distancias que permitan despejar las variables de deficiencia que existen en la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito.

De esta manera se expone el primer manual de topografía en Colombia y quizás el primer manual de topografía forense del continente, basado en información consultada de forma objetiva y consiente, así como la aplicación de conocimientos y experiencia del autor del documento en materia de investigación criminal, diseño gráfico e industrial y topografía aplicada.

Introducción

En este texto se exponen diferentes áreas técnicas y fundamentos necesarios, para el entendimiento de los actuales procedimientos técnicos topográficos, fotográficos y de manejo de escena o procesamiento del lugar de los hechos, aplicados a la reconstrucción de accidentes de tránsito, muertes en balística y otras muertes violentas. De igual forma se aluden las herramientas, técnicas y equipos empleados en la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito, siendo esta la intensión principal del documento de investigación. Lo anterior nos permitirá conocer que procedimientos y resultados se logran obtener con los diferentes equipos de medición manual-electrónica y plataformas de reconstrucción digital enfocados al ámbito forense; permitiendo conocer la evolución de la topografía en este campo de acción, que considera realizar un manejo más rápido, preciso, eficaz, dinámico e ilustrativo de la labor topográfica aplicada al área reconstructiva forense y el manejo de información criminalística.

La reconstrucción de accidentes de tránsito y otros casos forenses, requieren de un manejo atento en la labor topográfica, siendo esta tarea la base del estudio físico-matemático, reconstrucción, animación 3D, análisis de vías y su composición geométrica, examen de trayectorias, direcciones, entre otros factores. Al realizar una correcta fijación y recolección de información topográfica se logra así, generar mayores beneficios técnicos para el esclarecimiento de los hechos; ya que al contar con información topográfica de alta calidad, permite a los demás grupos profesionales desarrollar sus actividades con un alto nivel de certeza.

Por lo tanto este proyecto pretende inicialmente realizar un proceso de investigación, exploración, recolección, análisis y selección de información en el ámbito técnico forense, para ser aplicado a la topografía convencional y re-direccionarlo a la reconstrucción de accidentes de tránsito. Fundamentando los procedimientos y métodos para el análisis espacial bidimensional y tridimensional en las diferentes escenas del crimen en los casos ya mencionados.

1. Formulación del problema de investigación.

Basado en la investigación previa del estado del arte, se determinó que no existe manual técnico de procedimientos, libros, textos, guías u otros, que traten de las técnicas y métodos topográficos forenses aplicados a la fijación técnica de evidencia física en Colombia o América Latina. Es decir no existe ningún documento técnico descriptivo puesto a disposición de la sociedad interesada en la topografía aplicada a la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito.

1.1. Justificación.

A lo largo de varios años de experiencia laboral en el ámbito forense, interactuando en la ciencia de topografía en Colombia, aplicada a la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito, no se ha observado documentos que traten sobre las técnicas, procedimientos y métodos para el análisis espacial bidimensional y tridimensional en las diferentes escenas del crimen en el caso ya mencionado. Algunos textos o manuales a nivel nacional o internacional; como en el manual de policía judicial de la fiscalía general de la nación y de la policía nacional Colombia, **NO** narran de ninguna manera y en ningún aparte de los mismo, *a pesar del nuevo sistema penal en Colombia (ley 906 de 2004);* nuevos o actuales sistemas de fijación topográfica, técnicas, procedimientos, herramientas, entre otros.

Lo que conlleva a que otros sectores estatales o entidades privadas se interesen, en trabajar en el mejoramiento de los procedimientos técnicos en diferentes áreas, en aras de aplicarlos al ámbito forense; en nuestro caso a la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito. En este orden de ideas, en los diferentes casos de muertes violentas o lesiones en accidentes de tránsito; es necesario investigar y describir nuevas técnicas, herramientas y metodologías, que actualmente se emplean en algunas entidades forenses del sector privado.; esto para un mejor desarrollo de las actividades topográficas desplegadas en inspecciones técnicas a cadáver en accidentes de tránsito.

En todo proyecto constructivo topográfico escrito, la necesidad de investigar, registrar e implementar las metodologías topográficas se hacen prioritarias; en el caso de Colombia y en el área forense, *investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito* es fundamental. Debido a que la incidencia de muertes es muy alta por diferentes factores y por ello, es necesario indagar y actualizar la calidad de los procedimientos topográficos forenses desplegados en las inspecciones técnicas a cadáver; esto en aras de que sean conducentes, comprobables, precisos, demostrativos y confiables conociendo su importante inferencia y relevancia en los estados judiciales. Es por esta razón se pretende con este trabajo investigativo y aplicativo, estructural un manual detallado de topografía aplicado a la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito.

2. Objetivo general.

Realizar y presentar el manual técnico de topografía aplicado a la fijación de evidencia física (EF) y manejo de la información topográfica, resultado del proceso de investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito. Ilustrando algunos de los métodos, técnicas, herramientas y elementos utilizados en la topografía moderna aplicada a las ciencias forenses.

2.1. Objetivos específicos

2.1.2. Identificar forma clara y organizada los métodos o metodología aplicada en la fijación topográfica técnica de evidencia física, resultado de los diferentes tipos de siniestros de tránsito. Así como los procedimientos a seguir en la reconstrucción de eventos violentos de tráfico y la fijación del lugar de los hechos.

2.1.1. Consultar los conceptos básicos en criminalística, necesarios para la integración y aplicación de la topografía; así como para el entendimiento y análisis de información forense aplicada en la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito.

2.1.3. Definir los procesos, metodologías, técnicas, pasos y herramientas utilizadas en el pos proceso de información topográfica recolectada en campo. “cálculos, modelos, graficas, fundamentos normativos, carteras, otros”; explicando cómo se transforma la información topográfica de campo para presentar un informe técnico de topografía forense y sus soportes.

3. Antecedentes.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMD), *cada año los accidentes de tránsito causan la muerte de aproximadamente 1,3 millones de personas en todo el mundo. A su vez, entre 20 -50 millones de personas sufren traumatismos no mortales, y una proporción de estos padecen algún tipo de discapacidad como consecuencia de estos. Los traumatismos causados por el tránsito originan pérdidas económicas considerables a las víctimas, a sus familias y a los países en general. Se producen pérdidas a consecuencia de los costos del tratamiento (incluidas la rehabilitación y la investigación del accidente) y de la pérdida o disminución de la productividad (por ejemplo en los sueldos) por parte de quienes resultan muertos o lastimados, y para los miembros de la familia que deben disponer de tiempo del trabajo o estudio para atender a familiares que resultan lesionados en este tipo de accidentes.*

Más del 90% de las muertes causadas por accidentes de tránsito ocurren en los países de ingresos bajos y medianos. Las tasas más elevadas se observan en los países de ingresos bajos y medianos de África y de Oriente Medio. Incluso en los países de ingresos altos, las personas de los estratos pobres tienen más probabilidades de verse involucradas en este tipo de accidentes, en comparación con sus homólogos más prósperos.

Según el Informe de Indicadores Básicos de situación de salud en las Américas (World Health Organization*), en el 2009 las tasas de mortalidad por accidentes de tránsito ajustadas por edad más altas se presentaron en Brasil y en la subregión Andina con un valor promedio de 20.0 por 100.000 habitantes, en contraste, las tasas más bajas se encontraron en el Caribe y en la subregión del Cono Sur, con valores promedio de 11.6 y 12.0 por 100.000 habitantes respectivamente. Los hombres presentaron tasas más altas que las mujeres, con un riesgo 4.2*

veces más alto con un Intervalo de Confianza (IC) de 95% (3.9-4.5). Las tasas de mortalidad en los grupos de edad de 10 a 19, de 20 a 29, de 30 a 39, y de 40 a 49 años fueron de 11.9, 24.1, 19.6 y 19.3 por 100.000 habitantes, respectivamente.

Según Pontificia Universidad Javeriana & Cendex. *En los últimos años los accidentes de tránsito han sido una de las diez primeras causas de muerte en Colombia. Adicionalmente, son responsables de 3.722 AVISAS de mortalidad y 0,064 de discapacidad. Esto significa que los accidentes de tránsito en Colombia tienen una alta letalidad y un gran número víctimas sobreviven padeciendo discapacidad. De igual manera, para el año 2014, se registró una tasa de 13,41 muertes por 100.000 habitantes, lo que indica una estabilización de las cifras frente a esta causa de muerte.*

Según *Vargas D. 2014. Para el 2014, el Instituto de Medicina Legal reportó 6.402 muertes por accidentes de tránsito, cifra que señala un incremento de 2,94% frente al número de casos registrados para el 2013, y se presentaron 44.172 víctimas de lesiones no fatales para un aumento de 35,61% en relación con el año inmediatamente anterior. La tasa de muertes se mantuvo estable en 13 por 100.000 habitantes, y las lesiones no fatales evaluadas por el - sistema forense presentaron una tasa de 92,68 casos por 100.000 habitantes. El hombre es el más afectado en accidentes de transporte en lesiones fatales y no fatales; la proporción es más sobresaliente en el caso de muertes, alcanza el 80,5% de los casos y en cuanto a heridos es de 62,7%; respecto a la edad, el 57,03% de las personas con lesiones fatales están entre 15 y 44 años; en esta misma franja, el porcentaje de lesionados no fatales asciende a 65,06%*

Desde el punto de vista del medio de transporte, el 78% de los muertos y heridos en Colombia se concentra en los denominados por la OMS "usuarios vulnerables de la vía pública", peatones (27,41% de las muertes en Colombia), usuarios de bicicleta (5,36% de las muertes) y de motocicleta (45,52% de las muertes). En los fines de semana se concentra el 39,32% de las muertes y el 29,27 % de los heridos; para el 2014 diciembre mostró el mayor número de casos en lesiones fatales (644 casos, el 10,05% de las muertes totales) y respecto a los rangos

horarios, el pico máximo entre las 18 y las 21 horas representa el 18,05% de las muertes con hora asociada al hecho.

Los cinco departamentos más afectados por muertes en accidentes de transporte, al igual que en años anteriores, son, en orden de afectación, Antioquia, Valle del Cauca, Bogotá, D. C., Cundinamarca y Santander. En ellos ocurrieron 3.189 muertes, que corresponden al 49,81% de todas, con una tasa promedio de 14,7 muertes por cada 100.000 habitantes, levemente superior a la tasa nacional.

En cuanto a tasas por 100.000 habitantes, los departamentos con mayores indicadores en orden descendente son Casanare (40,5), Arauca (26,2), Cesar (22,9), San Andrés y Providencia (22,4) y Meta (20,7). Estos cinco departamentos concentran el 10,23% de las muertes y el 5,54% de la población nacional.

En lo dicho por M, Scurfield, Ginebra; 2004. *En 1974, la Asamblea Mundial de la Salud declaró los accidentes de tránsito como un problema mayor de salud pública y desde entonces ha incentivado el planteamiento de campañas dirigidas a la disminución de las muertes por esta causa. Adicionalmente, en el 2000 con la creación de un departamento de prevención de accidentes de tránsito, la OMS adelantó una campaña de 5 años para prevenir estos accidentes*.

A pesar de que desde hace 37 años los accidentes de tránsito son considerados un problema de salud pública mundial, solo hace 16 años en Colombia se realizan campañas a nivel nacional para prevenirlos. Durante este tiempo se han abordado distintos frentes que se han traducido en disminución de la accidentalidad de los peatones que desde el 2005 pasaron del primer al segundo grupo afectado por estos accidentes.

Según DANE, 2011. *Vale la pena resaltar que hay un aumento sostenido de los casos de muerte por accidente de tránsito en condición de motociclista lo cual se relaciona con un aumento en el uso de las motocicletas dado que en 2010 se reportó un aumento de las personas que se transportan a su puesto de trabajo en motocicleta y un aumento de 10.26% respecto al 2008 en el número de hogares que tienen motocicleta, en la medida en que ésta es una relación que se ha encontrado con anterioridad en estudios nacionales e internacionales. (*Oliveira NLBd, 2011 y otros.*)*

Dentro de las primeras causas de accidentalidad vial identificadas por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses se encuentra la embriaguez lo cual coincide con una mayor sensibilización de los medios de comunicación a los accidentes cuyos involucrados se encontraban en estado de embriaguez. (EL tiempo, 2011 y otros). Si bien, desde 1995 el Fondo de Prevención Vial ha realizado campañas para el cumplimiento de las normas de tránsito en los peatones y los conductores de distintos medios de transporte y de manera transversal incluye la prevención del estado de embriaguez al conducir (Fondo prevención vial, 2011). Solamente en 1999 y 2010 se han hecho campañas dirigidas específicamente a esta problemática.

De la misma manera, solo hasta el 15 de Julio de 2009, se endurecieron las penas a los conductores que manejando en estado de embriaguez ocasionen accidentes de tránsito que dejen víctimas fatales y en el 2011 se propuso un proyecto de ley que planteaba incluir dentro del código penal. No obstante éste proyecto no fue aprobado en el Senado de la República.

Distinto a lo observado en otros países, tanto el endurecimiento de las penas como el aumento de la sensibilización de la ciudadanía frente al tema (Duperrex O, Roberts, 2002 y otros) no están impactando en la reducción de los accidentes de tránsito. Los Programas Medellín y Cali Cómo Vamos hacen énfasis en la importancia de estas políticas (endurecimiento de las penas y aumento de la sensibilización) debido a su alto impacto en ambas ciudades. Por tal motivo Así Vamos en Salud considera que el Fondo de Prevención Vial debe evaluar la implementación de

estas mismas estrategias a nivel nacional y concentrar esfuerzos en su implementación para obtener mejores resultados.

La Tasa de Mortalidad por Accidentes de Tránsito es el número total de defunciones estimadas por accidentes de tránsito en una población total o de determinado sexo y/o edad dividido por el total de esa población, expresada por 100.000 habitantes.

Tasa de Mortalidad por Accidentes de Tránsito	
	Tasa de mortalidad por accidentes de tránsito
1999	17.68
2000	16.26
2001	15.55
2002	14.67
2003	13.46
2004	12.94
2005	12.63
2006	12.64
2007	12.84
2008	12.76
2009	12.89
2010	12.53
2011	12.58
2012	13.21
2013	13.2
2014	13.43

Tabla 1. Fuente: Así vamos en salud. 2012, Estadística de muertes violentas

CAPITULO I

MANEJO DEL LUGAR DE LOS HECHOS, CRIMINALÍSTICA DE CAMPO, FOTOGRAFÍA FORENSE Y ACCIDENTES DE TRÁNSITO

FUNDAMENTOS BÁSICOS

1. Fundamentos de criminalística

El vocablo Criminalística proviene del latín CRIME e INIS, que significa delito grave, así como de los sufijos griegos ISTA e ICA que significan ocupación u oficio (Jiménez, 2013).

En las concepciones actuales sobre la Criminalística existen algunos puntos de controversia; por una parte, algunas definiciones consideran a la Criminalística como auxiliar del derecho penal, mientras otras consideran que es aplicable en el derecho en general. Se presenta una definición simple pero útil: señalando que es la disciplina o conjunto de conocimientos que tiene por finalidad determinar, desde un punto de vista técnico pericial, si se cometió o no un delito, cómo se llevó a cabo y quién lo realizó (Chavez, 2010).

En el marco actual, podemos definirla la criminalística como: el trabajo de investigación forense es aquel que desarrolla en el área física o terreno correspondiente al lugar de los hechos o al lugar del hallazgo, con la finalidad de identificar, individualizar, proteger, recolectar, embalar y transportar; los elementos materiales o evidencia física, utilizados o producidos en la realización de hecho que pudiera o no constituir un delito. Así como la investigación de laboratorio que resulte necesaria, siempre en auxilio de las disciplinas encargadas de procurar determinar la posible dinámica del evento contrario a la ley; aplicando los protocolos de investigación vigentes, logrando con ello la emisión de dictámenes y reportes (informes) de investigación, imparciales y con apego a la verdad científica (Rodriguez, 2013).



Ilustración 1, fuente: elaboración propia; entrenamiento de inspección y manejo de lugar de los hechos, comisión de tránsito del Ecuador OIAT, en las instalaciones de entrenamiento ESICC Lombroso. Bogotá-Colombia 2014.

1.1. Objetivo general de la investigación criminalística de campo.

Aportar elementos de convicción técnica a la autoridad competente o a la administración de justicia, resultantes de las investigaciones de campo y de laboratorio, realizadas en las diferentes etapas del proceso; con la aplicación de diversas técnicas especializadas para la investigación criminalística, como lo son la protección, preservación del lugar de los hechos y/o del hallazgo, la evidencia material física, las diferentes técnicas de fijación de indicios y lugares de los hechos, así como la cadena de custodia (IJCF, 2008).

Dar orientación técnica a la autoridad correspondiente, en los casos que se requieran de conocimientos especiales para el estudio de objetos, personas o lugares, a través de dictámenes basados en la interpretación criminalística de los hechos y de los indicios, para determinar técnicamente la existencia del hecho en particular (IJCF, 2008).



Ilustración 2, fuente elaboración propia; Identificación, individualización, fijación de evidencia física encontrada en lugar de los hechos; Unidad de Investigación Forense, Cuenca – Ecuador 2011

1.2. Objetivos específicos de la investigación criminalística.

Según (Coría Monter, 2010) los objetivos específicos de la investigación criminalística son:

- Investigar técnicamente y demostrar científicamente la existencia de un hecho en particular, que probablemente sea delictivo.
- Determinar los fenómenos ocurridos y reconstruir el mecanismo del hecho, señalando los instrumentos u objetos de ejecución, sus manifestaciones y las maniobras que se pusieron en juego para realizarlo.
- Aportar evidencias, coordinar técnicas y sistemas para la identificación de la víctima.
- Aportar evidencias para la identificación del o los presuntos autores.
- Aportar pruebas indiciarias para probar el grado de participación del o los presuntos autores y demás involucrados.



Ilustración 3, fuente: elaboración propia. Preparación de equipo técnico planímetrico. Empresa de Movilidad de Cuenca EMOV - Ecuador, para ingreso a procesamiento de lugar de hechos. Cuenca – Ecuador 2012.

1.3. Principios de la criminalística.

1.3.1. Principio de intercambio.

En 1910 el criminólogo francés Edmund Locard observó que todo criminal deja una parte de sí en la escena del delito y se lleva algo consigo, deliberada o inadvertidamente. También descubrió que estos indicios pueden conducirnos a su identidad. El razonamiento lógico de Locard constituye hoy en día la piedra angular de la investigación científica de los crímenes (Coría Monter, 2010).

1.3.2. Principio de correspondencia.

Establece la relación de los indicios con el autor del hecho. Por ejemplo: si dos huellas dactilares corresponden a la misma persona, si dos proyectiles fueron disparados por la misma arma, etc (Coría Monter, 2010).

1.3.3. Principio de reconstrucción de hechos.

Permite deducir a partir de evidencia física localizada y fijada sobre la superficie terrestre en el lugar de los hechos, en qué forma pudo ocurrir la dinámica y consecución de los hechos (Rodriguez, 2013).

1.3.4. Principio de probabilidad.

Deduce la posibilidad o imposibilidad de un fenómeno con base en el número de características verificadas durante un cotejo (Coría Monter, 2010).

1.4. Clasificación de la Criminalística aplicada a la Topografía Forense.

1.4.1. Clasificación según el lugar.

Ésta se clasifica según el lugar donde se realice la investigación (Coría Monter, 2010), y puede ser:

1.4.2. Criminalística de campo.

La Criminalística de campo es la disciplina que emplea diferentes métodos y técnicas con el fin de observar, fijar, proteger y conservar el lugar de los hechos. También se encarga de la recolección y embalaje de los índicos relacionados con los hechos que se investiga, para posteriormente realizar un examen minucioso. Por ende la labor topografía forense de campo es de suma importancia en la investigación de cualquier evento contrario a la ley.

1.4.3. De laboratorio.

Es la parte de la Criminalística que utiliza todos los métodos y técnicas de laboratorio para el estudio, análisis e identificación de los indicios y evidencias encontrados en el lugar del hecho o del hallazgo. La Criminalística de laboratorio tiene sus inicios en 1910 al fundarse en Francia el primer laboratorio forense por Edmund Locard.

En cualquier parte del mundo, los laboratorios forenses están organizados dependiendo del potencial económico del país, así como de sus necesidades, pero siempre considerando la especialidad que se tenga en cada uno de ellos; en los laboratorios de topografía forense existe sumo cuidado con la localización espacial de cada evidencia encontrada en el lugar del hecho.



Ilustración 4, fuente: UIFCP. Personal de laboratorio de ingeniería forense de Colombia Unidad de Investigación Forense. Bogotá - Colombia 2015.

1.5. Indicios-evidencias.

El término indicio-evidencia proviene de latín indicium, que significa signo aparente y probable de que existe alguna cosa, y a su vez es sinónimo de señal, muestra o indicación. Por lo tanto, es todo material sensible significativo que se percibe con los sentidos y que tiene relación con un hecho delictuoso. (Coría Monter, 2010).

Desde el punto de vista criminalístico, se entiende por evidencia todo objeto, instrumento, huella, marca, rastro, señal o vestigio, que se usa y se produce respectivamente en la comisión de un hecho, sin importar cuán pequeño sea. Su estudio nos puede ayudar a establecer la identidad del perpetrador o la víctima de un hecho, establecer la relación entre éstos y las circunstancias en que se consumó el delito.

En la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito existen muchas evidencias susceptibles de localización sobre la superficie terrestre, por lo cual toma vital importancia conocer las evidencias físicas que deben ser fijadas topográficamente en los diferentes escenarios de muertes violentas. (Rodriguez Ortega, 2011)

1.5.1. Los indicios pueden localizarse en: Según (Girad, 2010).

- El lugar de los hechos. (Topografía en espacios abiertos, cerrados o mixtos)
- En el cuerpo de la víctima. (Antropometría de lesiones y heridas)
- En el cuerpo del victimario. (Antropometría de cotejo y relación con los hechos)
- En las zonas aledañas. (Topografía de extensión a otros lugares)

Respecto a la investigación de los indicios, la topografía forense y criminalística se apoyará en el principio de intercambio mencionado previamente y en la teoría de la transferencia. El contacto entre el delincuente, la víctima y el lugar de los hechos ocasionará cambios físicos y transferencia de materiales. El estudio de los indicios puede dividirse en tres clasificaciones: Por el momento de su producción, por su relación con el lugar de los hechos y por sus características físicas.

1.5.2. Por el momento de su producción pueden ser. Según (Girad, 2010).

- Antecedentes. Los generados antes del hecho.
- Concomitantes. Los que se generan durante el hecho.
- Consecuente. Los que se generan con posterioridad al hecho.

1.5.3. Por su relación con los hechos se clasifican en: Según (Girad, 2010).

1.5.3.1. Indicios determinados.

Son aquellos que requieren solamente un análisis minucioso a simple vista o con lentes de aumento y que guarden relación directa con el objeto o persona que los produce. Por su naturaleza física los podremos clasificar, por ejemplo, en armas, impresiones dactilares, huellas de vehículos e instrumentos.

1.5.3.2. Indicios indeterminados.

Son aquellos que requieren de un análisis completo para el conocimiento de su composición y estructura de acuerdo con su naturaleza física, pues de otra forma no estaríamos en la posibilidad de definirlos. Son, por ejemplo: pelos, fibras, semen, orina, vómito, manchas o huellas de sangre y pastillas desconocidas con o sin envoltura, micro huellas de todo tipo.

1.5.3.3. Indicios asociativos.

Los que corroboran y guardan relación directa con el hecho que se investiga. En accidentes de tránsito son los vehículos y sus daños.

1.5.3.4. Indicios no asociativos.

Se localizan en el lugar del hecho o del hallazgo, pero no están relacionados íntimamente con el caso que se investiga.

1.6. Clasificación de las evidencias.

1.6.1. Según su origen.

- Biológicos.
- Naturales (humana, animal).
- Artificiales (tintas, armas, restos de incendios, papeles, monedas, vehículos, huellas, etc.)

1.6.2. Según su naturaleza

- Orgánicos (ceras, grasas, aceite, combustibles, etc.).
- Inorgánicos (polvo, oxido, cenizas, manchas, etc.)

1.6.3. Según su estado.

Sólidos.	Líquidos.
Gaseosos.	Electrónicos.

1.6.4. Según su tamaño.

- Macroscópicos (manchas, armas, vehículos, hullas, vidrios etc.)
- Microscópicos (pelos, fibras, trasferencias de pinturas, polvo, grasa, etc.)

1.6.5. Según sean tomadas.

- Positivos (tomados del lugar de los hechos)
- Negativos (dejados en el lugar de los hechos)

1.6.6. Según resistencia.

- Perecederos (huellas de frenada, huellas de paso, tatuajes de pintura, otros)
- No perecederos (daños estructurales en vehículos, viviendas, objetos de la malla vial)

1.6.7. Según fijación y recolección.

- Observable (armas, fibras).
- Traza, latente (huellas dactilares, semen, sebáceas, etc.).

1.7. Fijación del lugar de los hechos.

Las condiciones originales del lugar de investigación son únicas e irrepetibles, por lo que deberemos documentarlas mediante diversos procedimientos (Rodriguez, 2013). La fijación del lugar de los hechos, sus evidencias y demás manifestaciones materiales se efectúa aplicando las siguientes técnicas:

- Descripción escrita (informe escrito de procedimiento, cálculos y localización de EF)
- Fotografía forense (apoyo para la localización espacial de EF y sus características)
- Videografía forense (apoyo para la localización espacial de EF y sus características)
- Topografía forense (localización espacial de EF y lugar de los hechos)
- Modelamiento 3D (representación espacial de EF y lugar de los hechos)

Con la fijación del lugar del evento contrario a la ley, se logra registrar general y particularmente el lugar (condiciones geométricas y estructurales del lugar), junto con las evidencias contenidas en el mismo en pro de que perduren en el tiempo; su localización sobre la superficie terrestre, la dirección, sentido y su trayectoria. Elementos fundamentales para las diligencias de investigación científica o reconstrucción. (Rodriguez, 2013).



Ilustración 5, fuente: Internet. De la inspección al lugar de los hechos, búsqueda de evidencias para fijación topográfica, fotográfica y reelección. rescatado de https://sites.google.com/site/medicinalegalycriminalistica02/tercer-corte/criminalistica-de-campo

1.7.1. Descripción escrita.

Como se ha indicado, la descripción escrita es útil para detallar de forma general y particular las características del lugar de los hechos, sus evidencias y demás manifestaciones materiales. Según se va conociendo en el escenario del crimen o de los hechos, se va describiendo la estructura externa y consecuentemente la interna, así como la ubicación, tipo, características, dimensiones y situación de los cadáveres y objetos, muebles, instrumentos e indicios en general que se encuentren en el sitio inspeccionado. Las descripciones escritas deben coincidir con la labor fotográfica y topográfica. Según (Rafael, 1996).



1. DATOS PRINCIPALES EN LA INSPECCIÓN AL LUGAR			
1. DATOS PRINCIPALES			
No.			
Departamento:		**Municipio:**	
Tipo de evento:			
Fecha:		**Hora:**	
Dirección reportada para la asistencia			
Persona implicada:			
No. identificación:		**Teléfonos:**	
Dirección:			
2. INFORMACIÓN GENERAL OBSERVADA EN EL LUGAR DE HECHOS Y DE EF			
3. RESPONSABLE DEL CASO			
Investigador:			
Identidad			
Código			
Móvil		**Firma**	

Gráfica 1, fuente: UIFCP, del formato de reporte y descripción general de inspección al lugar de los hechos y evidencia física.

- Al anotar en el momento de observar se evitan errores posteriores y se recuerdan cosas que de otra manera se olvidarían, siendo posible verificar detalles que si en principio no presentaron importancia, después pueden llegar a tenerla.

- La descripción del lugar de los hechos, objetos y lesiones debe ser concreta en su redacción, clara en sus conceptos, exacta en sus señalamientos y lógica en su desarrollo.

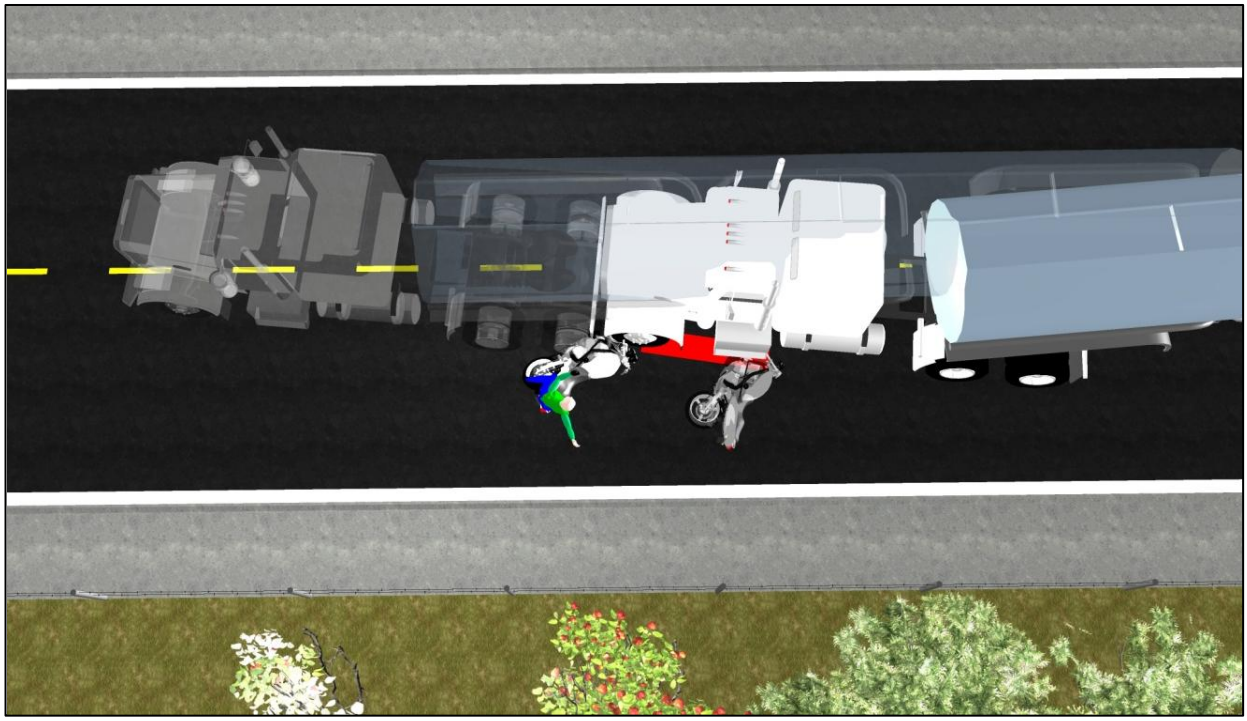
1.7.2. Otros registros del lugar de los hechos o de EF, aplicados a la topografía forense.

1.7.2.1. Moldeado. Se realiza cuando en el lugar de investigación se localiza impresiones negativas en superficies blandas, como huellas de calzado o de bandas de rodadura vehicular. Se emplean resinas, yesos especiales u otros materiales para la extracción de información. Según (Rodriguez, 2013)**.**



Ilustración 6, fuente: elaboración propia. Entrenamiento de manejo de lugar de los hechos, técnica de moldeo. Bucaramanga-Santander-Colombia 2012.

1.7.2.2. Animación 3D. Si bien en cierto no es un método de registro in situ al lugar de los hechos, si es el resultado del post-proceso de información topográfica y fotográfica. Es un nuevo recurso tecnológico que emplea software de animación para reconstruir virtualmente una escena del crimen, controlando variables como volumen, pendientes, iluminación, punto de vista, etc. Útil para realizar reconstrucciones de hechos y establecer la posibilidad o imposibilidad de las declaraciones de los testigos. Según (Rodriguez, 2013).



Gráfica 2, fuente: elaboración propia. Del levantamiento topográfico y modelo 3D de accidente de tránsito en la vía Medellín-Bogotá. Colombia, 2014.

1.7.2.3. Realidad aumentada. Si bien en cierto no es un método de registro in situ al lugar de los hechos, si es el resultado del post-proceso de información topográfica. Es un nuevo recurso tecnológico que emplea software de modelamiento 3D para mostrar o exponer el lugar de los hechos y la evidencia contenida en este, con un método atractivo visualmente.



Ilustración 7, fuente: Internet. Técnica de presentación digital de información topográfica con realce de volumen. Rescatado de https://www.google.com.co/search?q=realidad+aumentada&espv=2&biw=1137&bih=777&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjMqN2ah8nRAhXJLSYKHWMFD1IQ_AUIBigB#imgrc=jO2_5eMKTNWd1M%3A

1.8. Tipos de armas agresoras, que se pueden encontrar en accidentes de tránsito. Según (Diez, 2001)**.**

- **Armas perforantes o punzantes:** Producen heridas punzantes. Ejemplo: espinas, agujas, clavos, etc.

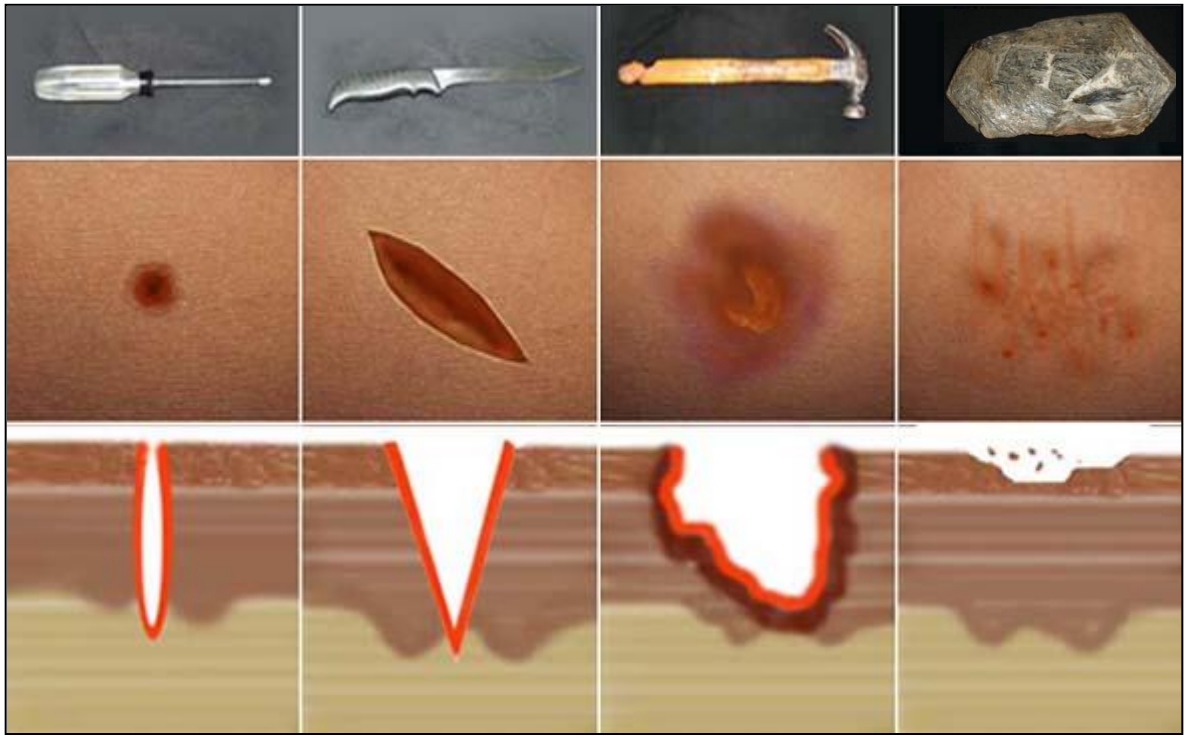
- **Armas cortantes:** En general son de estructura metálica provistos de un borde cortante Ejemplo: cuchillo, bisturí. También el vidrio, la hoja de papel, el hilo, pueden producir cortes.

- **Armas cortantes-punzantes:** Son instrumentos metálicos en los que uno de sus extremos está conformado por una lámina alargada y la otra termina en punta. Ejemplo: El puñal, el sable, el cuchillo, etc.

- **Armas contundentes:** El agente causante tiene una superficie roma (martillo), que produce generalmente un traumatismo de tipo cerrado. Si el golpe es muy violento se producirá una herida de tipo contusa. Ejemplo: Golpe con martillo, impacto de un vehículo, roca, etc.

- **Armas corto-contundentes:** Son lesiones que producen heridas abiertas y profundas, frecuentemente involucra estructuras mayores, puede presentar contusiones o amputaciones. Eje. Las hachas, sierras, otros.

- **Proyectiles de armas de fuego:** Producen heridas cuyas características dependen de la cuantía de energía cinética del agente traumático, del proyectil, de su forma, peso y de las acciones destructivas que pueda desarrollar en el interior de los tejidos. Existe una variedad de este tipo de agente mecánico, como las balas de revólver, de fusil, perdigones de caza, fragmentos de granada, etc.



Gráfica 3, fuente: Internet, de los tipos de armas y lesiones generadas. Rescatado de https://www.google.com.co/search?q=tipos+de+armas+y+lesiones&espv=2&biw=1137&bih=777&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjH85Oqh8nRAhVF5CYKHV3FC8UQ_AUIBigB#imgrc=umOVBJ3_bMDfWM%3A

1.9. Posiciones del cuerpo en diferentes tipos de muertes violentas en el lugar de los hechos.

1.9.1. Cúbito lateral: queda su posición lateral derecha o izquierda.



Gráfica 4, fuente: elaboración propia, de la posición del cuerpo en cubito lateral.

1.9.2. Cúbito ventral o abdominal: su posición es boca abajo.



Gráfica 5, fuente: elaboración propia, de la posición del cuerpo en cubito ventral.

1.9.3. Cúbito dorsal: su posición es boca arriba.



Gráfica 6, fuente: elaboración propia, de la posición del cuerpo en cubito dorsal.

1.9.4. Posición fetal: como bien lo indica su palabra es la posición de feto en vientre.



Gráfica 7, fuente: elaboración propia, de la posición fetal del cuerpo.

1.9.5. Posición Geno-pectoral: posición conformada, por los miembros superiores e inferiores en contacto con la superficie, rodillas al pecho y cabeza en el piso.



Gráfica 8, fuente: elaboración propia, de la posición geno-pectoral del cuerpo.

1.9.6. Posición trendelenburgo: es el contrario a lo anterior, el cuerpo queda con extremidades inferiores hacia el cenit y su cabeza en contacto con la superficie. Los miembros inferiores pueden quedar apoyados en algún objeto.



Gráfica 9, fuente: elaboración propia, de la posición trendelenburgo del cuerpo.

1.9.7. Posición pugilista: queda en la posición de boxeo, extremidades superiores cercanas al rostro, en protección; posición muy útil en análisis de muertes por agentes químicos, fuego u otros.



Gráfica 10, fuente: Nelson Rodríguez, de la posición pugilista del cuerpo.

1.9.8. Posición de sumersión: el cuerpo queda flotando en líquido de forma parcial o completa.



Gráfica 11, fuente: elaboración propia, de la posición sumersión.

1.9.9. Posición suspensión: es cuando el cuerpo queda colgando de algo parcial o de forma completa desde el cuello (cenital), pero puede verse colgado de los pies (Nadital).



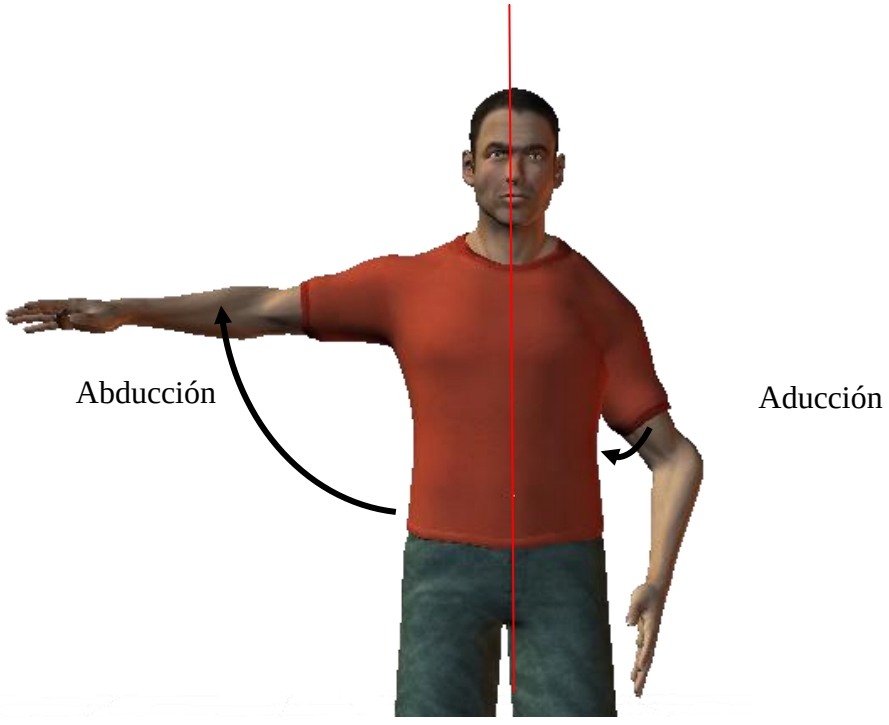
Gráfica 12, fuente: elaboración propia, de la posición en suspensión.

1.9.10. Posición sedente: cuerpo sentado extremidades en extensión o semi-flexión.



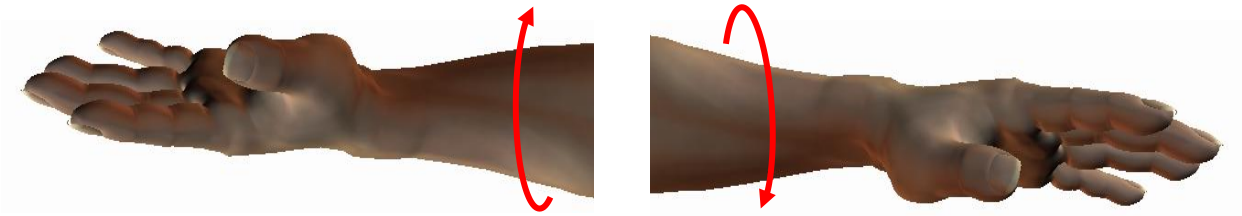
Gráfica 13, fuente: elaboración propia, de la posición sedente.

1.9.11. Extremidades superiores-inferiores respecto al plano sagital.



Gráfica 14, fuente: elaboración propia, de la posición de extremidades superiores según eje vertical del cuerpo (plano sagital).

1.9.12. Extremidades superiores (MANOS) respecto a la posición y rotación.

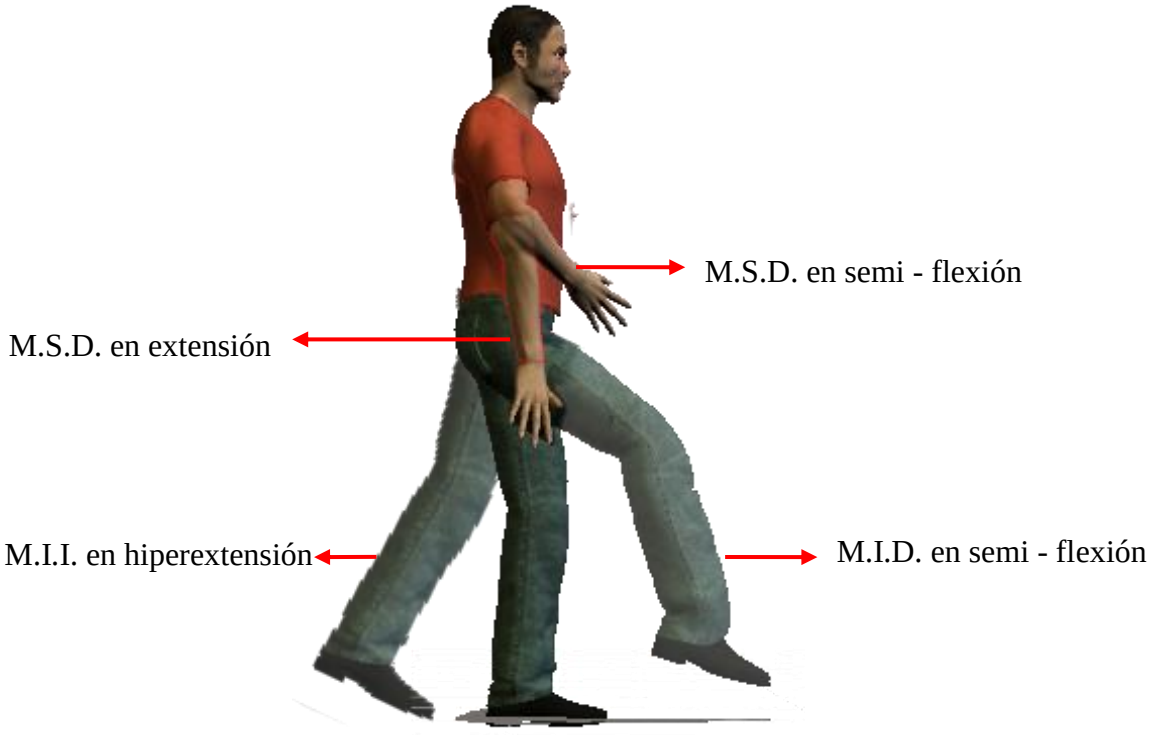


Supinación y rotación interna

Pronación y rotación externa

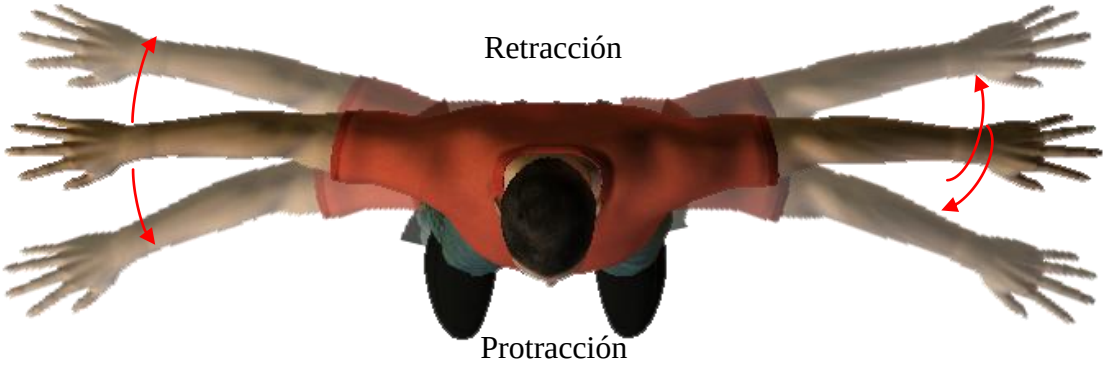
Gráfica 15, fuente: elaboración propia, de la posición de manos según su posición.

