UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTADO POR:

RENÉ LEONARDO CASTILLO MARROQUÍN

MARCELO EDENILSON GUERRERO HERNÁNDEZ

CARLOS FERNANDO JOVEL CARRANZA

JOSÉ LUIS URÍAS JUÁREZ

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO 2026

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO :

ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR :

M.Eng. Ing. CARLOS ALBERTO ESCOBAR FLORES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Grado previo a la opción de:

INGENIERO CIVIL

Título :

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

Presentado por :

RENÉ LEONARDO CASTILLO MARROQUÍN
MARCELO EDENILSON GUERRERO HERNÁNDEZ
CARLOS FERNANDO JOVEL CARRANZA
JOSÉ LUIS URÍAS JUÁREZ

Trabajo de Grado Aprobado por:

Docente Asesor :

ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

San Salvador, Junio de 2026

Trabajo de Grado Aprobado por:

Docente Asesor :

ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

Dedicatoria por: René Leonardo Castillo Marroquín

En primer lugar, deseo expresar mi profunda gratitud a Dios, por ser mi guía, brindarme la salud y la sabiduría necesaria y darme la fortaleza para superar cada obstáculo en este proceso académico.

A mis padres, Cruz María Marroquín y Fernando Castillo, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido los pilares de mi vida. Gracias por creer en mí incluso antes de que yo mismo lo hiciera; este triunfo es tan suyo como mío.

A mi docente asesor de tesis, Ing. Wilfredo Amaya. Por su invaluable guía, su tiempo y su exigencia académica. Sus conocimientos y consejos fueron la brújula necesaria para elevar la calidad de esta investigación y llevarla a una culminación exitosa.

A mis hermanas, Alejandra Saraí Castillo y Bany Betzaí Castillo por su cariño y por celebrar conmigo cada pequeño avance hasta llegar a este día.

De manera especial, agradezco a mi prometida, Lic. Katy Arely Franco. Gracias por tu paciencia infinita, por ser mi refugio en los momentos de estrés y por motivarme a alcanzar mi mejor versión. Tu apoyo fue el motor que me impulsó hasta la meta.

Y Finalmente, a mis compañeros de tesis Marcelo Guerrero, Luis Urias y Fernando Jovel más que colegas, se convirtieron en hermanos de batalla. Gracias por el trabajo en equipo, por las discusiones constructivas y por compartir este desafío que hoy culminamos con orgullo. Sin nuestra unión, este resultado no habría sido posible.

Dedicatoria por: Marcelo Edenilson Guerrero Hernández

Agradezco a Dios todopoderoso por darme la oportunidad de culminar mis estudios, porque hasta este día he recibido su fortaleza y gracia. Haciendo énfasis a mi carrera profesional decido seguir construyendo sobre la roca que es Jesús.

A mis padres: Pastor Guerrero González y Ana Lucía Hernández de Guerrero por apoyarme desde el primer día de mi universidad, forjando en mí el carácter y valor para afrontar cada situación y confiar en Dios de su buena voluntad. Gracias por su amor, paciencia y sacrificio constante, por creer en mí incluso en los momentos de duda y por enseñarme, con su ejemplo, el valor de la perseverancia y el esfuerzo.

A mis compañeros de trabajo de graduación: Carlos Jovel, Luis Urías y Leonardo Castillo, por su entrega y esfuerzo, gracias por ser valientes y demostrar hermandad en este camino.

Al ingeniero asesor de este trabajo, Ing. Wilfredo Amaya Zelaya, por su valiosa guía, dedicación y disposición a lo largo del desarrollo de la tesis. Su acompañamiento y compromiso fueron fundamentales para la culminación de este proyecto.

A mis amigos, Ing. Henry Ayala y Arq. Arturo García por ser los primeros profesionales en apoyarme en mi primer empleo, gracias por canalizar sus conocimientos a mi persona, corregirme e impulsarme a lograr mis objetivos.