1.9.13. Extremidades superiores-inferiores respecto a la extensión: extensión, semi flexión, flexión, hiper – extensión.



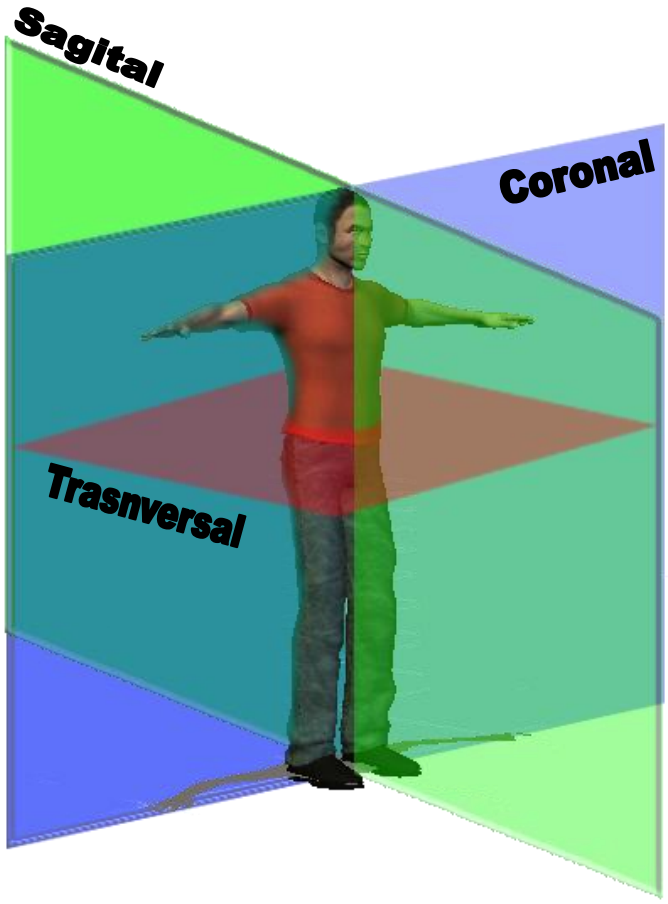
Gráfica 16, fuente: elaboración propia, de la posición de extremidades según su extensión.

1.9.14. Extremidades superiores respecto al plano coronal.



Gráfica 17, fuente: elaboración propia, de la posición de extremidades según su plano coronal.

1.9.15. Planos anatómicos.



Gráfica 18, fuente: elaboración propia, de los planos anatómicos.

1.10. Hematología – serología forense.

Es importante estudiar los diferentes mecanismos de producción de las manchas de sangre en accidentes de tránsito y otros casos, son muy comunes patrones de fluido corporal y de gran importancia investigativa, pudiéndose distinguir los siguientes:

1.10.1 Proyección.

Tiene lugar cuando la sangre sale proyectada con cierta fuerza viva, bien describiendo una curva parabólica, bien en caída libre.



Ilustración 8, fuente: (Gallo, 2014). Mancha de sangre por proyección; recuperado de http://revistamundoforense.com/las-manchas-hematicas/

1.10.2. Escorrentía.

Por concentración de cierta cantidad, al ir cayendo por acción de la gravedad, forma cuerpos líquidos de fluido anatomopatologicos. Generalmente en el lugar donde el cuerpo ha perdido una cantidad considerable de volumen sanguíneo (Rodriguez, 2013).



Ilustración 9, Fuente: (Gallo, 2014). Mancha de sangre por escorrentía; recuperado de http://revistamundoforense.com/las-manchas-hematicas/

Su mayor interés radica en que permiten reconstruir los cambios de posición que haya experimentado el cuerpo. El cuerpo líquido de fluido anatomopatológico sigue siempre su dirección influenciada por la gravedad; empozamientos opuestos, por tanto, indicarán cambios de posición.

1.10.3. Contacto.

Cualquier objeto ensangrentado al contactar con el sustrato deja una impresión, como huellas de manos, pies, etc…

Ilustración 10, Fuente: (Gallo, 2014). Mancha de sangre por contacto; recuperado de http://revistamundoforense.com/las-manchas-hematicas/



1.10.4. Impregnación.

Se trata de un mecanismo común a los anteriores, con los que se asocia; consiste en la inhibición del sustrato por el líquido. Si el tejido es absorbente la sangre lo empapa y difunde por él dando lugar a manchas uniformes, circulares y de bordes netos.



Ilustración 11, Fuente: (Gallo, 2014). Mancha de sangre por impregnación; recuperado de http://revistamundoforense.com/las-manchas-hematicas/

1.10.5. Arrastre.

Cuando se ha arrastrado un cuerpo, ya sea sujetándolo por los pies, o por debajo de los brazos, ya sea estando decúbito prono o no, deja señales características que servirán al investigador para reconstruir en parte como y donde ocurrieron los hechos (Dinámica del evento) (Rodriguez, 2013).



Ilustración 12, Fuente: elaboración propia; archivo 2001; manchas de arrastre de fluido anatomopatologicos.

1.10.6. Por goteo.

Este tipo de manchas nos orientan según su forma, en dirección, alturas, sentido y velocidad. El análisis de la morfología de estas manchas tiene un claro interés reconstructivo, aunque está sujeto a influencias diversas que exigen una cautela y verdadera práctica a la hora de su valoración.

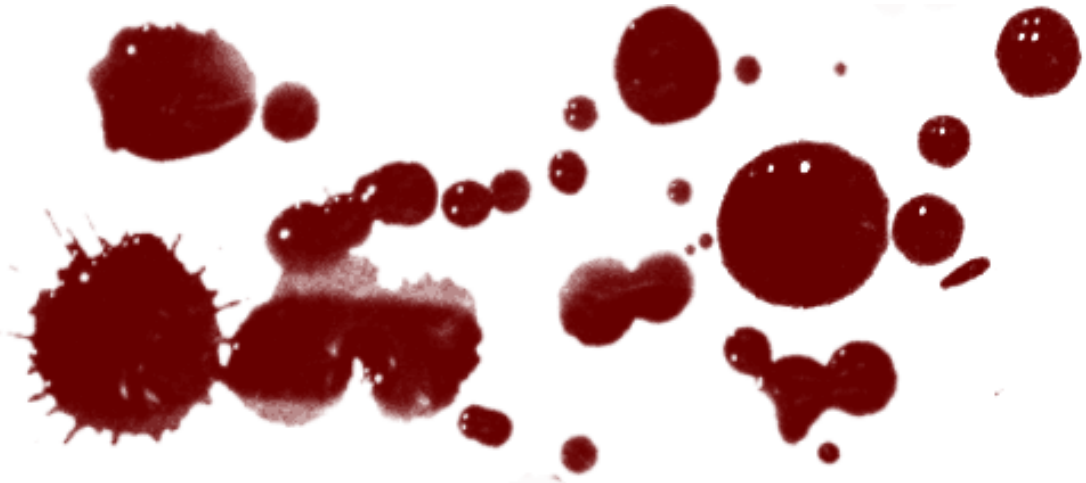
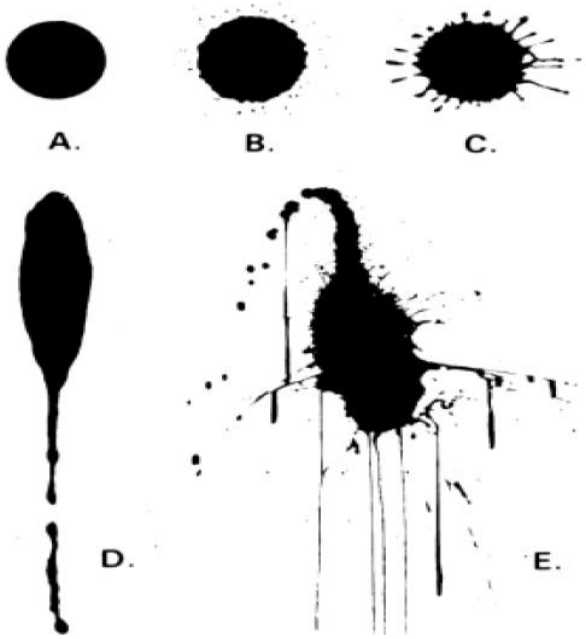


Ilustración 13, Fuente: (Gallo, 2014). Mancha de sangre por goteo; recuperado de http://revistamundoforense.com/las-manchas-hematicas/

Cuando una mancha cae perpendicularmente sobre una superficie produce una mancha redondeada, cuyo aspecto dependerá de la cantidad de sangre que forma la gota, la altura de caída y de la superficie sobre la que cae. La altura de caída, si ésta es pequeña, la mancha tiene la forma de un disco redondeado; a mayor altura el diámetro es mayor y el contorno de la mancha se empieza a hacer irregular, apareciendo dentellones y pequeñas gotas satélites, que se forman al estallar y romperse la tensión superficial de la sangre. En la formación de estas manchas influye más que la viscosidad de la sangre la cantidad de la misma que forma la gota. (Castro, 2004).

A: gota de sangre precipitada a 20 cm.
B: gota de sangre precipitada a 1.0 m.
C: gota de sangre precipitada a 1.8 m.
D: gota de sangre precipitada a 40 cm con un ángulo de 25°
E: gota de sangre precipitada a superficie vertical lisa.



Gráfica 19, Fuente: (Aumaitre, 2014). Análisis de manchas de sangre; recuperado de http://www.experticia.net/2014/06/blog-post.html

El tamaño y las características del contorno de la mancha están condicionados muy directamente por las características del soporte, tanto en su superficie como en su naturaleza intrínseca. En superficies duras y lisas, no absorbentes, se formarán gotas más circulares; en superficies rugosas o que tengan junturas se producirán manchas más irregulares, con gotículas-satélites; cuando se trata de substratos absorbentes, predomina el mecanismo de inhibición o impregnación, difundiendo la sangre en sentido periférico, por lo que no suelen existir gotas satélites.

Si la gota es proyectada oblicuamente incide sobre el plano en un ángulo agudo, con lo que la mancha se alarga en el sentido de la dirección que lleva. Según este ángulo de incidencia, la velocidad de proyección y la cantidad de sangre, la superficie de la mancha se alargará más o menos, dibujando en los casos más extremos, una gotita satélite en la punta, lo que asemeja un punto de admiración. La mancha va modificando progresivamente su forma, cuando el ángulo es poco agudo semeja una elipse, va estrechándose el extremo distal hasta asumir la forma de un renacuajo, y termina asumiendo la forma de un signo de admiración muy alargado.

Cuando se encuentren cientos de gotas pequeñas a gran distancia entre sí y en ausencia de otras de mayor tamaño, debe pensarse en un mecanismo de proyección a gran velocidad, como el disparo a cañón tocante. Pequeñas gotas alargadas en forma de signos de admiración, de dirección opuesta o múltiple, sugiere un objeto ensangrentado manejado violentamente; para conocer el lugar de procedencia basta con trazar el eje de todas las gotas y ver el lugar donde convergen, ahí debe situarse la fuente de proyección. (Nuñez de Arco, J, 2005).

2. Fundamentos básicos de fotografía forense.

2.1. Objetivo de la fotografía forense.

Registrar fotográficamente el lugar de los hechos y la evidencia física, mediante métodos ordenados y sistemáticos para observar, descubrir e identificar rastros, indicios o EF propiamente dicho, por uso de la fijación fotográfica y videografía. Una vez recolectada la información, se busca determinar los elementos visuales, gráficos y demás componentes descriptivos a utilizar en la elaboración de la presentación fotográfica; permitiendo la identificación e interpretación técnica de las características geométricas del lugar de los hechos o escena y de los elementos materia de pruebas encontradas en este. (Rodriguez, 2013).

Son algunos de los medios más valiosos con que se cuenta para registrar el lugar de los hechos y la evidencia física en aras de que perdure en el tiempo, y que permita consignar los detalles en su totalidad. Sirve como memoria, ya que se observan todos los detalles y las relaciones entre ellos, también permite mostrar a los demás una vista de la situación en el lugar donde se cometiera el crimen. Según (Rodriguez, 2013)**.**



Ilustración 14, fuente: elaboración propia. Entrenamiento de manejo de lugar de los hechos, fotografía y videografía forense. Plano visual (panorámica) de grupos en análisis de eventos de tránsito. EMOV Cuenca-Ecuador 2013.

2.1.1. Las fotografías o videos deben incluir vistas de:

- Todo el lugar en general, antes, durante y después del procesamiento en el lugar de hechos, (manejo de planos visuales, lente, cámara, narrativa, otros).
- El sitio específico donde se cometiera el delito.
- Las evidencias físicas, incluyendo algunas fotografías para orientación y otras para detalle.
- Fotografías de referencia espacial y localización.
- Fotografías al cuerpo (s) mostrando su posición, orientación, ubicación, características de identificación, heridas o lesiones importantes y otros detalles similares.

- Tomas de referencia métrica o dimensional de objetos de ser necesario o de acuerdo el evento investigado. (testigo métrico, numeradores, flecha indicadora de norte, filtros-forense, luces forenses, guantes de color según tipo y clase de evidencia).
- Manejo de protocolo forense (formatos, crudos, metadatos, informe).

2.2. Desarrollo técnico fijación fotográfica planos visuales.

Para efectos de este procedimiento en cualquier evento violento, se deben realizar las siguientes tomas fotográficas sin excepción, como apoyo de la labor topográfica forense, según (Rodriguez, 2013).

2.2.1. Panorámicas.

Son tomas globales (amplitud de la zona horizontal y reducción de la vertical) a larga distancia, que se usan con el objeto de mostrar el aspecto general del lugar y los EMP Y/O EF como se encuentran en su posición final.

Para asistencia en vía pública se toman fotografías panorámicas desde los cuatro puntos cardinales inicialmente, para documentar los aspectos generales, condiciones, vías de acceso e inmuebles más cercanos y estado del lugar de los hechos. Teniendo como punto de referencia el sitio donde se encuentra el cuerpo del occiso o del lesionado, así como los vehículos; sin olvidar relacionar entre sí fotográficamente y videográficamente los EMP Y/O EF. En el evento de resultar afectados en el hecho otros inmuebles, se procede igualmente a documentarlos fotográficamente y videográficamente de ser necesario.

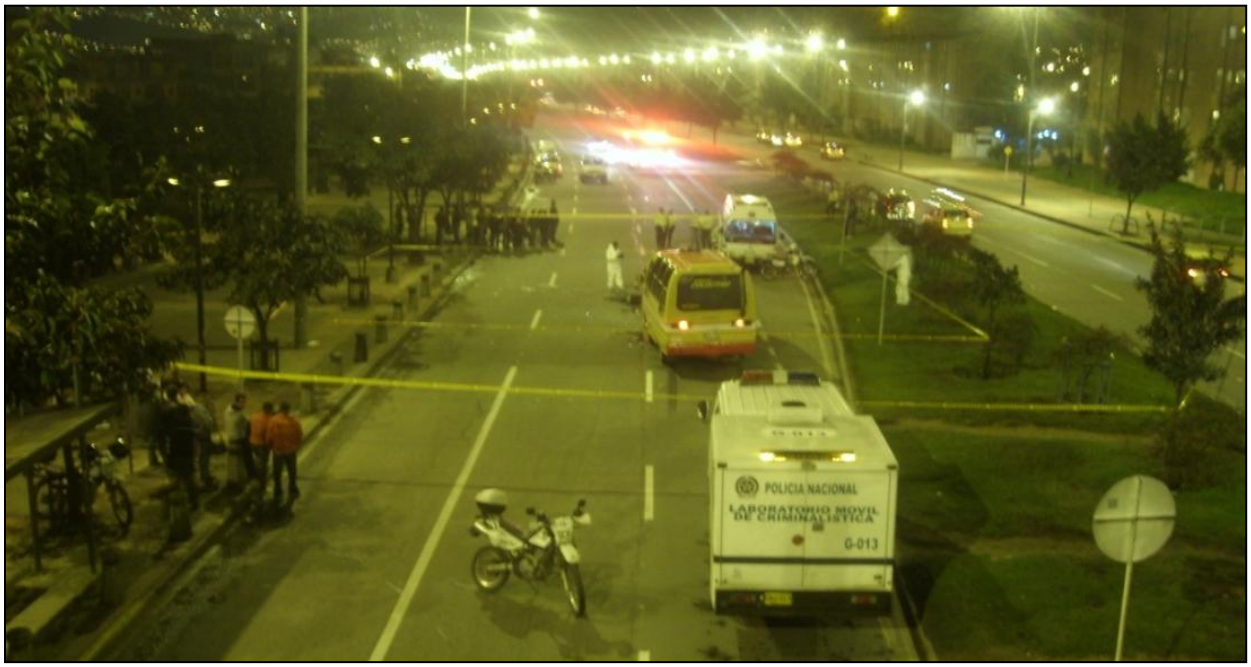


Ilustración 15, fuente: elaboración propia. Fotografía en panorámica; accidente de tránsito la Coruña Bogotá-Colombia 2007.

- Realizar tomas panorámicas al finalizar la inspección, estas imágenes reflejan las condiciones en las cuales se entrega el lugar de los hechos, así mismo documenta la posición final de los objetos que se puedan haber movido generalmente con fines investigativos, también pueden ser de utilidad cuando se presenten demandas.

- Como se inicia con fotografías desde los cuatro puntos cardinales y luego se toman fotografías en secuencia 360º, se entrega un generador de movimiento 3D rotacional general del lugar.

2.2.2. Plano general (Larga distancia).

Toma fotográfica para mostrar como la posición de un sujeto u objeto con relación a otro, se usa con el fin de ubicar y relacionar EMP Y/O EF o un grupo de ellas en el lugar de los hechos o escena.



Ilustración 16, fuente: elaboración propia. Fotografía de Plano General, del accidente de tránsito de Nelson Rodríguez; Av. Ciudad de Cali año 2006.

- Antes de acercarse, fijando el acordonamiento de la autoridad en el lugar de los hechos.

- En Inspección en o vía pública, se toman fotografías de plano generales, ubicando el cuerpo y los elementos circundantes a este, sin olvidar relacionarlos con los puntos de amarres fijos del sitio de los hechos.

- Para Inspección en recinto cerrado se toman fotografías planos generales de la fachada del inmueble, del lugar de los hechos, con relación a los inmuebles aledaños, así como de las vías de acceso.
- Los objetivos de longitud focal corta (gran angular) solamente se utilizaran en circunstancias extremas como cuando el espacio de trabajo es tan pequeño que es la única opción, y se utilizara únicamente para planos generales dado que genera un ángulo más amplio y da la impresión de que la distancia es mayor

- En el evento en que se realice inspección al lugar de los hechos (sin cuerpo del occiso o lesionado), se documenta de acuerdo a las características del mismo (campo abierto, vía pública ó recinto cerrado) conforme parámetros establecidos anteriormente.

2.2.3. Plano medio (mediana distancia).

Toma fotográfica que permiten ver una cantidad razonable de detalles del sujeto al igual que revela el entorno en donde se encuentra, se usan con el fin de relacionar muebles, objetos, instrumentos y cuerpos, cambiando de posición o ángulo de disparo fotográfico; la distancia focal en este tipo de fotografías ofrece un resultado de resolución y nitidez mucho mayor.

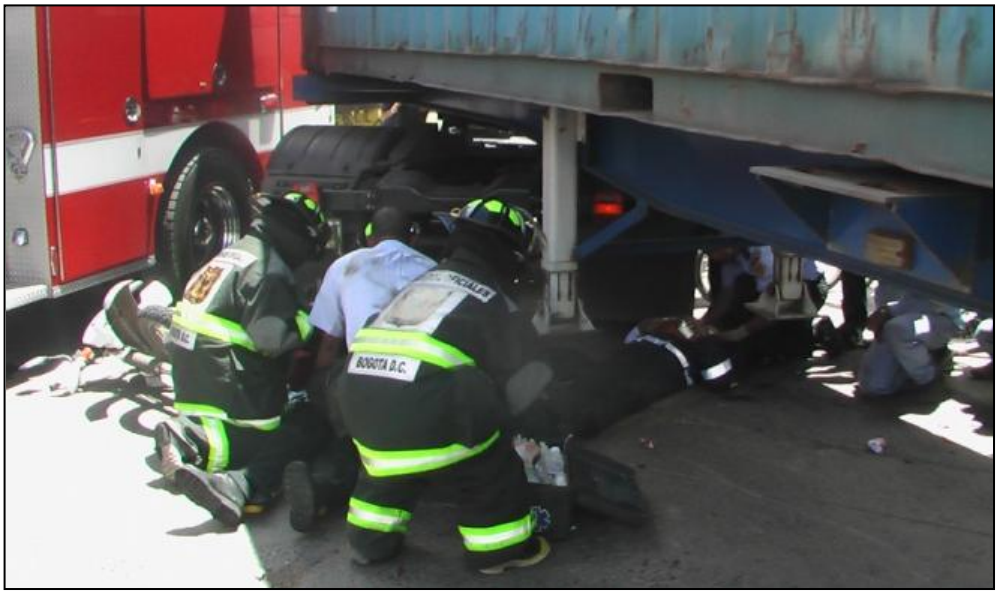


Ilustración 17, fuente: elaboración propia. Fotografía de Plano Medio, del accidente de tránsito de Nelson Rodríguez; Av. Ciudad de Cali año 2006.

- Las imágenes de planos medios y primeros planos se deben tomar en ángulo perpendicular o casi perpendicular con respecto al objeto en cuestión, pues ayudan a minimizar el problema de perspectiva que se puede generar al tomar imágenes de cerca.

- El fotógrafo hace toma fotográfica de plano medio a las evidencias halladas en el lugar de los hechos de acuerdo al método de búsqueda seleccionado y aplicado, teniendo en cuenta los puntos de amarre y tomando siempre como evidencia número uno el cuerpo del occiso o el vehículo.

2.2.4. Primeros planos (acercamientos – detalles).

Tomas fotográficas a muy corta distancia en donde el sujeto u objeto a fotografiar llena casi todo el visor o pantalla; se usan para mostrar detalles y las características generales del objeto a fijar. En este tipo de fotografías se utiliza testigo métrico.



Ilustración 18, fuente: elaboración propia. Fotografía de Primer Plano, de orificio de rebote proyectil de arma de fuego, Orito-Putumayo 2015.

- Este tipo de fotografías documentan las características, estado y condiciones de los objetos según causa, mecanismo y manera de muerte

- Las imágenes de primeros planos se deben tomar en ángulo perpendicular o casi perpendicular con respecto al objeto en cuestión, pues ayudan a minimizar el problema de perspectiva que se puede generar al tomar imágenes cerca.

2.2.5. Primerísimo primer plano (acercamientos – mayores).

Tomas fotográficas de grandes acercamientos que señalan las particularidades de un sujeto u objeto.



Ilustración 19, fuente: elaboración propia. Fotografía de Primer Primerísimo Plano, muerte con arma blanca año 2007. Bogotá-a – Colombia.

- Las imágenes de primeros y primerísimos planos se deben tomar en ángulo perpendicular o casi perpendicular con respecto al objeto en cuestión.

- El fotógrafo – topógrafo, hace tomas fotográficas de primeros y primerísimos planos a cada una de las evidencias halladas en el lugar, primero sin testigo métrico y luego con testigo métrico.

2.2.6. Punto de amarre, fotográfico y topográfico.

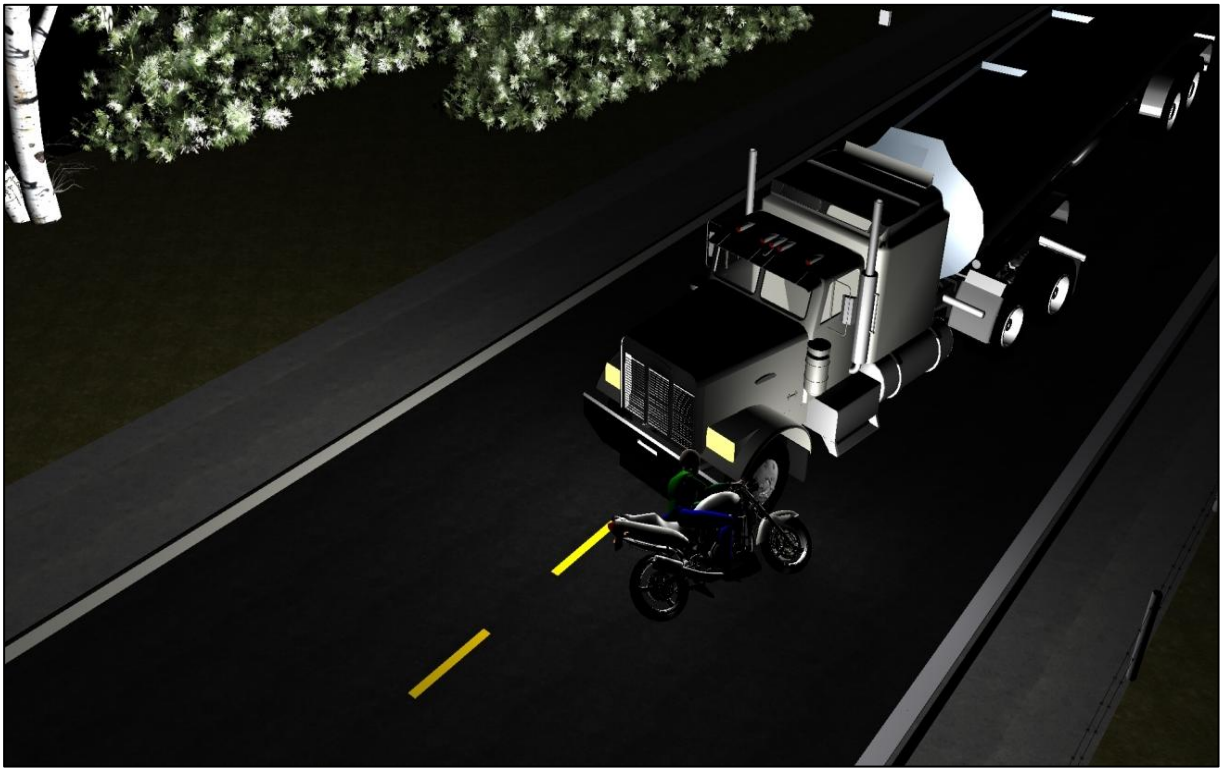
Se denomina al hecho de referenciar un plano fotográfico a un punto fijo estable que puede ser artificial, natural o geo - referenciado. Con el fin de demostrar la existencia de un hecho en el lugar referenciado fotográficamente.



Ilustración 20, fuente: elaboración propia. Fotografía en cierre de planos, de punto de amarre fotográfico. Secuencia fotográfica ordenada, progresiva y demostrativa

2.2.7. Perspectiva.

Es una presentación de la realidad tridimensional, resulta de la convergencia de las líneas que se adentran en la profundidad del espacio y de la disminución continua de tamaño desde un primer plano hacia el fondo. Una perspectiva fotográfica apropiada produce la misma impresión de posición y tamaño relativo de los objetos visibles, como los producidos por los objetos reales cuando se les observa desde un punto en particular.



Gráfica 19A, fuente: elaboración propia. Imagen 3D auxiliar de accidente de tránsito.

2.3. Diligenciar ficha técnica.

El camarógrafo, fotógrafo, topógrafo forense o criminalista; registra en la ficha técnica todas las especificaciones del equipo, la técnica, los elementos utilizados y las condiciones de las tomas. (Rodriguez, 2013)

2.3.1. Características del equipo.

Tipo, marca de la cámara videográfica, modelo o referencia, tipos de objetivos empleados, clase de iluminación (artificial o natural), de ser artificial especificar cuál.

2.3.2. Ficha técnica del caso.

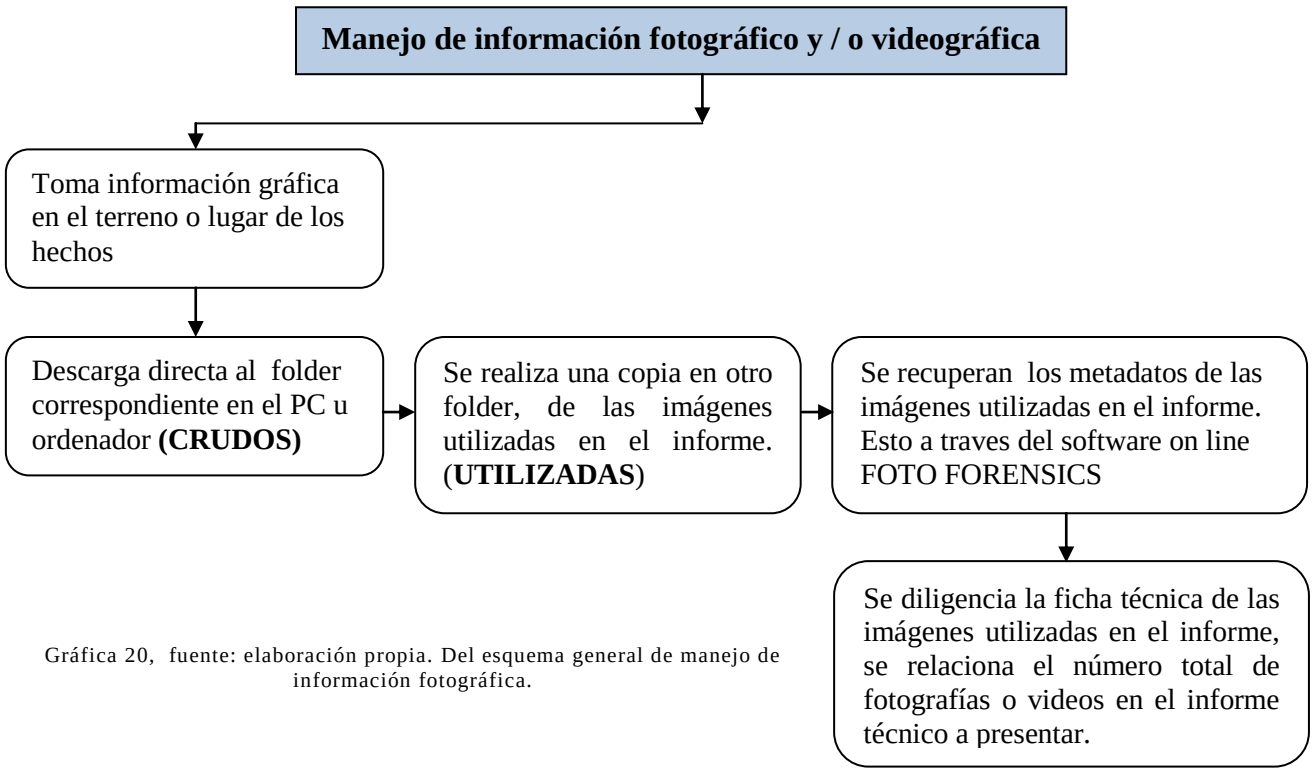
Lugar y fecha, número de acta, autoridad, nombre de la víctima, delito, condiciones ambientales del lugar.

2.3.4. Identificación del camarógrafo.

Nombres y apellidos, códigos, institución, firma, fecha y hora de elaboración de la ficha técnica.

2.3.5. Condiciones técnicas de las tomas.

Iso, diafragma, velocidad, tipo de toma, características, luz, otros.



Gráfica 20, fuente: elaboración propia. Del esquema general de manejo de información fotográfica.



FICHA TÉCNICA FOTOGRÁFICA Y/O VIDEOGRÁFICA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FORENSE
CRIMINALISTICA PROFESIONAL
DISCHARGE FORENSIC TECHNIQUE

Nº CASO

Mpio	DEPARTAMENTO	Año	Consecutivo INT.

INFORMACION TECNICA DE LA CAMARA FOTOGRAFICA

TIPO ☐ DIGITAL ☐ ANALOGA

ORDEN DE LA TOMA ☐ ASCENDENTE ☐ DESCENDENTE

MARCA _____

MODELO DE REFERENCIA _____

CLASES DE LENTES ☐ FIJO ☐ INTERCAMBIABLE ☐

MEDIOS DE SOPORTE ☐ PELICULA ☐ CD ☐ TARJETA DE MEMORIA

☐ DISQUETTE ☐ CHIP MEMORIA ☐ OTROS

CUAL? _____

ISO _____

INFORMACION DEL CASO

LUGAR Y FECHA: _____

NUMERO DE ACTA O PROCESO _____

NOMBRE DE LA VICTIMA _____

DETERMINACION INICIAL DEL DELITO _____

CONDICIONES AMBIENTALES DEL LUGAR

_____

_____

MOVIMIENTOS DE CAMARA Y LENTE EN VIDEOGRAFIA

PANEO ☐ ZOOM IN ☐ TRAVELING ☐ CONT/PDO ☐ CAMARA SUBJETIVA ☐

TILT ☐ ZOOM OUT ☐ PICADO ☐ DOLLY ☐ PLANO SECUENCIA ☐

NO. DE TOMA	LENTE	EXPOSICION		ISO	ILUMINACION	DESCRIPCION DE LA TOMA	ACCESORIOS
		VELOCIDAD	APERTURA DE DIAFRAGMA				

OBSERVACIONES

_____

_____

NUMERO TOTAL DE TOMAS A ENTREGAR _____

QUIEN ENTREGA FOTOGRAFIAS _____ NOMBRES _____ FIRMA _____ FECHA (año)

QUIEN ENTREGA ALBUM FOTOGRAFICO _____ NOMBRES _____ FIRMA _____ FECHA (año)

Gráfica 21, fuente: UIFCP, del formato de fotografía y videografía forense. Puede variar diseño según institución estatal o privada. **(Anexo1)**

3. Fundamentos básicos en accidentes de tránsito.

3.1. Definición.

Es todo suceso eventual que no necesariamente tiene su origen en una vía, en la que interviene al menos un vehículo en movimiento, y como resultado del mismo, se producen daños materiales, lesiones o muertes.

El accidente de tránsito no se produce instantáneamente; se trata de una evolución que se desarrolla en varias dimensiones físicas, es decir, en el espacio, tiempo y lugar. (Ministerio de Transporte, Ley 769 de 2002)

3.2. Tipos de accidentes es de tránsito.

3.2.1. Colisión.

Se entiende como accidente en el cual un vehículo que se encuentre en movimiento golpea a otro vehículo o a un obstáculo fijo. Existen varias clases de colisiones según el punto de impacto y dirección del mismo. (Ministerio de Transporte, 4189. NTC.1997)



Gráfica 22, fuente: elaboración propia. Colisión, reconstrucción de homicidio 13 personas fallecidas, Curumani Cesar. 2009.

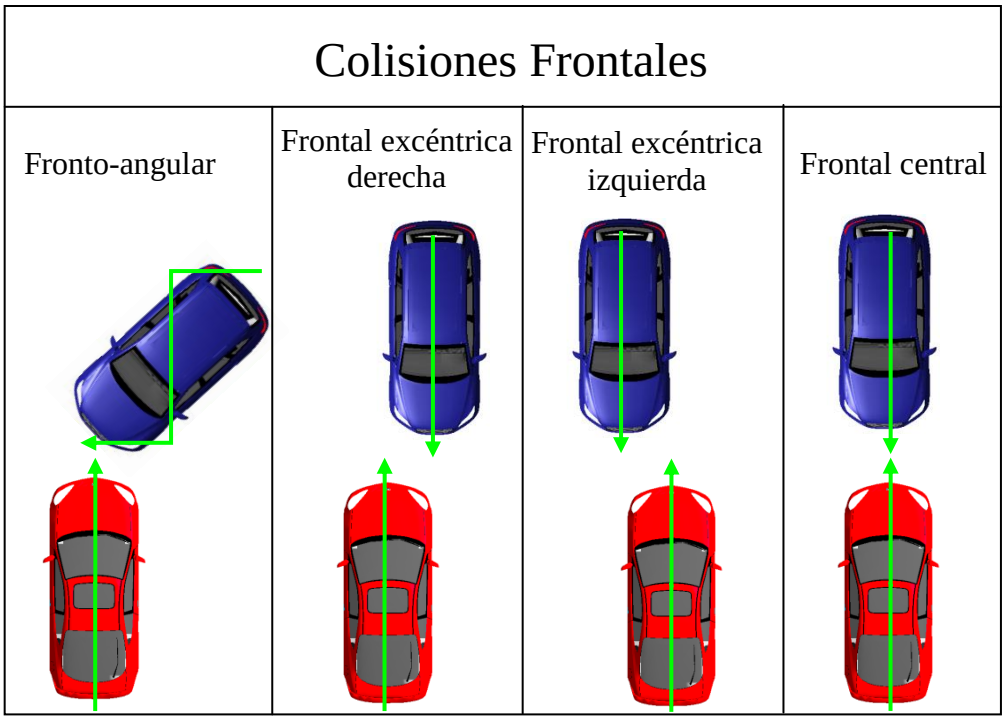
3.2.2. Colisiones frontales.

Las colisiones frontales se dividen en frontal central, frontal excéntrica, frontal angular. (Ministerio de Transporte, 4189. NTC.1997)

- **Central:** también conocida como longitudinal, cuando los ejes longitudinales de dos vehículos son opuestos y coincide su posición.

- **Excéntrica:** los ejes son paralelos pero no coinciden, por lo general suceden en invasión de carriles adyacentes de sentido contrario.

- **Angulares frontal:** cuando los ejes longitudinales forman un ángulo inferior a 90º.



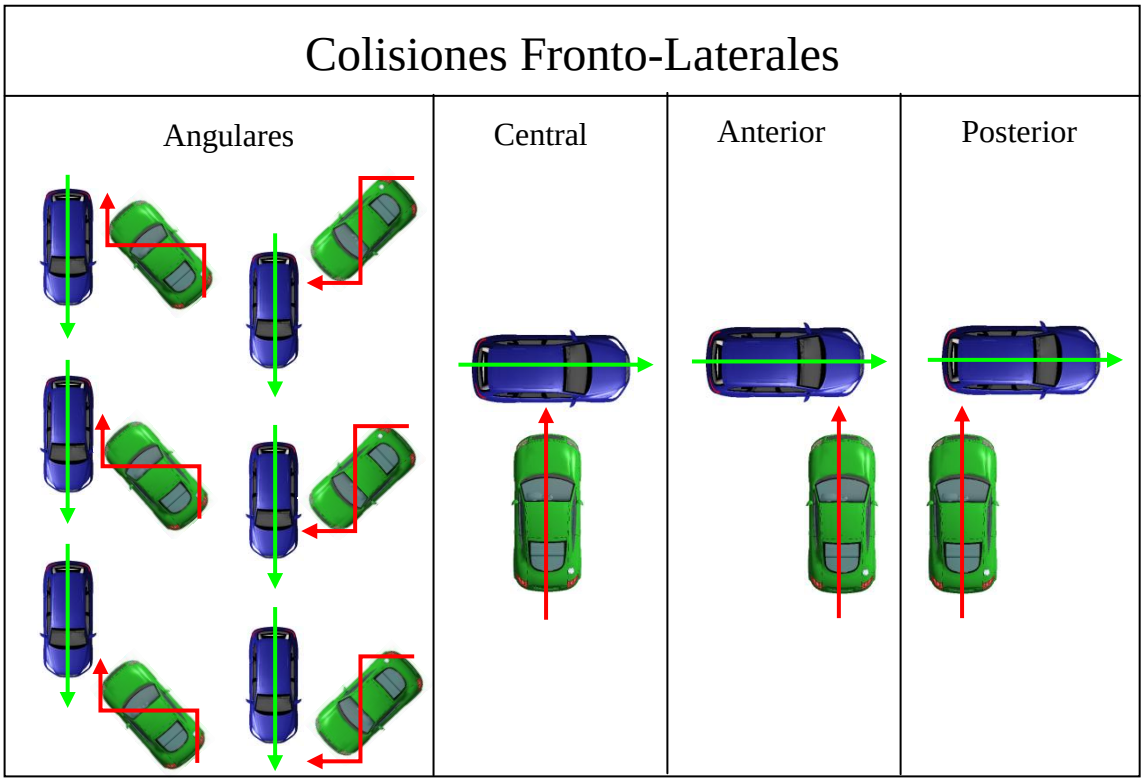
Gráfica 23, fuente: elaboración propia. Tipos de colisiones frontales.

3.2.3. Colisiones laterales-angulares.

Se produce siempre y cuando una de las partes laterales del vehículo entra en contacto, y podemos clasificarlas en: (Ministerio de Transporte, 4189. NTC.1997)

- **Perpendiculares:** son aquellas cuando los ejes de los vehículos implicados forman un ángulo de 90º y a su vez, estas embestidas se subdividen en: perpendiculares anteriores, centrales y posteriores.

- **Colisiones angulares:** sus ejes forman un ángulo superior o inferior a 90º y también se subdividen en oblicuas-angulares anteriores, centrales y posteriores; además son centradas o descentradas. (Ministerio de Transporte, 4189. NTC.1997)



Gráfica 24, fuente: elaboración propia. Tipos de colisiones fronto-laterales.

- **Centrado:** es aquel en el cual la línea media de los dos vehículos hacen contacto entre si.

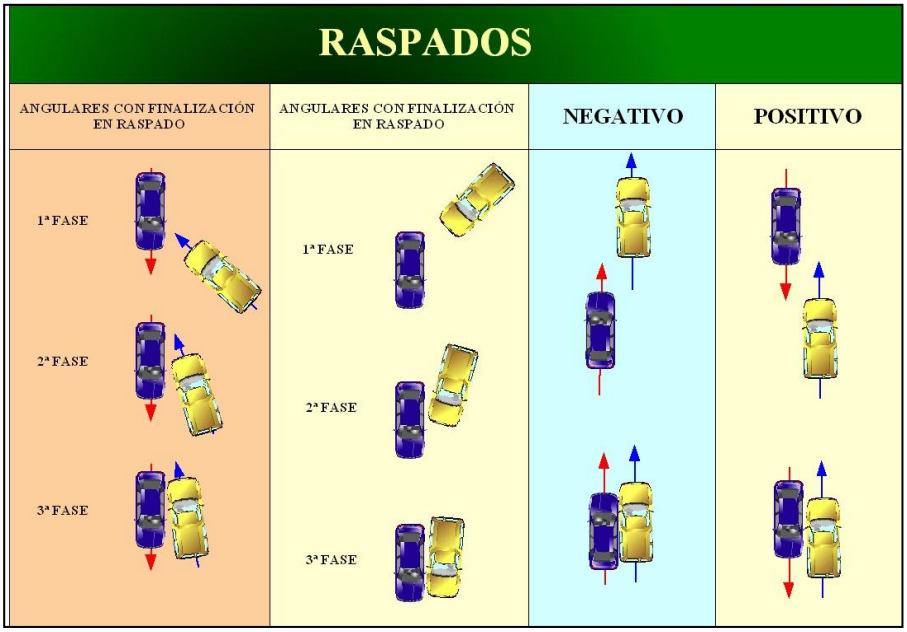
- **Descentrado:** en esta colisión las dos líneas medias no hacen contacto en el momento de la colisión.

3.2.4. Colisiones por roce.

Es la fricción violenta que se ejercen dos vehículos entre sus partes laterales, la cual se divide en: (Ministerio de Transporte, 4189. NTC.1997).

- **Roce positivo:** se produce cuando dos vehículos impactan sus laterales en el momento en que circulan en sentido contrario.

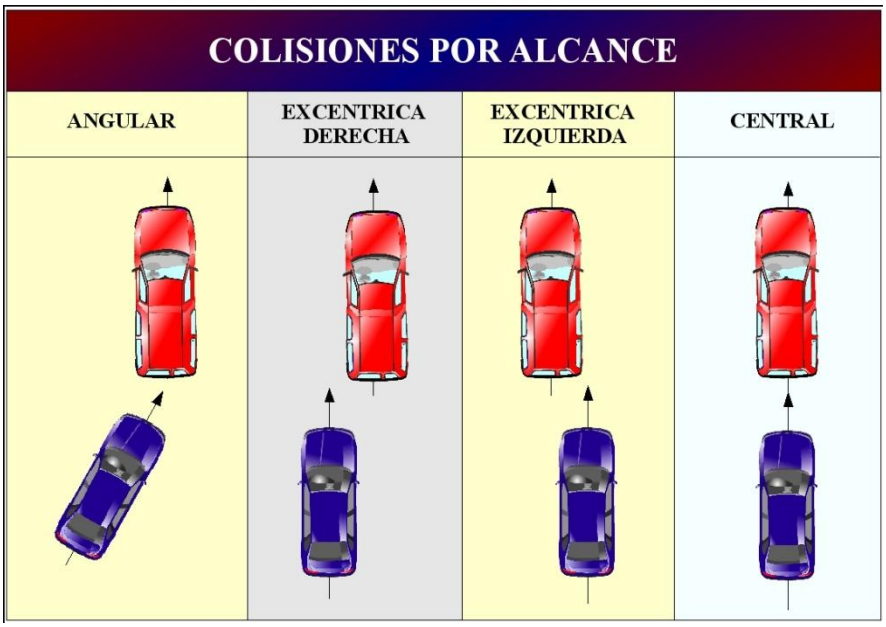
- **Roce negativo:** se produce cuando dos vehículos impactan sus laterales en el momento en que circulan en el mismo sentido. Esta colisión se puede presentar cuando un vehículo está adelantando.



Gráfica 25, fuente: elaboración propia. Tipos de colisiones por roce.

3.2.5. Colisión por alcance o trasera.

Se produce cuando un vehículo circula a mayor velocidad que el que le precede y al que golpea en su parte posterior. El daño resultante suele ser inferior a causa de las pequeñas velocidades relativas de los vehículos implicados. Como en el caso anterior, este tipo de colisión puede ser central, excéntrica y angular. (Ministerio de Transporte, 4189. NTC.1997)



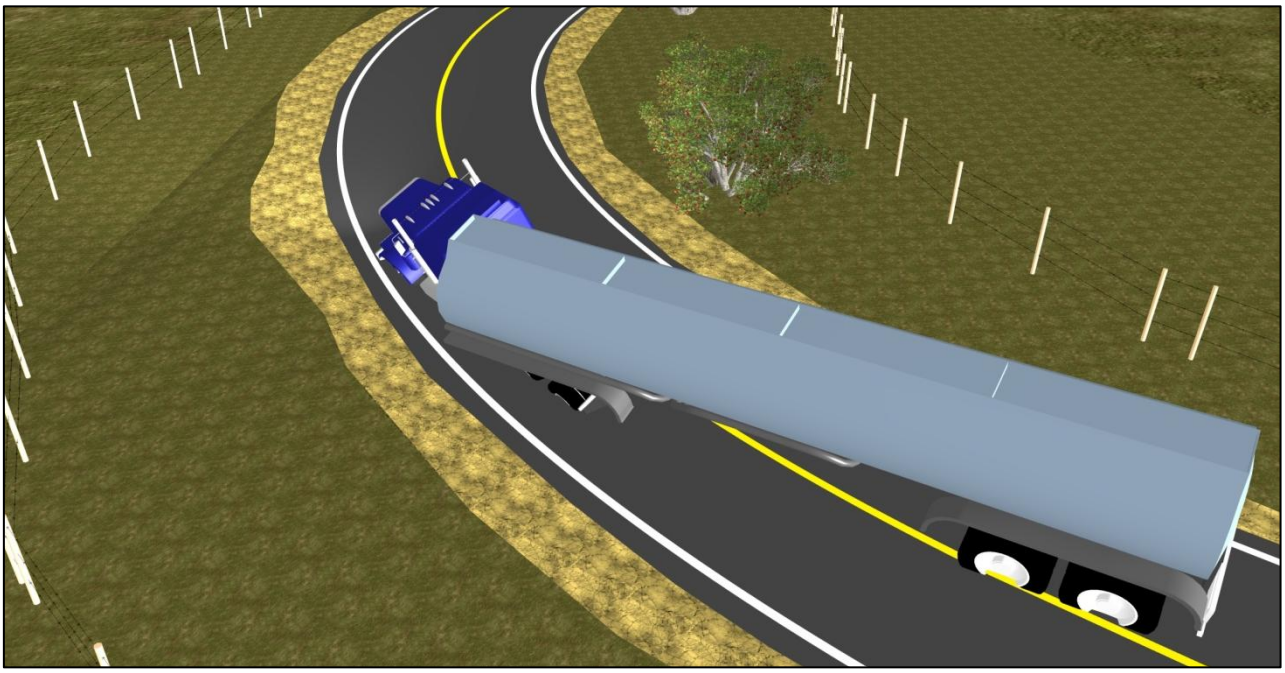
Gráfica 26, fuente: elaboración propia. Tipos de colisiones por alcance.

3.2.6. Volcamiento.

En este tipo de accidente las unidades de rodadura de un vehículo dejan de estar en contacto con la superficie, por causas ajenas a la voluntad del conductor. Algunos de los volcamientos son producto de la maniobras de reacción de evadir peligros o frenada. Los volcamientos se dividen en las siguientes clases (Hernandez, 2008).

3.2.6.1. Volcamiento lateral (1/4).

Ocurre por lo general cuando un vehículo a alta velocidad choca con un borde que su elevación sea menos que la elevación del centro de gravedad del vehículo ó cuando al exceder la velocidad se realice un giro y seguidamente se apliquen los frenos haciendo que el vehículo pierda su estabilidad. Por cada giro lateral que realiza el vehículo se le otorga o suma (1/4) más.



Gráfica 27, fuente: elaboración propia. Volcamiento 1/4.

3.2.6.2. Volcamiento longitudinal.

El volcamiento longitudinal o también llamado vuelco de campana se produce cuando el vehículo gira sobre su eje longitudinal y cae sobre el techo. Generalmente por paralización brusca ocasionada por un obstáculo más alto al centro de gravedad del vehículo.



Gráfica 28, fuente: elaboración propia. Volcamiento longitudinal.

3.2.7. Atropello.

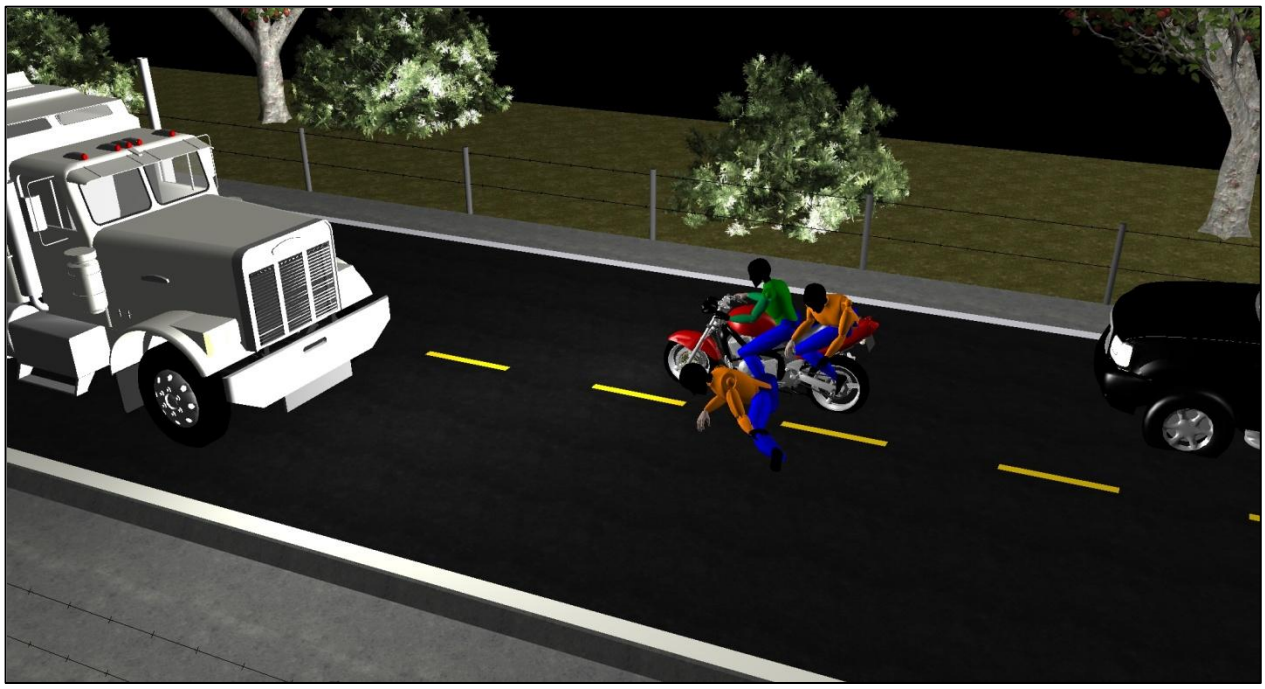
El atropello es el impacto entre un peatón y un vehículo; siendo esta clase de accidente una de las más presentadas con grandes traumatismos según la velocidad y tamaño del vehículo. La persona puede ser proyectada en alguna dirección de manera frontal, lateral o posterior del vehículo. (Ministerio de Transporte 4189, 1997).



Gráfica 29, fuente: elaboración propia. Atropello con proyección y alcance lateral; reconstrucción de homicidio 1 persona fallecida, Bogotá D.C. 2004.

3.2.8. Caída de ocupante.

Es cuando una persona que se encuentra en el interior de un automotor sale expulsado de este por diferentes causas, golpeándose con la superficie del suelo. Puede también ser Interna al caer dentro del mismo vehículo. (Hernandez, 2008)



Gráfica 30, fuente: elaboración propia. Caída de ocupante; reconstrucción de homicidio 1 persona fallecida, Bogotá D.C. 2010.

3.2.9. Arrastre.

Se produce luego de que el vehículo hace la compresión al peatón con una o varias de sus llantas y por acción del bloqueo de las mismas, arrastra al peatón sobre la superficie sin producirse el aplastamiento. (Hernandez, 2008)



Ilustración 21, fuente: (archivo homicidios); atropello con arrastre de cuerpo, homicidio 1 persona fallecida, Bogotá D.C. 2003.

3.2.10. Aplastamiento.

Momento en que un vehículo oprime, aprieta o pasa una o varias ruedas sobre una persona peatón u ocupante del mismo. (Hernandez, 2008)



Ilustración 22, fuente: (archivo homicidios); aplastamiento de cuerpo, homicidio 2 personas fallecidas, Bogotá D.C. 2010.

3.3. Daños en vehículos (Ministerio de Transporte 4189, 1997).

3.3.1. Abolladura y/o sumidura: depresión en una superficie, producida por un golpe.

3.3.2. Destrucción: aplicase esta palabra cuando el elemento descrito presenta en toda su extensión grandes daños.

3.3.3. Ruptura: separación, división o fracturación de un elemento o estructura del vehículo.

3.3.4. Doblado: distorsión de un elemento plegándolo sobre sí mismo o sobre otro.

3.3.5. Rayón: hendidura lineal larga y estrecha sobre la superficie del vehículo.

3.3.6. Desprendimiento: Parte o elemento suelto, que constituía antes una pieza completa de un vehículo.

3.3.7. Zona de limpieza: área de un vehículo de la cual ha sido retirada el barro o polvo, marcando así el área de impacto.

3.3.8. Tatuaje de pintura: marcas o huellas de pintura de otros vehículos u objetos, transferidas por colisión entre vehículos y objetos.

3.4. Causa de accidente.

Cualquier conducta, condición o acto por el cual el accidente se produce. Es importante diferenciar entre causa principal y secundaria. (Hernandez, 2008)

3.4.1. Principal: es aquella que da lugar al accidente, es decir, si no está presente no hay accidente.

3.4.2. Secundaria: Es aquella causa que no da lugar al accidente pero ayuda a que se presente, o a que sea más grave.

Dentro del concepto jurídico el término "ACCIDENTE", es un acto de casualidad, de carencia de intencionalidad; pero este hecho se origina ante una CAUSAL de culpa como la imprudencia, impericia, negligencia o violación a las normas de tránsito por parte de alguno de los participantes llámese peatón, conductor, la vía o el vehículo, (Rodriguez Ortega, 2011).

3.5. El accidente de tránsito no se produce instantáneamente; se trata de una evolución que se desarrolla en el tiempo y el espacio, por ende se deben evaluar las siguientes fases desde la topografía forense.

- Fase de percepción
- Fase de decisión
- Fase de conflicto

3.5.1. Fase de percepción: Por otra parte la fase donde cualquiera de los participantes llámese conductor o peatón, percibe el peligro, tienes dos variables a evaluar.

- Punto de percepción posible
- Punto de percepción real

3.5.2. Fase de decisión: Es la reacción de la persona frente al estímulo del peligro. En esta fase podemos encontrar:

- Punto de reacción
- Punto de acción
- Acción evasiva

3.5.2.1 Punto de reacción.

Es el sitio donde una persona voluntaria o involuntariamente responde hacia un peligro u otra situación que sea percibida. Es ahí donde se analiza el tiempo de reacción, (Hernandez, 2008).

3.5.2.2. Punto de acción.

Es el sitio donde una persona pone en acción su decisión tomada de la percepción del peligro, ya sea esta acción, una maniobra de frenada o de giro, a lo que llamaremos *Acción Evasiva*. (Hernandez, 2008)

3.5.2.3. Acción evasiva.

Combinación de acciones que efectúa una persona para evitar el accidente. (Hernandez, 2008)

- Maniobras de evasión simples pasivas
- Maniobras de evasión simples activas
- Maniobras de evasión complejas

3.5.3. Fase de conflicto.

Es la última fase en las que se divide el accidente de tránsito y es el momento en el que se produce físicamente el accidente, distinguiéndose tres elementos: (Hernandez, 2008)

- Área de conflicto
- Punto de impacto
- Posición final

3.5.3.1. Área de conflicto: Es el lugar donde se desarrolla la posibilidad del accidente (*Punto sin Escape*). Lugar y tiempo en el cual el accidente no pudo ser evitado. (Hernandez, 2008)

3.5.3.2. Punto de impacto: También conocido como punto de conflicto, aquel donde impacta un vehículo con otro, o con un objeto fijo o atropella al peatón; como también, el lugar donde inicia el volcamiento, el cual es el primer contacto del vehículo con la superficie. (Hernandez, 2008)

3.5.3.3. Posición final: Es la posición que adoptan los participantes, vehículos y objetos implicados en el accidente luego de los puntos anteriormente descritos. (Hernandez, 2008)

3.6. Clases de huellas en accidentes de transito

3.6.1. Huellas de aceleración: producida por el patinaje de la llanta por tracción del vehículo sobre superficies con elevada capacidad de adherencia, apreciándose en algunas ocasiones, restos de materiales lanzados en sentido contrario a la marcha del vehículo. Estas huellas serán marcadas únicamente por las llantas de tracción. (Edgar, 2009)

Ilustración 23, de la huella de aceleración, rescatado de: http://xn--analisisdehuellasdefrenado-dlc.blogspot.com.co/.



Inicio huella

3.6.2. Huellas de desaceleración: se presenta cuando una llanta, por efecto de los frenos se arrastra por encima de la superficie de la calzada produciendo gran cantidad de calor al transformarse la energía cinética del vehículo en energía calórica. Al observar la huella de frenado, se puede apreciar si el labrado de las llantas está en buenas condiciones dejando unas estrías en el interior de la marca de deslizamiento, o por el contrario si el labrado está gastado se notará una marca completamente tatuada.



Ilustración 24, de la huella de aceleración, rescatado de: http://xn--analisisdehuellasdefrenado-dlc.blogspot.com.co/.

3.6.3. Huella de arrastre metálico: son causadas por lo general por la fricción de la superficie o roce con la superficie de la vía, formando diversas líneas y en algunos casos hendiduras. con una parte metálica del vehículo, ya sea por volcamientos, marcas de rines, o con las partes bajas de un vehículo, etc. (Rodriguez Ortega, 2011)



Ilustración 25, fuente: elaboración propia (archivo accidentes de tránsito); huella arrastre metálico sobre sardinel.

3.6.4. Huella de arrastre de llanta o bandas de rodadura: producidas por las ruedas de un vehículo el cual cambia su trayectoria al ser aplicada una fuerza externa opuesta en su estructura producto de un impacto. Ejemplo de ello tenemos los choques o colisiones laterales. (Rodriguez Ortega, 2011)



Ilustración 26, fuente: elaboración propia (archivo accidentes de tránsito); huella arrastre de bandas de rodadura

3.6.5. Huellas de derrape: son las producidas por la desviación lateral de un vehículo de la dirección que llevaba. En estas clases de huella se pueden encontrar ligeras estrías o líneas perpendiculares o diagonales a la dirección normal de la marcha de cada rueda. (Edgar, 2009)

Ilustración 27, fuente: elaboración propia (archivo accidentes de tránsito); huella derrape.



3.6.6. Huellas de rodadura o trayectoria: Producida por una rueda sin bloqueo, apreciable en superficies blandas como tierra, barro, gravilla, o por aquellas superficies que se deforman al sobrepaso de un vehículo, dejando marcado el dibujo de la banda de rodadura y su labrado. Se pueden observar sobre superficies duras siempre y cuando exista humedad entre las dos superficies. Estas clases de huellas también pueden encontrarse en las ropas de las víctimas o en el mismo cuerpo. (Rodriguez Ortega, 2011)



Ilustración 28, fuente: elaboración propia (archivo accidentes de tránsito); huella trayectoria.

CAPITULO II

DESARROLLÓ TEMÁTICO INVESTIGACIÓN

1. Fundamento jurídico de la topografía forense.

1.1. Quienes pueden ejercer la topografía forense.

La labor topográfica puede ser realizada por cualquier topógrafo con formación universitaria y licencia profesional vigente (topógrafo judicial), o puede ser ejercida por criminalistas graduados y que acrediten su amplia experiencia y conocimiento en el área de la topografía (topógrafo judicial). En un panorama más amplio, el profesional en topografía con formación académica completa o especialización en topografía forense. (Topógrafo forense).



Ilustración 29, fuente: elaboración propia; topógrafo forense de la UIFCP; reconstrucción de homicidio, Bogotá D.C. 2013.

1.2. Normas y amparos legales.

- Constitución Política de Colombia. Art. 29.
- Código de Procedimiento Penal. Ley 906 de 2004, Art. 118, 200 – 205, 209, 210, 213, 214, 215, 254 – 266, 267, 268, 278, 270, 275, 406 y 408.
- Manual Único de Policía Judicial FGN, versión 2004.
- Ley 70 de 1979 por la cual se reglamenta el ejercicio de la topografía en Colombia.
- Ley 842 de 2003, del consejo profesional nacional de ingeniería-COPNIA

2. Estado del arte de la topografía forense en Colombia.

En aras de continuar con el cronograma propuesto de consulta, se parte por la exploración de los manuales, protocolos o cartillas de procedimientos técnicos de topografía forense, estipulados por las entidades estatales de Colombia y del exterior, con vigencia a la fecha actual de redacción de este proyecto de grado.

La fiscalía general de la nación Colombia es el ente encargado de diseñar las directrices técnicas en topografía, fotografía, balística, entre otras ciencias a lo largo y ancho del territorio nacional. Se puede decir que la fiscalía general de la nación en sus divisiones de investigaciones criminalísticas, estructuran y reglamentan los manuales o parámetros de recolección de información topográfica así como la forma de presentación de planos topográficos y fundamentos de procedimientos.

En el proceso de recolección de información, se encontró el *Manual de Fijación Topográfica y el Protocolo de Procedimientos* de la FGN, código PJIC-FTO-PT-04. Donde se indican algunas condiciones técnicas. Pero no indica o no especifica en ningún aparte del mismo, condiciones técnicas que debe contener un plano topográfico, como:

- Métodos de fijación topográfica manual.
- Métodos de fijación topográfica con equipos electrónicos, entre otros.
- Elementos contenidos en planos topográficos (norte, escala gráfica, escala numérica, observaciones, convecciones, detalles).
- Presentación de cálculos, informes, otros.
- Entregada de carteras, crudos, metadatos.

En general las condiciones técnicas del manual de fijación topográfico del cuerpo técnico de investigación del área de criminalística FGN, si trata algunos temas más puntuales, dando algunos detalles no profundos en materia topográfica. Es decir Como tal NO es un manual de procedimiento sino, quía de parámetros a tener en cuenta. (Anexo 2).

Partiendo de la búsqueda anterior, donde no se encontraron manuales, guías, protocolos de topografía forense en Colombia, realizados por las autoridades encargadas de diseñar los mismos; se extiende la búsqueda a través de la red de Internet, encontrando desde el motor de búsqueda Google Académico lo siguiente:

- **Proyección de Franjas con Corrimiento de Fase Aplicación a las Ciencias Forenses,** por: Oscar J. Rincóna , John J. Nichollsb y Patricia Gaviriac. Grupo de Óptica Aplicada, Departamento de Física , Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá; Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Autónoma de Colombia; Especialista es Ciencias Forenses y Documentología de la Universidad de Antioquia, Departamento de Grafología Documentología del Instituto Nacional de medicina Legal y Ciencias Forenses Colombia.

- **Topografía digital aplicada a investigaciones forenses,** por: osa Reyes, Viviana Astrid Capera Capera, Mili Johanna Vera Carvajal, Johan Stever Marroquín Sierra, Víctor Hernando. Universidad Distrital Francisco José de Caldas año 2003, Colombia.

- **Topografía forense y sociedad en la Barcino (Barcelona) romana,** por: Marc Mayer i Olivé. 2002, España.

- **Ingeniería topográfica aplicada en una reconstrucción de hechos en el ámbito judicial,** por: Carvajal Ortiz, Ricardo, Castañeda Ruiz, Kelly Johana Guzmán Marulanda, Cristián Pérez Duarte. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2012 Colombia.

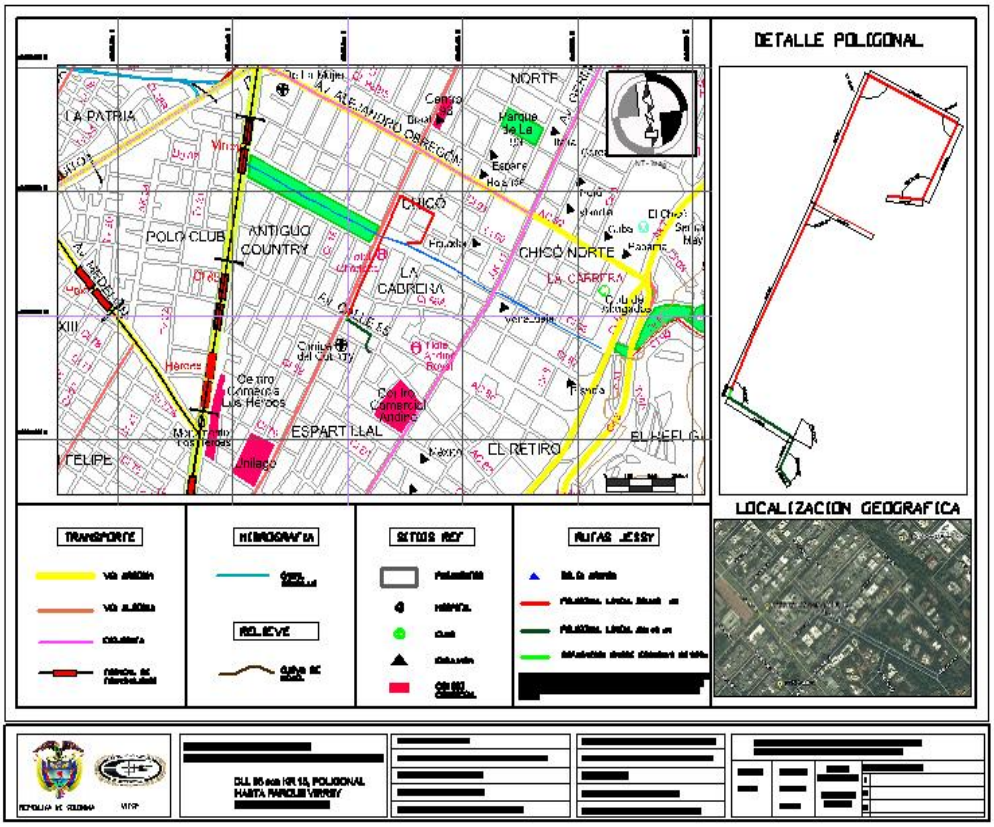
- **Tipos de planos y métodos adecuados a utilizar en el levantamiento de croquis en la escena del crimen**, por: Fernando Quej Tipol. San Juan Chamelco, Alta Verapaz, México 2015.

Una vez concluida y seleccionada la información topográfica encontrada, se seleccionaron los anteriores trabajos, referentes a la topográfica forense aplicada a la investigación y reconstrucción de muertes violentas. Ninguno de los anteriores trabajos trata o habla de procedimientos y métodos aplicados.

Por esta razón se extiende la búsqueda a la red de bibliotecas de Bogotá – Colombia. Donde de igual forma No se encontraron textos especializados de topografía forense.

Con lo anterior se observa completamente procedente la elaboración del Primer Manual de Topografía Forense Aplicado a Investigación y Reconstrucción de Accidentes de Tránsito e incluso aplicado a otros tipos de investigaciones forenses de Colombia. Donde se especifiquen los procedimientos y métodos realizados aplicados en la topografía forense moderna (2016).

3. ¿Qué es un registro topográfico aplicado al área forense?



Gráfica 31, fuente: elaboración propia, del análisis y levantamiento topográfico de vías y demás componentes, con poligonal abierta. Homicidio 31-10-2010

Esta es la primera interrogante que se explicara en el proyecto debido a las grandes diferencias que existe entre los levantamientos topográficos forenses, realizados por las entidades estatales de policía judicial y los realizados por los topógrafos forense privados.

Puesto que un registro topográfico forense moderno es la aplicación de las técnicas, procedimientos, herramientas y normas actuales, “No solo equipos” enfocadas a determinar los componentes descriptivos a utilizar en la elaboración de planos topográficos tridimensionales geo- referenciados; permitiendo la identificación gráfica de las características geométricas del terreno y de las evidencias físicas encontradas en el lugar de los hechos.

Bajo todos los criterios técnicos que regulan un levantamiento topográfico civil, con precisión en las poligonales, localización muy detalla de las vías o lugares, nivelaciones de primer orden, posicionamiento de vértices con GPS y sus respectivos cálculos y correcciones, entre otras actividades. En otras palabras es la aplicación de la topografía civil en la máxima expresión forense. (Rodriguez, 2013)

MANUAL DE TOPOGRAFÍA APLICADO A LA INVESTIGACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

PRIMERA FASE
TOPOGRAFÍA FORENSE EN LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Procedimientos técnicos a realizar en el terreno o lugar de los hechos:

1. **Reconocer el lugar de los hechos**: es decir determinar si está o no acordonado "protegido", condiciones climáticas, seguridad, complejidad topográfica, otros; se identifican las evidencias físicas encontradas en el mismo (cantidad, estado, tamaño, nivel de resistencia, perdurabilidad, otros).

1.1. Lugar hechos, importante para la clasificación topográfica forense.

Espacio físico abierto o cerrado, mueble, inmueble o mixto; donde ocurrió un presunto evento contrario a la ley; comprende los alrededores, las vías de ingreso y salida (Rodriguez, 2013).



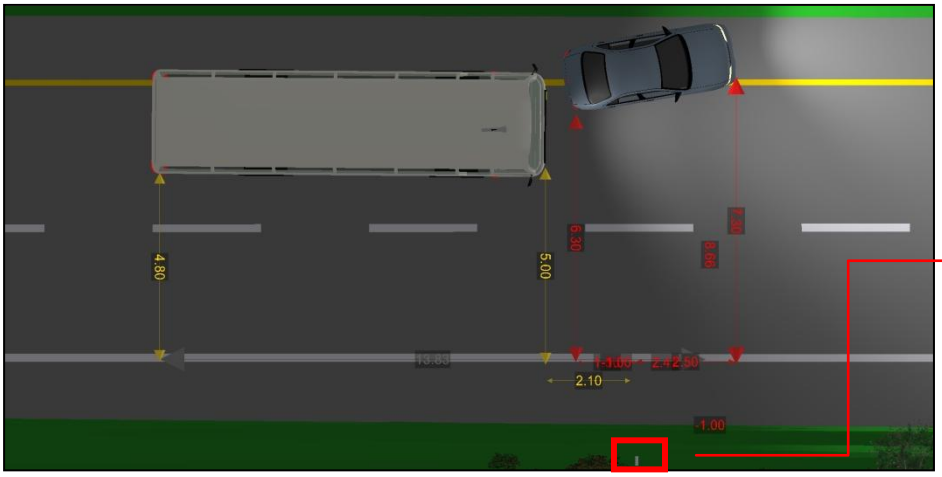
Gráfica 32, fuente: elaboración propia, lugar de los hechos cerrado donde ocurre homicidio por arma de fuego. Levantamiento topográfico con distanciometro laser



Gráfica 33, fuente: elaboración propia, lugar de los hechos abierto donde ocurre homicidio por arma de fuego. Levantamiento topográfico con distanciometro laser y estación total.

2. **<u>Tipo de geometría y puntos de referencia:</u>** una vez se observa el sitio materia de investigación y fijación topográfica, se define la categoría o clase del mismo y los puntos de referencia de difícil remoción a utilizar (tapas de pozo, paramentos, postes de alumbrado, ejes viales, otros)

Consideraciones: identificar y registrar fotográficamente el (los) punto (s) de referencia topográficos utilizados; de igual forma localizar con coordenadas geográficas estos puntos de referencia; de no contar con tecnología GPS en su defecto identificar nomenclaturas de paramentos, códigos de numeración de objetos tomados como puntos de referencia (postes de alumbrado, señales de tránsito, otros.)



Gráfica 34, fuente: elaboración propia, de la ubicación de punto de referencia (mojón de kilometraje) vía Bogotá a Medellín. Accidente de tránsito con 2 personas fallecidas Enero de 2011. Levantamiento topográfico con estación total.

3. **<u>Orientación del lugar de los hechos:</u>** Identificar la norte de referencia sea magnética, cardenal o arbitraria-transitoria. La norte debe coincidir con la orientación de las fotografías tomadas por el fotógrafo forense; al igual con la descripción de orientación realizada por el encargado de realizar la videografía forense.

Consideraciones: en el plano topográfico la norte se ubica en la parte superior derecha del lienzo y debajo de la misma se indica que tipo de norte fue utilizada.

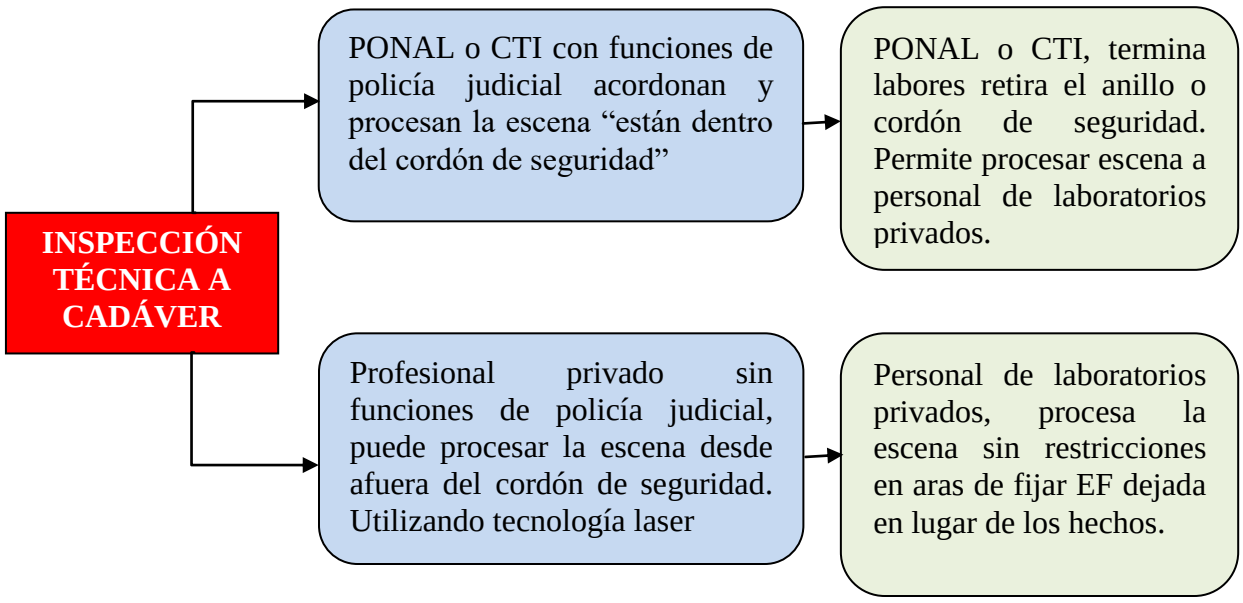
4. **Métodos de búsqueda de evidencia física:** Una vez se conoce la orientación del sitio de los hechos “norte”, se han identificado visualmente las evidencias y el tipo de lugar de los hechos “tramo de vía, curva horizontal, curva vertical, paso a nivel, glorieta, intersección simétrica, intersección asimétrica, otras”; y se ha definido los puntos de referencia a utilizar para amarre de la evidencia física (EF) como primera premisa, se procede a utilizar alguno de los siguientes métodos de búsqueda de EF. (ver numeral 4.1)

Consideraciones: es importante precisar, que dependiendo del tipo de institución forense (pública-privada) a la que se pertenezca, se estará más cerca de la evidencia física. En inspecciones técnicas a cadáver; donde por el anillo de seguridad y preservación del lugar de los hechos, solo es posible el ingreso al personal autorizado del laboratorio móvil de criminalística que conoce el caso (PONAL o CTI). Para reconstrucciones de muertes violentas no hay impedimento alguno de procesar el lugar de los hechos.

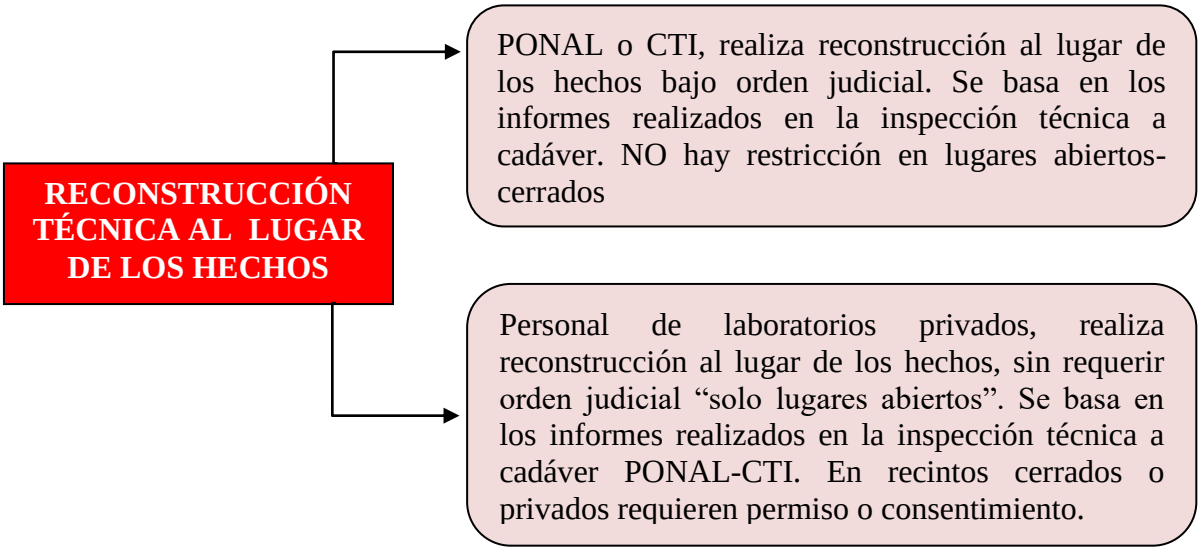
En el procedimiento de inspección técnica a cadáver que *posee la restricción del acordonamiento de la escena*, si se pertenece a alguno de los laboratorios privados forenses del país, es posible fijar topográficamente la escena desde la parte externa del cordón de seguridad que estable la policía judicial que conoce el caso. Aunque la distancia no es ningún problema si se cuenta con equipos de medición electrónica como distanciometro laser, brujas de precisión, estación total, escáner 3D o Drone.



Ilustración 30, fuente: Internet. Del acordonamiento y protección del lugar de los hechos; rescatado de http://www.lapatria.com/sucesos/murio-mujer-luego-de-ser-atropellada-por-motociclista-en-avenida-del-centro-83036



Gráfica 35, fuente: elaboración propia, esquema general y básico de interacción en inspecciones técnicas al lugar de los hechos. Colombia 2016.



Gráfica 36, fuente: elaboración propia, esquema general y básico de reconstrucciones técnicas al lugar de los hechos. Colombia 2016.

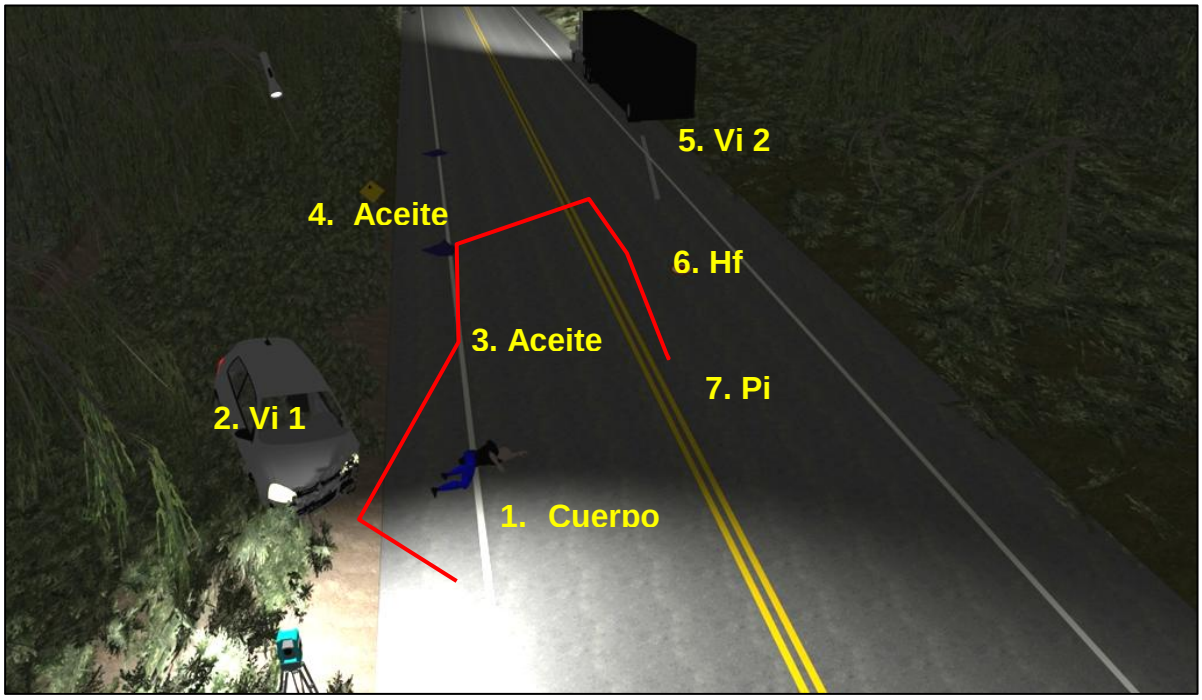
4.1. Definir el método de búsqueda de evidencia física.

Antes de iniciar con el proceso de búsqueda de EF y recolección de información topográfica, hay que analizar todos y cada uno de los siguientes factores:

- Condiciones topográficas del lugar (abierto, cerrado, móvil, mixto).
- Cantidad y clase de evidencias físicas, que puedan existir, (tamaño, estado, origen, etc).
- Condiciones se seguridad del lugar, (evitar hurto de equipos)
- Condiciones ambientales y climáticas de la zona, para el momento de la diligencia topográfica.
- Verificar equipos y materiales.

4.1.1. Método de búsqueda (libre) punto a punto.

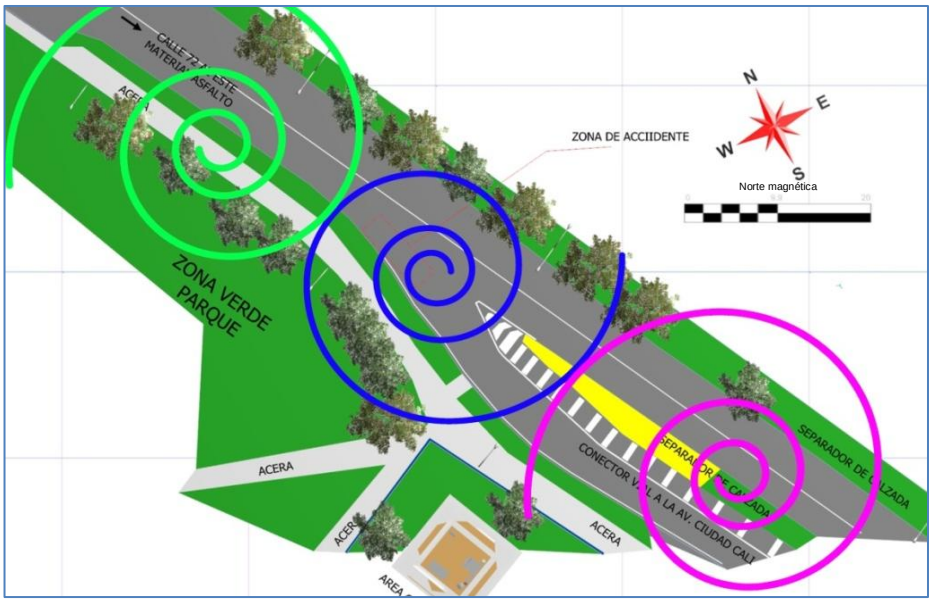
Es un método que permite ubicar las evidencias siguiendo la importancia de las mismas, relacionando la evidencia que se vaya encontrando paso a paso, en cualquier dirección y trayectoria.



Gráfica 37, Fuente: elaboración propia. De la recreación 3D, accidente de tránsito Santander-Colombia 2008; método de búsqueda de evidencia por punto a punto. "línea roja".

4.1.2. Método de búsqueda radial – espiral.

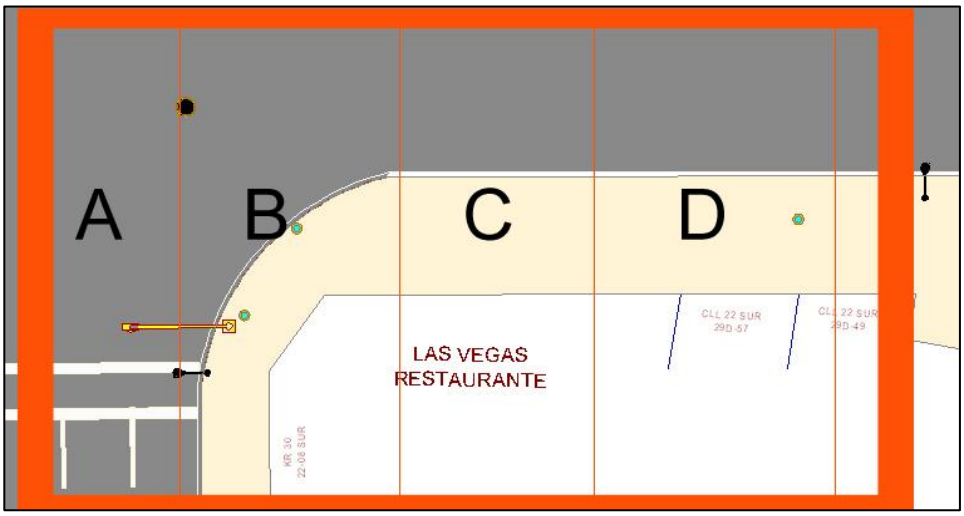
En este método se inicia la búsqueda de evidencia, desde el centro o la parte externa del lugar de los hechos, siguiendo las manecillas del reloj, puede ser una o varias espirales realizadas. En este caso se considera útil en lugar abierto. No muy recomendable si no se tiene de un excelente equipo y profesional de medición o topógrafo forense.



Gráfica 38, Fuente: elaboración propia. Del plano topográfico 2D, accidente de tránsito Bogotá-Colombia 2007. Método de búsqueda de evidencia por espiral.

4.1.3. Método de búsqueda en zonas o sectores.

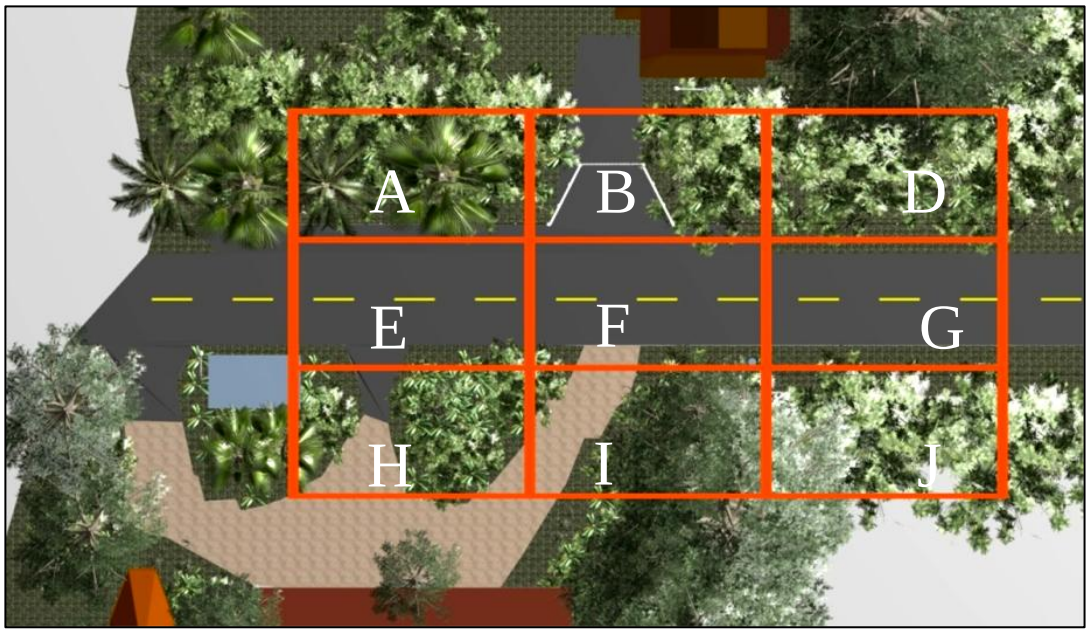
Este método es excelente para todo tipo de lugares y de tamaños. Consiste el método en dividir el lugar de los hechos por cuadrantes o zonas. Se inicia la inspección y búsqueda por cada una de éstas hasta dar por terminada la inspección por todas sus partes. Este método registra las evidencias de manera individual o colectiva en cada zona.



Gráfica 39, Fuente: elaboración propia. Del sector de plano topográfico 2D, accidente de tránsito Bogotá-Colombia 2009. Método de búsqueda de evidencia por zonas o sectores.

4.1.4. Método de búsqueda en cuadricula.

Este método es excelente para lugares de gran extensión, abiertos o cerrados. Consiste el método en dividir el lugar de los hechos en una cuadricula. Se inicia la inspección y búsqueda por cada una de los cuadros definidos. Muy útil cuando existen demasiadas evidencias.



Gráfica 40, Fuente: elaboración propia. Sector de plano topográfico 3D, accidente de tránsito. Florencia- Caquetá-Colombia 2010; método de búsqueda de evidencia por cuadricula.

5. <u>Registro topográfico manual de EF (procedimiento):</u> una vez identificado el método de búsqueda de evidencias, con el fin de conocer la cantidad y locación espacial de (EF); para poder iniciar con el proceso de fijación topográfico se recuerda lo siguiente:

- Tipo de Norte (magnética, coordenal, arbitraria), “prever atracción local”.

- Punto de amarre topográfico de difícil remoción (tapas de pozo, estructuras construidas, elementos geo referenciados).

- Localización geo-referenciada de la armada de arranque para poligonal o radiación simple. (Depende del tipo de levantamiento topográfico, manual o laser).

Definidas las variables anteriores, se procede con la selección del método a utilizar, esto defendiéndose la cantidad de evidencias físicas en el lugar de los hechos, así como la complejidad del terreno y las condiciones climáticas existentes para el momento de la diligencia.