A mi prometida, Lic. Fatima Beatriz Cerón, quien siempre ha creído en mi y me ha recordado el propósito de Dios para mi vida. Agradezco su paciencia y apoyo, por brindarme su amor y cariño, este logro también es el reflejo de su presencia constante en mi vida.

Dedicatoria por: Carlos Fernando Jovel Carranza

Dedico el presente trabajo de graduación, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis abuelos, Marta Elina Carranza Salgado y Carlos Enrique Jovel Ávalos, por ser ejemplo de esfuerzo, valores y dedicación, y por su apoyo constante a lo largo de mi vida personal y académica.

A mi madre, Nirsa Oniris Jovel Carranza, por su amor incondicional, su paciencia y su sacrificio permanente, los cuales han sido un pilar fundamental para alcanzar este logro.

A mis hermanos, Yilber Alejandro y Eduardo Enrique, por su apoyo, compañía y motivación durante todo este proceso.

A mis tíos, Emerson Jovel y Karla Jovel, por su respaldo y palabras de aliento en cada etapa de este camino.

De manera especial, dedico este trabajo a mi docente asesor, Ing. Wilfredo Amaya Zelaya, por su orientación técnica, acompañamiento académico y valiosos aportes durante el desarrollo de la presente investigación.

Finalmente, dedico este trabajo a la Universidad de El Salvador, institución que me brindó la oportunidad de formarme académica y profesionalmente, y que contribuyó de manera significativa a mi desarrollo como futuro profesional.

Dedicatoria por: José Luis Urías Juárez

Primeramente, agradezco a Dios, quien me ha dado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida. Su guía ha sido fundamental en cada decisión y en cada esfuerzo realizado a lo largo de este camino académico.

Dedico este trabajo de graduación a mis padres, Jorge Alberto Guzmán Quintanilla y Elny del Carmen Juárez Juárez, por su apoyo incondicional, sus sacrificios y su constante respaldo, brindándome ayuda en lo que estuvo a su alcance y motivándome siempre a seguir adelante.

A mis hermanos, Jorge Salvador Guzmán Juárez y Salvador Francisco Guzmán Juárez, quienes, aun en la distancia, han sido un apoyo moral importante y una fuente constante de ánimo para no rendirme.

De manera especial, dedico este logro a mis compañeros de tesis, Marcelo Edenilson Guerrero Hernández, Carlos Fernando Jovel Carranza y René Leonardo Castillo Marroquín, por acompañarme a lo largo de todo este proceso, compartir esfuerzos, conocimientos y dificultades, y unirnos en la etapa final para lograr la culminación de este trabajo de graduación.

Expreso mi sincero agradecimiento a nuestro docente asesor, Ing. Wilfredo Amaya Zelaya, por su orientación, paciencia y aportes académicos, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de esta investigación.

Asimismo, agradezco a todos los docentes que han formado parte de mi proceso de enseñanza-aprendizaje en la Universidad de El Salvador, quienes con sus conocimientos, exigencia académica y vocación docente contribuyeron significativamente a mi formación profesional.

Agradezco también a las personas que contribuyeron a mi crecimiento académico y laboral, en especial a Ing. Henry Ayala, Arq. Arturo García y al próximo Ingeniero Marcelo Guerrero, por confiar en mí y brindarme la oportunidad de compartir sus conocimientos y aprender a partir de su experiencia profesional.

A mis compañeros de trabajo que aportaron valiosas enseñanzas en el ámbito laboral: Arq. Carmen Elena Zúniga, Ing. Andrea Rivera e Ing. Mauricio Vásquez, por su apoyo y disposición para compartir su experiencia.

De igual manera, agradezco a mis amigos y personas que formaron parte de este proceso, en especial a Ing. David Esaú Roldán Díaz, por su ayuda en distintos momentos; así como a Gerardo Cortez, Daniel Galeano y Christopher Flores, por su apoyo y amistad.

Finalmente, agradezco a mis amistades que han sido parte importante de este crecimiento personal y académico: Gerardo Chávez, Stanley Guevara, Ruth Hernández y Paola Guevara, Yolanda Calderon y Lic. Nicolas Arnoldo Palencia, por su compañía, palabras de aliento y apoyo constante.

A todos ustedes, gracias por ser parte fundamental de este logro, que no habría sido posible sin su apoyo, confianza y acompañamiento.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN XXII
CAPÍTULO I: GENERALIDADES 1
1.1 ANTECEDENTES 1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.3 OBJETIVOS 3
1.3.1 Objetivo General 3
1.3.2 Objetivos específicos 3
1.4 ALCANCES 4
1.5 LIMITACIONES 5
1.6 JUSTIFICACIÓN 5
CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS DE GEODESIA Y SISTEMAS GNSS 7
2.1 Sistema de referencia geodésico 7
2.2 Geoide y elipsoide 7
2.3 Datum de referencia 13
2.4 Proyecciones cartográficas 14
2.5 Sistema de referencia global 20
2.6 Sistema de referencia local 21
2.7 Sistema de referencia Lambert SIRGAS-ES 2007 23
2.8 Sistema y marco de referencia geodésico moderno 27
2.9 Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) 28
2.10 Técnicas de medición satelital 33
2.11 Medición en Real Kinematic Time (RTK) 39

CAPÍTULO III: RED GEODÉSICA 43
3.1 Establecimiento de una red geodésica. 43
CAPÍTULO IV: FOTOGRAMETRÍA 58
4.1 Aspectos teóricos de fotogrametría 58
4.2 Característica y tipos de drones 73
4.3 Soporte y servicio 86
4.4 Tipos de sensores 97
4.5 Factores claves para la preparación de vuelo 117
4.6 Resolución espacial..... 120
4.7 Traslapes..... 122
4.8 Precisiones 126
4.9 Puntos de Control Fotogramétricos (PCF)..... 129
CAPÍTULO V: SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....133
5.1 Sistema de Referencia Geodésico – aplicada a QGIS 133
5.2 Sistema de Información Geográfica 140
CAPÍTULO VI: OBTENCIÓN DE DATOS EN CAMPO 166
6.1 Planificación. 166
6.2 Reconocimiento. 171
6.3 Monumentación. 176
6.4 Medición GNSS 179
6.5 Informe de resultados. 183
CAPÍTULO VII: PROCEDIMIENTO DE VUELO FOTOGRAMÉTRICO 185
7.1 Reconocimiento de campo del sitio a levantar 185
7.2 Planificación de vuelo..... 186

7.3 Armado del equipo 187
7.4 Calibración IMU, Compass y Gimbal 190
7.5 Configuraciones generales 194
7.6 Configuración de control remoto principal 194
7.7 Configuración de navegación visual 196
7.8 Batería de la aeronave 198
7.9 Plan de vuelo 199
CAPÍTULO VIII: PROCESAMIENTO DE FOTOGRAFÍAS 203
8.1 Configuraciones generales 203
8.2 Creación de un proyecto nuevo 206
8.3 Selección de imágenes 207
8.4 Puntos de Control Fotogramétricos (PCF) 213
8.5 Creación del Sistema de Referencia Geodésico (SGR) 219
8.6 Nube dispersa de puntos 228
8.7 Nube densa de puntos 231
8.8 Creación de ortomosaicos, curvas de nivel, modelo digital de terreno y modelo digital de superficie 233
CAPÍTULO IX: CREACIÓN DE PLANO EN CIVIL 3D A PARTIR DE ORTOFOTOS OBTENIDA 242
9.1 Mediciones complementarias 242
9.2 Importación de ortofoto en base a un Sistema de Referencia Geodésico 242
9.3 Restitución fotogramétrica 248
9.4 Trabajos topográficos complementarios 250