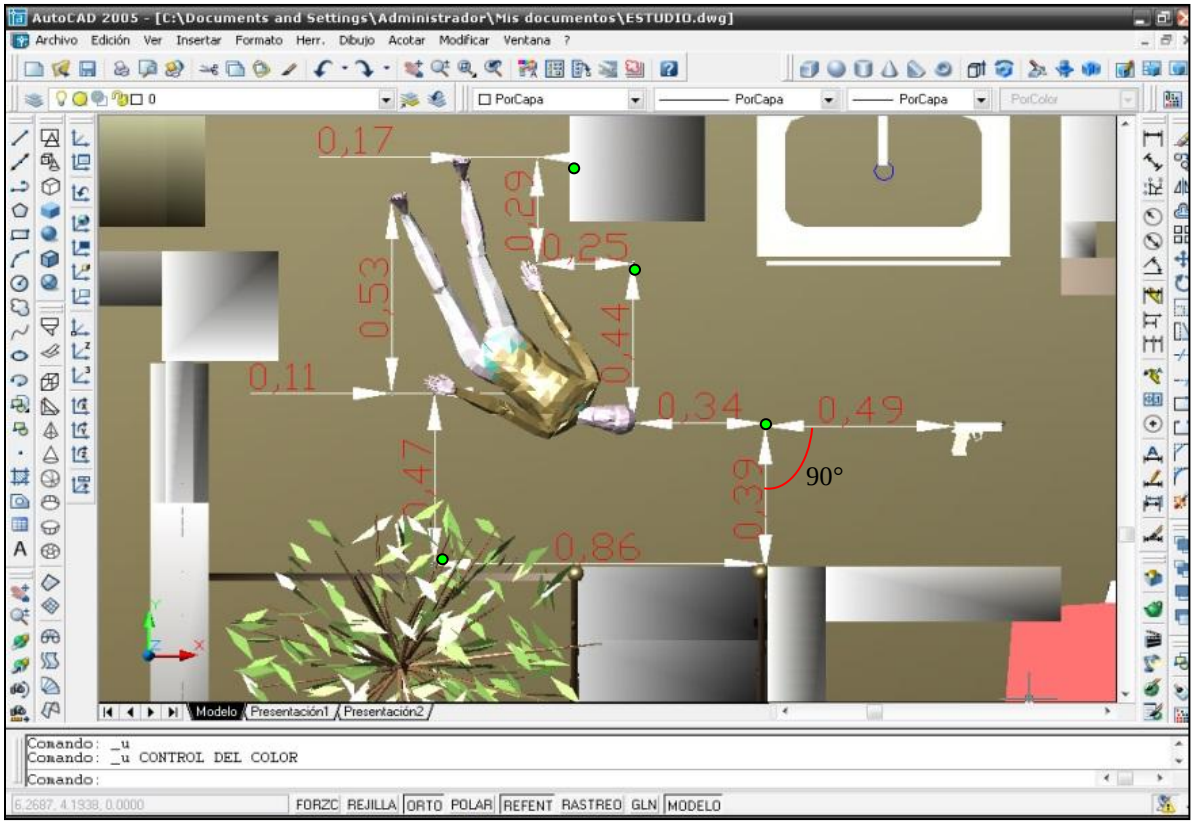
5.1. Topografía aplicada métodos manuales.

Una vez seleccionadas las áreas (zonas, senderos, rutas) por donde se efectuaran los desplazamientos dentro de la escena o lugar de los hechos (evitar contaminación), habrá de ubicarse en el centro mismo del lugar de los hechos y proceder a examinar la evidencia física (EF) principal (cadáver-vehículo-arma-rastro-otros) y lo que se encuentre en posesión o cercanía de ella. A continuación, se identifica el punto (s) de control y se inicia con la aplicación de los métodos de fijación de evidencia física que se proponen a continuación:

5.1.1. Método de fijación y graficación ortogonal.

A partir de puntos de referencia (objetos fijos: paramentos, señales de tránsito, sumideros, postes, semáforos, pozos) se toman medidas formando ángulos de 90º; para la fijación de los EMP Y/O EF, y de las mismas estructuras o inventario vial. (Rodriguez, 2013)

Es muy importante que en el momento de emplear este método en lugares pequeños, preferiblemente cerrados; se materialicen los puntos donde se están haciendo los quiebres para la ortogonalidad; es decir como son mediciones formando ángulos de 90º, es importante materializar los puntos donde se forman los ángulos en cada distancia, para evitar errores de acumulación de distancia; de igual forma en lo posible utilizar escuadra de agrimensor o similares para corregir al formación de ángulos de 90º.



Gráfica 41, fuente: elaboración propia. Sistema de graficación ortogonal, materializando puntos de quiebre o control (puntos verdes); diagramación en Acad 3D, año 2005.

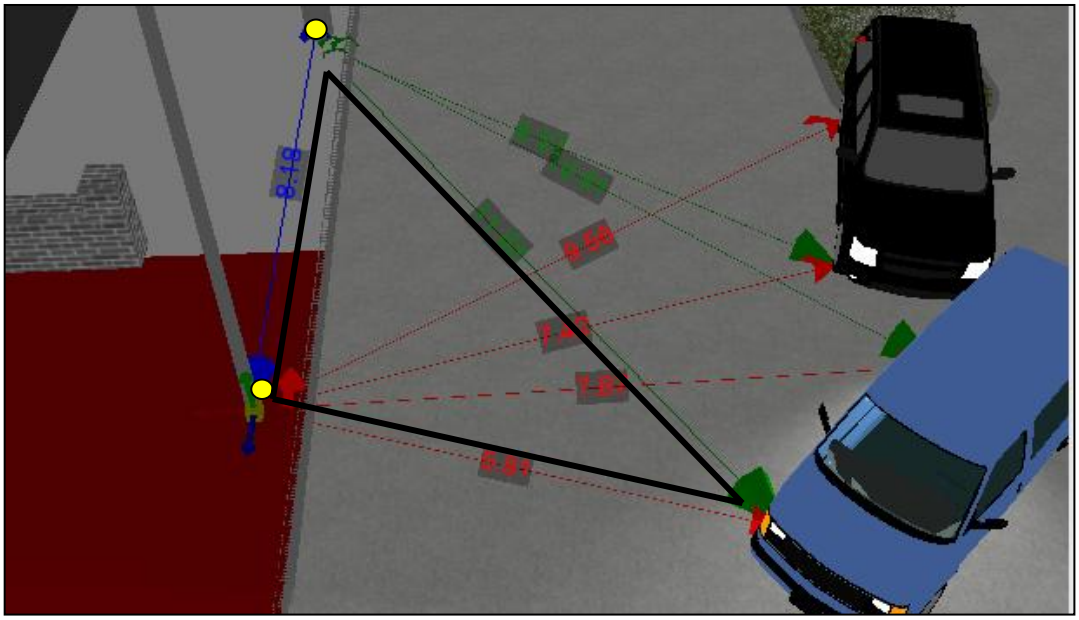
Consideraciones:

- Tomar distancias completamente horizontales.
- Marcar sobre la superficie los puntos de quiebre (tiza, pintura, marcador)
- Controlar los ángulos de 90°.

- En este método se diagraman las medidas “acotaciones” dentro de la graficación de EF.
- Verificar los instrumentos de medición (cinta métrica o distanciometro laser)
- Fijar fotográficamente el lugar de los hechos, en pro de tener un registro visual para el proceso de dibujo.
- Fijar fotográficamente el CRUDO, es decir el bosquejo hecho en campo, dónde se observe en la fotografía el bosquejo relacionado con el lugar de los hechos.
- Realizar varias medidas a los mismos puntos de fijación, en aras de poder establecer la media aritmética y reducir los errores de cierre.
- Realizar los caculos de cierre y precisión.

5.1.2. Método de fijación y graficación por triangulación.

Se llama triangulación el método en el cual las líneas del levantamiento forman figuras triangulares, de las cuales se miden sus lados, para esto es muy importante determinar la distancia entre los dos puntos de regencia utilizados. (Torres Nieto & Villate, 1983)



Gráfica 42, fuente: elaboración propia. Del sistema de triangulación materializando puntos de referencia (puntos amarillos), realizado con plataforma EdgeFx.

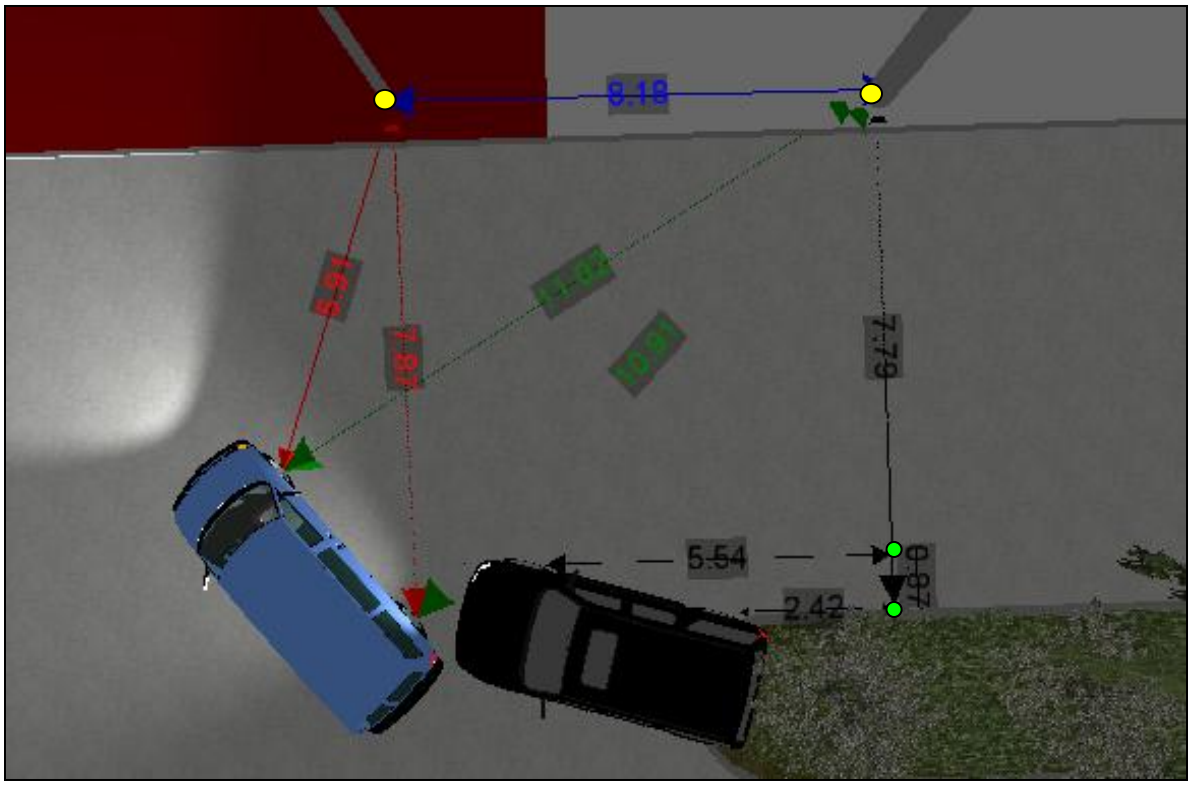
Consideraciones:

- Tomar distancias completamente horizontales, desde los mismos dos (2) puntos de referencia (hacer una marca en el objeto de referencia para evitar errores)
- Tomar las medidas a los mimos puntos de destino.
- Tomar la medida entre los dos puntos de referencia.
- Verificar los instrumentos de medición (cinta métrica o distanciometro laser)
- Fijar fotográficamente el lugar de los hechos, en pro de tener un registro visual para el proceso de dibujo.
- Fijar fotográficamente el CRUDO, es decir el bosquejo hecho en campo, dónde se observe en la fotografía el bosquejo relacionado con el lugar de los hechos.
- Realizar varias medidas a los mismos puntos de fijación, en aras de poder establecer la media aritmética y reducir los errores de cierre.
- Realizar los caculos de cierre y precisión.

5.1.3. Método de fijación y graficación por combinación de los anteriores

Se realiza el inventario vial o levantamiento del lugar de los hechos por el método ortogonal y las posiciones finales de los vehículos involucrados y EF por el método de triangulación.

Es muy importante que en el momento de emplear este método combinado en diferentes lugares, se materialicen los puntos donde se están haciendo los quiebres para la ortogonalidad; es decir como son mediciones formando ángulos de 90º, es importante materializar los puntos donde se forman los ángulos en cada distancia, para evitar errores de acumulación de distancia, de igual forma en lo posible utilizar escuadra de agrimensor o similares para corregir al formación de ángulos de 90º.



Gráfica 43, fuente: elaboración propia. Del sistema de mixto o combinado materializando puntos de quiebre o control (puntos verdes) y materializando puntos de referencia (puntos amarillos); realizado en plataforma EdgeFX.

5.1.4. Método de fijación y graficación por coordenadas cartesianas

A diferencia del sistema de graficación ortogonal, este sistema de fijación y diagramación tiene en cuenta los vectores X,Y,Z; pero al momento de diagramar no se utilizan acotaciones, líneas, datos alfanuméricos dentro del espacio de dibujo o gráfico, sino que, se ubica una caja de medidas en sistemas de coordenadas X,Y,Z. Donde se localizan las proyecciones de cada punto. (Rodriguez, 2013)

Este método al igual que el método ortogonal, es susceptible de errores insuperables, si no se emplean apropiadamente los métodos; si no se consideran en cada medida tomada, el marcar sobre la superficie terrestre los puntos de control y controlar la formación de ángulos de 90°, sin esto son métodos completamente nulos. (Rodriguez, 2013)



Gráfica 44, fuente: elaboración propia. Del sistema coordenadas ortogonales realizado en plataforma EdgeFX.

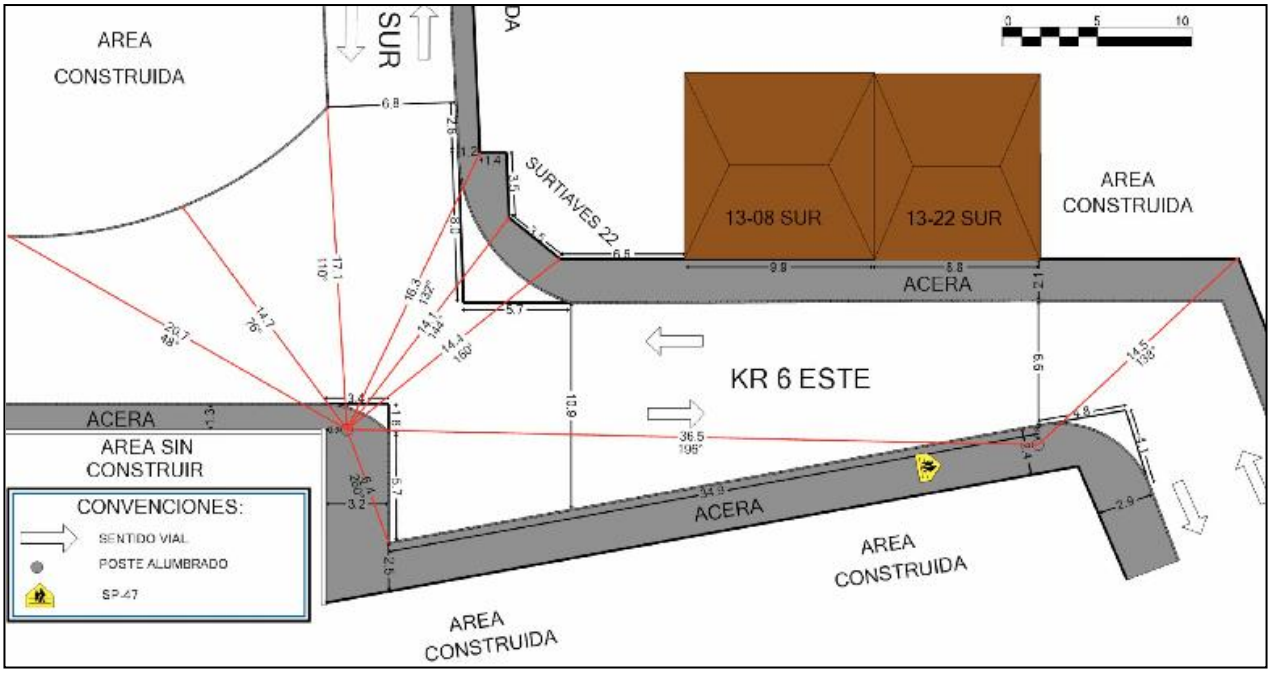
Consideraciones:

- Tomar distancias completamente horizontales.
- Marcar sobre la superficie los puntos de quiebre (tiza, pintura, marcador)
- Controlar los ángulos de 90°.
- Verificar los instrumentos de medición (cinta métrica o distanciometro laser)
- Fijar fotográficamente el lugar de los hechos, en pro de tener un registro visual para el proceso de dibujo.
- Fijar fotográficamente el CRUDO, es decir el bosquejo hecho en campo, dónde se observe en la fotografía el bosquejo relacionado con el lugar de los hechos.
- Realizar varias medidas a los mismos puntos de fijación, en aras de poder establecer la media aritmética y reducir los errores de cierre.
- Realizar los caculos de cierre y precisión.

5.1.5. Método de radiación (brújula, teodolito y distancio metro láser).

Se aplica cuando el área del terreno es relativamente pequeña o mediana. Se sitúa en un punto fijo el equipo de medición, del cual se puedan ver todos los elementos de la zona o lugar de los hechos que se deseen localizar y fijar. (Rodriguez, 2013)

Los datos para la confección del plano topográfico, como códigos de las señales de tránsito, sentido vial, material de la vía, diagrama inicial del lugar, ángulos y distancias; se anotan en libretas especiales denominadas “carteras”. Como su nombre lo indica, a partir, de un punto donde esta armada la brújula de precisión, teodolito sobre trípode; el equipo toma orientación hacia el norte “es de tener en cuenta no encontrarse en un lugar que pueda presentar atracción local”, se inicia a fijar puntos en forma radial. Es decir se lee y toma el ángulo que muestra la brújula y se procede a medir la distancia con el medidor digital o cinta métrica.



Gráfica 45, fuente: elaboración propia. Del sistema de radiación realizado en plataforma EdgeFX.

Consideraciones:

- Tomar distancias completamente horizontales.
- Evitar errores de lectura de la brújula (atracción local)
- Verificar los instrumentos de medición (cinta métrica o distanciometro laser, brújula)
- Fijar fotográficamente el lugar de los hechos, en pro de tener un registro visual para el proceso de dibujo.
- Fijar fotográficamente el CRUDO, es decir el bosquejo hecho en campo, dónde se observe en la fotografía el bosquejo relacionado con el lugar de los hechos.
- Realizar varias medidas a los mismos puntos de fijación, en aras de poder establecer la media aritmética y reducir los errores de cierre.
- Realizar los caculos de cierre y precisión.

5.1.6. Requerimientos técnicos de cierre en topografía manual y electrónica "METADATOS"

5.1.6.1. En el proceso de levantamiento topográfico con métodos manuales se debe realizar el proceso de iteración de toma de medidas; es decir tomar varias (5) medidas entre los puntos de toma de medida, se promedian las distancias tomadas y con ello se establece la media real entre diferentes puntos en el espacio. Con lo anterior se realizan los cálculos de precisión y estos cálculos son conocidos como METADATOS.

- **Valor más probable: Xp** = $(L_1 \neg + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 \ldots + Ln) / n$

  Donde, **L** = medidas y **n = número de medidas**

- **Error medio cuadrático: m = mo** = $\sqrt{(\sum L\text{^}2) / (n*(n-1))}$

- **Error acumulado: ro** = $\pm 0.6745 * \sqrt{(\sum Lr\text{^}2) / (n*(n-1))}$

- **Error probable:** (**Xp** ± **mo**) - Vr Donde, Vr = Valor refutación

- **Error real:** **Er** = l / (X/mx) → Er = l / P → P = **Xp** / **mo**

- **Error calculado total:** **rc** = (∑ L ± (Vr))

- **Valor verdadero: Vv** = (Vr – Vc / Vr) * 100

Tabla 2, fuente: elaboración propia. Ecuaciones para cálculo de metadatos en levantamientos manuales.

5.1.6.2. En el proceso de levantamiento topográfico con métodos manuales se debe realizar cada quiebre, cambio de dirección, cada vértice: marcas o puntos de quiebre sobre suelo. Que garanticen el fin de cada proyección de medida. Esto garantiza iniciar una medida donde termina la otra y corregir los errores acumulados.

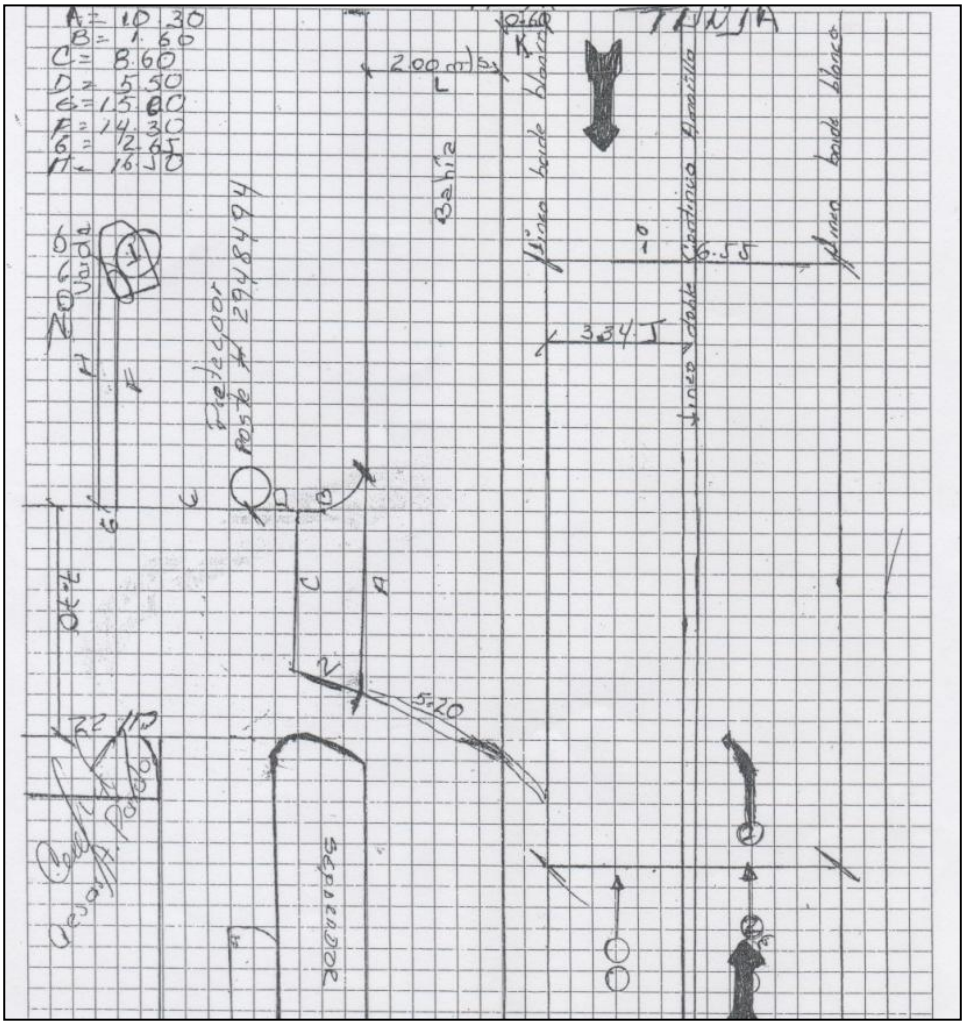
5.1.6.3. En el lugar de los hechos se realiza bosquejo, por lo cual debe existir fotografía del mismo, donde se observe el lugar de los hechos y la evidencia física fijada. Esto es el elemento técnico conocido como CRUDO.

5.1.6.4. La fotografía (s) del crudo debe ser tomada, verificando la programación de fecha del dispositivo de captura de imagen. Esta fotografía (s), se descargan en el ordenador en folder denominado soportes de fijación topográfica.

Si bien la fotografía y videografía no tiene rivales en lo relativo al registro gráfico de detalles, de por sí no resulta suficiente para un registro completo del lugar de los hechos.

Por ello la topografía si precisa en elementos vitales para la localización de objetos sobre la superficie terrestre. La fotografía no muestra la relación o la distancia exacta a que están los diversos objetos entre si y eso es un detalle de relevante importancia. Pero es importante para el proceso de memoria gráfica. Según (Rodriguez, 2013)**.**

5.1.6.5. Los anteriores procesos van acompañados del bosquejo, croquis e informe técnico dónde se especifiquen las condiciones dadas en la resolución Nº 000430 de 27 de abril 2005 que establece el protocolo para la presentación de dictámenes o informes periciales emitidos por los laboratorios forenses en Colombia. (Anexo 3)



Gráfica 46, fuente: PONAL. Del croquis final topográfico del lugar de los hechos realizado por autoridad competente, en homicidio por accidente de tránsito; 2015, Bogotá - Colombia.

Se observa el método Ortogonal de fijación de EF, donde el nivel de error en precisión es superior al 65%.

El croquis, bosquejo o plano topográfico de funcionarios estatales: no va acampanado de informes técnicos.

5.1.7. Conceptos abarcados y exigidos en topografía forense.

5.1.7.1. Precisión: hay imperfecciones en los aparatos y en el manejo de los mismos, por tanto ninguna medida es exacta en topografía y es por eso que la naturaleza y magnitud de los errores deben ser comprendidas para obtener buenos resultados.

Las equivocaciones son producidas por falta de cuidado, distracción o falta de conocimiento. En la precisión de las medidas deben hacerse tan aproximadas como sea necesario, evitando asi en audiencias de juicio oral, que sea desestimado el informe pericial topográfico por falta o carencia de credibilidad técnica.

5.1.7.2. Comprobaciones: Siempre se debe comprobar las medidas y los cálculos ejecutados, estos descubren errores y equivocaciones y determinan el grado de precisión obtenida. Preferiblemente en terreno.

5.1.7.3. Notas de campo: Siempre tomarse en libretas especiales de registro, con toda claridad para no tener que pasarlas posteriormente, es decir, se toman en limpio; deben incluirse la mayor cantidad de datos complementarios posibles para evitar malas interpretaciones ya que es muy común que los dibujos los hagan diferentes personas encargadas del trabajo de campo. (Crudos-metadatos).

Mencionar las incertidumbres en informes técnicos: orígenes de los errores personales y naturales, los errores se dividen en dos clases:

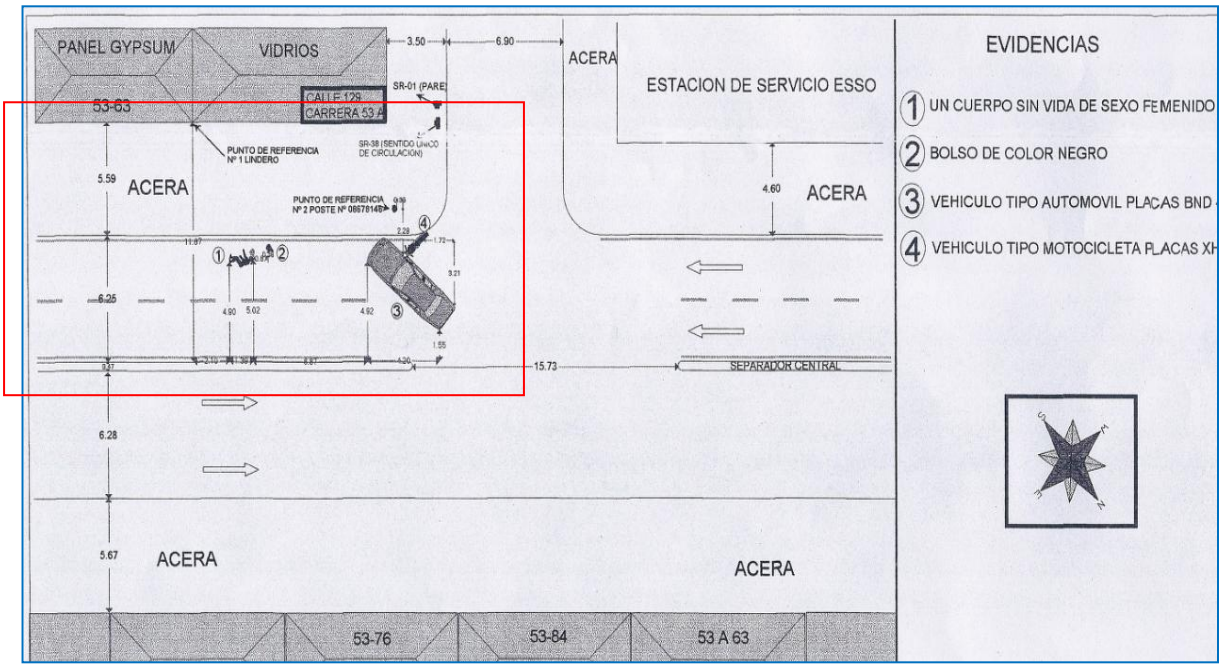
5.1.7.4. Errores sistemáticos: en condiciones de trabajo en el campo son constantes y del mismo signo y por tanto son acumulativos, por ejemplo: en medidas de ángulos, en aparatos mal graduados o arrastre de graduaciones en el tránsito, cintas mal graduadas, error por temperatura, otros.

5.1.7.5. Accidentales: se dan indiferentemente en un sentido o en otro y por tanto puede ser que tengan signo positivo o negativo, por ejemplo: en medidas de ángulos, lectura de graduaciones, visuales descentradas de la señal, en medidas de distancia, etc. Muchos de estos errores se eliminan por que se compensan.

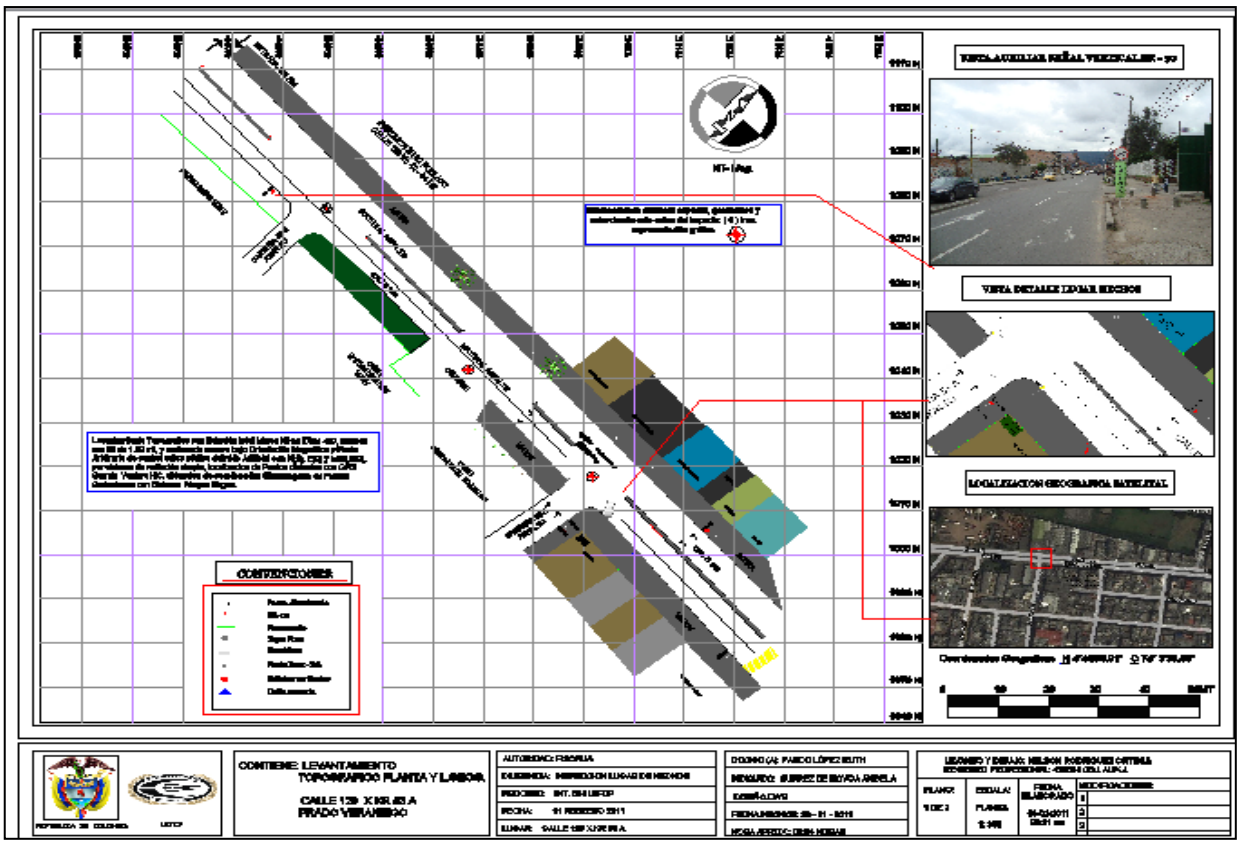
5.1.7.6. Error de cierre: una vez se termina el trabajo en campo, en laboratorio se determinar el error con el que cierra un circuito poligonal, así se garantiza un excelente trabajo forense de topografía; dando garantías a los demás grupos forenses en sus respectivos análisis forenses que parten del levantamiento topográfico.

5.1.7.7. Error acumulado: Es el error total con el que un topógrafo forense, realiza su trabajo "equipos manuales"; se comparan las distancias tomadas en terreno, estructuras, vías, muebles, entre otras. Con las que realiza otro profesional en medición pero con equipos de precisión.

Al comparar las distancias entre diferentes puntos, se encuentra aumento o disminución de información métrica, se suman estos residuos o faltantes y se determina el error de acumulado. Muy común en levantamientos con cinta métrica.



Gráfica 47, fuente: PONAL, levantamiento topográfico en homicidio accidente de tránsito. Año 2011 Bogotá - Colombia.
Error de medición PONAL superior al 85%.



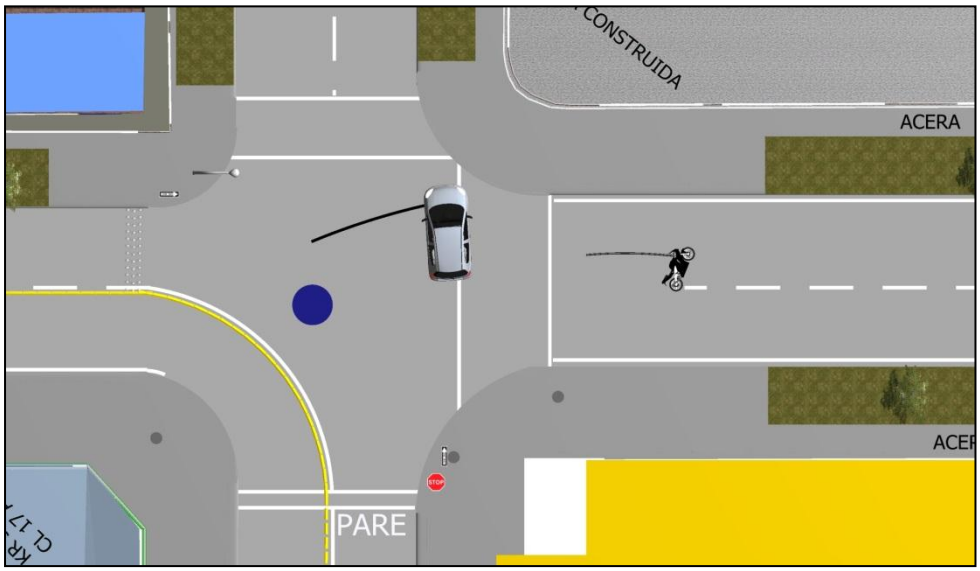
Gráfica 48, elaboración propia, análisis y levantamiento topográfico de vías y demás componentes, plano final UIFCP; gráfica 75, levantamiento PONAL.

5.2. Métodos de fijación topográfica electrónica.

5.2.1. Métodos de radiación y poligonales (estación total).

Se aplica cuando el área del terreno es relativamente mediana o grande. Se sitúa en una punto fijo, en el cual se puedan ver todos los elementos de la zona o lugar de los hechos que se deseen localizar y fijar. (Rodriguez, 2013)

Los datos para la confección del plano topográfico auxiliares como diagramaciones o elementos importantes, como códigos de las señales de tránsito, sentido vial, material de la vía, diagrama inicial del lugar; se anotan en libretas especiales denominadas “carteras”. Al iniciar en dicho punto intervisible con todo el lugar, en esta armada de la estación; se inicia la **RADIACIÓN** ya sea simple o una **POLIGONAL** abierta, cerrada o punto a punto. El equipo toma orientación hacia norte en 0º según la norte definida. Se inicia a fijar puntos en forma radial.



Gráfica 49, fuente: elaboración propia. Plano terminado con sistema de levantamiento radiación simple 2011, resolución milimétrica accidente de tránsito Bogotá / Colombia.

Consideraciones:

- Materializar el punto de armada
- Orientación magnética, evitar errores de lectura de la brújula (atracción local)
- Verificar los instrumentos de medición, adjuntar certificado calibración (estación total)
- Fijar fotográficamente el lugar de los hechos, en pro de tener un registro visual para el proceso de dibujo.
- Fijar fotográficamente el operador junto con el equipo electrónico.
- Descarga y organización de crudos
- Realizar los caculos de cierre y precisión.

5.2.2. Requerimientos técnicos de cierre en topografía electrónica.

5.2.2.1. En el proceso de levantamiento topográfico con métodos electrónicos se debe realizar el proceso de verificación de calibración del equipo, realizando mediciones de prueba con cinta métrica patronada y de verificación de ángulos; es decir tomar varias (5) medidas entre los puntos de toma de medida, se promedian las distancias y ángulos tomados. Con ello se establece la media real entre diferentes puntos en el espacio. Con lo anterior se realizan los cálculos de precisión y estos cálculos son conocidos como METADATOS.

Cálculos de cierres y errores en levantamiento: La radiación es un método Topográfico que permite determinar coordenadas (X, Y, H) desde un punto fijo llamado polo de radiación. Los datos de campo para determinar la posición planimétrica van a ser el ángulo existente entre la referencia y la dirección del punto visado, desde el vértice polo de radiación, así como la distancia existente entre éste y el punto visado. Por ello se consideran las siguientes precisiones.

- **Tolerancia (T):** Error máximo permitido, en cualquier operación de medida si existen varias causas de errores accidentales (angulares y distancias), el error máximo resultante será la componente cuadrática de dichos errores accidentales máximos.

$$\textbf{emax} = \sqrt{D^2 + Ang^2}$$

- **Error transversal:** Error debido a la medida de los ángulos. El error angular (eT) intervienen el error de dirección, el error de puntería, el error de lectura y el error de verticalidad, por lo que se debe verificar con lecturas en campo y con verificación matemática.

$$ET = ea * D * \sqrt{2}$$

- **Cálculo del error de lectura:** aparatos ópticos **eL = (2 / 3) α**

Aparatos electrónicos: El error de lectura en los distanciómetros viene dado por la norma DIN 18723, siendo la desviación típica para una dirección medida en las dos posiciones del anteojo.

- **Cálculo del error de verticalidad (ev):** Planimetría**: ev = (1 / 12) S**

  Altimetría**: ev = (1 / 3) S**

- **Cálculo del error de puntería (ep):** Planimetría**: ep = (10'' / A) * (1 + (4 A / 100)**

  Altimetría**: ep = (20'' / A) * (1 + (4 A / 100)**

- **Cálculo del error de dirección (ed) "**Este error únicamente se dará en planimetría".

  Planimetría**: ed = ((ee / es) / D) * r '**

ee = error de estacionamiento. Se suele utilizar el radio de la señal utilizada más el radio del punto donde se coloca el prisma.

es = error de señalización.

- **Cálculo transversal proyecciones (ETp):** *Planimetría*: $\mathbf{eTP = \sqrt{(ev)^2 + (ed)^2 + (ep)^2 + (eL)^2}}$

  Altiimetría: $\mathbf{eTP = \sqrt{(ev)^2 + (ep)^2 + (eL)^2}}$

- **Cálculo del error transversal (ET):** $\mathbf{ET = ea * D * \sqrt{2}}$

Donde,

ea= Error angular.

D = Promedio de las distancias de todos los puntos radiados.

- **Error Longitudinal:** Entendemos por error longitudinal la incertidumbre ocasionada en la posición del punto radiado, debido a la distancia medida. La incertidumbre en una distancia se obtiene como resultado de multiplicarla por el error relativo (**e**) que corresponda al procedimiento utilizado. En la medida con **cinta métrica se estima que el error relativo e es igual a 1/ 2.500**; en la medida estadimétrica de distancias se consideraba **1 / 3.000**. El fabricante nos dará con el instrumento la precisión longitudinal.

$$\mathbf{EL = eri * D}$$

Error Longitudinal: $\mathbf{eri = 2\ mm \pm 2\ ppm}$

- **Cálculo del error de cierre angular.**

Para calcular el error angular cometido, es necesario conocer la sumatoria teórica de sus ángulos así:

$\sum$ = (n + 2) x 180

Dónde:

$\sum$: Sumatoria de ángulos.
n: Número de vértices de la poligonal

- **Sumatoria de ángulos de una poligonal cerrada.**

Para este tipo de levantamientos se debe cumplir $e = a \ x \ \sqrt{n}$

Dónde:

e: Error de cierre angular.
a: Desviación estándar de la estación total o aproximación del teodolito.
n: Número de vértices de la poligonal.

- **Cálculo del error de cierre lineal.**

$E.C.L. = \sqrt{(\Delta \ N\,S)^2 + (\Delta \ E\,W)^2}$

Dónde:

E.C.L = Error de cierre lineal de la poligonal.

Δ N S = Diferencia entre la sumatoria de las proyecciones paralelo norte y sur.

Δ E W = Diferencia entre la sumatoria de las proyecciones meridiano este y oeste.

5.2.2.2. En el proceso de levantamiento topográfico con métodos electrónicos se debe realizar placa de identificación de cada vértice, en lo posible con coordenadas planas o en sus defectos geográficos. Que garanticen que las placas perduren en el tiempo y espacio.

5.2.2.3. En el lugar de los hechos se realizan los formatos de coberturas visuales para la localización de puntos de control con coordenadas. (Anexo 4)

UNIDAD DE INVESTIGACION FORENSE
CRIMINALISTICA PROFESIONAL
Ingeniería Forense – Reconstrucción de Muertes Violentas

R.M. 02051359
Fecha:

FORMATO DE GEODESIA

FT-01-UIFCP	DESCRIPICION DEL ACCESO AL PUNTO MATERIALIZADO					
PROYECTO:	OPERARIO:	GRUPO:	CODIGO:	FECHA:	HOJA No	DE
DEPARTAMENTO:	MUNICIPIO (LUGAR MAS CECANO):		CROQUIS DEL PUNTO			
NOMBRE DEL PUNTO:	DESCRIBIO:					
Observaciones:						

DISTANCIAS Y DIRECCIONES A LA SEÑAL DE AZIMUT Y OBJETOS SOBRESALIENTES QUE PUEDEN OBSERVARSE DESDE EL VERTICE

OBJETO	MAGNETICO		DIST m	DIRECCIONES		
				°	'	"

DESCRIPCIÓN: EL PUNTO VIRTUAL GEODÉSICO:

REGISTRO Y APROBACION				OBSERVACIONES
REVISO		FECHA		
APROBO		FECHA		

BOGOTÁ COLOMBIA | Ft. Ing. Jairo Vargas U. Distrital F.J.C. / Rev. NELSON RODRIGUEZ ORTEGA | REGISTRO 423504

Gráfica 50, fuente: elaboración propia. Del formato 01 de geodesia aplicada para topográfica forense.

5.2.2.4. Se debe realizar toma fotografía (s) del lugar de armada (s), donde se observe el operador del equipo y el mismo estacionado en el lugar de los hechos. Debe ser tomada, verificando la programación de fecha del dispositivo de captura de imagen. Esta fotografía (s), se descarga en el ordenador en folder denominado soportes de fijación topográfica.

5.2.2.5 Los datos de los equipos son descargados y almacenados en un folder denominado CRUDOS, donde se encuentren los datos sin pros proceso. Folder que será entregado en su momento como copia al proceso penal para ser verificados por la contra parte, ya sea Fiscalía o Defensa.

5.2.2.6. Los anteriores procesos van acompañados del plano topográfico e informe técnico dónde se especifiquen las condiciones dadas en la resolución Nº 000430 de 27 de abril 2005 que establece el protocolo para la presentación de dictámenes o informes periciales emitidos por los laboratorios forenses en Colombia.

5.3. Métodos con equipos robóticos de almacenamiento (Escáner, drones, otros).

Estaciones robóticas, equipos de captura del lugar de los hechos en 3D directo, con exportación de nubes de puntos a diferentes extensiones, lo que permite un trabajo rápido y fácil de analizar. Con procedimientos como radiaciones simples o armadas de un solo punto.



Ilustración 31, fuente: elaboración propia. Escáner Faro 3D, 146 millones de puntos en 18 minutos, resolución milimétrica levantamiento del laboratorio de topografía UIFCP Ingeniería **"NO ES UNA FOTOGRAFÍA"**

5.3.1. Requerimientos técnicos de topografía electrónica.

5.3.1.1. En el proceso de levantamiento topográfico con métodos electrónicos robóticos se debe realizar el proceso de verificación de calibración del equipo.

5.3.1.2. Se debe realizar toma fotografía (s) del lugar de armada (s), donde se observe el operador del equipo y el mismo estacionado en el lugar de los hechos. Debe ser tomada, verificando la programación de fecha del dispositivo de captura de imagen. Esta fotografía (s), se descarga en el ordenador en folder denominado soportes de fijación topográfica.

5.3.1.3. Los datos de los equipos son descargados y almacenados en un folder denominado CRUDOS, donde se encuentren los datos sin pros proceso. Folder que será entregado en su momento como copia al proceso penal para ser verificados por la contra parte, ya sea Fiscalía o Defensa.

5.3.1.4. Los anteriores procesos van acompañados del plano topográfico e informe técnico dónde se especifiquen las condiciones dadas en la resolución Nº 000430 de 27 de abril 2005 que establece el protocolo para la presentación de dictámenes o informes periciales emitidos por los laboratorios forenses en Colombia.

5.3.2. Scanner faro focus.

Con este tipo de equipo no es necesario determinar en el terreno si no, un solo punto de ubicación del escáner, con puntillas de acero, pintura u otro elemento que permita identificar una de las armadas de equipo topográfico.



Ilustración 32, fuente: elaboración propia; del uso de scanner faro focus 3D Bogotá - Colombia 2013.

5.4. GPS (posicionamientos de puntos).

Es un sistema de localización que nos permite dar coordenadas reales (geográficas) a un punto y del cual se puede referenciar a todo tipo de levantamiento topográfico para establecer puntos de control.

5.4.1. Requerimientos técnicos de topografía GPS.

5.4.1.1. Se debe realizar toma fotografía (s) del lugar de armada (s), donde se observe el operador del equipo y el mismo estacionado en el lugar de los hechos. Debe ser tomada, verificando la programación de fecha del dispositivo de captura de imagen. Esta fotografía (s), se descarga en el ordenador en folder denominado soportes de fijación topográfica.

5.4.1.2. En el proceso de levantamiento topográfico con métodos electrónicos GPS se deben descargar los crudos del equipo, así como todos los archivos Rinex que sean necesarios para el post -proceso de información. Lo anterior en un folder llamado Crudos, donde se almacena toda la información base para análisis geodésicos.



Ilustración 33, fuente: elaboración propia. Con Hipper Litle, posicionamiento de vértice para arranque de poligonal.

5.5. GPS vértices de las poligonales Geo-referenciadas.

- Se deben materializar en terreno como mínimo 1 (una) placa o punto estático que sirva de línea base y que sea intervisible con el resto de armadas, cuando la poligonal es menor de 500,00mt; si es mayor de 500,00mt. Se deben materializar una pareja de vértices por cada 500,00mt. A medida que avanza la misma, para garantizar la referenciación de la señales de azimut y distancia horizontal de la poligonal base.

- Los vértices de la poligonal se materializarán con puntillas de acero encerradas en un círculo de pintura, sobre sardineles, andenes, zonas duras o cualquier otro lugar que garantice su permanencia y posterior localización para su replanteo en la etapa de reconstrucción forense. No olvidar usar pintura de resistencia para identificar el punto.

- En caso de no existir zonas duras para la materialización de deltas, se deberá amojonar en concreto el punto, o algún material que garantice la permanencia del punto para prever futuras inspecciones de reconstrucción del homicidio. No se aceptaran distancias mayores entre vértice y vértice a 300mt lineales, en las poligonales.

- Los puntos de poligonal materializados con incrustación de placa de bronce, llevarán una inscripción que permita la identificación del punto en campo, coincidente con la descripción que se haga en el formato para tal fin, de tal forma que el consultar la base de datos de la entidad forense UIF "Unidad de Investigación Forense", permita conocer las coordenadas y demás atributos del punto.

- Si se utilizó el traslado de puntos de control, por el sistema de posicionamiento satelital (GPS), igualmente se debe presentar el correspondiente certificado de los vértices de la estación base utilizada.

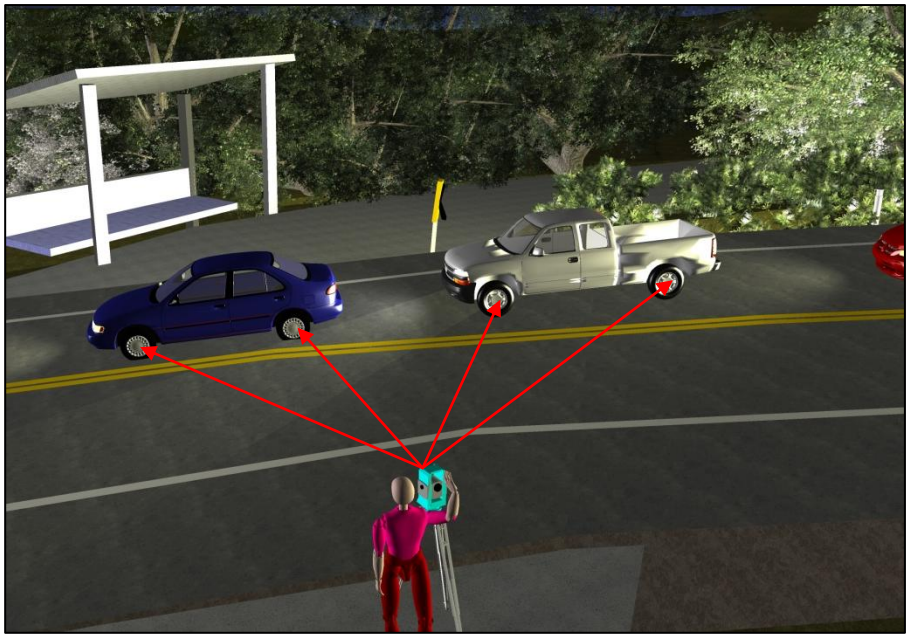
- Presentar descripción de puntos materializados que incluya un gráfico aproximado de la localización de los puntos de control amojonados con sus correspondientes referencias.

- Se hace entrega de todos los formatos utilizados en la labor topográfica de planeación, ejecución y terminación de la labor topográfica forense.

6. Especificaciones técnicas topográficas en topografía de Evidencia Física.

Hemos visto en el ***numeral 5***, los métodos de fijación topográfica de EF en el proceso de investigación de accidentes de tránsito o recolección de información en terreno; partiendo de lo dicho veamos ahora que se fija técnicamente de las evidencias físicas.

- Para todos los vehículos en el lugar de los hechos, se debe fijar a los ejes de uno de sus costados laterales; puesto que la carrocería de un vehículo puede ser modificada con aditamentos especiales o modificaciones que cambian se autenticidad de fábrica.



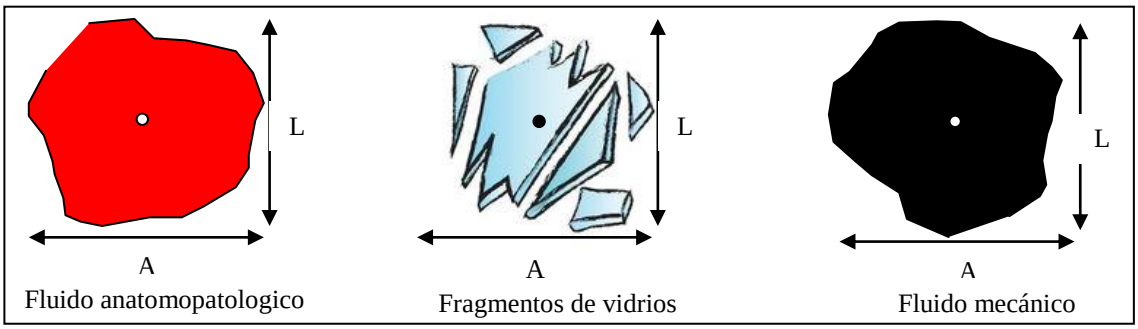
Gráfica 51, fuente: elaboración propia. De la fijación topográfica de vehículos

- Para todas las huellas de frenada, huellas de paso, huellas de arrastre biológico, huellas de derrape, entre otras; se debe fijar el inicio y el fin de cada huella. De igual forma patronar las huellas con testigos métrico (cinta métrica). Es decir registrar fotográficamente y videográficamente preferiblemente la medida real de cada huella, esto utilizando cinta métrica.



Ilustración 34, fuente: elaboración propia. Patronamiento de huella de frenada, uso de cinta métrica como testigo métrico.

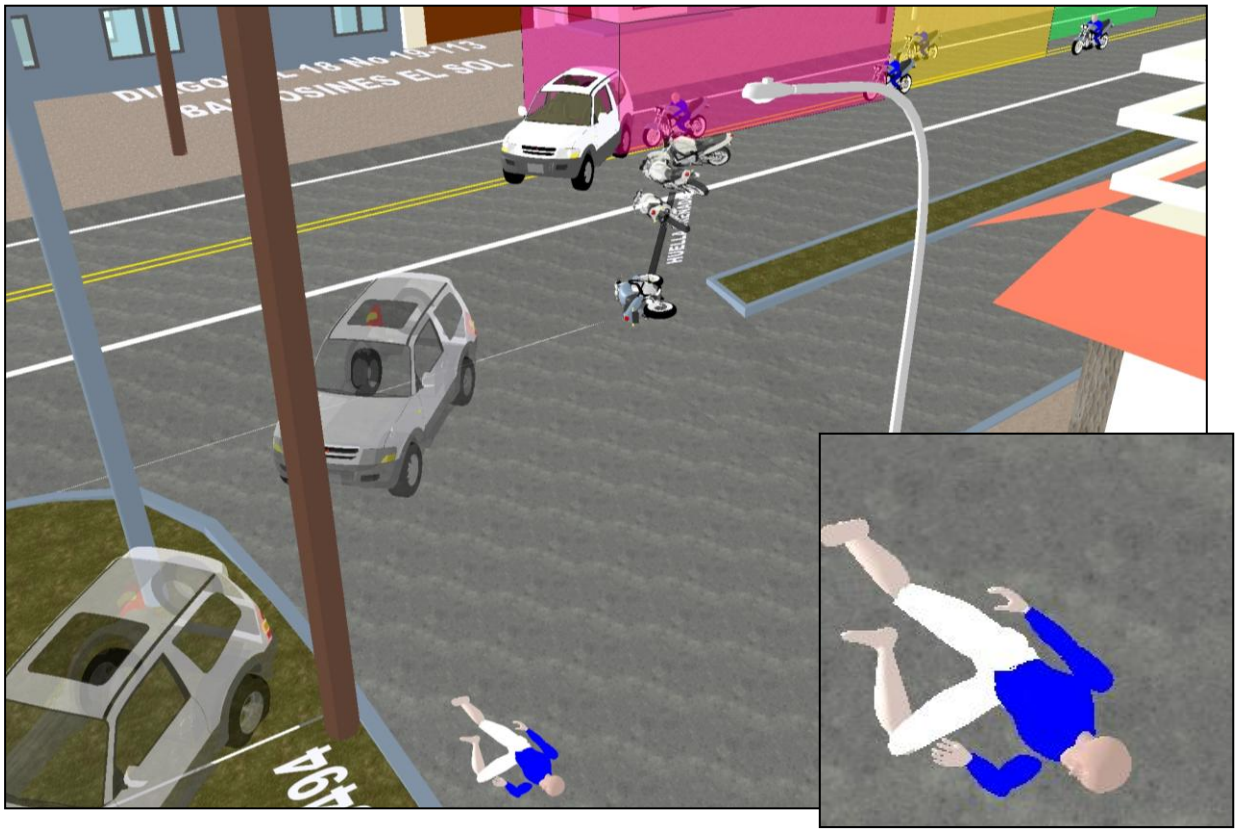
- Para todas las zonas donde quedan fragmentos de vidrio, estructuras de vehículos, pozas de aceite, vestugos biológicos, entro otros; se mide al centro de cada evidencia física y se toma el ancho y largo para calcular el área total ocupada por la EF sobe la superficie terrestre.



Gráfica 52, fuente: elaboración propia. De algunos tipos de EF que se concentran en áreas determinadas

- Para las ubicaciones de cuerpo sin vida, se mide al centro, cabeza y pies; es en aras conocer la real ubicación del cuerpo sobre la superficie terrestre. Para la posición del cuerpo es importante medir las extremidades con relación al tronco (línea media del cuerpo) del cuerpo sin vida o lesionado y describir la posición del cuerpo. Ver numeral 1.9. del capítulo I

Posiciones del cuerpo: cubito supino o dorsal, cubito prono o ventral, cubito lateral.
Posición de la cabeza: sobre su eje o en rotación derecha o izquierda.
Posición de los miembros inferiores y superiores: extensión, flexión, abducción, aducción.
Posición de mansos: supinación y pronación.
Posición de dedos: extensión y flexión.
Posición de pies: en rotación lateral o sobre su eje.



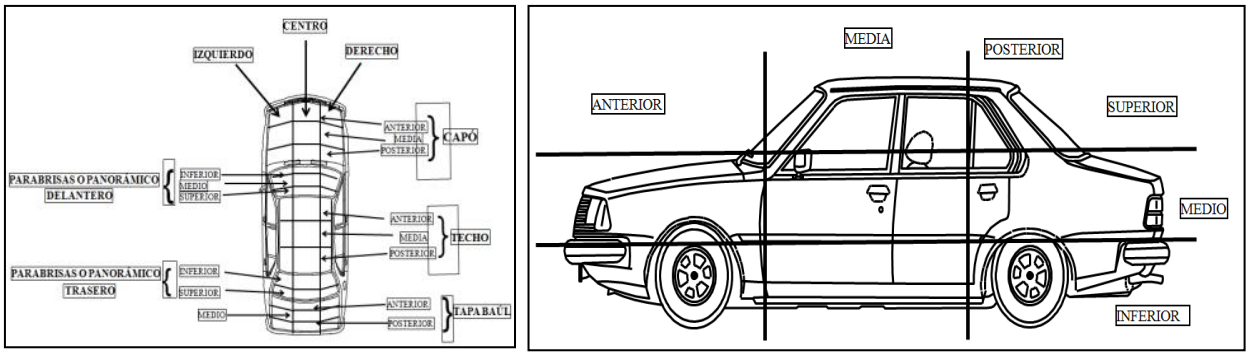
Gráfica 53, fuente: elaboración propia. De la posición y ubicación final de cuerpo sin vida en reconstrucción de accidente de tránsito.

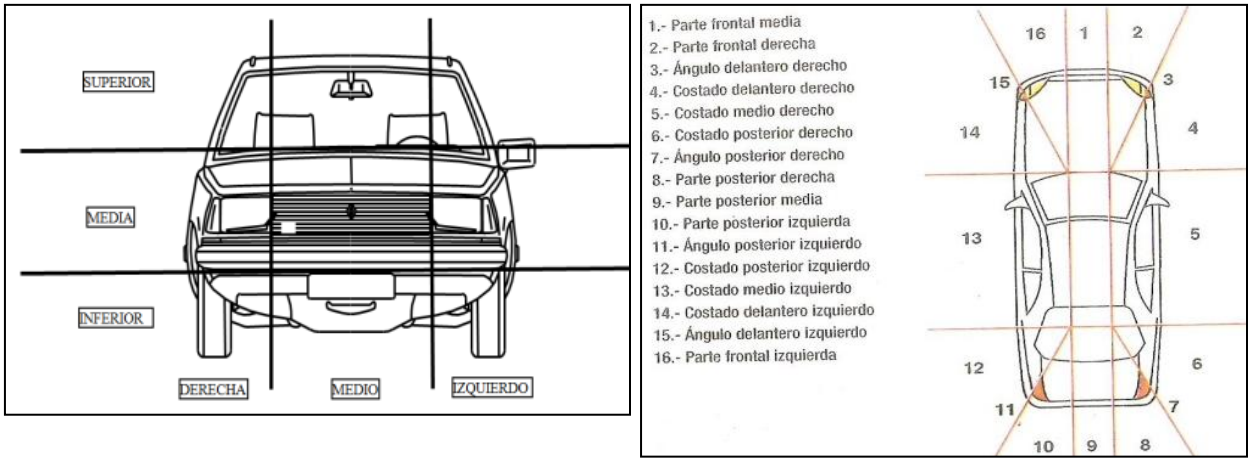
- Por último a todo tipo de evidencia que se considere determinar áreas, perímetros, alturas o medidas específicas, se recomienda medir al centro del objeto y posterior a ello medir el objeto como tal, si se tiene la posibilidad de hacerlo.

6.1. Topografía estructural de daños vehiculares.

Para realización topografía de daños en vehículos en posición final o no, se efectuara la medición de este; “volado delantero, trasero, distancia entre ejes, ancho y altura”; se ubicaran los daños según lo reglamenta la norma técnica colombiana NTC 4189 o el esquema internacional “opcional cualquiera de los dos” en lo que refiere ubicación de daños en sus respectivas localizaciones horizontal y vertical. Está en los casos de homicidios “muertes violentas” será estricta ubicarla en una capa adicional “plano” como lo menciona el punto (detalles de plano), con una fotografía o imagen digitalizada. (Rodriguez, 2013)

6.1.1. Norma técnica internacional.

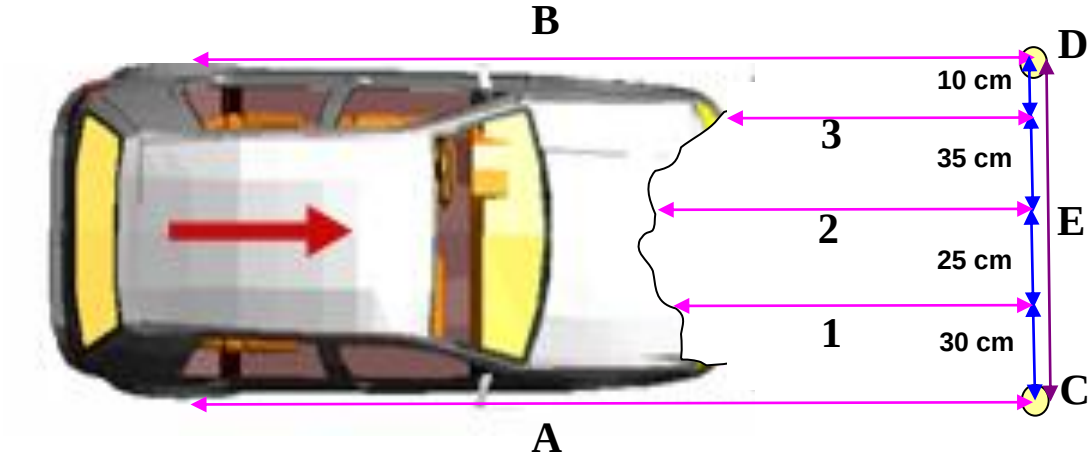




Grafica 54. Norma técnica internacional localización de daños, investigación forense, los accidentes de tráfico, manual básico de investigación de hechos de tránsito terrestre 2, Juan Martín Hernández Mota

6.1.2. Procedimiento de fijación topográfica de daños.

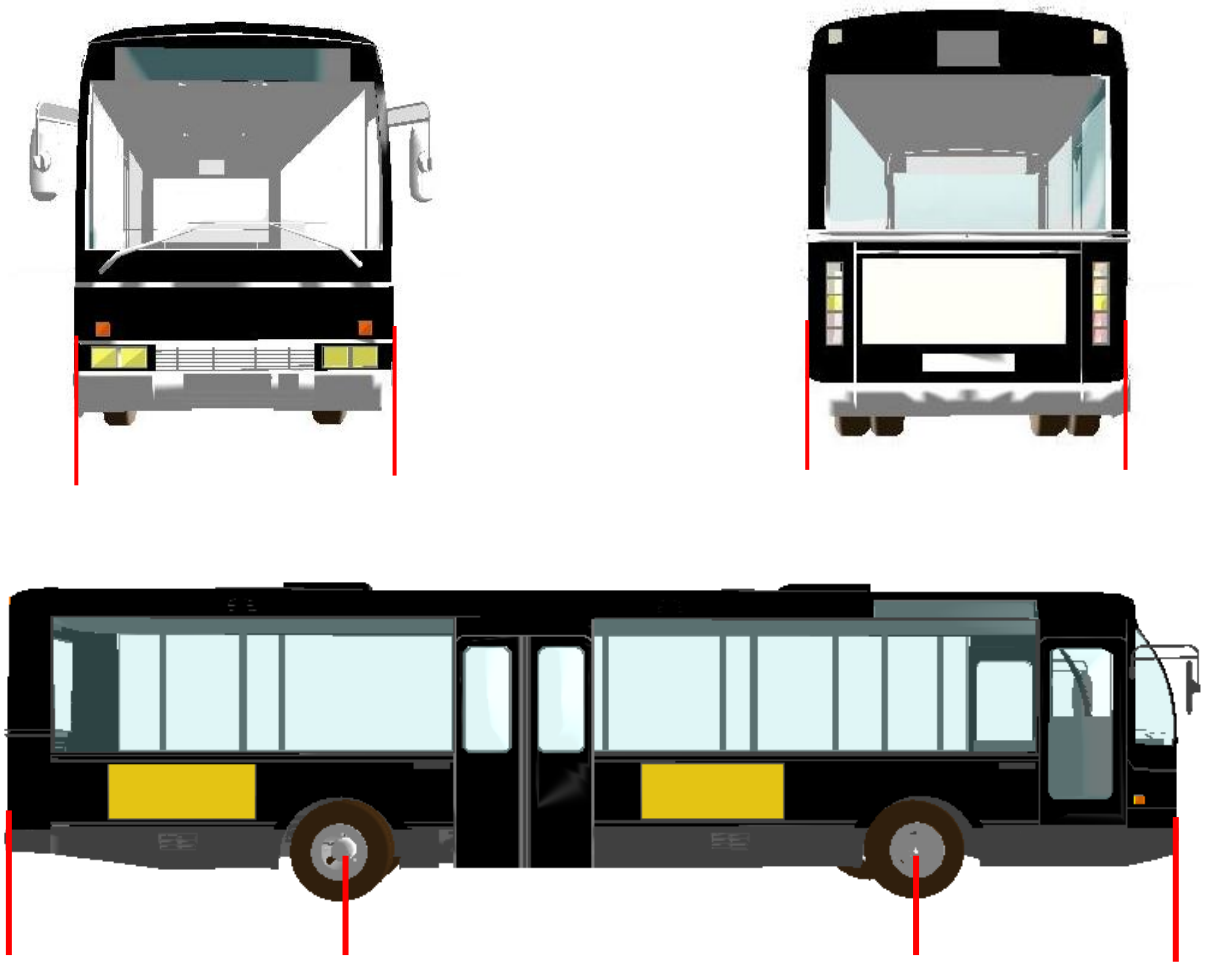
La fijación topografía de daños en las zonas laterales y frontales de los vehículos, se realizara desde los ejes de las llantas del automotor y los volados antero y posterior; estos serán los puntos de amarres para todo tipo de daño en la estructura del vehículo en estas zonas. (Rodriguez Ortega, 2011)



Gráfica 55, fuente: elaboración propia., topografía vehicular en daños, medición - técnica de precisión.

6.1.2.1. Fijación de daños zona anterior y posterior.

La fijación topografía de daños en las zonas anterior y posterior de los vehículos se realizara desde los vértices laterales del automotor; estos serán los puntos de amarres para todo tipo de daño en la estructura del vehículo. Y será necesaria la medida desde el piso del automotor hasta el suelo.

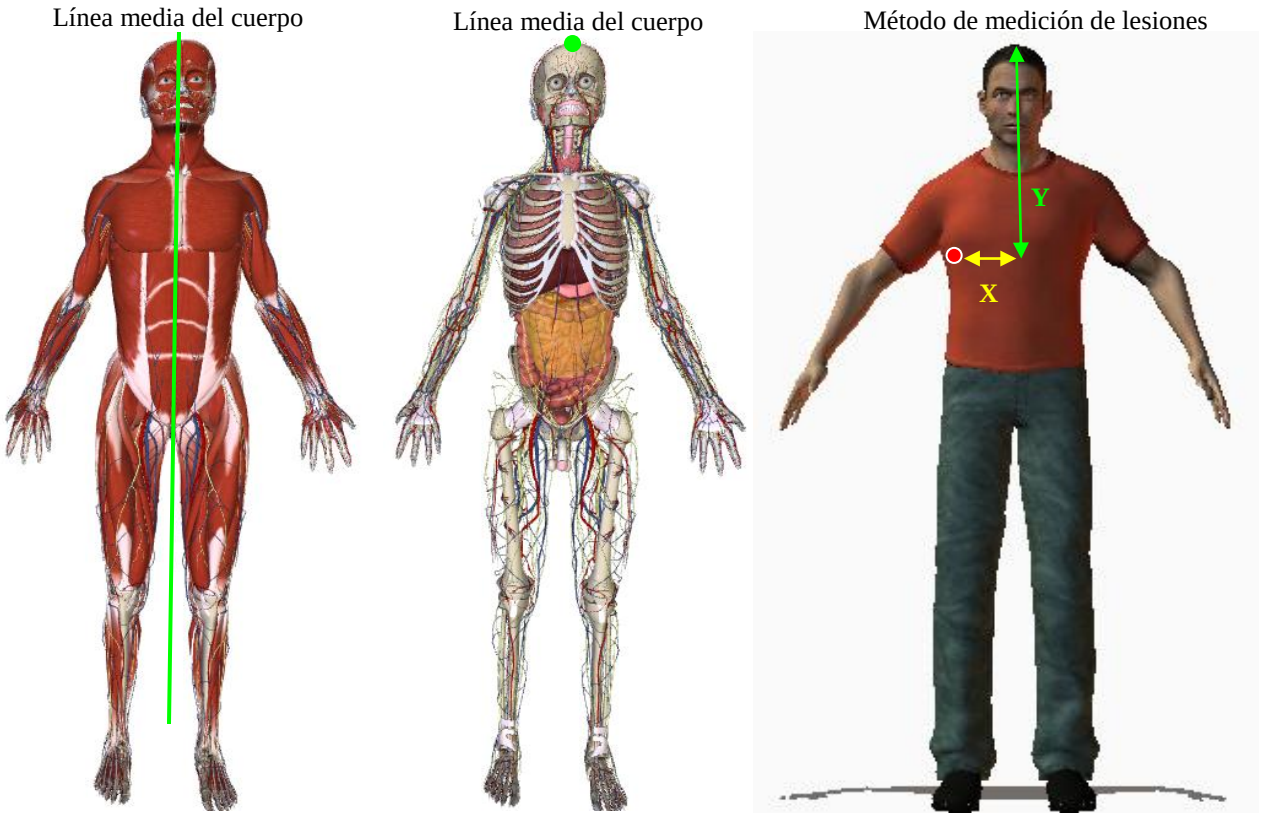


Gráfica 56, fuente: elaboración propia, vista de ejes estructura para fijación de daños.

7. Anatomotopográfica – antropometría forense.

Para realización topográfica de lesiones sobre el cuerpo humano, puede realizarse teniendo el cuerpo propiamente dicho, o bien se pueden analizar las lesiones basado en el protocolo de necropsia. La importante de poder realizar mediciones sobre el cuerpo directamente es el lograr determinar la ubicación, forma, profundidad, dirección, sentido y trayectoria de la lesión. Lo anterior sobre los tres planos de análisis anatómicos. El punto de partida es el vértice, es decir la parte superior de la cabeza, siguiendo el orden descendente o céfalo-caudal. (Rodriguez, 2013)

Partiendo de las lesiones en el cuerpo, el análisis topográfico del lugar de los hechos y la manera, causa y forma de muerte o lesión sufrida por una o más personas es posible determinar la posible dinámica de lo ocurrido, esto para accidentes de tránsito, muertes por proyectiles de arma de fuego y otros casos.



Gráfica 57, fuente: elaboración propia.. Vista 3D para proyecciones Anatomotopográfica del cuerpo humano.

8. Especificaciones técnicas de topografía del lugar de los hechos.

Hemos visto los métodos de búsqueda y fijación topográfica de EF, en el proceso de investigación de accidentes de tránsito o recolección de información en terreno que sería lo mismo. De igual forma hemos visto, los requerimientos de los métodos topográficos de fijación EF, en cuanto se refiere a los cálculos de cierres o también llamados metadatos; ahora enumeraremos los elementos a tener en cuenta en el levantamiento topográfico del lugar de los hechos o inventarío vial de la zona o terreno de interés topográfico.

- Sea por método manual o electrónico es importante, verificar en terreno el estado de calibración del equipo, esto antes de iniciar cualquier proceso de medición, luego de ello fijar topográficamente objetos de difícil remoción sean naturales o artificiales; que perduren en el tiempo y espacio, que resistan a cambios estructurales del lugar e incluso a cambios geométricos. La importancia radica en que se pueda regresar al sitio en el futuro y poder basado en elementos de control fijados topográficamente, replantear la información topográfica recolectada con anterioridad. NO olvidar la descripción de los objetos fijados Eje.: nomenclaturas de inmuebles, números o placas de postes de alumbrado, señales de tránsito, tapas de pozo etc.

  Para el caso de tecnología laser, existe una gran ventaja y es el posicionamiento GPS de puntos o vértices de arranque topográfico, controlados con sistemas de coordenadas.

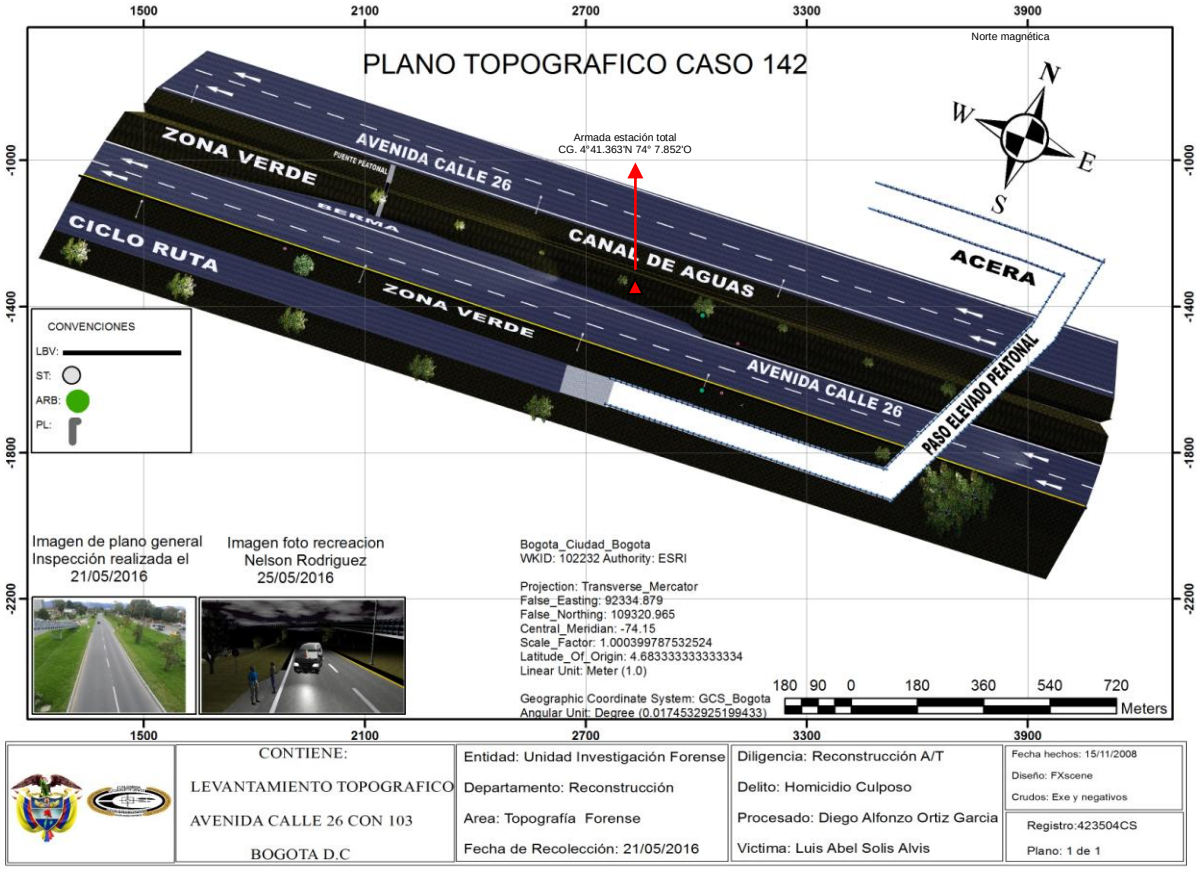


Gráfica 58, fuente: elaboración propia. Plano terminado georeferenciando, con sistema de levantamiento radiación simple; topografía a geometría vial y objetos de difícil remoción (mojón y señales de tránsito), accidente de tránsito Santander / Colombia.

- Realice el levantamiento topográfico 30 a 50 metros antes y después de la zona del accidente de tránsito con instrumentos manuales, con equipos laser como estaciones totales o Drone mida de 50 a 100 metros antes y después de la zona del accidente de tránsito o caso investigado; fijando todos los componentes estructurales del sitio. NO olvidar la descripción de los objetos fijados Eje.: nomenclaturas de inmuebles, números o placas de postes de alumbrado, señales de tránsito, tapas de pozo etc.

Si el siniestro de tránsito o hecho contrario a la ley, se presenta en la noche; es importante medir la distancia de los postes de alumbrado, la altura de los mismos y muy importante medir el área de incidencia de luz sobre la capa asfáltica o la banca vehicular.

De igual forma es importante medir la distancia de las señales de tránsito con relación a los ejes de la vía, así como la distancias de las señales de tránsito con relación a la zona del siniestro o accidente de tránsito.



Gráfica 59, fuente: elaboración propia. Plano terminado georeferenciando, con sistema de levantamiento radiación simple; topografía a geometría vial y objetos de difícil remoción. Levantamiento a 150 metros antes y después de la zona del siniestro, accidente de tránsito Bogotá/ Colombia.



Gráfica 60, fuente: elaboración propia. Recreación 3D fase de reconstrucción accidente tránsito. Visualización de cobertura de iluminación desde la ubicación del conductor agresor. accidente de tránsito Bogotá/ Colombia.

- Realice cartera en campo de la información recolectada (crudos), tome fotografía de la misma donde se aprecie la cartera de campo topográfica y el lugar de los hechos; este elementos es el soporte de la actividad realizada en terreno, junto con fotografías donde se observen los equipos y operarios en desarrollo de la labor técnica.



Ilustración 35, fuente: elaboración propia. Soporte fotográfico de labor de topografía forense.

- En el proceso de recolección de información topográfica del terreno, con equipos laser o manuales, es importante ser muy ordenado y soportar fotográficamente las labores realizadas; puesto que la información topográfica recolectada será entregada o descubierta a la contraparte para que esta pueda verificar e incluso refutar la actividad realizada. Los nativos del equipo electrónico o la cartera de campo en procedimientos topográficos manuales se entregan bajo el concepto técnico de CRUDOS.

UNIDAD DE INVESTIGACION FORENSE Y CRIMINALSITICA PROFESIONAL					
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA FORENSE E INGENIERIA APLICADA					
LABORATORIO DE RECONSTRUCCION DE MUERTES VIOLENTAS - INGENIERIA FORENSE					
CRUDOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO					
COORD ORIGEN ESTE		**COORD WGS84**		**DESCRIPCION**	
Norte	**Este**	**LATITUD**	**LONGITUD**	**ID**	**DETALLE**
975415.779	686427.444	4°22'06",816	N73°54'05",040W	1	D1
975439.681	686420.731	4°22'07",572	N73°54'05",400W	2	D2
975434.148	686419.355	4°22'07",392	N73°54'05",400W	3	Pt Ref ST
975481.311	686430.251	4°22'08",940	N73°54'05",040W	4	BV Izq
975459.467	686426.04	4°22'08",220	N73°54'05",040W	5	BV Izq
975439.683	686422.052	4°22'07",572	N73°54'05",040W	6	BV Izq
975425.298	686418.653	4°22'07",104	N73°54'05",400W	7	BV Izq
975409.598	686415.22	4°22'06",600	N73°54'05",400W	8	BV Izq
975392.786	686413.659	4°22'06",060	N73°54'05",400W	9	BV Izq
975379.344	686415.895	4°22'05",628	N73°54'05",400W	10	BV Izq
975371.994	686418.721	4°22'05",376	N73°54'05",400W	11	BV Izq
975362.949	686424.669	4°22'05",088	N73°54'05",040W	12	BV Izq
975353.605	686433.515	4°22'04",764	N73°54'04",680W	13	BV Izq
975347.652	686441.377	4°22'04",584	N73°54'04",680W	14	BV Izq
975336.308	686457.905	4°22'04",224	N73°54'03",960W	15	BV Izq
975349.704	686452.71	4°22'04",656	N73°54'04",320W	16	BV Der
975358.299	686440.645	4°22'04",944	N73°54'04",680W	17	BV Der
975371.052	686429.448	4°22'05",340	N73°54'05",040W	18	BV Der
975384.814	686424.843	4°22'05",808	N73°54'05",040W	19	BV Der
975393.308	686432.485	4°22'06",060	N73°54'04",680W	20	BV Der
975409.475	686424.794	4°22'06",600	N73°54'05",040W	21	BV Der

Gráfica 61, fuente: elaboración propia. Salida de información cruda recolectada con estación total. Formato de entrega de crudos UIFCP.

8.1. Topografía en localización de vías.

En los diferentes accidentes de tránsito que ocurren en las vías rurales y/o urbanas del país, es vital conocer todos los aspectos geométricos y estructurales del sitio, las vías nos arrojan información importante para el análisis físico del accidente. Elementos en las vías como:

- Radio de curvatura, peralte, tangentes de entrada o salida, longitud de aplanamiento, bombeo, bermas, curvas verticales, pendientes, estructuras bilaterales, señales de tránsito, entre otros muchos factores que componen la vía y hacen parte del análisis topográfico forense.

Este correcto y completo análisis espacial del lugar optimiza la labor de reconstrucción física. En los casos balísticos la localización exacta de las vías nos permiten determinar inclinaciones, pendientes y demás factores vitales para el cálculo de ángulos de disparo, trayectoria rebotes entre otros aspectos.



Gráfica 62, fuente: elaboración propia; inventario topográfico en recinto cerrado.

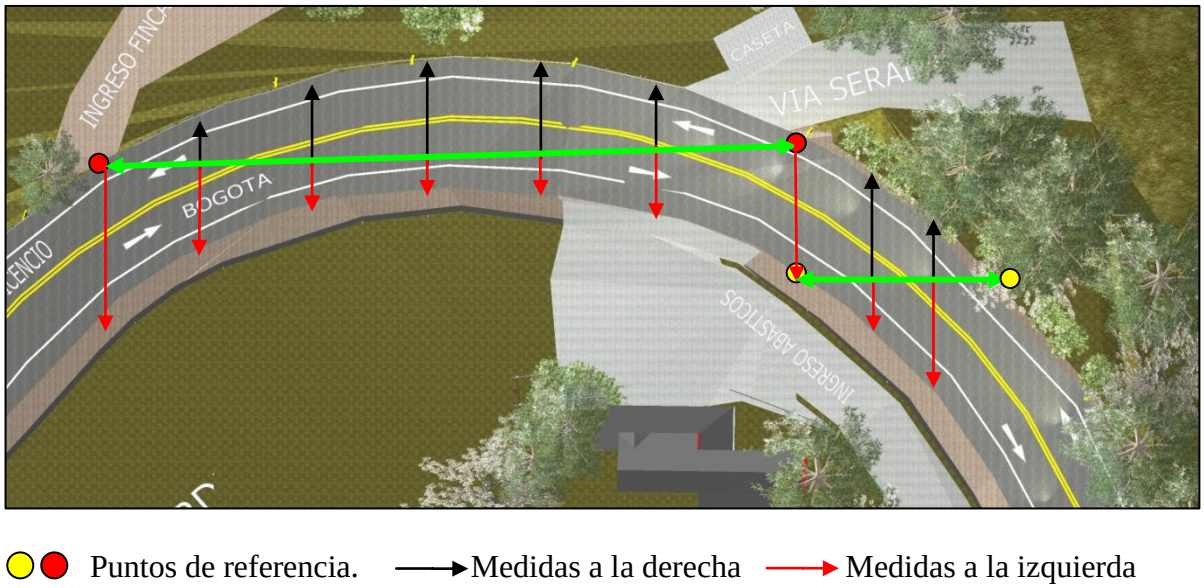
- En la aplicación de la topografía de precisión en investigación y en la realización de reconstrucciones en accidentes de tránsito y muertes en balística, se parte de levantamientos topográficos o planimétricos en el lugar de los hechos bajo los diferentes sistemas o medios de fijación de EMP y/o EF; pero para reconstrucciones existe un gran problema y es que el croquis o plano de la policía o fiscalía, no contiene en muchos casos los suficientes elementos geométricos de la vía o de la escena del crimen.

Lo que obliga al perito topógrafo forense, ubicar y realizar el correcto levantamiento topográfico del lugar, en pro de minimizar en algo la deficiencia de labor topográfica de las entidades estatales y lograr realizar la reconstrucción del caso.

Uno de los principales problemas en la medición del lugar de los hechos radica, en la localización de los componentes geométricos de tramos curvos y con pendientes, donde los cálculos de cierres geométricos, error acumulado y otros superan el 90% de tolerancia; es decir en el proceso de verificación de la medición topográfica manual realizada por diferentes entidades público-privadas, en una (1 medida), dos (2 medidas) o tres mediciones (3 medidas) que se registran en sus planos, croquis o bosquejos presentados, existen errores que van desde 0.5 metros en una sola medición, hasta los 5 metros al sumar la totalidad de las medidas realizadas, con precisiones inferiores a 1:500. (Rodriguez Ortega, 2011)

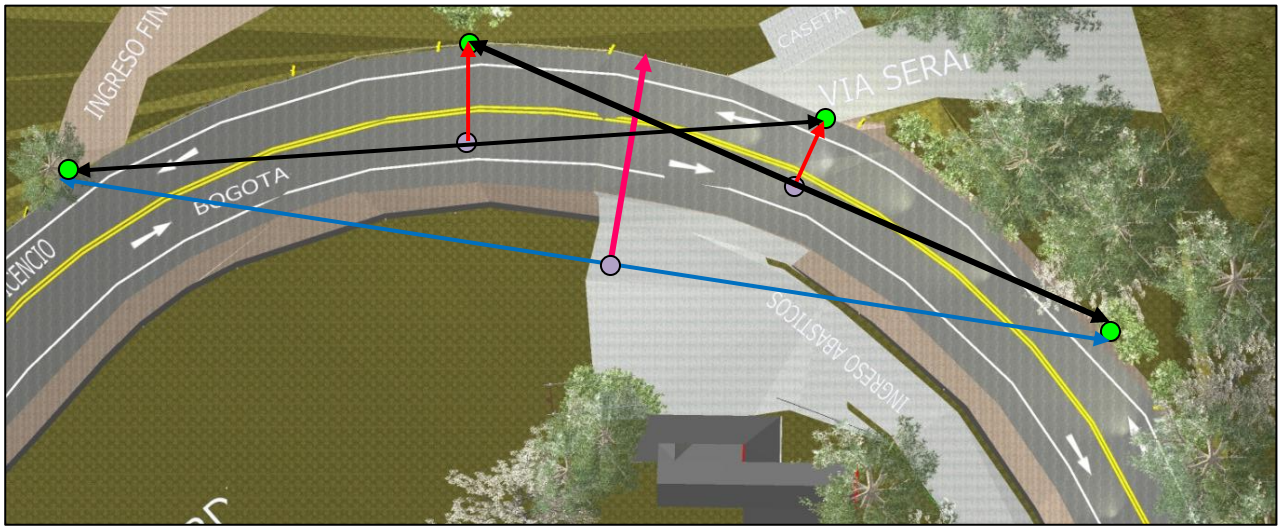
Por esta razón se proponen los siguientes métodos en medición manual en tramos curvos viales.

8.1.1. Medición de tramo curvo por método de normales (derecha-izquierda): en este método basta con definir una línea recta que toca dos extremos de la curvatura, a partir de esta línea recta de hace mediciones a derecha e izquierda según la conformación de la curva. (Rodriguez, 2013)



Gráfica 63, fuente: elaboración propia; inventario vial topográfico en tramo curvo por método de normales.

8.1.2. Medición de tramo curvo por meto de cuerda y sagita: en este método se utilizan 2 medidas base, una para la conformación de la cuerda y otra medida de conformación de sagita. Pueden usar varias conformaciones, en pro de encontrar el radio total de la curvatura de la vía.



Puntos de referencia — Cuerda

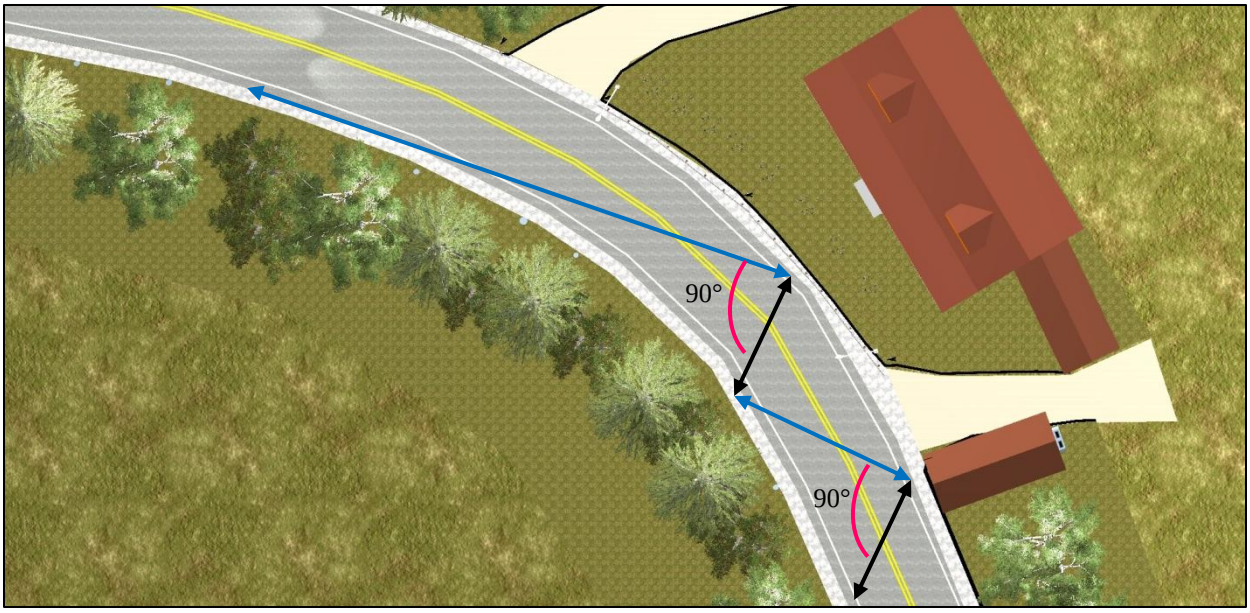
Puntos medios de las cuerdas — Sagita

Gráfica 64, fuente: elaboración propia; inventario vial topográfico en tramo curvo por método de cuerda y sagita.

Consideraciones de los métodos anteriores:

- Tomar distancias completamente horizontales.
- Marcar sobre la superficie los puntos de quiebre o control
- Verificar los instrumentos de medición (cinta métrica o distanciometro laser, brújula)
- Fijar fotográficamente el lugar de los hechos.
- Fijar fotográficamente el CRUDO, es decir el bosquejo hecho en campo, dónde se observe en la fotografía el bosquejo relacionado con el lugar de los hechos.
- Realizar varias medidas a los mismos puntos de fijación, en aras de poder establecer la media aritmética y reducir los errores de cierre.
- Realizar los caculos de cierre y precisión.

8.1.3. Método ortogonal controlado con puntos de quiebre: a partir de puntos de referencia (objetos fijos: paramentos, señales de tránsito, sumideros, postes, semáforos, pozos) se toman medidas formando ángulos de 90º; para la fijación del lugar de los hechos o inventario vial. (Rodriguez, 2013)



Gráfica 65, fuente: elaboración propia; inventario vial topográfico en tramo curvo por método ortogonal controlado.