9.5 Elaboración de planos finales y cartografía de la zona..... 250

9.6 Censo 256

CAPÍTULO X: CREACIÓN DE BASE DE DATOS CATASTRAL EN SOFTWARE QGIS.....258

10.1 Pasos preliminares 258

10.2 Creación de proyecto y configuración del Sistema de Referencia Geodésico 260

10.3 Creación de base de datos..... 266

10.4 Importación de datos y creación de tabla de atributos 270

10.5 Modificación de formato de formulario..... 286

CAPÍTULO XI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....290

11.1 Conclusiones 290

11.2 Recomendaciones..... 290

BIBLIOGRAFÍA.....291

ANEXOS.....293

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Geoide. 8
Imagen 2: Representación del geoide y elipsoide..... 11
Imagen 3: Elipsoide de Clark 1866. 12
Imagen 4: Elipsoide "Word Geodetic System 1984" (WGS-84). 12
Imagen 5: Representación del datum local. 13
Imagen 6. Datum geocéntrico. 14
Imagen 7. Separación de Husos del mapa en el globo terráqueo. 16
Imagen 8. Superposición del cono sobre el globo terráqueo, Proyección Cónica Conformal de Lambert 18
Imagen 9. Tipo de Sistema de referencia global: "Datum Geocéntrico" 21
Imagen 10. Sistema de referencia local "Datum local" 22
Imagen 11. Red SIRGAS-COM. 25
Imagen 12. Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador, SIRGAS-ES2007.8. 26
Imagen 13. Funcionamiento de un Sistema GNSS..... 29
Imagen 14. Segmentos del sistema, Segmento Espacial. 30
Imagen 15. Segmentos del GPS, Segmento Control. 31
Imagen 16. Segmento usuario del sistema GPS. 32
Imagen 17. Red de triangulación resultante de una medición estática. 34
Imagen 18. Modo de observación Estática Rápida. 35
Imagen 19. Proceso de inicialización. 37
Imagen 20. Método de Medición Cinemática. 37
Imagen 21. Medición en Tiempo Real RTK. 40
Imagen 22. Clasificación de red geodésica. 44
Imagen 23. Representación gráfica de la fotogrametría 59
Imagen 24. Fotogrametría aérea 60
Imagen 25. Ejemplo de fotogrametría terrestre 61
Imagen 26. Fotogrametría espacial 62

Imagen 27. Fotogrametría analógica 65
Imagen 28. Fotogrametría analógica 67
Imagen 29. Fotogrametría digital 68
Imagen 30. Línea de tiempo Historia de la Fotogrametría 70
Imagen 31. Fases del proceso fotogramétrico digital..... 73
Imagen 32. Volantex RC Ranger 600 – 600mm pusher glider with Gyro 761-2 RTF 5G WIFI..... 77
Imagen 33. Mavic 2 Enterprise Advanced 81
Imagen 34. AYK-250 E-VTOL..... 84
Imagen 35. Visión general del funcionamiento de las cámaras RGB 100
Imagen 36. Comparación de distancia focal en fotografías 101
Imagen 37. Cámara multiespectral agrícola 106
Imagen 38. Cámara termográfica Flir T1020 110
Imagen 39. Ejemplo de funcionamiento de sensor LIDAR..... 114
Imagen 40. Figura punto de control de tierra de 50 x 50 cm con cómoda asa de transporte..... 132
Imagen 41. Diálogo de propiedades del proyecto. 135
Imagen 42. Selector SRC 136
Imagen 43. Diálogo SRC personalizado. 138
Imagen 44. Seleccionar una transformación de referencia predeterminada preferida. 140
Imagen 45. Cálculo de alturas por centroide. 144
Imagen 46. Modelización del estado de la amazonia para 2030. 145
Imagen 47. Interfaz gráfica de ArcGIS y QGIS 149
Imagen 48. Repositorio de complementos en QGIS..... 150
Imagen 49. Creación de mapas en QGIS. 151
Imagen 50. Creación de mapas en ArcGIS. 152
Imagen 51. Ejemplo de aplicación de SIG. 159
Imagen 52. Ejemplo de registro de enfermedades de aplicación en un SIG. . 160