Consideraciones del método anterior:

- Tomar distancias completamente horizontales.
- Marcar sobre la superficie los puntos de quiebre o control
- Controlar muy bien los ángulos de 90°
- Fijar fotográficamente el lugar de los hechos.
- Fijar fotográficamente el CRUDO, es decir el bosquejo hecho en campo, dónde se observe en la fotografía el bosquejo relacionado con el lugar de los hechos.
- Realizar varias medidas a los mismos puntos de fijación, en aras de poder establecer la media aritmética y reducir los errores de cierre.
- Realizar los caculos de cierre y precisión.

9. Resumen labores de campo o terreno, vías y zonas de interés para la investigación.

9.1.1. Como se indicó anteriormente el primer proceso que se realiza es familiarizarse con el lugar de los hechos, tipo de evento violento a localizar sobre la superficie terrestre y la cantidad y clase de evidencia física contendía en el lugar de los hechos, se define la norte del lugar. Posterior a esto se precisan los puntos de amarre topográfico y se materializan los vértices de posicionamiento topográfico o cada vértice de quiebre que se realice en los métodos manuales. Mientras se está recolectando la información es necesario llevar cartera de campo, en aras de ser fijada fotográficamente en el lugar de los hechos; que conste que la labor pertenece a ese tiempo y espacio.

9.1.2. Hay que fijar todas las evidencias físicas que se observen, así como realizar el inventario vial completo; se aconseja fijar topográficamente todos los elementos geométricos y estructurales del lugar. La recolección de información topográfica abundante permite determinar elementos geométricos de la vía (tramos de vía, curvas), importantes para los análisis físicos forenses (radios de curvatura, pendientes, peraltes, otros). Seguido de esto, se debe verificar los formatos de GPS, si se realizó localización de punto geodésico, para arranque de levantamiento con estación total u otros. Si los hechos ocurren en la noche, es importante medir la altura de los postes de alumbrado, así como el área de incidencia de luz.

9.1.3. En los lugares cerrados, desde la entrada principal al lugar de los hechos se determina la norte geográfica, se dirige la visual al interior del inmueble, recorriendo con la vista de derecha a izquierda, al cenit y nadir, cuantas veces sea necesario para recibir la información indiciaria general de las características del hecho y el lugar. De acuerdo con información recibida, se debe acercar al centro del lugar de los hechos, seleccionando las áreas por donde se realizarán los desplazamientos (corredores), evitando la contaminación de evidencia física y traza.

9.1.4. Finalmente, se debe examinar de manera minuciosa las superficies donde puedan existir evidencias trazas o no perceptibles a la capacidad visual natural; piso, paredes, puertas, ventanas, vehículos, objetos u otros. Sin que quede nada por revisar; conforme se vayan descubriendo los indicios o evidencias, se darán las indicaciones para que sean tomadas las fotografías necesarias con testigo métrico, norte y numerador; las cuales irán describiéndose manuscrita y topográficamente.



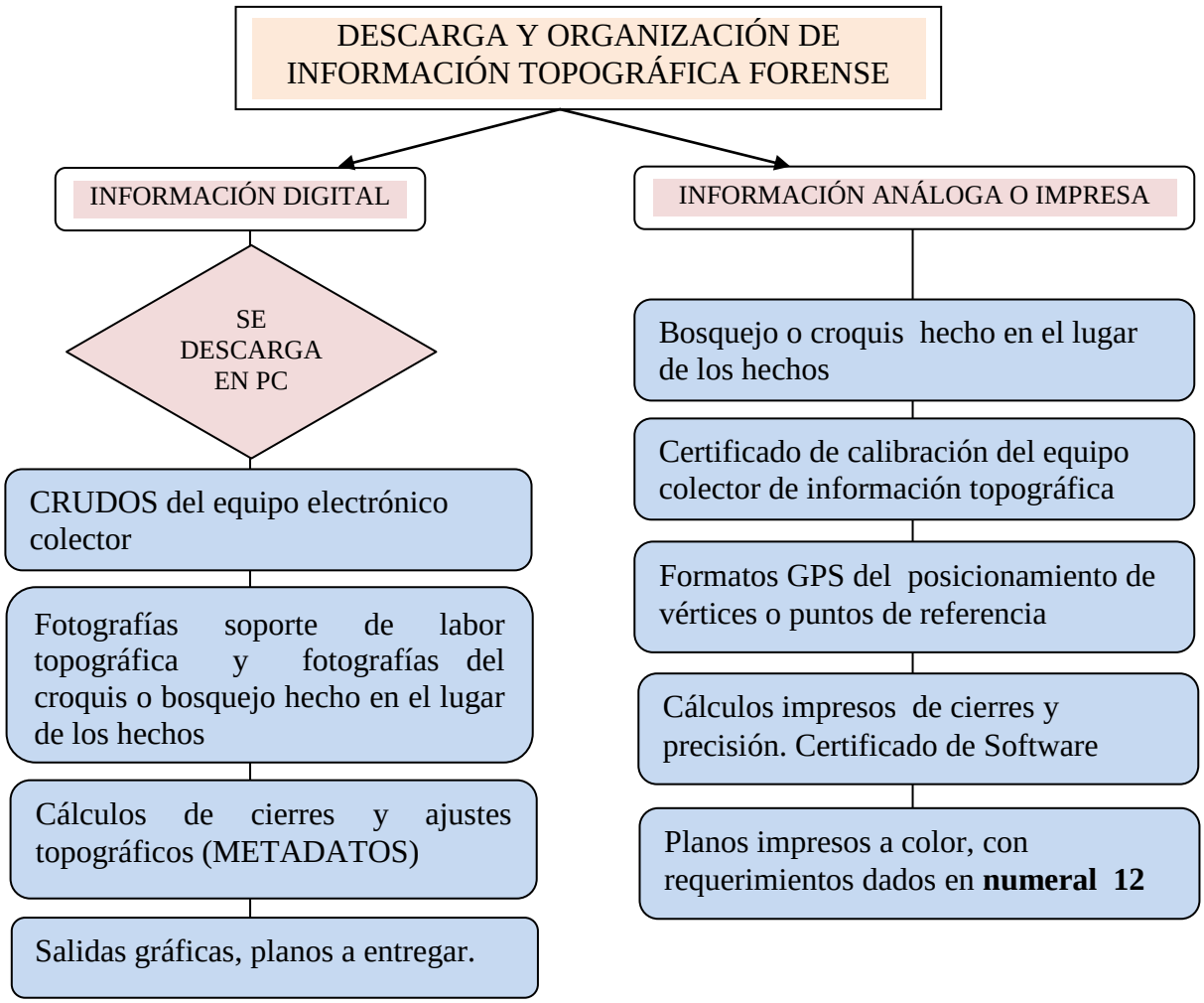
Gráfica 66, fuente: elaboración propia. Plano terminado con sistema de levantamiento poligonal abierta 2014, resolución milimétrica accidente de tránsito Bogotá / Colombia.

SEGUNDA FASE
TOPOGRAFÍA FORENSE EN LA RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

10. Labores de oficina, post – proceso topográfico forense.

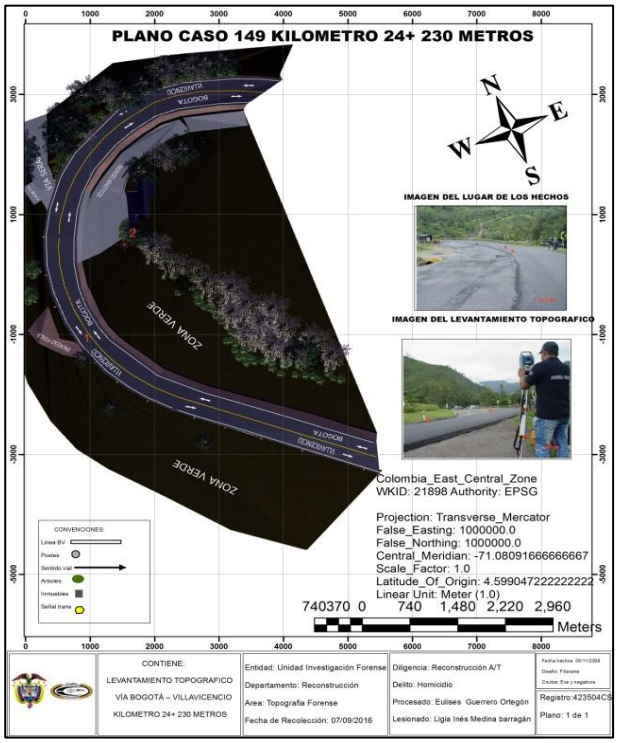
10.1. En el proceso de descarga de información, se organiza en el ordenador la carpeta principal del caso, en ella se crean las sub carpetas de entrega del material que será revisado por la contra parte, quienes pueden disponer de profesionales en topográfica para revisar y verificar el material descubierto.

- Crudos (descarga de datos topográficos al ordenador, "puntos, datos GPS, lidar, otros).
- Fotografías de soportes (soporte levantamiento y ayuda visual para dibujo final).
- Cálculos y metadatos (archivos de cálculos de cierres, ajustes, otros).
- Formatos (GPS, formato nivelación, cadena de custodia, rotulo evidencia física, otros)
- Certificados y licencias (licencias software, calibración de equipos, soportes).
- Entregables (planos topográficos, perfiles, diseños TIN, DIN, informe técnico, otros).



Gráfica 67, fuente: elaboración propia, esquema general de la descarga y organización de información topográfica forense.

10.2. Se procede con el proceso de cálculos de cierres (teoría de errores) *"ver numerales 5.1.6.1. y 5.2.2.",* cálculos de distancias, ángulos áreas, otros; generando los metadatos del levantamiento topográfico. Todas las descargas o referencias se almacenaran en la carpeta de metadatos. En el desarrollo del informe técnico se deben especificar los elementos generales del caso, metodología empleada, análisis de resultados, equipos utilizados, entre otros, (ver resolución 000430 de INMLCF); para el proceso de dibujo técnico se proponen los siguientes elementos técnicos para la presentación de planos topográficos forenses. Todo el material (CD, planos, informe, otros) deberán estar firmados, almacenados, sellados, rotulados y con cadena de custodia.



Gráfica 68, fuente: elaboración propia. Plano general terminado con sistema de levantamiento poligonal abierta 2016, resolución milimétrica accidente de tránsito. Bogotá-Villavicencio / Colombia.

11. <u>Tipos de planos forenses.</u>

Una vez se cuenta con la información de cálculos de cierres y precisión de la poligonal o radiación simple, se procede con el dibujo del plano topográfico; de este se obtiene información importante para el proceso de reconstrucción analítica del accidente de tránsito u otros casos contrarios a la ley.

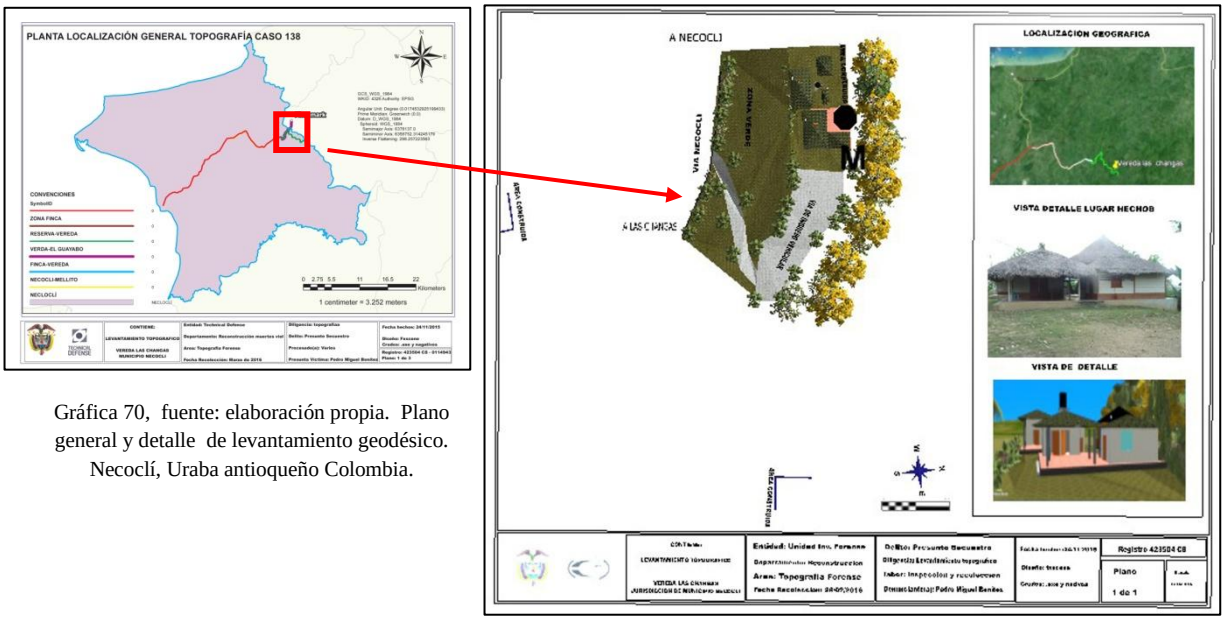
11.1. Plano general: en este tipo de plano se realizan observaciones generales del lugar de los hechos y de lugares próximos a la escena. En todo caso se localizaran EF, los puntos de referencia, componentes geométricos y estructurales del lugar, (Rodriguez, 2013)**.**



Gráfica 69, fuente: elaboración propia. Levantamiento topográfico general.

11.2. Plano de detalle.

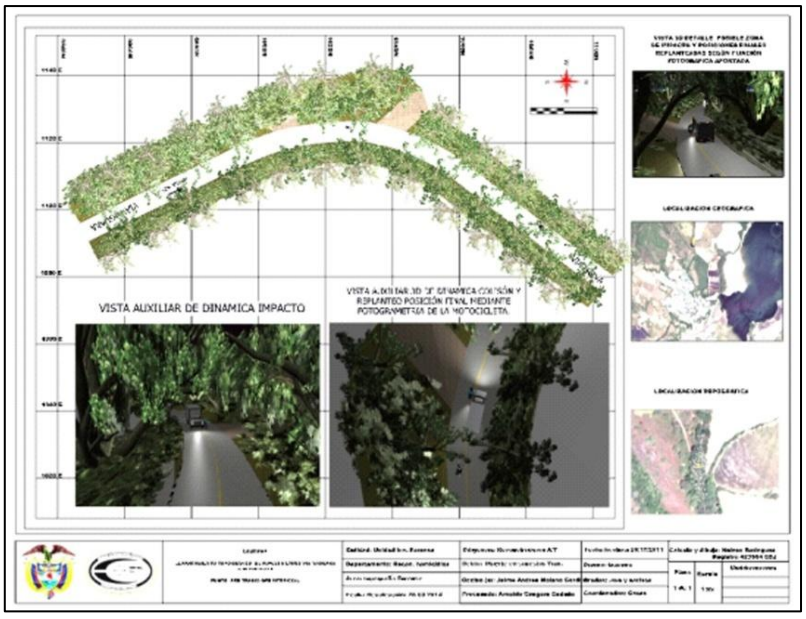
Es aquel en donde se representa tal y como se encuentra los detalles de la escena del crimen, debido y a consecuencia que el plano general por efecto de la escala no permite observar las características de los elementos y evidencias físicas. (Rodriguez, 2013)



Gráfica 70, fuente: elaboración propia. Plano general y detalle de levantamiento geodésico. Necoclí, Uraba antioqueño Colombia.

11.3. Plano de localización.

Se utiliza generalmente en las zonas rurales. Aquí se determina las relaciones que existen entre una distancia y otra; se utilizan imágenes aéreas o cartografía para relacionar los puntos de interés. (Rodriguez, 2013)



Gráfica 71, fuente: elaboración propia. Plano general y localización del lugar. Neiva / Colombia.

11.4. Plano 3D, modelo digital de terreno o modelamiento.

Representación del lugar de los hechos y evidencia física en tercera dimensión o realidad aumentada.



Gráfica 72, fuente: elaboración propia. Del levantamiento topográfico con representación en plano y modelo 3D.

12. Contenido de un plano topográfico forense.

12.1. Capas.

Los planos topográficos se entregaran bajo el concepto de capas sin importar la plataforma de diagramación utilizada ya sea AutoCAD, Vista FX, Capzon, Edge FX, ArcGIS, entre otros. Y para cada elemento externo del plano se usara una capa diferente y se nombrara según el contenido de la misma. (Textos, texturas, observaciones y convenciones, detalles, paramentos, EMP y/o EF, animaciones, etc.).

12.1.1. Especificación.

En cada capa que se realice se renombrara según su contenido y se utilizaran las capas que se crean convenientes según el plano topográfico, su nivel de complejidad y cantidad de detalles a graficar o representar. Es de resaltar que son necesarias o requeridas por mínimo las siguientes capas:

12.1.1.1. Vías, terreno o paramentos: es la capa que contiene la diagramación de las vías, terreno o paramentos y el contenido propio del plano (bordes de vía, líneas paramentos, construcciones, líneas aceras, semáforos, postes alumbrado, postes de teléfono-energía, hidrantes, tapas de pozo, teléfonos, sumideros, bolardos, señales de tránsito, señales horizontales, verticales, áreas en construcción, talud, edificaciones, etc.); sin diferenciar el modo de recolección de información y los equipos utilizados (brújula, cinta métrica, distanciometro láser, teodolito, miras, estación total, etc.).

12.1.1.2. Acotación: se ubican los datos alfanuméricos de distancias de la vía y demás elementos fijados; esto para los levantamientos realizados en sistemas de coordenadas, triangulación, radiación o mixtos, poligonales abiertas o cerradas, sistemas de intersecciones de visuales, etc. Así como para la ubicación del EMP y/o EF.

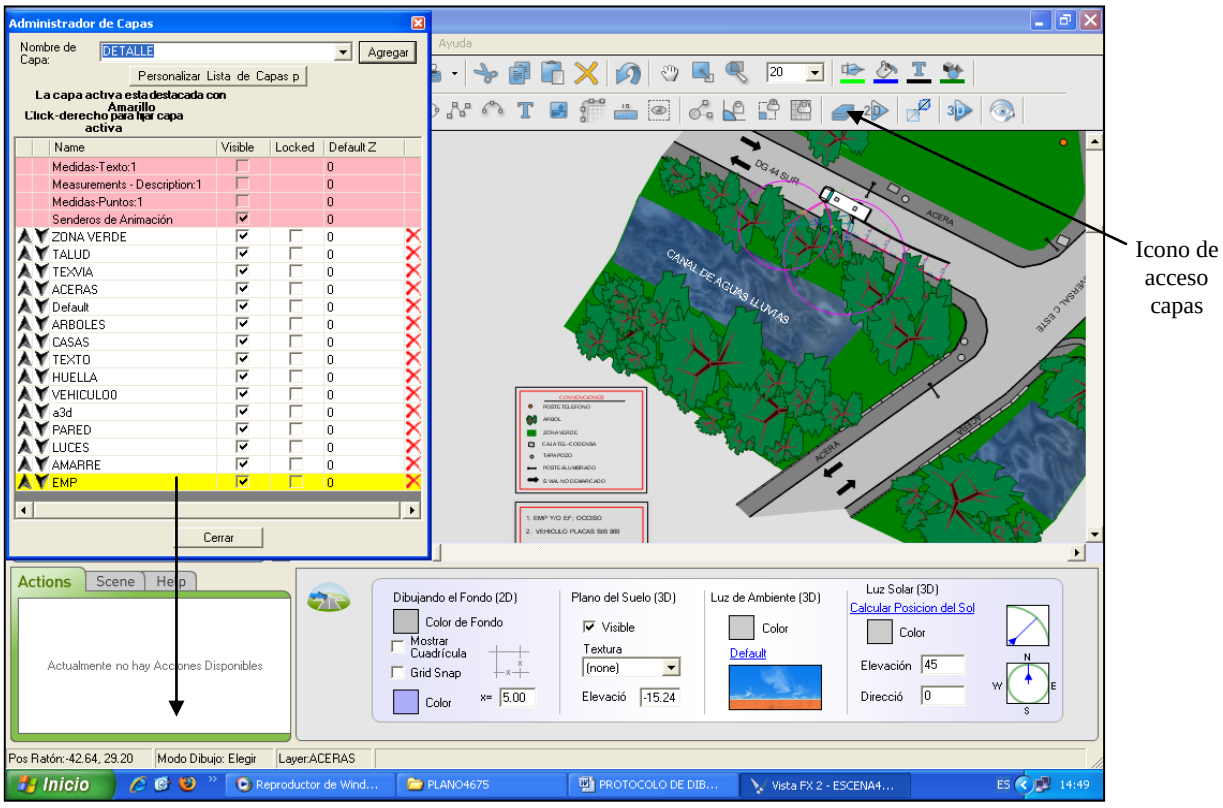
12.1.1.3. Texto: en esta capa ubicamos los indicadores alfabéticos que describen el lugar, sus características y demás entorno. (Nombres de calles, nomenclaturas, especificación de lugares o áreas, paramentos, áreas internas de inmuebles, etc.)

12.1.1.4. Host o texturas: se puede realizar una o varias capas para las texturas, con el fin de no cargar el plano de información y hacer más fácil el proceso de elaboración del mismo. (Textura vía, textura aceras, zona verde, texturas en conformaciones de habitaciones, terrazas o techos, paredes de paramentos, EMP y/o EF etc.)

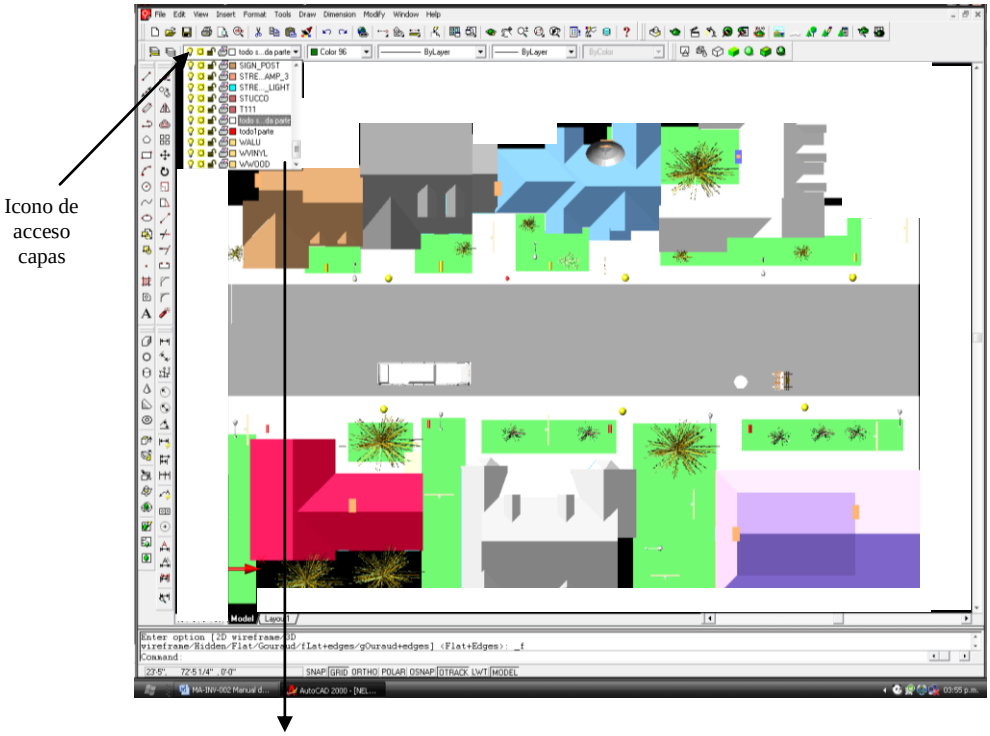
12.1.1.5. Convenciones y observaciones: en esta capa se ubican las representaciones gráficas y alfanuméricas de los elementos contenidos en el plano “convenciones”. Las descripciones de características del lugar, así como especificaciones del tipo de levantamiento “observaciones”.

12.1.1.6. EMP y/o EF: se realizara una capa con el fin de ubicar todos los elementos materiales de prueba fijados en las diligencias con sus respectivas acotaciones en esta capa.

El orden de las capas varía según la estructura de cada plano y la cantidad de capas utilizadas.

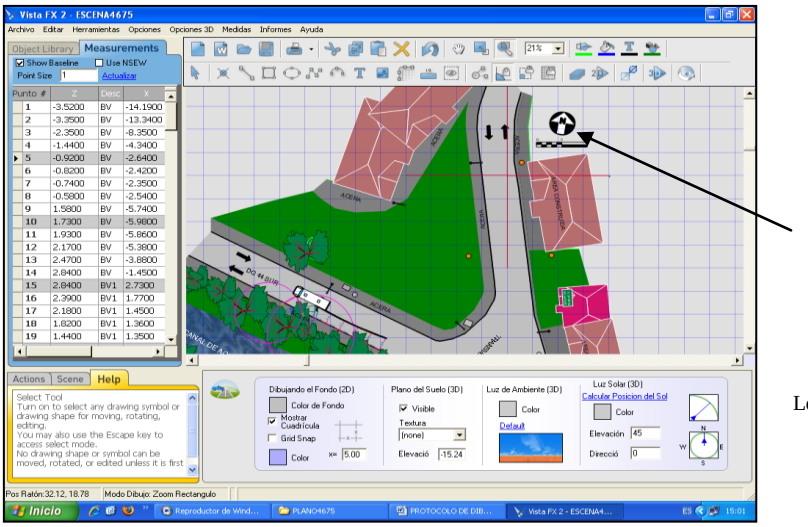


Gráfica 73, fuente: elaboración propia. Panel administrador de capas renombradas según su contenido programa VistaFx



Gráfica 74, fuente: elaboración propia. Panel administrador de capas programa Acad.

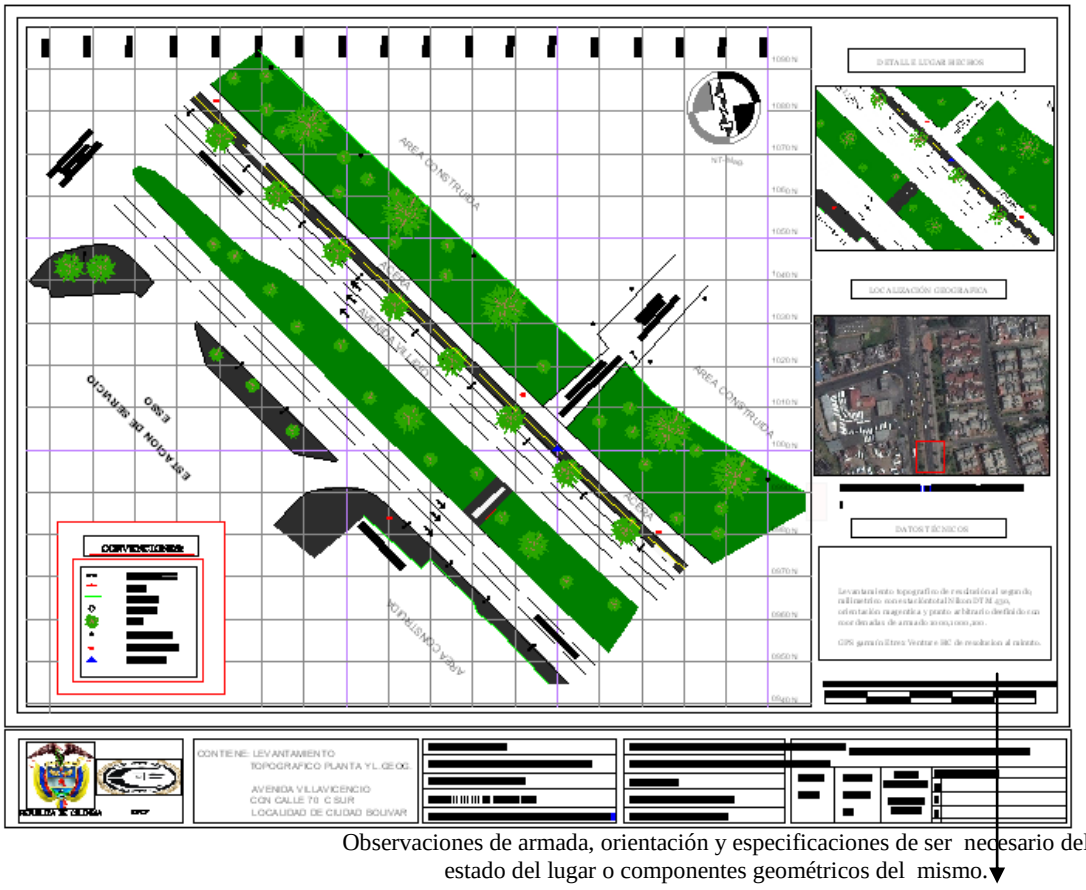
12.2. Norte y escala gráfica: la norte se ubicara en la parte superior derecha del plano de manera positiva y bajo ella se ubicara la escala gráfica cuyo tamaño variara según la escala del plano.



Gráfica 75, fuente: elaboración propia. Localización de escala y norte gráfica, según su contenido programa VistaFx

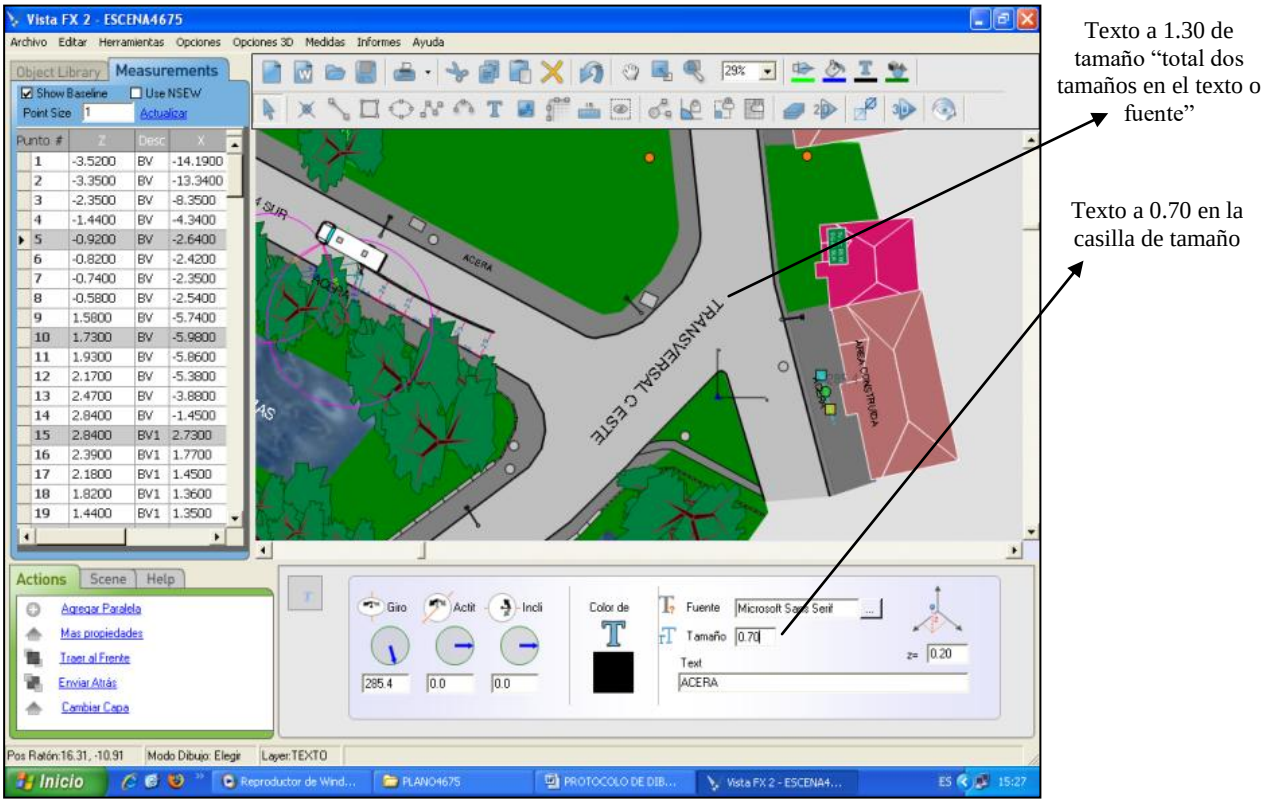
12.3. Observaciones: se utilizara una casilla de observaciones que contendrá el tipo de norte empleada (geodésica, magnética, arbitraria, cardenal), la especificación de coordenadas arbitrarias o determinadas en el armado de la estación total.

A las señales horizontales como cebras, línea de carril, borde, bermas y flechas de sentido vehicular, así como el estado de estructuras, habitaciones, objetos, entre otros. Deben especificar su estado de conformación (buen estado-mal estado) en la casilla de observaciones. De igual forma se especificara el estado general de la vía, terreno o lugar fijado; esto para accidentes de tránsito; en el caso de otro tipo de caso como balístico se debe especificar las condiciones y características del lugar abierto o cerrado.



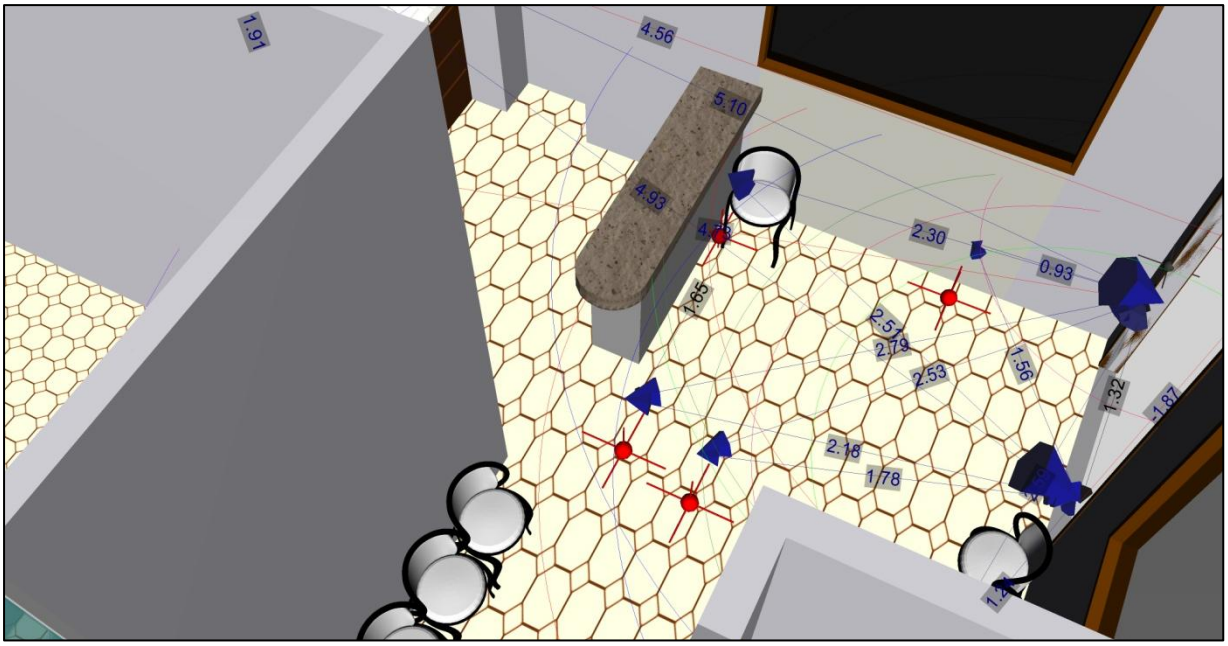
Gráfica 76, fuente: elaboración propia. Ubicación de panel observaciones en plataforma EdgeFx .

12.4. Texto: el tamaño de las fuentes serán máximo dos y varían de acuerdo a la escala del plano, su color será negro excepto títulos que podrán llevar otro color.



Gráfica 77, fuente: elaboración propia. De la organización de textos, según su contenido programa Vistafx

12.5. Acotaciones: las acotaciones numéricas o alfanuméricas serán de máximo dos tamaños y varían según la escala del plano.

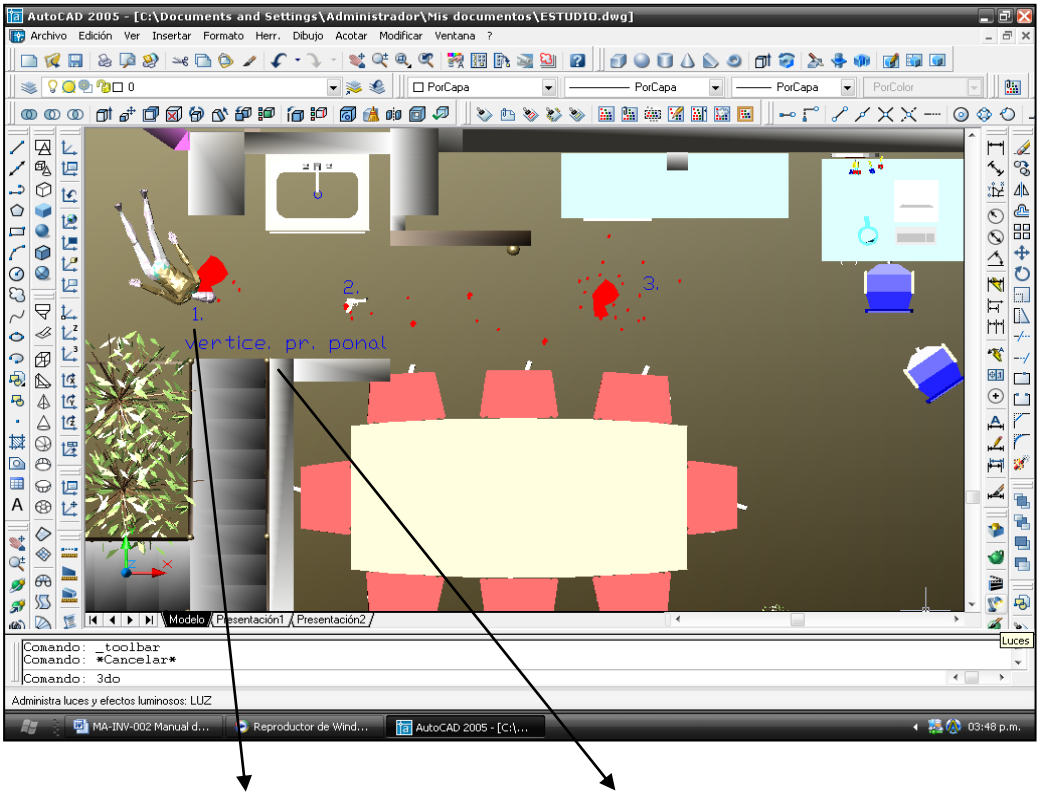


Gráfica 78, fuente: elaboración propia. De la forma de acotar según método de levantamiento mixto, programa Acad .

12.6. EF (Evidencia Física): los números de identificación de los EF se deben registrar en el plano al lado de cada uno de los elementos fijados, especificando su naturaleza en un recuadro bajo o al lado de las convenciones. Conservando el mismo orden con el informe ejecutivo emanado por el investigador o perito forense encargado del caso.

Los elementos materia de prueba (EMP Y/O EF) se dibujan en la misma posición que se encontraron en el lugar de los hechos teniendo en cuenta su dimensión. Los EMP Y/O EF pequeños como fragmentos, objetos personales, etc.; se dibujan como un pequeño círculo con relleno negro.

Si se tiene croquis de la contra parte, del lugar de los hechos y se conoce cuál es el punto de referencia tomado por el funcionario en topografía; debe ser fijado topográficamente y fotográficamente. Los puntos de referencia con el uso de la estación total aparecerán con un triángulo azul “deltas de armadas” y con las coordenadas ya dichas en observaciones.



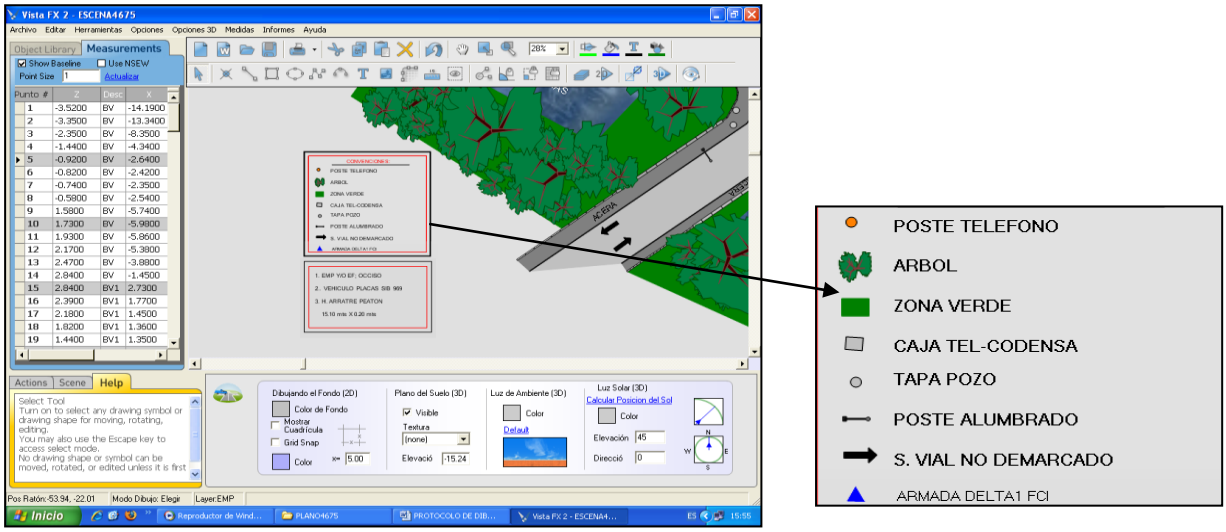
Indicador numérico de EMP y/o EF

Punto de amarre (vértice columna)

Gráfica 79, fuente: elaboración propia. Del nombramiento a los EF / EMP, programa Acad.

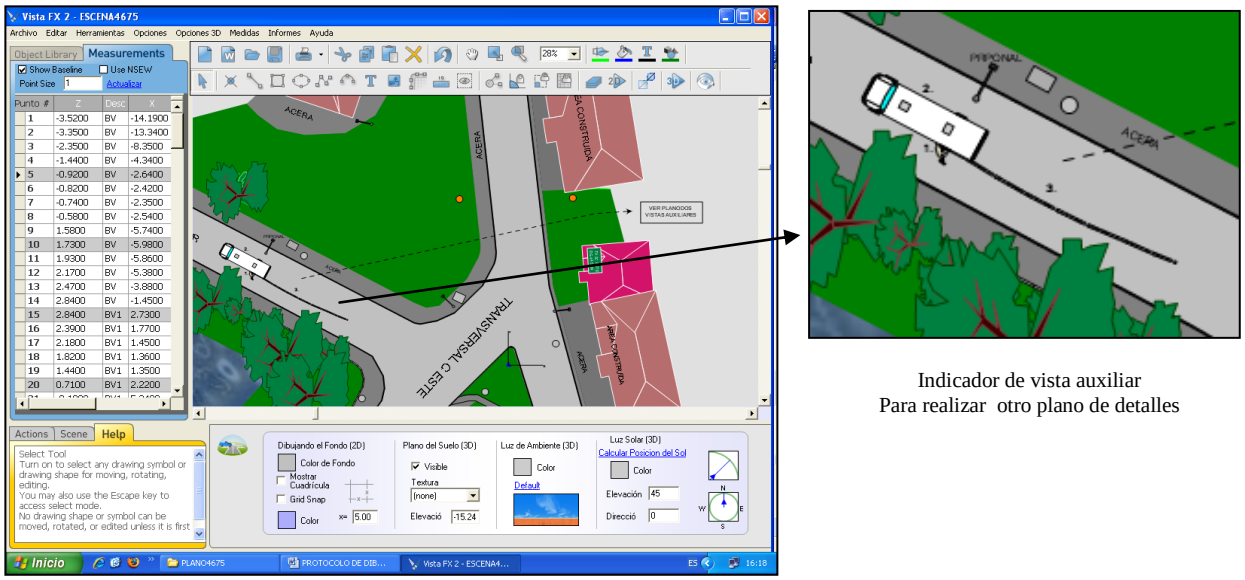
12.7. Convenciones: las convenciones son estrictas, ayudando a una mayor representación e interpretación gráfica; esta se ubicara en la parte inferior izquierda o derecha del plano. En ellas debe aparecer el delta de armado de la estación en los levantamientos realizados por este medio, se diagramara con un triángulo color azul y en caso de realizar varias armadas se ubicaran para cada armada su respectivo delta de armado.

Además los elementos propios del lugar de los hechos (señales, árboles, poste alumbrado, teléfonos, hidrantes, tapa pozo, cajas de energía, muebles, vehículos de ser necesario, prendas, entre otros.)



Gráfica 80, fuente: elaboración propia. De la organización de cajas de información, programa VistaFX.

12.8. Detalles: para la utilización de vistas detalle, perfiles de proyección, vistas auxiliares se ubicaran *"si el plano lo permite"* en la parte derecha del mismo en una capa adicional. De lo contrario se generara otro plano anexo; este proceso es opcional para quien elabora el plano topográfico.



Indicador de vista auxiliar
Para realizar otro plano de detalles

Gráfica 81, fuente: elaboración propia. De información indicadora de vistas auxiliares o planos detalle, programa VistaFX

Para efectos de generar una vista más detallada y no se logre ubicar en el plano general, se realizara un segundo plano con las gráficas utilizadas. Esto en casos de homicidios de ser necesario y de manera opcional.

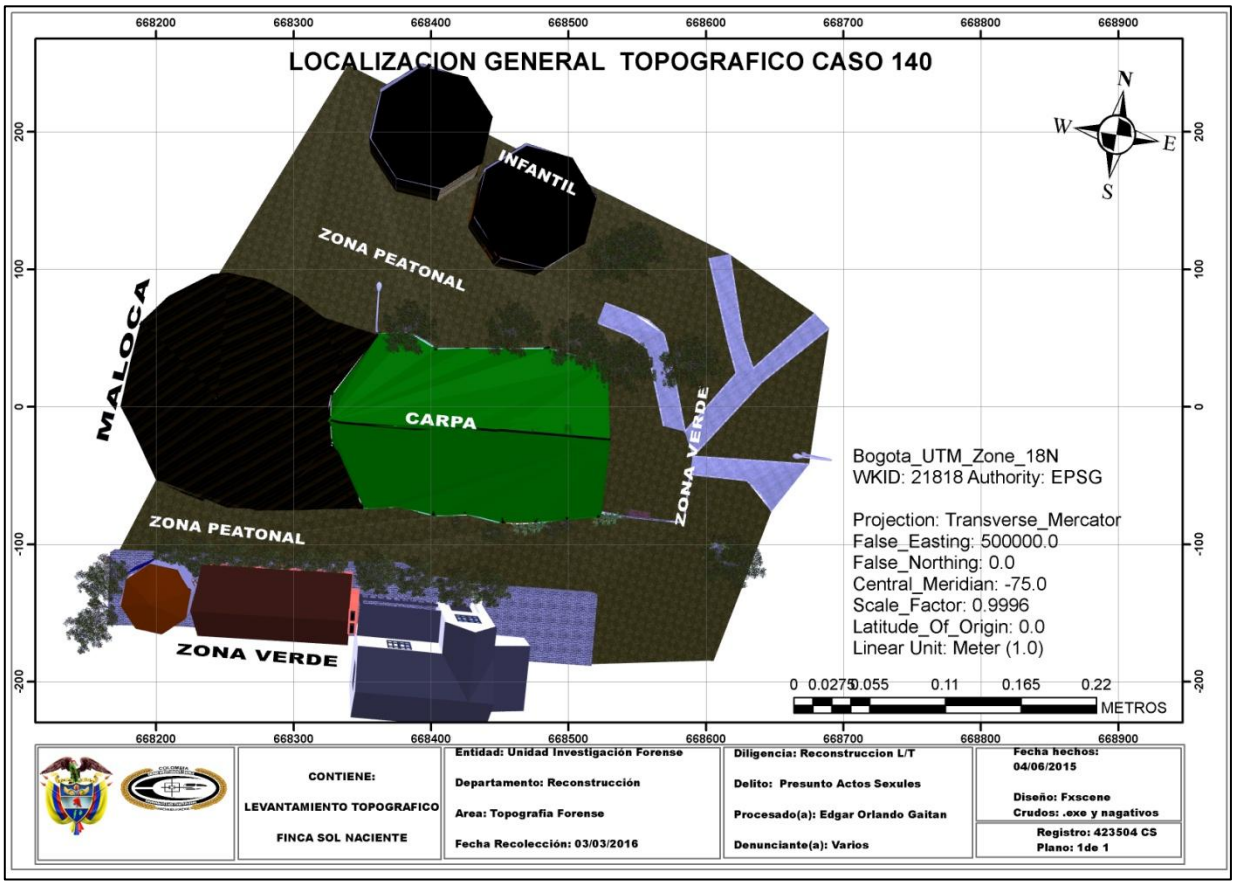


Gráfica 82, fuente: elaboración propia. Vista 3D para extracción de imagen Apoyo de vista ortogonal, programa EdgeFX.

Al insertar una fotografía, con el fin de realizar topografía de daños se realizara en otra capa y se imprimirá en otro plano con el nombre de “plano de topografía de daños”.

En los casos con varios elementos de prueba en su posición final se debe ser más ilustrativo al mostrar un elemento o daño en objetos, paramentos, vehículos; condición de la vía, huellas, rastros, etc. relacionado con el caso y que por la escala del plano no se alcancen a percibir, se ubicaran en una capa llamada “detalles”. Se puede ubicar en el mismo plano o imprimir en un plano diferente; Teniendo en cuenta el principio de orden, estética y no saturación visual del plano.

12.9. Grilla: la grilla de coordenadas permite calcular las dimensiones requeridas dentro de un plano topográfico, esta grilla debe contener el sistema de coordenadas planas en el eje X y Y.



Gráfica 83, fuente: elaboración propia. Vista en planta levantamiento topográfico terminado, con grilla de coordenadas planas cartesianas. Programa EdgeFx.

13. <u>Cálculos de vías mínimos en reconstrucción de accidentes de tránsito</u>

Dada la nueva tecnología utilizada en Colombia aplicada en las ciencias forenses, es posible conocer o determinar con precisión todos los elementos geométricos de una vía, sin importar el diseño geométrico de la misma. Pero en los casos que se realizan los levantamientos topográficos manuales, se tienen o conocen los datos mínimos para el cálculo de dos (2) de las variables más importantes en una vía curva; estas son el peralte y radio de curvatura de una tramo curvo, vitales para el proceso de reconstrucción de accidentes en este tipo de diseño vial.

13.1. Radio de curvatura vial: es la circunferencia que describe el arco de la curva, las curvas horizontales, zonas frecuentes de accidentes de tránsito están compuestas de varios principios geométricos a la vez que físicos, uno de ellos, es el radio de curvatura que puede ser despajado con las siguientes ecuaciones según el método topográfico que se utilice y la información con la que se cuente.

- **R = T / tang (Δ / 2),** para levantamientos topográficos con equipos electrónicos.
- **R= (C^2 / 8 x S) + (S / 2),** para levantamientos topográficos con equipos manuales.
- **T = R x tang Δ / 2 ;** tangente de la curva
- **Cl = 2· R · Sen Δ / 2** ; cuerda larga
- **E = T · tang Δ / 4 ; R ((1/ cos Δ / 4)-1)** Externa de la curva
- **M = R (1- cos Δ / 2);** flecha, sagita u ordenada media
- **L = Cl· Δ / Gc** ; longitud de la curva
- **Gc= 2 · Arcsen Cl / 2 · R** ; grado de curvatura.

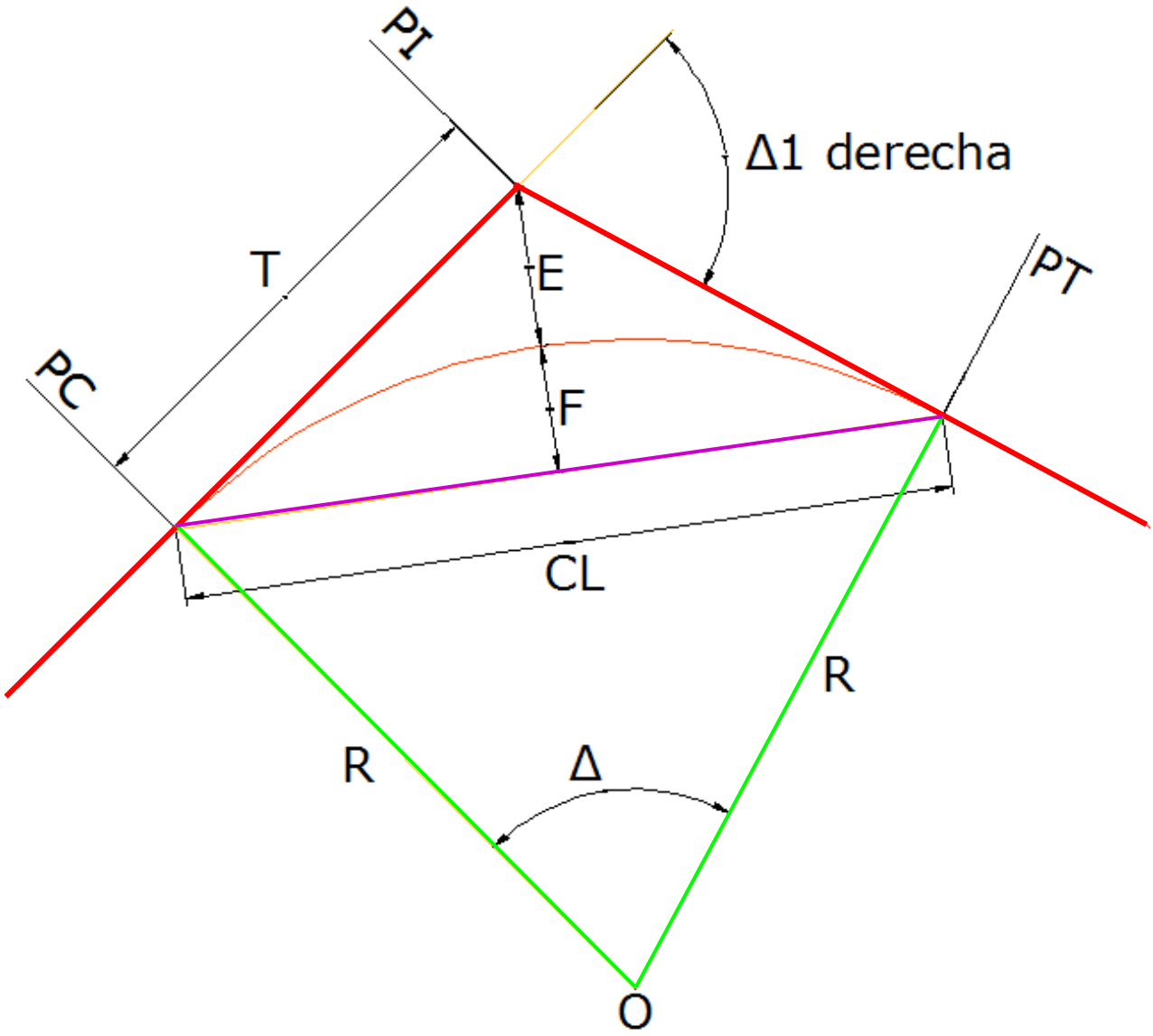
Tabla 3, fuente: elaboración propia. Ecuaciones para cálculo de curva circular simple.

Donde,

Δ = ángulo de deflexión de la curva.

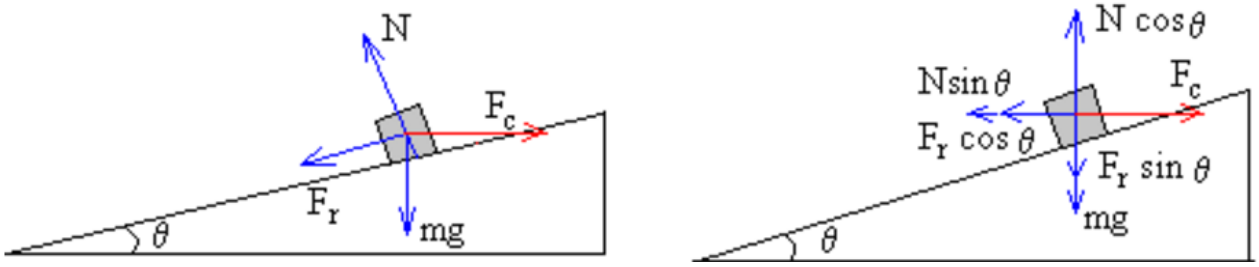
C = cuerda de la curva

S = sagita o flecha de la curva.



Gráfica 84, fuente: elaboración propia. Vista del diseño geométrico de curva horizontal simple.

13.2. Peralte: es la diferencia de altura entre los dos carriles de una vía. Se usa para compensar la fuerza centrífuga en una curva, haciendo que parte de la fuerza centrífuga generada por la curva ejerza un esfuerzo en vertical contra el plano formado por los dos carriles, disminuyendo el esfuerzo que la pestaña de la rueda ejerce sobre el carril exterior de la curva.



Gráfica 85, fuente: Internet. Esquema general del peralte. Recuperado de: http://laplace.us.es/wiki/index.php/Curvas_y_peraltes_(GIE)

13.2.1. Consideraciones físicas del peralte:

- En el eje vertical no hay aceleración, tenemos una situación de equilibrio

$$N\cos\theta = F_r\sin\theta + mg$$

- En el eje horizontal, aplicamos la segunda ley de Newton para el movimiento circular uniforme

$$N\sin\theta + F_r\cos\theta = mv^2/R$$

- El vehículo comienza a deslizar en la dirección radial, cuando lleva una velocidad tal que

$$F_r = \mu N.$$

En el sistema de dos ecuaciones

$$N\ (\cos\theta - \mu\sin\theta) = mg$$
$$N\ (\sin\theta + \mu\cos\theta) = mv^2/R$$

13.2.2. Desde el punto de vista del observador no inercial que viaja en el vehículo

Las fuerzas que interviene son:

- El peso *mg*
- La fuera de rozamiento F_r
- La reacción del plano *N*
- La fuerza centrífuga $F_c=mv^2/R$

➨ La fórmula para calcular un peralte sin rozamiento es:

$$\mathbf{Tan\ (\theta) = V^2 / g \times R}$$

➨ La fórmula para calcular un peralte con rozamiento es:

$$\mathbf{P = (V^2 / 127 \times R) - F \ ; \ V = \sqrt{(R \cdot g\ (Sen\ \theta + \mu \cdot Cos\ \theta / Cos\ \theta - \mu \cdot Sen\ \theta))}}$$

Ecuación 1.

Donde,

V^2 = es la velocidad al cuadrado.

g = es la aceleración de la gravedad.

R = radio de la curva en metros

tan(alfa) es la tangente de alfa

F = coeficiente de rozamiento (**μ**)

ɵ = ángulo del peralte (**P**)

13.2.3. Ecuaciones básicas para el proceso de reconstrucción de accidentes de tránsito.

Energía centrifuga = $Fc \rightarrow m \cdot a$ **;** $Fc \rightarrow W \cdot V^2 / g \cdot R$

Masa del vehículo = $m \rightarrow W / g$

Aceleración radial = $a \rightarrow V^2 / R$

13.2.3.1. Velocidad mínima del vehículo para no derrapar en una curva (López Morales, 2007).

V_v= Velocidad mínima para el volcamiento. En metros/segundo	$$Vv = \sqrt{\left(\frac{b}{h}\right) gR}$$
R = Radio de giro. En metros.	
b = Distancia transversal entre las llantas del vehículo y el centro de masa del vehículo. En metros.	
h = Altura del centro de masa del vehículo. En metros.	
g = Valor de la aceleración de la gravedad. (9,8 metros/segundo^2).	

Ecuación 2.

13.2.3.2. La velocidad del vehículo instante antes de comenzar a marcar la huella de frenada. (López Morales, 2007)

V: Velocidad del vehículo en el instante de comenzar a marcar la huella de frenada.	$V = 3{,}6\sqrt{2fgd}$
f : Coeficiente de rozamiento entre las llantas del vehículo y el asfalto.	
g: Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s^2.	
d: Longitud de la huella de frenada más larga marcada por el vehículo.	

Ecuación 3.

El coeficiente de rozamiento *f* entre las llantas del vehículo y el piso, depende del estado y clase de la vía en la cual se dejó la huella, su valor se puede obtener de la siguiente tabla.

ESTADO DE LA VÍA	VALOR DE *f*
Asfalto o concreto seco	Entre 0,7 y 0,8
Asfalto o concreto húmedo	Entre 0,5 y 0,6
Asfalto o concreto inundado	Entre 0,3 y 0,5

Tabla 4, Fuente Jorge Alberto Mendroza, reconstrucción de accidentes de tránsito, México, 2008

13.2.3.3. Velocidad del vehículo de acuerdo a la distancia recorrida desde el lugar donde observa el obstáculo hasta donde se detiene completamente. (López Morales, 2007)

V_2 = Velocidad del vehículo en el instante de observar el obstáculo. En metros/segundo.	
μ = Coeficiente de rozamiento efectivo entre	

las llantas y el asfalto seco: Máximo (0,8) Mínimo (0,7).	$V_2 = \left(-t_r + \sqrt{t_r{}^2} + \frac{2d_2}{\mu_2 g}\right) * \mu_2 g$
g = Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 metros/segundo^2.	
d_A = Distancia total recorrida por el vehículo. En metros.	
t = Tiempo de reacción para el conductor del vehículo. En segundos.	

Ecuación 4.

13.2.3.4. Distancia que recorre un vehículo a una velocidad vv durante la reacción del conductor. (López Morales, 2007)

D_T = Distancia de reacción. En metros.	$D_T = t_r V_v$
V_V = Velocidad del vehículo. En metros/segundo.	
t_r= Tiempo de reacción de una persona atenta. En segundos.	

Ecuación 5.

13.2.3.5. Velocidad máxima del vehículo para detenerse antes del atropello. (López Morales, 2007)

V = Velocidad máxima del vehículo para detenerse antes del atropello. En metros/segundo.	$V = \mu g t$
t = Tiempo que tarda el peatón en recorrer la	

distancia hasta el atropello, menos el tiempo de reacción del conductor del vehículo. En segundos.	$V = \mu g t$
μ = Coeficiente de rozamiento entre las llantas del vehículo y el piso.	
g = Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 metros/segundo^2.	

Ecuación 6.

13.2.3.6. Tiempo que tarda el peatón en recorrer una distancia determinada. (López Morales, 2007)

v = Velocidad del peatón al cruzar la vía. En metros/segundo.	$t = d/v$
t = Tiempo que tarda el peatón en recorrer una distancia. En segundos.	
d=Distancia recorrida por el peatón. En metros.	

Ecuación 7.

13.2.3.7. Velocidad del vehículo de acuerdo a la distancia recorrida y a su aceleración. (López Morales, 2007)

V= Velocidad final del vehículo, en metros/segundo.	$V = \sqrt{2ad}$
a = Valor de la aceleración del vehículo: en metros/segundo^2.	
d = Distancia recorrida por el vehículo. En metros.	

Ecuación 8.

13.2.3.8. Distancia que requiere un vehículo para detenerse y que se desplaza a una velocidad vv. (López Morales, 2007)

Esta ecuación permite determinar la distancia total recorrida por un móvil que se desplaza a una velocidad Vv, teniendo en cuenta la distancia recorrida durante la reacción del conductor y la avanzada durante el frenado.

Se debe tener en cuenta que:

La velocidad del vehículo durante el tiempo de reacción se asume como constante.

Durante el proceso de frenado la desaceleración del vehículo se asume como constante.

La ecuación es válida para procesos de frenado en superficies horizontales.

D_T = Distancia total recorrida medida en metros.	$$\mathbf{D_T = \frac{V^2_v}{2\mu g} + t_r V_v}$$
V_V = Velocidad del vehículo medida en metros/segundo.	
t_r= Tiempo de reacción de una persona atenta medida en segundos.	
μ = Coeficiente de rozamiento entre las llantas del vehículo y el piso.	

Ecuación 9.

13.2.3.9. Velocidad del vehículo de acuerdo a la distancia recorrida y a la desaceleración efectiva. (López Morales, 2007)

Esta ecuación permite determinar la velocidad de un vehículo, que se desplazó una distancia dt deteniéndose sin dejar ningún tipo de huella.

Se debe tener en cuenta que, La aceleración se asume como constante.

Esta ecuación es válida solo para superficies horizontales.

V = Velocidad del vehículo medido en metros/segundo.	$$V = \sqrt{2\mu_{ef} g d_t}$$
μ = Coeficiente de rozamiento efectivo: Máximo (0,8) Mínimo (0,4).	
g = Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 metros/segundo^2.	
d_t= Distancia total recorrida medida en metros.	

Ecuación 10

13.2.3.10. Velocidad con la que es lanzado un peatón calculada a partir de la distancia recorrida por este hasta detenerse completamente. (López Morales, 2007)

Esta ecuación permite determinar la velocidad del peatón un instante después de ser impactado por un vehículo, conociendo la distancia total recorrida por el este y la altura del centro de masa del mismo.

Se debe tener en cuenta que:

La altura del frontal del vehículo debe estar por encima de la altura del centro de masa del peatón.

Ecuación válida solo para superficies horizontales.

m = Coeficiente de fricción entre el piso y el peatón (0,9).	$V_P = [-\left(\frac{2h}{g}\right)^{\frac{1}{2}} + (\frac{2h}{g} + 2d/\mu g)^{1/2}]\mu g$
g = Valor de la aceleración gravitacional terrestre 9,8 metros/segundo^2.	
h = Altura del centro de masa del peatón. En metros.	
d = Distancia entre el punto de colisión y la posición final del peatón. En metros.	
V_p= Velocidad con la cual es lanzado el peatón. En metros/segundo.	

Ecuación 11

13.2.3.11. Velocidad máxima del vehículo para no derrapar en una curva. (López Morales, 2007)

V = Velocidad máxima del vehículo para no derrapar en curva. En metros/segundo.	$\boldsymbol{V = \sqrt{\mu g r}}$
μ = Coeficiente de rozamiento entre las llantas del vehículo y el piso, Máximo (0,8).	
g = Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 metros/segundo^2.	
r = Radio de la trayectoria curva seguida por el bus. En metros.	

Ecuación 12

13.2.3.12. Velocidad mínima para producirse el volcamiento de un vehículo al realizar un giro. (López Morales, 2007)

V_v= Velocidad mínima para el volcamiento. En metros/segundo.	$$V_v = (b/h)gR$$
R = Radio de giro. En metros.	
b = distancia transversal entre las llantas del vehículo y el centro de masa del vehículo. En metros.	
h = Altura del centro de masa del vehículo. En metros.	
g = Valor de la aceleración de la gravedad. (9,8 metros/segundo^2).	

Ecuación 13

13.2.3.13. Velocidad del vehículo de acuerdo a la longitud de la huella de frenada en pendiente. (López Morales, 2007)

V: Velocidad del vehículo en el instante de comenzar a marcar la huella de frenada.	$$V = 3,6\sqrt{2gd(\mu \cos\theta \pm sen\theta)}$$
μ: Coeficiente de rozamiento efectivo entre las llantas y el asfalto seco: Máximo (0,8) Mínimo (0,7)	
g: Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s^2	
θ: Pendiente de la vía, subiendo y – bajando	
d: Longitud de la huella de frenada del vehículo	

Ecuación 14

13.2.3.14. Velocidad del vehículo de acuerdo a la distancia recorrida y a su aceleración. (López Morales, 2007)

V: Velocidad final del vehículo a: Valor de la aceleración del vehículo: m/s^2 d: Distancia recorrida por el vehículo, (d = m)	$$\boldsymbol{V = 3,6\sqrt{2ad}\,\frac{V^2}{2a} = d}$$

Ecuación 15

13.2.3.15. Velocidad del vehículo de acuerdo a la longitud de la huella de frenada y a la velocidad al momento del impacto. (López Morales, 2007)

V: Velocidad del vehículo en el instante de comenzar a marcar la huella de frenada μ: Coeficiente de rozamiento efectivo entre las llantas y el asfalto seco: Máximo (0,8) Mínimo (0,7) g: Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s^2 d: Longitud de la huella de frenada del vehículo V_{imp} = Velocidad del vehículo al momento del impacto	$$V = 3{,}6\sqrt{2\boldsymbol{\mu g d} + \boldsymbol{V^2}\mathbf{imp}}$$

Ecuación 16

13.2.3.16. Tiempo que tarda un vehículo en detenerse completamente cuando se desplaza a una velocidad v. (López Morales, 2007)

V_f: Velocidad final del vehículo, igual a cero	$$t = \frac{V_f - V_t}{\mu g}$$
V_i: Velocidad inicial del vehículo	
t:Tiempo que tarda el vehículo en detenerse completamente	
μ - Coeficiente de rozamiento entre las llantas del vehículo y el piso (0,6 – 0,8)	
g: Valor de la aceleración de la gravedad. (9,8 m/s^2)	

Ecuación 17

13.2.3.17. Velocidad de impacto de un vehículo en un atropello**.** (López Morales, 2007)

μp = Coeficiente de fricción entre el peatón el piso.	$$V_{imp} = \mu_V g t_{con} + V_{cai}$$
μV = Coeficiente de fricción entre las llantas del vehículo y el piso.	$$V_{cai} = \mu_p g[\sqrt{(t_{con} + t_{cai} - \frac{\mu_V t_{con}^2}{\mu_p} + \frac{2d_t}{\mu_p g}} - (t_{con} + t_{cai})]$$
dT = Distancia entre el punto de colisión y la posición final de la víctima.	
g = Valor de la aceleración gravitacional: 9,8 m/s2.	
Vimp = Velocidad en el momento de la colisión.	
h = Altura del centro de masa del peatón, H es la altura del peatón.	
tcon = Tiempo de contacto.	

Ecuación 18

Nota: la ecuación grande el radical no Abarca toda la formula.

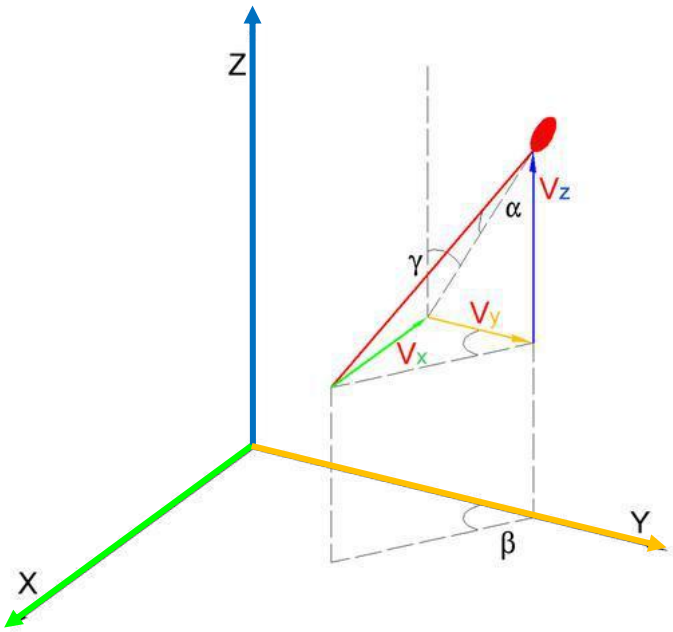
$$V_{imp} = \mu_V g t_{con} + V_{cai}$$

$$V_{cai} = \mu_p g \left[\sqrt{(t_{con} + t_{cai})^2 - \frac{\mu_V t_{con}^2}{\mu_P} + \frac{2d_T}{\mu_p g}} - (t_{con} + t_{cai}) \right]$$

14. Cálculo de proyección de manchas de sangre.

Los elementos que se incorporan a un análisis de este tipo de mancha son: En primer lugar, el tamaño medio de las manchas producidas por las gotas individuales se utiliza para determinar la cantidad de energía se transfirió a la fuente de la sangre. (Math, 2013)

Las manchas pequeñas corresponden una transferencia grande de energía mientras que grandes manchas son el resultado de transferencia pequeña de energía. Las matemáticas pueden determinar el ángulo de impacto de una gota de sangre dado, la intersección de dos o más caminos y la ubicación de la fuente de sangre en el momento del trauma. Gran parte de las matemáticas que se utilizan para realizar estas tareas es el uso de la trigonometría. Cuando la sangre viaja por el aire, tiene muchas de las propiedades físicas del agua. Por ejemplo, una gota de sangre que cae tiene una forma esférica. Por lo tanto, si la gota cayera al suelo desde la vertical, formaría un patrón circular de salpicaduras. Del mismo modo, si una gota fue a golpear cualquier otra superficie en un ángulo de 90 º, sería un patrón circular.



Gráfica 86, Fuente: elaboración propia. De la relación trigonométrica para el cálculo de ángulo de proyección de la salpicadura de fluido anatomopatológico.

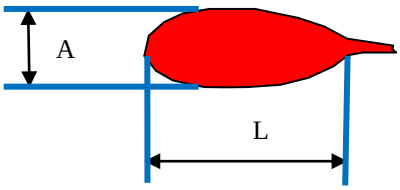
Por supuesto, en el caso de una mancha de sangre proyectada, la sangre puede afectar una superficie en cualquier ángulo. Con el fin de reconstruir los hechos del delito, es importante analizar el patrón de manchas de sangre para determinar este punto de vista. Sin embargo, la sangre se desplaza en un espacio tridimensional antes de que llegue una superficie (por ejemplo, una pared), hay múltiples ángulos de interés. Estos son **α, β** y **γ.**

Los tres ángulos deben satisfacer la siguiente relación:

$$\mathbf{Tan\ \beta = \ tan\ \alpha\ /\ tan\ \Upsilon}$$

Cuando una gota de sangre golpea una superficie limpia, se forma una mancha en forma de una elipse. El eje mayor de la elipse forma un ángulo con la línea vertical. Este es el ángulo γ. Para calcular α, es necesario medir la longitud de ambos ejes **mayor y menor**. Estos se denominan **L** y **A** (para la longitud y ancho), respectivamente. Y **α** es dada por la siguiente fórmula: (Rodriguez, 2013).

$$Sen\ \alpha = \frac{A}{L}$$



Seno del ángulo = Cateto opuesto / Hipotenusa

= A / L = 0.25 M / 0.42 M

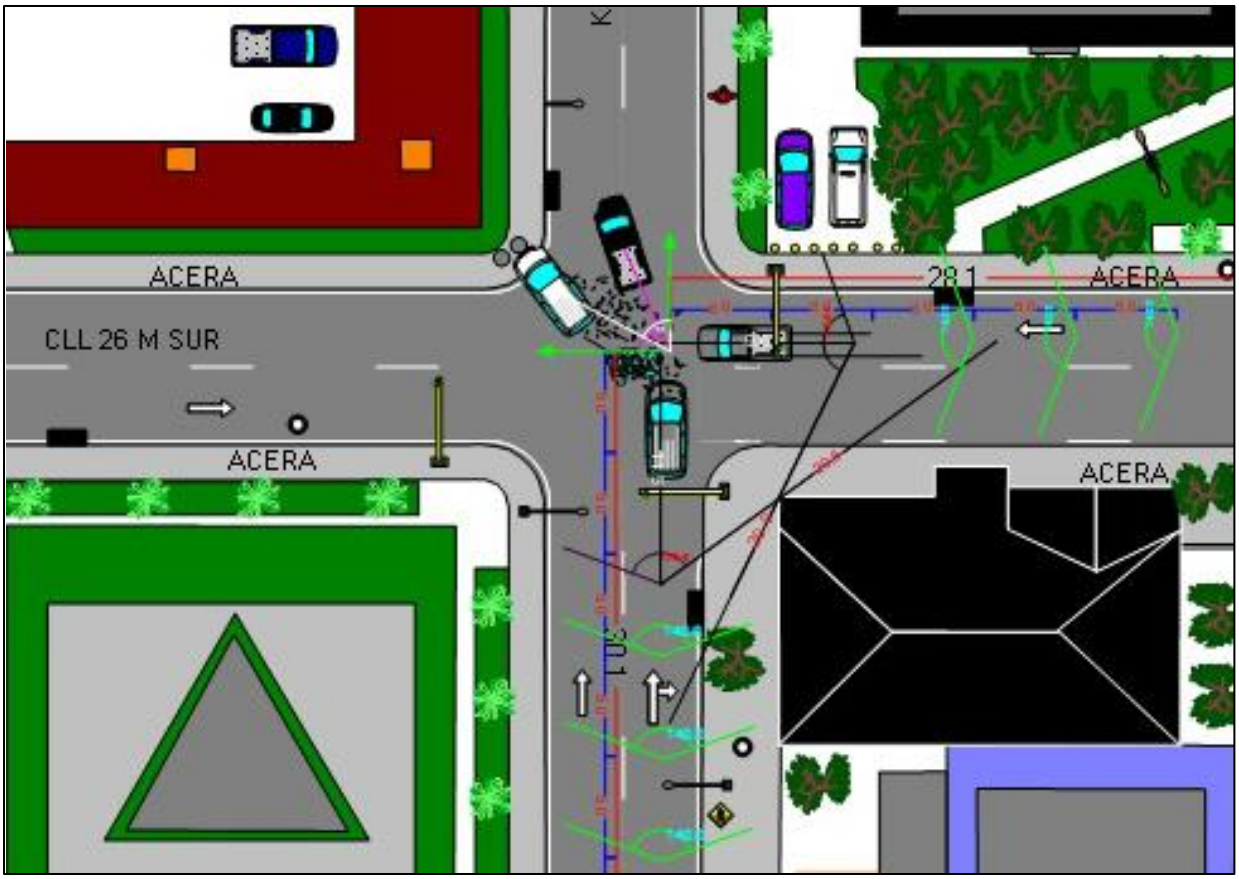
Ángulo de caída = 36.53°

Gráfica 87, Fuente: elaboración propia; de la relación trigonométrica y cálculo para el cálculo de ángulo de proyección de la salpicadura de fluido anatomopatológico.

15. Topografía reconstructiva forense aplicada.

Una vez se diagrama el plano topográfico, se posee una valiosa herramienta para los análisis de reconstrucción de muertes violentas, como lo son los accidentes de tránsito; puesto que al fijar topográficamente los elementos geométricos de la vía (ejes viales, sección transversal de la banca vehicular) y los componentes estructurales del lugar de los hechos (paramentos, arboles, señales de tránsito, semáforos, postes de alumbrado, daños en las vías, obstáculos materiales, entre otros). Se pueden realizar cálculos y establecer distancias reales, que permiten realizar *despejes en ecuaciones físicas.* Un ejemplo de esto, es que a través de un apropiado levantamiento topográfico es posible determinar la verdadera capacidad visual, distancia horizontal de reacción y percepción del conductor del vehículo; muy útil en reconstrucción de accidentes en tramos de vías curvos e intersecciones de todo tipo (simétricas, asimétricas, tipo T, glorietas, otras)

Basado en el plano topográfico para reconstrucción de muertes violentas, es decir en todos los obstáculos visuales existentes y fijados espacialmente, se toman distancias y ángulos horizontales cada 5 o 3 metros a partir de la posible ocupación espacial de cada conductor (carril de la vía y el sentido vial), de esta manera se simula la capacidad de percepción de cada conductor implicado en los hechos; teniendo en cuenta claro está el aspecto vertical visual.



Gráfica 88, fuente: elaboración propia. Método de verificación de distancia y ángulo horizontal de capacidad visual.

16. Algunas ttécnicas en fotografía y topografía forense para análisis reconstructivos.

16.1. Foto realismo – Foto animación.

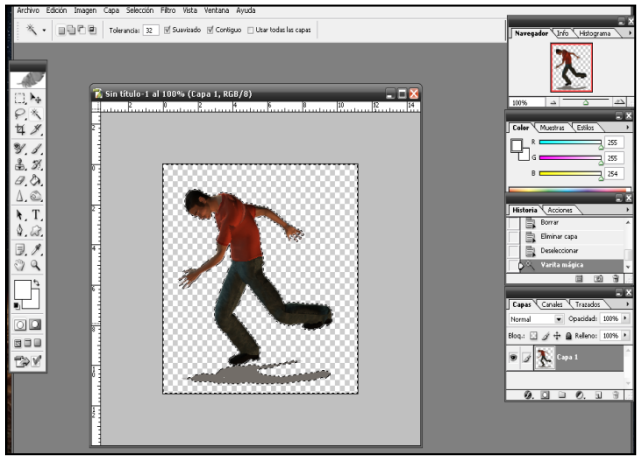
Es la técnica de combinación y edición de imágenes del terreno, con graficas en 3D o 2D, en pro de realizar animación o recreaciones simuladas, con el objeto de ilustrar las teorías forenses manejadas. (Rodriguez, 2013)

16.1.1. Requerimientos para técnica.

Para animación foto-realística es necesario contar con fotografías 360º del lugar de los hechos y de los objetos a animar, teniendo en cuenta plataformas de animación profesional Flash Player, VistaFx, EdgeFx, 3D MAX, FotoMap, entre otras… preferiblemente fotografías de plano general o panorámicas. (Rodriguez, 2013)

16.1.1.1. Procedimiento foto realismo, animación forense.



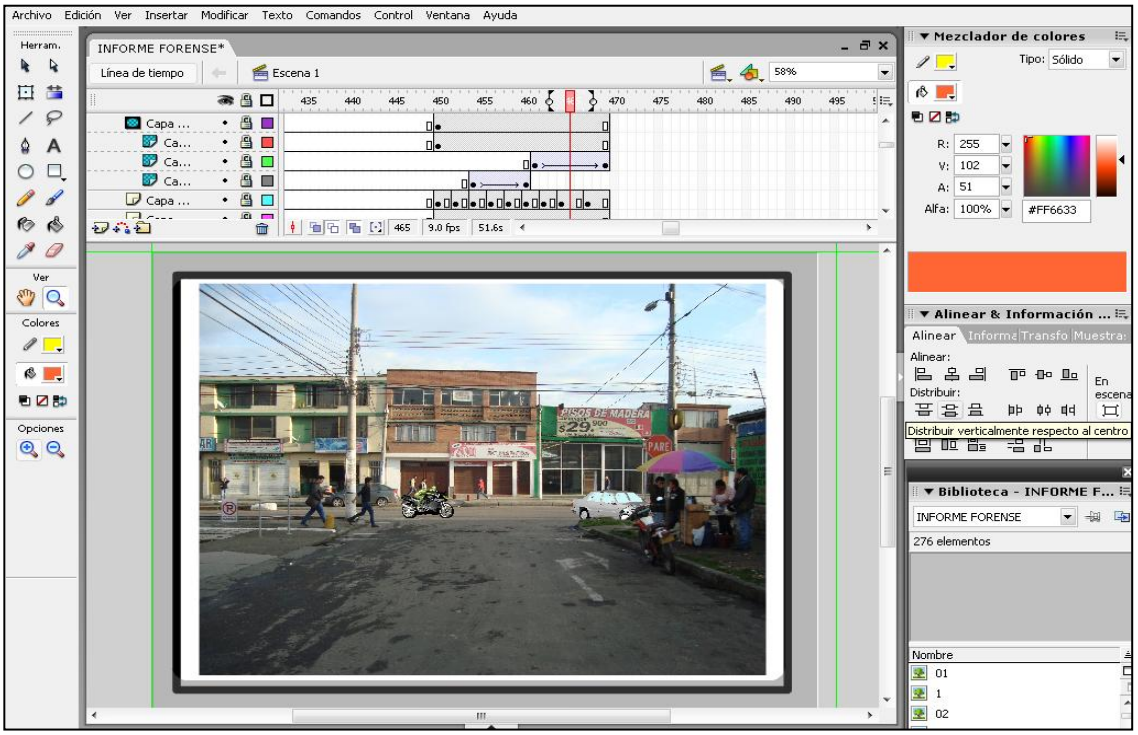


Gráfica 89 fuente: elaboración propia; foto recreación 3D, homicidio Balístico Colombia 2010. Programa Poser y Photoshop.

Lo primero es tener fotografías en plano general, medio o panorámicas del terreno o de los hechos; en especial evitar la mayor cantidad de contaminantes visuales “personas, objetos, vehículos, animales, entre otros”; esto hará que se tenga una menor edición grafica posible. Estas serán las imágenes de fondo.

- Luego se preparan las imágenes 3D que darán el efecto de fotorecreación o Fotoanimación, se editan los fondos de cada imagen tridimensional que caerá o estará encima de las imágenes de fondo; es decir, de las fotográficas tomadas en terreno. Estas imágenes que se editan en sus fondos como la gráfica 89 lo muestra, serán las gráficas que se animaran o permitirán una interacción grafica de animación.

- Cuando se tienen ya todas las imágenes de fondo y las editadas; en un programa de animación que permita trabajar con líneas de tiempo “Flash Player, Director 8; otros”, es decir que se pueda modificar el trabajo cada segundo de la animación. Se buscara generar animación reconstructiva del caso en accidente de tránsito y muertes en balística. La película que combina las imágenes reales del terreno con objetos, personas u otros en 3D; se conoce como fotoanimación.



Gráfica 90, fuente: elaboración propia; foto recreación 3D Animación terrestre, homicidio accidente de tránsito Colombia 2010. Programa Flash Player.

- Las gráficas con imágenes de terreno real de fondo y las gráficas editadas; sin movimiento donde se combine lo anterior se conoce como fotorecreación. Siendo estos elementos gráficos usados en la presentación e ilustración de teorías en los informes técnicos.



Gráfica 91, fuente: elaboración propia; foto recreación terrestre.

16.2. Fotogrametría terrestre – aérea.

La fotogrametría es una técnica para determinar las propiedades geométricas de los objetos y las situaciones espaciales a partir de imágenes fotográficas. Puede ser de corto o largo alcance; por lo que resulta que el concepto de fotogrametría es: "medir sobre fotos". (Rodriguez, 2013)

Si trabajamos con una foto podemos obtener información en primera instancia de la geometría del objeto, es decir, información bidimensional. Si trabajamos con dos fotos, en la zona común a éstas (zona de solape), podremos tener visión estereoscópica; o dicho de otro modo, información tridimensional.

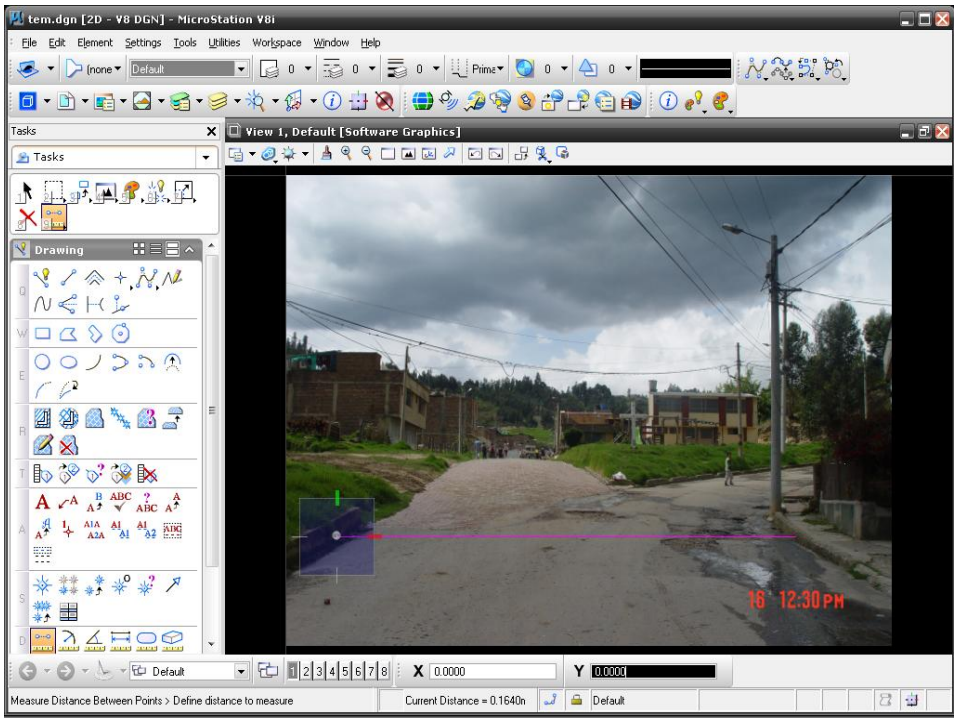
16.2.1. Requerimientos para técnica.

Para el uso de fotogrametría en obtención de información métrica de vías o estructuras, se utilizara cinta métrica, calibrada o distanciometro láser en una o dos mediadas máximo, “como base medida”; en la que se observe el dato métrico tomado en terreno, esto solo como requerimiento de integridad y confianza probatoria ya que para el proceso fotogramétrico real se tomaran los datos aportados por equipos de medición angular y métrico de precisión digital. (Rodriguez, 2013)

Fotografías del lugar o de los objetos a estimar métricamente; en planos generales, aéreos, cartografía. Con un encuadre correcto respecto al lugar de los hechos, las imágenes del lugar o terreno en 360º con diferentes profundidades de campo, frontal o en planta.

16.2.2. Procedimiento fotogrametría forense.

Establecer las imágenes terrestres a trabajar, con su respectiva base medida. Luego escalar la imagen en Micro-estación, Acad, EdgeFx, entre otras plataformas que permitan obtener medidas reales del lugar u objeto. Si se cuenta con cartografía es necesario extraer las coordenadas planas y escalar la misma georeferenciando los vértices para una posterior vectorización de las curvas de nivel e iniciar con un modelado 3D y extracción de información métrica deseada.



Gráfica 92, fuente: elaboración propia; fotogrametría terrestre, homicidio accidente de tránsito Colombia 2011. Programa Micro-estación.

16.3. Tránsito y transporte aplicado a la investigación y reconstrucción de A/T.

El flujo vehicular observado en el tramo donde ocurren los hechos, en horas diurnas o nocturnas, permite determinar la frecuencia relativa de evitabilidad en función de circulación, flujo vehicular y velocidad desarrollada. Para esto es necesario realizar mínimo 3 aforos de 2-4 horas, durante dos semanas.

16.3.1. Requerimientos del tamaño de la muestra: Un estudio de velocidades instantáneas requiere un tamaño de muestra adecuado para satisfacer consideraciones estadísticas. La siguiente ecuación puede ser usada para calcular el número de muestras a ser medidas:

$$N = \left(\frac{SK}{E}\right)^2 = \quad \boldsymbol{N = \frac{S^2 K^2 (2+U^2)}{2E^2}}$$

Ecuación 19

Donde,

N = tamaño mínimo de la muestra
S = desviación estándar estimada de la muestra (KPH)
K = constante que corresponden al nivel de confianza deseado
E = error permitido en el estimado de la velocidad

U = constante correspondiente a la estadística de velocidad deseada; para velocidad media, use 0,00; para el 15 o 85 percentil, use 1,04; para el 5 o 95 percentil, use 1,64.

Área de Tránsito	Tipo de Carretera	Desviación Estándar Media (kph)
Rural	2 carriles	8,5
Rural	4 carriles	6,8
Intermedio	2 carriles	8,5
Intermedio	4 carriles	8,5
Urbana	2 carriles	7,7
Urbana	4 carriles	7,9
Valor Redondeado		8,0

Tabla 5, fuente programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias; manual de estudios de ingeniería de tránsito. De la desviación estándar

Constante, K	Nivel de Confianza (%)
1,00	68,3
1,50	86,6
1,64	90,0
1,96	95,0
2,00	95,5
2,50	98,8
2,58	99,0
3,00	99,7

Tabla 6 fuente programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias; manual de estudios de ingeniería de tránsito. Del nivel de confianza

16.3.2. Los resultados de tiempos de viaje y demora son de utilidad en la evaluación general de movimientos de tránsito dentro de un área o a lo largo de una ruta seleccionada, donde ocurre un siniestro de tránsito. Datos que ayudan al reconstructor forense a definir circunstancias de velocidad, tiempo, otros. En este orden de ideas el objetivo es conocer el tiempo de viaje entre vehículo y vehículo en el tramo del lugar de los hechos y con ello obtener datos más aproximados que los cálculos de tiempos basados en la cinemática clásica. (Box y Oppenlander 1976, p. 87).

Se toma en consideración la relación directa o potencial de los accidentes en cada intersección o tramo de vía, con elementos que pueden contribuir al accidente. Entre los elementos contribuyentes se pueden incluir los equipos de control de tránsito, movimientos de cruce de cada uno de los vehículos involucrados con respecto a las calles transversales, peatones en cruces peatonales (marcados o no) involucrados en el accidente o que hayan influido en las acciones que

ocasionaron el accidente, cambios abruptos de alineación, problemas de iluminación, volúmenes de transito, entre otros muchos factores propios de las vías y la conducta del usuario. Para los accidentes a media cuadra o tramo de vía, los elementos contribuyentes incluyen la señalización vehicular, condiciones de iluminación, geometría de la vía y obstáculos visuales. Por ello los análisis de ingeniería de tránsito aplicados en el ámbito forense son de gran utilidad.