Imagen 53. Menú de la aplicación 161
Imagen 54. Barra de herramientas de QGIS. 162
Imagen 55. Datos del ejemplo anterior. 162
Imagen 56. Datos vectoriales para representar puntos. 163
Imagen 57. Los datos ráster son a menudo imágenes tomadas por satélites. 164
Imagen 58. El mismo dato ráster, pero esta vez acercar zum. 165
Imagen 59. Recorrido e identificación de espacios para el despegue, vuelo y aterrizaje de drone 185
Imagen 60. Despliegue de brazos de dron. 187
Imagen 61. Despliegue de brazos de dron. 188
Imagen 62. Colocación de batería a drone. 188
Imagen 63. Conexión de control con dispositivo móvil. 189
Imagen 64. Interfaz y pasos de calibración desde la aplicación DJI GO 4. 191
Imagen 65. Representación de movimientos para calibración de brújula de drone. 192
Imagen 66. Representación de movimientos para calibración de gimbal de drone. 193
Imagen 67. Interfaz de apartado de configuración de control remoto desde la aplicación. 196
Imagen 68. Representación gráfica de la función Return to Home (RTH). 197
Imagen 69. Interfaz de apartado de baterías desde la aplicación. 199
Imagen 70. Representación de GRID que abarca todo el centro de Ciudad Barrios, así como la trayectoria que seguirá el drone, el tiempo estimado de finalización (11 min y 22 seg), cantidad de fotografías del levantamiento (330) y el área aproximada a cubrir (8184.4 m^2). 202
Imagen 71. Secuencia de despegue de Drone. 202
Imagen 72. Ruta de ubicación del Modelo Gravitacional 203
Imagen 73. Ruta de Ubicación del Modelo Gravitacional 204
Imagen 74. Ruta de ubicación del Modelo Gravitacional 204

Imagen 75. Identificación de carpeta del contenido del procesamiento de datos 205
Imagen 76. Archivo txt con datos de puntos de control fotogramétrico..... 206
Imagen 77. Creación de nuevo proyecto 207
Imagen 78. Importación de las fotografías..... 208
Imagen 79. Selección de carpeta donde se encuentran todas las fotografías 208
Imagen 80. Selección cámaras individuales 209
Imagen 81. Fotografías de vuelo realizado..... 210
Imagen 82. Detalle de fotografías sus coordenadas geográficas 211
Imagen 83. Estimar calidad de imagen. 212
Imagen 84. Procesamiento de análisis de calidad de imágenes. 212
Imagen 85. Detalles de calidad de las fotografías ya estimadas al 80%. 213
Imagen 86. Carga de archivo txt de los PCF al proyecto..... 214
Imagen 87. Configuraciones para cargar PCF en proyecto. 215
Imagen 88. Creación de marcadores para los PCF. 215
Imagen 89. Marcadores de los PCF en nube de puntos dispersa. 216
Imagen 90. Marcadores de los PCF en nube de puntos dispersa. 217
Imagen 91. Ajuste de ubicación de marcadores de los PCF. 218
Imagen 92. Error de puntos de apoyo..... 219
Imagen 93. Cambio Sistema referencia Geodésico..... 220
Imagen 94. Convertir coordenadas..... 221
Imagen 95. Sistema de Coordenadas..... 221
Imagen 96. Sistema de coordenadas disponibles en software 222
Imagen 97. Selección de un sistema de coordenadas proyectadas para edición. 223
Imagen 98. Creación de sistema de coordenadas proyectado 224
Imagen 99. Creación de sistema de coordenadas proyectado datos completos. 225