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FORENSE CRIMINALÍSTICA PROFESIONAL	
LABORATORIO DE INGENIERÍA FORENSE Y RECONSTRUCCIÓN MUERTES VIOLENTAS	
CÁLCULOS DE VOLUMEN VEHICULAR	
AFORO DEL 08 OCTUBRE 2016 - CASO 152	
PERIODO HHRAS/MIN	VOLUMEN 5 MIN (Q5)
09:25-09:30	76
09.30-09:35	96
09:35-09:40	75
09:40-09:45	29
09:45-09:50	92
09:50-09:55	95
09:55-10:00	90
10:00-10:05	74
10:05-10:10	86
10:10-10:15	82
10:15-10:20	91
10:20-10:25	74
10:25-10:30	52
10:30-10:35	58
10:35-10:40	63
10:40-10:45	74
10:45-10:50	86
10:50-10:55	81
∑ =	**1374**

PERIODO HHRAS/MIN	VOLUMEN 5 MIN (Q5)
09:25-09:30	247
09:40-09:55	216
09:55-10:10	250
10:10-10:25	247
10:25-10:40	173
10:50-10:55	241

Tabla 7, fuente: elaboración propia, de los cálculos de conteo vehicular. Aforo desde las 12:00 hasta las 01:55 horas.

16.3.3. Los resultados de conteos - aforos vehiculares desde la vía que transporta el flujo vehicular en la zona del siniestro, nos permiten conocer el volumen de vehículos para los días de observancia, de los cuales; se conoce el espacio de tiempo promedio entre los automotores y también es posible conocer la velocidad de los mismos. Al observar y registrar el volumen de tráfico, se despejan variables importantes en el análisis de cualquier caso; la cual impera en:

- Volumen vehicular
- Velocidad promedio y puntual en la zona del accidente
- Tiempo de espacio entre vehículos
- Movimientos de cruce o giros
- Conducta vehicular
- Conducta peatonal
- Observancia de señalización de tránsito

Fórmulas Normales

$$n * a + \left(\sum_{i=1}^{n} x_i \right) * b = \sum_{i=1}^{n} y_i$$

$$\left(\sum_{i=1}^{n} x_i \right) * a + \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^{\,2} \right) * b = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i$$

$$r = \frac{n * \left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i \right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i * \sum_{i=1}^{n} y_i \right)}{\sqrt{\left[n * \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^{\,2} \right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i \right)^2 \right] * \left[n * \left(\sum_{i=1}^{n} y_i^{\,2} \right) - \left(\sum_{i=1}^{n} y_i \right)^2 \right]}}$$

Ecuación 20

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FORENSE Y CRIMINALÍSTICA PROFESIONAL							
LABORATORIO DE INGENIERÍA FORENSE Y RECONSTRUCCIÓN DE MUERTES VIOLENTAS							
CALCULO PARA FECHAS DE OBSERVANCIA							
		CALCULO VOLUMEN TRANSITO HORARIO					
		REGRESIÓN LINEAL					
n	**DÍA**	**TPDS VEH/DÍA**	**Xi**	**Yi**	**Xi²**	**XiYi**	**Yi²**
1	08-oct	1,374	1	1374	1	1374.000	1887876
2	15-oct	356	2	356	4	712.000	126736
3	22-oct	298	3	298	9	894.000	88804
	TOTALES	2028	15	2028	55	2980	2103416
						r =	**0,884**

Tabla 8 fuente Nelson Rodríguez, de los cálculos de aforo vehicular, promedio de flujo existente para la fecha de los hechos; con una tasa de probabilidad del 88 %

16.3.3.1. Velocidad instantánea: es un movimiento concreto que puede hacerse de forma irregular y normalmente interesa definir la velocidad en un momento dado, conocida como *velocidad instantánea*. Hoy día, con la presencia de velocímetros en los automóviles, el concepto de velocidad instantánea es intuitivo y todos tenemos una experiencia directa de la magnitud. Se trata de precisar matemáticamente el concepto, para ser utilizado en las investigaciones y reconstrucciones de accidentes de tránsito.

$$V = \frac{dx}{dt} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

16.3.3.2. Consideración aforos: como para cada aforó es una cantidad diferente de vehículos no se puede efectuar un promedio simple. Se escoge entonces el promedio ponderado de los vehículos aforados por los observadores, en función del tamaño de la muestra de cada uno.

Promedio ponderado = (f 1 ·n1 + f 2 ·n2 + f 3 ·n3 + f 4 ·n4 / n1 + n2 + n3 + n4)

Ecuación 21

$\mathbf{f_i}$ = Número de vehículos a una velocidad determinada.
$\mathbf{n_i}$ = Número total de vehículos aforados por cada observador.

Considerando los valores ponderados tenemos:

Valor máximo para velocidad.

Valor mínimo para velocidad.

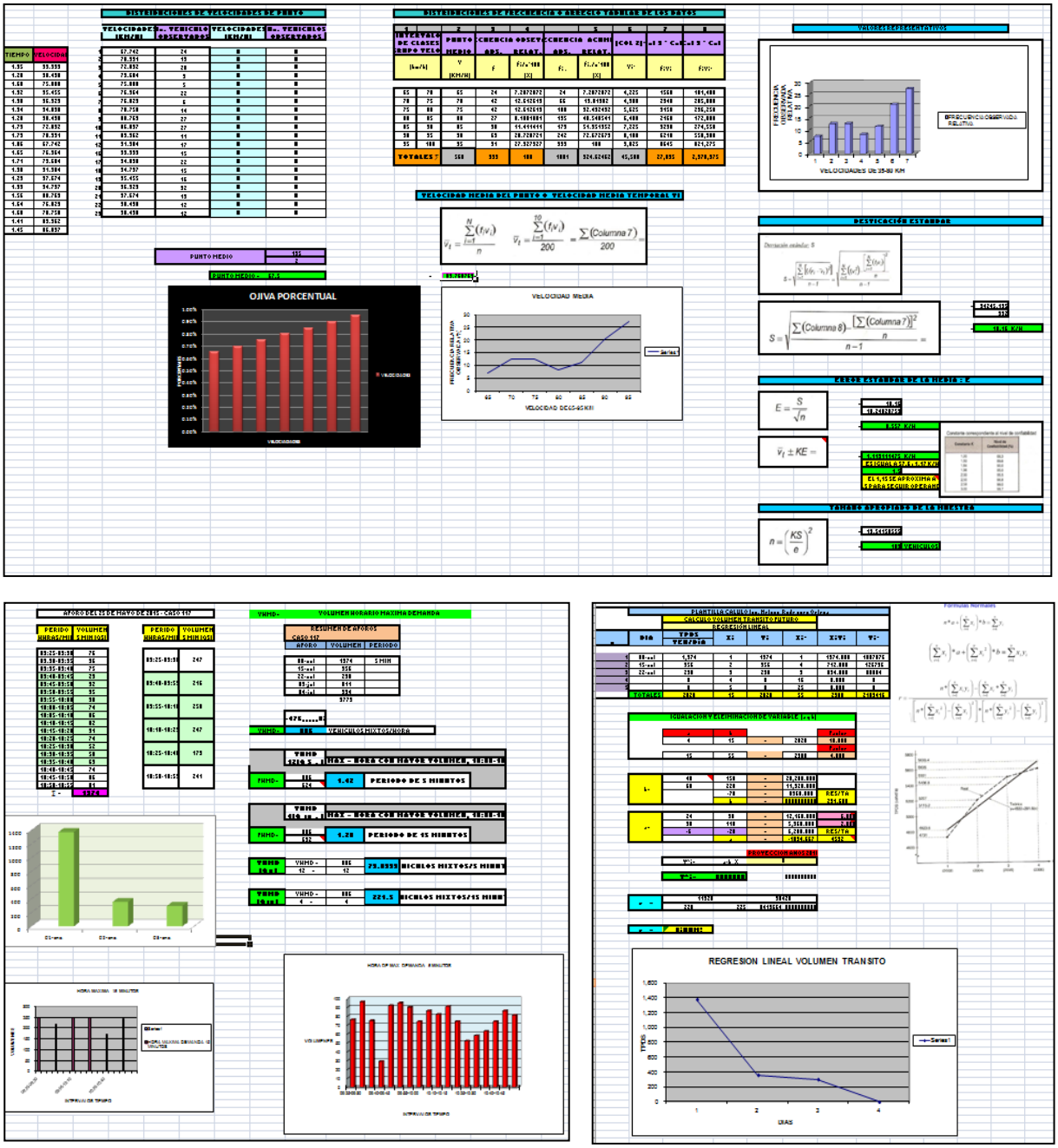
Tamaño de la muestra.

Cantidad de intervalos clase.

16.3.3.3. Con estos datos se puede construir la siguiente tabla, donde se presenta un resumen de los datos obtenidos en campo. Teniendo en cuenta la cantidad total de vehículos observados (tamaño de la muestra) se identifica el número de intervalos de clase en los que se debe agrupar la información. En la tabla cada columna corresponde a:

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA O ARREGLO TABULAR DE LOS DATOS									
1		2	3	4		5	6	7	8
INTERVALO DE CLASES GRUPO VELOC		PUNTO MEDIO	FRECUENCIA OBSEVAD ABS.	RELAT.	FRECUENCIA ACUMULA ABS.	RELAT.	(COL 2)²	Col 3 * Col 2	Col 3 * Col 6
(km/h)		Vi (KM/H)	f_i	$f_i/n*100$ (%)	$f_{i\,a}$	$f_{i\,a}/n*100$ (%)	Vi^2	f_iVi	f_iVi^2
65	70	65	24	7.2072072	24	7.2072072	4,225	1560	101,400
70	75	70	42	12.612613	66	19.81982	4,900	2940	205,800
75	80	75	42	12.612613	108	32.432432	5,625	3150	236,250
80	85	80	27	8.1081081	135	40.540541	6,400	2160	172,800
85	90	85	38	11.411411	173	51.951952	7,225	3230	274,550
90	95	90	69	20.720721	242	72.672673	8,100	6210	558,900
95	100	95	91	27.327327	333	100	9,025	8645	821,275
TOTALES ∑		560	333	100	1081	324.62462	45,500	27,895	2,370,975

Tabla 9, fuente: elaboración propia, del ajuste estadístico y matemático del conteo vehicular.



Gráfica 93, fuente: elaboración propia, del sistema de organización de información de tránsito y trasporte recolectado en campo. Tablas programadas por la UIFCP, para cálculos y salidas gráficas.

Es muy importante considerar que estos cálculos pueden ser realizados desde sitios web, donde no es necesario programar tablas en Excel; pero el ideal es contar con las mismas para contar con un mejor soporte y entrega de información a la contra parte (fiscalía-defensa), en aras de que la misma pueda ser revisada.

16.3.4. Lista de cálculos estadísticos mínimos, basados en aforos de tránsito en el lugar de los hechos, para investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito.

- Media
- Varianza
- Varianza corregida
- Desviación estándar
- Desviación estándar corregida
- Error estándar
- Coeficiente de variación
- Mínimo
- Máximo
- Alcance
- Mediana
- Desviación media
- La mediana de la desviación
- Media armónica
- Media geométrica
- Oblicuidad

http://es.numberempire.com/statisticscalculator.php

- **Velocidad media temporal** $V_t = \frac{\sum (V_i \cdot f_i)}{n}$
- **Velocidad media especial** $V_e = \frac{n}{\sum (\frac{f_i}{V_i})}$

ESQUEMA GENERAL DE TOPOGRAFÍA FORENSE



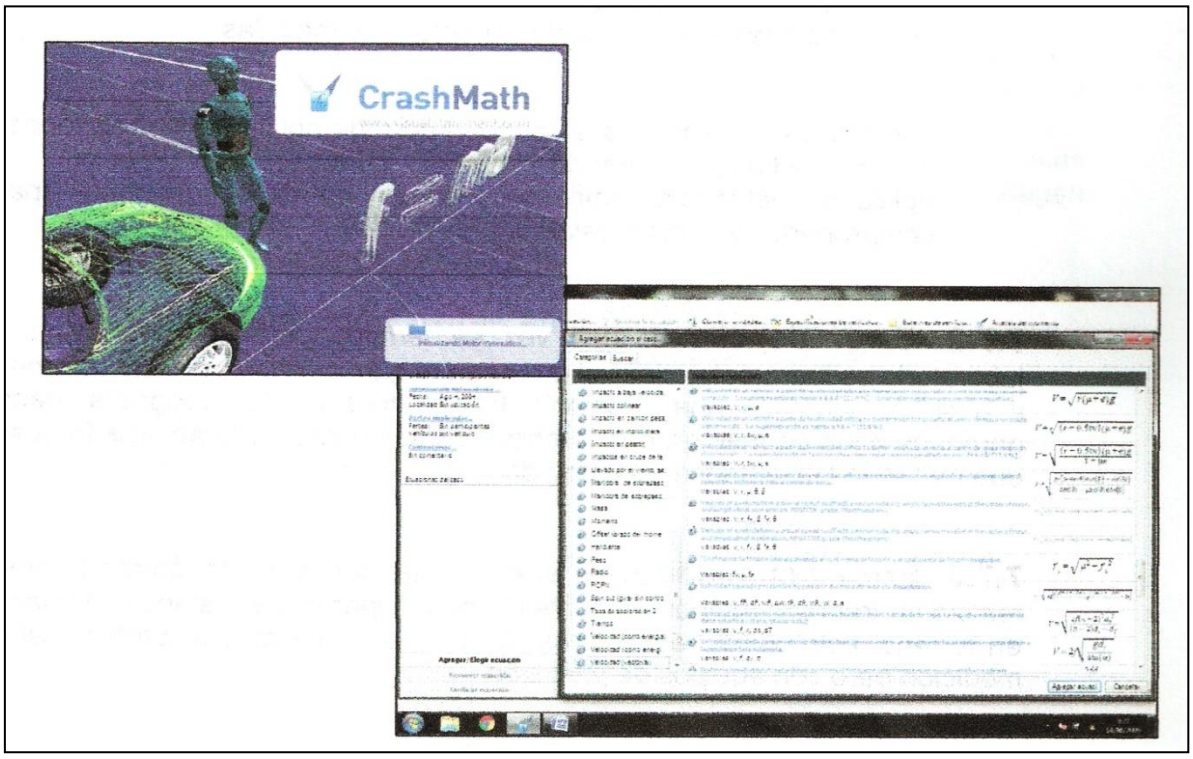
Gráfica 94, fuente: elaboración propia, esquema general del proceso de topografía forense

17. Algunas de las herramientas tecnológicas aplicadas a topografía forense y física para accidentes de tránsito.

17.1. Crash Math.

Una de las ventajas que existen en nuestra época es la aplicación de herramientas tecnológicas para el desarrollo de las actividades profesionales; en nuestro caso no solo son equipos de topografía modernos, sino que, el uso de programas de computadora especializados han facilitado la labor diaria forense.

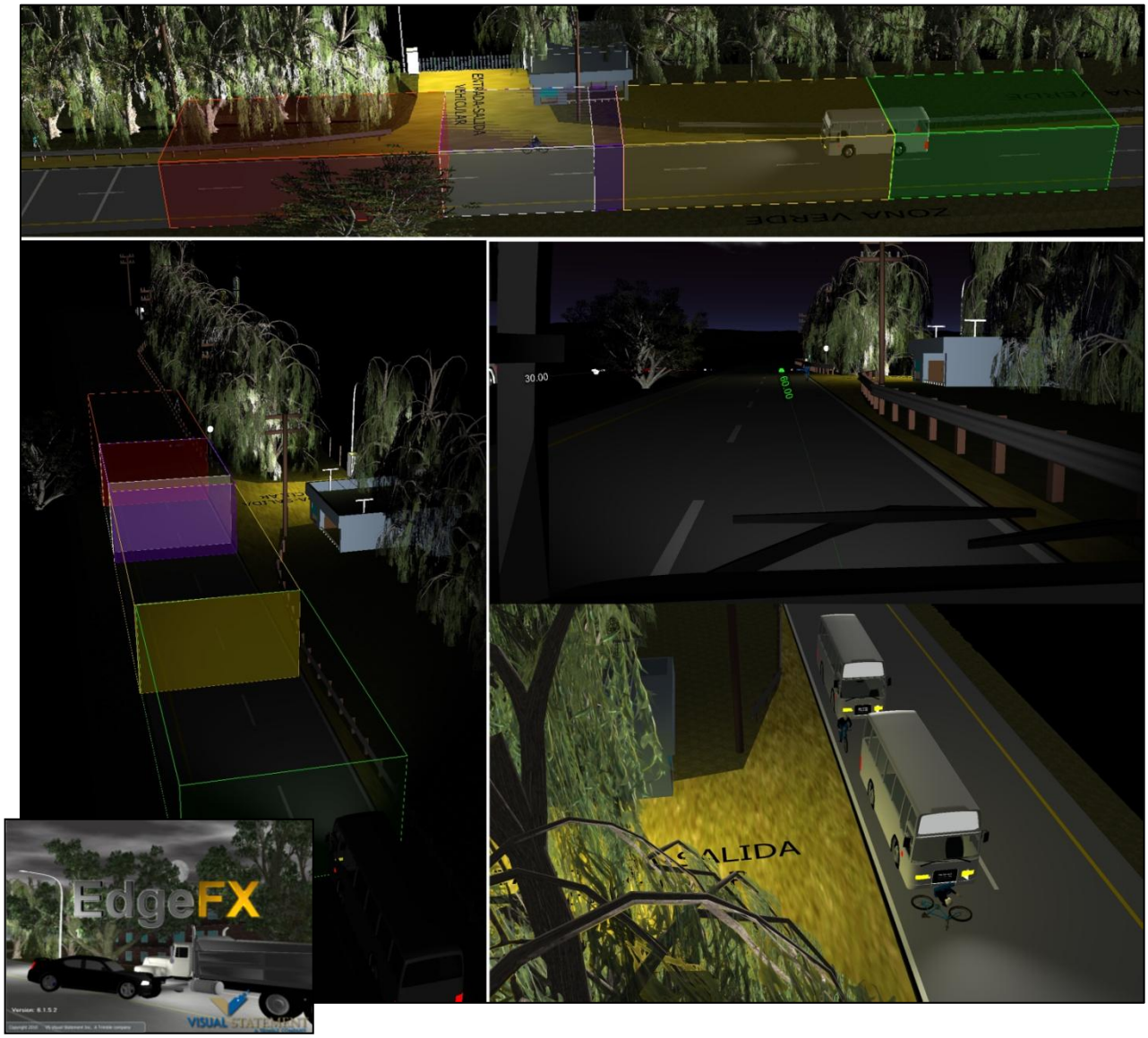
La plataforma Crash Math, ofrece una generosa galería de ecuaciones físicas y matemáticas que permiten una labor de cálculo y pros-proceso de la información recolectada en campo de una manera muy ágil y precisa.



Gráfica 95, elaboración propia, del programa CrashMath, para los cálculos físicos en accidentes de tránsito.

17.2. Edgefx.

Esta es una plataforma de interacción topográfica diseñada para la reconstrucción de homicidios en balística y accidentes de tránsito, es el software más avanzado diseñado para este fin. Con componentes altamente efectivos para el manejo de mega nubes colectadas por el escáner faro focus, estaciones totales, GPS y demás equipos modernos de almacenamiento de datos.



Gráfica 96, elaboración propia, del programa EdgeFX, diagramación en topografía y reconstrucciones 2D y 3D.

17.3. Otros software utilizados en la topografía forense.

Las plataformas de post-proceso y diagramación o de animación 3D han sido herramientas importantes para los análisis forenses, por ello gracias a las plataformas de regeneración 3D, se obtiene información valiosa que será utilizada en las audiencias de juicio oral.

- AutoCAD
- Capzon
- EdgeFx
- ArcGIS
- VistaFx
- 3D Max
- Posser
- Flash Player
- Micro-estación
- Descartes
- Topocal
- Topsurce
- Erdas
- Otros



Gráfica 97, elaboración propia, del programa 3D MAX, diagramación y animación pura, basado en topografía milimétrica. Reconstrucción UIFCP, Barranquilla – Colombia.

17.4. Equipos utilizados en la topografía moderna.

- Estación robótica terrestre y sistema aéreo de scanner “Lidar”
- Faro focus scanner 3D
- Drones
- Estación total electrónica
- Teodolito electrónico
- Nivel de precisión
- GPS
- Estereoscopios
- Distanciómetro láser
- Brújulas digitales
- Plomadas láser
- Cinta métrica

18. ¿Qué función cumple un levantamiento topográfico forense?

El levantamiento topográfico que se realiza en los diferentes casos forenses en accidentes de tránsito u otros casos; permite determinar todos los factores métricos del caso, así como este se convierte en la base de trabajo de otros grupos interdisciplinarios forenses.

Este Informe y plano topográfico es uno de los muchos soportes que permiten determinar la responsabilidad de una persona o grupo de personas implicadas en algún hecho punible. Pero en accidentes de tránsito es la columna vertebrar de todo el proceso forense. Iniciando con los dos siguientes factores:

- **Función de medir y registrar las evidencias**: Definir los puntos de fijación o amarre, como base para las medidas de evidencias como vehículos, EMP Y/O EF (vidrios, tierra, pintura, metal, plástico, fibras, fluidos corporales, proyectiles, armas blancas, cuerpos, inmuebles, entre otros).

- **Función de medir y registrar el lugar:** definir los untos de fijación o amarre en la estructura construida, como paramentos, lotes, áreas en construcción, entre otros; de igual forma orientación geográfica, orientación geográfica (norte), sentido de las vías, rutas de vehículos, aceras, cruces de peatones, líneas de centro y de carril, vías, ángulos de intersecciones, pendientes, peraltes, radios de curvatura, rutas de ingreso y escape, plantas construidas, habitaciones; todos los aspectos estructuras del lugar.

19. Embalaje y etiquetado de las evidencias (material topográfico final).

El embalaje son las técnicas de manejo adecuado y de conservación que se emplean para preservar, inmovilizar y proteger una evidencia de acuerdo a la naturaleza de la misma, con el objeto de mantener su integridad para su posterior estudio y análisis. Para ello es de vital importancia cumplir con el protocolo de cadena de custodia y el diligenciamiento de los respectivos formatos. (Rodriguez, 2013)

- Formato de cadena de custodia. (Anexo 5)
- Formato rotulo de elementos materia de prueba y/o EF. (Anexo 6)
- Acta de entrega y/o inventario técnico de información.

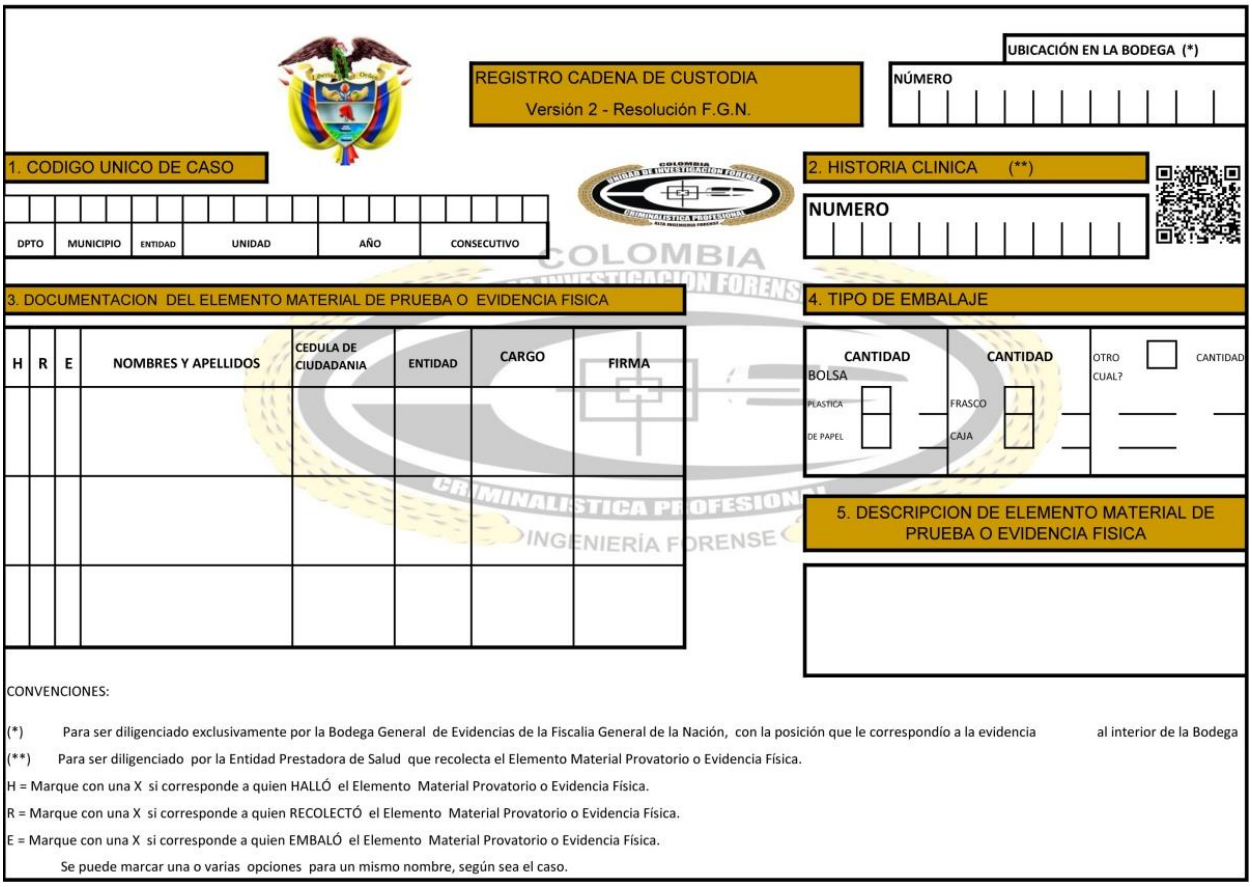


Gráfica 98, fuente: UIFCP, del formato rotulo de evidencia física (EF) y/o elemento material probatorio (EMP).

19.1. Cadena de custodia.

La cadena de custodia se refiere a la fuerza o cualidad probatoria de la evidencia. Deberá probarse (si fuese requerido) que la evidencia presentada es realmente la misma evidencia recolectada en la escena del crimen, recibida por el testigo, la víctima o sospechoso o adquirida originalmente de alguna forma. (José Enrrique, 2014)

La cadena de custodia implica que se mantendrá la evidencia en un lugar seguro protegido, de los elementos que no se permitirá el acceso a la misma a personas que no estén autorizadas.



REGISTRO CADENA DE CUSTODIA
Versión 2 - Resolución F.G.N.

UBICACIÓN EN LA BODEGA (*)
NÚMERO

1. CODIGO UNICO DE CASO

DPTO	MUNICIPIO	ENTIDAD	UNIDAD	AÑO	CONSECUTIVO

2. HISTORIA CLINICA (**)
NUMERO

3. DOCUMENTACION DEL ELEMENTO MATERIAL DE PRUEBA O EVIDENCIA FISICA

H	R	E	NOMBRES Y APELLIDOS	CEDULA DE CIUDADANIA	ENTIDAD	CARGO	FIRMA

4. TIPO DE EMBALAJE

CANTIDAD		CANTIDAD		OTRO CUAL?	CANTIDAD
BOLSA PLASTICA		FRASCO			
DE PAPEL		CAJA			

5. DESCRIPCION DE ELEMENTO MATERIAL DE PRUEBA O EVIDENCIA FISICA

CONVENCIONES:

(*) Para ser diligenciado exclusivamente por la Bodega General de Evidencias de la Fiscalia General de la Nación, con la posición que le correspondío a la evidencia al interior de la Bodega

(**) Para ser diligenciado por la Entidad Prestadora de Salud que recolecta el Elemento Material Provatorio o Evidencia Física.

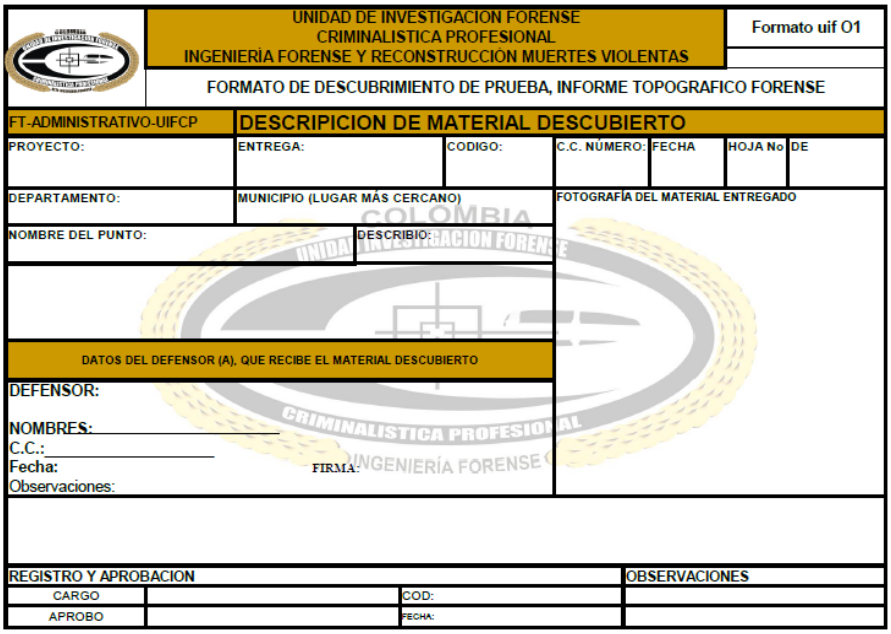
H = Marque con una X si corresponde a quien HALLÓ el Elemento Material Provatorio o Evidencia Física.

R = Marque con una X si corresponde a quien RECOLECTÓ el Elemento Material Provatorio o Evidencia Física.

E = Marque con una X si corresponde a quien EMBALÓ el Elemento Material Provatorio o Evidencia Física.

Se puede marcar una o varias opciones para un mismo nombre, según sea el caso.

Gráfica 99, fuente: UIFCP, del formato de cadena de custodia.



UNIDAD DE INVESTIGACION FORENSE
CRIMINALISTICA PROFESIONAL
INGENIERÍA FORENSE Y RECONSTRUCCIÓN MUERTES VIOLENTAS

Formato uif 01

FORMATO DE DESCUBRIMIENTO DE PRUEBA, INFORME TOPOGRAFICO FORENSE

FT-ADMINISTRATIVO-UIFCP

DESCRIPCION DE MATERIAL DESCUBIERTO

PROYECTO:	ENTREGA:	CODIGO:	C.C. NÚMERO:	FECHA	HOJA No	DE

DEPARTAMENTO:
MUNICIPIO (LUGAR MÁS CERCANO)
FOTOGRAFÍA DEL MATERIAL ENTREGADO

NOMBRE DEL PUNTO:
DESCRIBIO:

DATOS DEL DEFENSOR (A), QUE RECIBE EL MATERIAL DESCUBIERTO

DEFENSOR:
NOMBRES:
C.C.:
Fecha:
FIRMA:
Observaciones:

REGISTRO Y APROBACION			OBSERVACIONES
CARGO		COD:	
APROBO		FECHA:	

Gráfica 100, fuente: UIFCP, del formato de entrega de informe topográfico al contratante o solicitante



Ilustración 36, fuente: UIFCP, presentación final de informes embalados y rotulados para entrega ante la Fiscalía General de la Nación.

CONCLUSIONES

1. Se logró realizar y presentar el manual técnico de topografía aplicado a la fijación de evidencia física (EF) y manejo de la información topográfica, una vez es recolectada esta información en el lugar de los hechos y llevada al laboratorio o escritorio, describiendo los procedimientos a seguir con la información topográfica recaudada.

2. Se cumplió con el objetivo de realizar la descripción de algunos de los métodos o metodología aplicada en la fijación topográfica técnica de evidencia física, resultado de los diferentes tipos de siniestros de tránsito. Ilustrando gráficamente y describiendo las condiciones y características técnicas en cada proceso, además de consideraciones a tener en cuenta al emplear métodos manuales o electrónicos para la fijación de evidencia física en el lugar de los hechos.

3. Visto lo expuesto en al capítulo I del presente manual, se consulto y seleccionaron los conceptos básicos y precisos en materia de criminalística, necesarios para la integración y aplicación de la topografía; así como para el entendimiento del lenguaje aplicado en la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito.

4. Se consiguió en el desarrollo del presente documento, definir procesos, metodologías, técnicas, pasos y herramientas; que NUNCA antes han estado descritas en algún manual, texto u otro documento. Haciendo de este instructivo una herramienta útil para la sociedad interesada, en la investigación científica de topografía forense aplicada a la reconstrucción de muertes violentas. Puesto que se abarcaron las consideraciones a tener en cuenta en la recolección de información en terreno o campo, así como lo requerido en el pos proceso de información topográfica recolectada; “cálculos, modelos, gráficas, fundamentos normativos, carteras, otros”; explicando cómo se transforma la información topográfica de campo para presentar un informe técnico de topografía forense y sus soportes.

5. Llegue a la conclusión respecto a la investigación previa del estado del arte, que no existe manual técnico de procedimientos, libros, textos, guías u otros, que traten de las técnicas y métodos topográficos forenses aplicados a la fijación técnica de evidencia física en Colombia o América Latina. Es decir no existe ningún documento técnico descriptivo puesto a disposición de la sociedad interesada en la topografía aplicada a la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito.

6. No solo se definieron procedimientos, tecinas, labores a realizar en terreno y oficina, si no que, se logró con un alto nivel de objetividad, trazar parámetros no observados antes en resoluciones, normas o demás. Esto para el manejo de información topográfica forense, que cuyo objetivo es obrar en el ámbito judicial, para ello el nivel de credibilidad debe ser superior; siendo este manual un referente nacional o internacional para realizar el proceso técnico de topografía aplicada a la reconstrucción de muertes violentas.

7. Conclusión General: el presente manual de topografía aplicado al campo forense, es decir a la reconstrucción de muertes violentas, es el trabajo de varios años de ejercicio profesional en el campo forense, así como; el proceso de capacitación y formación interdisciplinaria continua. En el cual se plantean procedimientos, técnicas a seguir en la aplicación de la topografía; dando de una forma clara y objetiva los lineamientos que se deben cumplir en la topografía forense aplicada a la reconstrucción de muertes violentas propiamente en la investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito.

ANEXOS

1. Formato de fotografía y videografía forense.
2. Manual de protocolo de topografía forense de la FGN-Colombia.
3. Resolución 000430 de INML, para la presentación de informes y dictámenes periciales.
4. Formatos de geodesia posicional
5. Formato de cadena de custodia
6. Formato de rotulo de evidencia física

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

Alvarez Villabrille, J. (2010). *Topografo Asturias*. Recuperado el 12 de octubre de 2013, de http://www.topografia-villabrille.es/

American Psychologycal Association . (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychologycal Association (6 ed).* Mexico D.F.: Editorial el Manual Moreno.

Antón Barberan, F. (1990). *olección de Estudio del Instituto de Criminología y Departamento de Derecho Penal v.1,2.* Valwncia: Ediciones del Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia.

Aumaitre, R. C. (6 de 6 de 2014). *Experticia.NET*. Recuperado el 7 de 5 de 2016, de http://www.experticia.net/2014/06/blog-post.html

Balthazard, V. (1983). *Manual de Medicina Legal.* Barcelona, España: Ed. Salvat.

Cárdenas, J. (2005). *Diseño geometrico de Vías.* Bogotá: Ediciones Bogotá.

Castellanos Niño, V. (1994). *Topografía y principios de diseño vial.* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Departamento de Ingeniería Civil.

Castillo, P. (18 de 2 de 2014). *Mirada Informativa*. Recuperado el 8 de 5 de 2016, de http://miradainformativa.com/2014/02/18/ya-fue-identificado-el-muerto-de-ramblases/#prettyPhoto

Castro, O. S. (2004). *La muerte violenta, inspección ocular y cuerpo del delito* . Madrid-España: Grefol, Sl. .

Chavez Becerril, F. (27 de Enero de 2010). *Criminalistica.net Portal de las ciencias forences*. Recuperado el 10 de octubre de 2015, de http://www.criminalistica.net/forense/index.php?option=com_content&view=article&id=705:criminalistica-y-criminologia&Itemid=139

Congreso de la Republica. (1991). *Constitución Politica de Colombia.* Bogotá: Imprenta Nacional.

Congreso de la Republica de Colombia. (Ley 599 de 2000). *Codigo de Procedimiento Penal Colombiano.* Bogotá: Imprenta Nacional.

Congreso de la Republica de Colombia. (Ley 906 de 2004). *Código de Procedimiento Penal Colombiano.* Bogotá.

Coría Monter, P. R. (07 de Febrero de 2010). *Criminalistica Mexico*. Recuperado el 14 de Febrero de 2013, de http://www.cienciaforense.cl.csi/contenet/view

Criminalistica.mx. (diciembre de 2006). *Criminalistica.mx*. Recuperado el 12 de Octubre de 2013, de http://criminalistica.mx/

Diez, L. d. (2001). Tipos de heridas y clasificaciones. *HECA*, 75.

Fiscalia General de la Nación. (MUPJ - 2005). Manual único de Policia Judicial. *Manual unico de Policia Judicial - Consejo Nacional de Policia Judicial*. Bogotá, Colombia.

Fiscalia General de la Nación. (29 de Diciembre de Resolucion 0-2869 de 2003). Manual de Cadena de Custodia vigente para el Sistema Penal Acusatorio. Bogotá, Cololmbia: Fiscalia General de la Nación.

Fiscalia General de la Nación. (22 de Diciembre de Resolucion 0-6394 de 2004). Manual de Procedimiento del sistema de Cadena de Custodia para el Sistema Penal Acusatorio. Bogotá, Colombia.

Fiscalia Genral de la Nación. (08 de Noviembre de Resolucion 0-2286 de 2003). Manual de procedimiento de las secciones de Criminalistica, investigaciones, información y ánalisis grupos de apoyo de las direcciones seccionales del cuerpo Técnico de investigación. *Resolución 0-2286*. Bogotá, Colombia.

Fiscalis General de la Nación. (05 de Noviembre de Resolucion 0-1890 de 2002). Resolución 0-1890. Cadena de Custodia. *Cadena de custodia*. Bogotá, Colombia.

Gallo, J. A. (11 de 8 de 2014). *REVISTA MUNDO FORENSE*. Recuperado el 7 de 5 de 2016, de http://revistamundoforense.com/las-manchas-hematicas/

GIDOLQUIM. (25 de 5 de 2014). *Grupo de Innovación Docente en Operativa de Laboratorios Químicos*. Recuperado el 2016 de 6 de 18, de http://www.ub.edu/talq/es/node/266

Girad, J. (2010). Criminalistics, Forensic Science, Crime and Terrorism. *Criminalistics, Forensic Science, Crime and Terrorism*. Washington D.C., Estados Unidos: Jones and Bartlett, Learning.

Gisbert, J. (1998). *Medicina Legal y Toxicologia.* Barcelona, España: Ed. Masson. S.A.

Grodsky, M. (SF). *Ciencias Periciales.* Recuperado el 12 de Octubre de 2013, de la evidencia fisica y la investigacion en el lugar de los hechos: http://justiciaforense.com/material/ARCHIVOS/FORENSES/CRIMINALISTICA/20GENERAPDF

Gutiérrez, C. Á. (2007). *Manual de Ciencias Forenses y Criminalística.* España: Trillas Editores.

Hernandez, J. M. (2008). *Los accidentes de transito: Manual básico de investigacion de hechos de transito terrestre.* Mexico: Flores editor y distribuidor.
Instituto Jalisciense de ciencias forenses. (2008). *ciencias forenses Gobierno de Jalisco*. Recuperado el 10 de Febrero de 2013, de http://cienciasforenses.jalisco.gob.mx/
Invias. (2008). *Manual geométrico de Vías de INVÍAS.* Bogotá.
Jaimes, E. (8 de 8 de 2012). *Tanatocronodiagnostico: Fases y su componentes*. Recuperado el 8 de 5 de 2016, de http://www.monografias.com/trabajos82/tanatocronodiagnostico-fases-y-su-componente/tanatocronodiagnostico-fases-y-su-componente.shtml#presentaca
Jauregui, L. (2007). *Introduccion a la Topografia.* Madrid: Editorial Santana.
Jimenez Maruri, J. A. (2013). *El aspecto criminalista del nuevo proceso penal de corte acusatorio, y oral en el estado de México.* México: Archivos de Criminología, Criminalistica y Seguridad Privada.
José Enrrique, O. R. (03 de 2014). El tratamiento jurídico de la cadena de custodia en el proceso penal venezolano. Barinas, Venezuela: Universidad católica Andrés Bello.
Knight, B. (2000). *Medicina Forense de Simpson (2ed).* México: Ed. manual moderno.
Lancis, S., Fournier, I., Ponce, F., & Cols. (1999). *Medicina Legal.* La Habana: Ed. Ciencias Médicas.
Langford, M. (1999). *La fotografía paso a paso. Un curso completo* . España: Tursen S.A. - H. Blume; Edición: 1 .
López Morales, D. M. (2007). *IRSVIAL*. Recuperado el 10 de OCTUBRE de 2013, de IRSVIAL: http://www.irsvial.co/
Lopéz, J. (11 de 7 de 2011). *Ciencias Forenses Venezuela*. Recuperado el 8 de 5 de 2016, de http://jglopezcienciasforenses.blogspot.com.co/2011/07/el-cadaver-madicina-legal.html
M, L. G. (2010). *FENOMENOS CADAVERICOSEN EL CRONO- TANATODIAGNOSTICO.* España: Universidad de Veracrus.
M.D., C. (2007). *Tanatología y depresión.* España: Mc Gragil.
Martínez, M. (23 de 05 de 2011). *Los misterios de las momias*. Recuperado el 7 de 6 de 2016, de http://losmisteriosdelasmomias.blogspot.com.co/2011_05_01_archive.html
Maruri Jimenez, J. A. (2012). EL ASPECTO CRIMINALISTA DEL NUEVO PROCESO PENAL DE CORTE. *Centro de Estudios Superiores en Ciencias Jurídicas y Criminológicas*, 17 -18.
Math. (12 de Junio de 2013). *El blog de Math*. Recuperado el 15 de Octubre de 2013, de https://mahtblog.wordpress.com
Min Educación y Min Obras Públicas. (28 de Diciembre de Ley 70 de 1979). Ley 70 de 1979 - Por la cual se reglamenta la profesion de Topógrafo. Bogotá, Colombia.
Ministerio de Transporte 4189. (1997). *Norma Técnica Colombiana.* Bogotá: Min Transporte.
Ministerio de Transporte. (4189. NTC.1997). *Norma Técnica Colombiana 4189.Vehiculos de Carretera. Colisiones. Terminologia.* Bogotá.
Ministerio de Transporte. (Ley 769 de 2002). *Ley 769 de 2002. Código Nacional de Tránsito.* Bogotá.
Nación, F. G. (SF). Manual Único de Policia Judicial - Consejo Nacional de Policia Judicial. Bogotá, Colombia.
Navarra, C. U. (2015). *Diccionario médico*. Recuperado el 8 de 5 de 2016, de http://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/espasmo-cadaverico
Nuñez de Arco, J. (2005). *"La Auptosia".* Sucre, Bolivia: Ed. GTZ.
Nuñez de Arco, J. (2005). *La Autopsia.* Sucre, Bolivia: Corporacion Técnica Alemana.
Peña, M. E. (2013). *Antropología criminólogica* . Matehuala: Ciclo escolar.
Pérez, R. F. (17 de 1 de 2015). *Entomología Forense*. Recuperado el 8 de 5 de 2016, de http://www.colpos.mx/entomologiaforense/signos_de_muerte.htm
Rafael, A. M. (1996). *MANUAL DE CRIMINALISTICA Y ESCENA DE LA MUERTE.* Barcelona, España.
Raffo, O. (1997). *La Muerte Violenta.* Buenos Aires, Argentina: Ed. Universidad de Buenos Aires.
Rodriguez Ortega, F. (2011). Manual de Topografía forense. *2011*. Bogotá,Colombia, Colombia.
Rodriguez, N. 2. (Octubre de 2013). TOPOGRAFÍA APLICADA A LA RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRANSITO Y BALISTICA FORENSE. *TOPOGRAFÍA APLICADA A LA RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRANSITO Y BALISTICA FORENSE*. Bogotá, Colombia: Tesis de Grado Tecnología Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
Rojas, N. (1976). *Medicina Legal.* Buenos Aires, Argentina: Ed. Ateneo.
Ruales Zambrano, G. C. (2007). *datateca.unad.edu.co*. Recuperado el 13 de octubre de 2013, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201620/PROTOCOLO
Salaverry Garcia, O., Valler Tito, V., & Trujillo Repetto, F. (1999). *Cirugia: I Cirugia General.* Lima, Peru: Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima). Facultad de Medicina. Escuela Académico Profesional de Medicina Humana. Departamento Académico de Cirugía.

Salazar, C. (12 de 09 de 2012). *Diario del Sur*. Recuperado el 8 de 5 de 2016, de http://www.oem.com.mx/diariodelsur/notas/n2693508.htm

Scheneider, V. (1997). *Atlas en Color de Medicina Legal.* Barcelona, España.

SN. (Enero de 2010). *Topografia el Futuro*. Recuperado el 10 de Octubre de 2013, de http://topografiaelfuturo.blogspot.com.co/2010/02/historia-de-la-topografia.html

T., J. D. (16 de 06 de 2016). *Ministerio del Interior de Ecuador*. Recuperado el 8 de 5 de 2016, de https://www.google.com.co/search?q=manchas+de+sangre+por+arrastre&espv=2&biw=1024&bih=661&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwilrp-goJvNAhVF0iYKHToWDCkQ_AUIBigB#tbm=isch&q=embalaje+de+armas+de+fuego&imgrc=tnq78r1txZB0dM%3A

Tellez Rodriguez, N. (2002). *Medicina Forense: Manual Integrado.* Colombia: Ed. Universidad Nacional de Colombia.

Torres Nieto, A., & Villate, E. (1983). *Topografía.* Bogotá, Colombia: Norma.

Traini, C. G. (18 de 7 de 2015). *Todo Abogados*. Recuperado el 8 de 5 de 2016, de https://todoabogados.wordpress.com/

Vargas Alvarado, E. (2014). *Medicina Legal (5 ed).* México: Trillas.

ANEXOS