Imagen 100. Sistema de coordenadas definido por el usuario LAMBERT SIRGAS ES2007.8. 226
Imagen 101. Convertir referencias a LAMBERT SIRGAS ES2007.8. 227
Imagen 102. Fotografías actualizadas a Sistema LAMBERT SIRGAS ES2007.8. 227
Imagen 103. Orientación de las imágenes. 228
Imagen 104. Opciones seleccionadas para orientación de fotos. 229
Imagen 105. Procesamiento de orientación de fotografías. 230
Imagen 106. Nube de puntos dispersa 230
Imagen 107. Creación de nube de puntos densa. 232
Imagen 108. Nube de puntos densa. 233
Imagen 109. Parámetros para creación de MDE. 234
Imagen 110. Modelo digital de elevaciones. 235
Imagen 111. Parámetros para creación de MDT. 236
Imagen 112. Modelo digital de terreno. 237
Imagen 113. Parámetros para creación de Ortomosaico. 238
Imagen 114. Ortomosaico. 239
Imagen 115. Parámetros para creación de curvas de nivel. 240
Imagen 116. Curvas de nivel a cada 1m. 241
Imagen 117. Pantalla de inicio de Civil 3D. 243
Imagen 118. Selección de plantilla “acadiso”. 244
Imagen 119. Ingreso a la configuración del dibujo. 245
Imagen 120. Configuración del sistema de referencia. 245
Imagen 121. Importación de ortofoto. 246
Imagen 122. Configuración de importación de imagen. 247
Imagen 123. Ortofoto en AutoCAD Civil 3D. 247
Imagen 124. Delimitación de parcelas. 248
Imagen 125. Dibujo sobre la ortofoto. 249
Imagen 126. Creación de parcela. 251

Imagen 127. Selección de etiquetas para parcelas. 252
Imagen 128. Configuración de etiquetas. 252
Imagen 129. Selección de tabla para cuadro rumbos y distancias. 253
Imagen 130. Creación de tabla y configuración. 254
Imagen 131. Cuadro de rumbos y distancias. 254
Imagen 132. Plano de parcela creado. 255
Imagen 133. Base de datos del levantamiento de información. 256
Imagen 134. Ficha catastral del CNR correspondiente a la parcela. 257
Imagen 135. Creación de subcarpetas del proyecto QGIS 259
Imagen 136. Creación de un nuevo proyecto en QGIS 260
Imagen 137. Guardar proyecto como 261
Imagen 138. Guardar proyecto como PROYECTO CIUDAD BARRIOS. 262
Imagen 139. Acceso a la opción de proyecciones personalizadas en QGIS .. 263
Imagen 140. Ingreso de parámetros del sistema de referencia Lambert SIRGAS ES-2007 264
Imagen 141. Validación de parámetros del sistema de referencia personalizado 265
Imagen 142. Configuración del manejo del sistema de referencia para proyecto y capas. 266
Imagen 143. Creación de una base de datos GeoPackage en QGIS 267
Imagen 144. Creación de una base de datos GeoPackage en QGIS 268
Imagen 145. Definición de parámetros iniciales de la base de datos GeoPackage 269
Imagen 146. Importación de ortofoto como capa ráster 270
Imagen 147. Importación de ortofoto como capa ráster. 271
Imagen 148. Importación de ortofoto como capa ráster 271
Imagen 149. Visualización de ortofoto georreferenciada en QGIS. 272
Imagen 150. Importación de archivos DXF de parcelas 273
Imagen 151. Importación de archivos DXF de parcelas. 273

Imagen 152. Importación de archivos DXF de parcelas 274
Imagen 153. Parcelas superpuestas sobre la ortofoto 274
Imagen 154. Herramienta Poligonizar en la caja de herramientas de procesos 275
Imagen 155. Herramienta Poligonizar en la caja de herramientas de procesos 276
Imagen 156. Parámetros de ejecución de la herramienta Poligonizar 277
Imagen 157. Parámetros de ejecución de la herramienta Poligonizar 278
Imagen 158. Polígonos de parcelas generados automáticamente 279
Imagen 159. Polígonos de parcelas generados automáticamente. 279
Imagen 160. Tabla de atributos de la capa de parcelas 280
Imagen 161. Creación de campos en la tabla de atributos 281
Imagen 162. Creación de campos en la tabla de atributos 281
Imagen 163. Configuración de campos tipo adjunto en la capa vectorial 282
Imagen 164. Configuración de campos tipo adjunto en la capa vectorial 282
Imagen 165. Configuración de campos tipo adjunto en la capa vectorial 283
Imagen 166. Configuración de campos tipo adjunto en la capa vectorial. 284
Imagen 167. Identificador objectos espaciales. 285
Imagen 168. Identificador objectos espaciales 285
Imagen 169. Ventana propiedades 286
Imagen 170. Selección del diseñador de arrastrar y soltar en el formulario de atributos 287
Imagen 171. Creación de pestañas en el formulario de atributos 288
Imagen 172. Organización de campos dentro del formulario por pestañas 288
Imagen 173. Guardar estilos como. 289

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Elipsoides de Referencia. 10
Tabla 2. Parámetros de proyección UTM, zona 16. 17
Tabla 3. Parámetros de Proyección Cónica de Lambert, NAD27 20
Tabla 4. Elipsoides y datum 23
Tabla 5. Parámetros de Medición Estática Rápida 35
Tabla 6. Parámetros de Medición Cinemático 38
Tabla 7. Parámetros de Medición en Tiempo Real RTK 42
Tabla 8. Comparativa de funcionalidades. 85
Tabla 9. Resumen de los recursos de soporte de DJI 89
Tabla 10. Comparación de los planes de soporte de Pix4D 92
Tabla 11. Recursos de soporte de Agisoft Metashape 95
Tabla 12. Efecto en el ángulo de visión. 104
Tabla 13. Aplicaciones típicas 109
Tabla 14. Detectores no refrigerados. 113
Tabla 15. Aplicaciones principales del tipo de LIDAR 117
Tabla 16. Identificación Catastral por Parcela Fuente: Elaboración propia. 294

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación tiene como objetivo desarrollar un plan de trabajo exhaustivo para el proyecto titulado “Establecimiento de una Red Geodésica Local para la Elaboración de Cartografía Catastral de Alta Precisión con Equipo GNSS y Drone Vinculada a un Sistema de Información Geográfica en una Zona del Distrito de Ciudad Barrios, Municipio de San Miguel Norte, Departamento de San Miguel.” Este proyecto se origina ante la necesidad de una infraestructura geodésica y cartográfica precisa en Ciudad Barrios, una localidad que enfrenta desafíos significativos en su gestión territorial debido a la falta de un catastro actualizado y exacto. A nivel nacional, gran parte de los municipios, especialmente en la zona oriental de El Salvador, carecen de levantamientos topográficos modernos, limitando la planificación y administración de los recursos territoriales, afectando no solo el crecimiento urbano ordenado, sino también la recaudación tributaria y la seguridad jurídica de los bienes inmuebles.

El proyecto propuesto busca establecer una red geodésica de alta precisión en el casco urbano de Ciudad Barrios, mediante el uso de tecnología avanzada de posicionamiento GNSS y drones con capacidades fotogramétricas. A través de esta metodología, se realizará un levantamiento catastral que se integrará en un Sistema de Información Geográfica (SIG) desarrollado en QGIS, permitiendo a las autoridades locales acceder a datos espaciales precisos para la toma de decisiones. La red geodésica estará conectada a un vértice de la red nacional utilizando el sistema Lambert SIRGAS-ES2007, lo cual asegura la consistencia y precisión de los datos a nivel nacional e internacional. Este esfuerzo permitirá al municipio mejorar la planificación de infraestructuras, la delimitación de propiedades y la gestión de servicios públicos, promoviendo así un crecimiento territorial ordenado y sostenible.

La metodología de este proyecto sigue un enfoque cuantitativo, no experimental, de tipo descriptivo y transversal, diseñado para recolectar datos numéricos exactos sin intervención en las variables, limitándose a observar y documentar la situación actual del territorio en un momento específico.

Esta metodología se compone de varias fases, incluyendo la planificación de la red geodésica, el levantamiento de datos en campo mediante equipos GNSS y drones, y el análisis y procesamiento en gabinete a través de QGIS. La precisión esperada en el levantamiento es de entre 2 a 3 mm, lo cual asegura un nivel de detalle sin precedentes en la delimitación de propiedades y en la actualización de registros catastrales.

Además de la metodología de investigación, este proyecto aborda aspectos fundamentales para la planificación de un trabajo de graduación de esta magnitud. Entre ellos, se presentan las limitaciones que podrían afectar la ejecución del proyecto, como la dificultad de acceso a algunas áreas y la disponibilidad de recursos técnicos y humanos.

La propuesta del contenido incluye el desarrollo teórico y práctico de los elementos técnicos de la geodesia y la fotogrametría, así como los sistemas de referencia geodésicos y el uso de SIG. La planificación de los recursos considera tanto los equipos técnicos necesarios, como el personal capacitado en el uso de GNSS y software geoespacial, garantizando que cada fase cuente con los elementos adecuados para su correcta ejecución.

Finalmente, se incluye una bibliografía detallada que respalda los aspectos teóricos y técnicos del proyecto, asegurando una base sólida de conocimiento en sistemas geodésicos, cartografía catastral, fotogrametría y tecnologías de SIG.

Este proyecto, por tanto, sienta las bases metodológicas y logísticas para la ejecución de un proyecto que tiene el potencial de transformar la administración territorial de Ciudad Barrios. Al establecer un modelo replicable para otros municipios de la región, este trabajo de graduación no solo contribuirá a mejorar la calidad de vida en Ciudad Barrios, sino que también impulsará una gestión territorial más moderna y eficaz en toda la zona oriental de El Salvador.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El ordenamiento territorial y la gestión catastral en El Salvador han experimentado importantes desafíos a lo largo de los años, debido a la falta de tecnología y herramientas precisas para realizar levantamientos topográficos y catastrales. El país ha comenzado una nueva fase en la que las municipalidades, impulsadas por la ley de reestructuración territorial, se ven obligadas a actualizar sus métodos y herramientas para llevar a cabo una gestión eficiente del territorio, especialmente en las zonas urbanas. El Centro Nacional de Registros (CNR) ha sido clave en la disposición de servicios e información para la elaboración de levantamientos de propiedades, aunque las metodologías tradicionales, como la estación total, han mostrado limitaciones en términos de eficiencia.

Municipios como Ciudad Barrios, en San Miguel Norte, han enfrentado problemas derivados de la ausencia de una red geodésica local, lo que ha resultado en imprecisiones significativas en la delimitación de propiedades y el ordenamiento territorial. Esta situación ha afectado no solo la recaudación de impuestos, sino también la correcta administración de bienes inmuebles y la planificación urbana. La implementación de tecnologías modernas como el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) ha demostrado ser una solución efectiva para mejorar la exactitud de los levantamientos topográficos y catastrales.

A nivel nacional, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha ganado relevancia como una herramienta esencial para la gestión territorial moderna, facilitando la integración de datos geoespaciales que permiten mejorar la toma de decisiones en áreas clave como la infraestructura, los recursos naturales y el desarrollo urbano.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento urbano y la gestión eficiente del territorio en Ciudad Barrios, San Miguel, se han visto limitados por la falta de un sistema catastral moderno y de una infraestructura geodésica adecuada. A nivel nacional, aunque parte del país ya cuenta con información catastral registrada en el Centro Nacional de Registros (CNR), existen importantes zonas como el norte y el oriente de El Salvador, donde los datos catastrales son imprecisos, antiguos o, en algunos casos, inexistentes. Esta situación ha derivado en problemas graves para la delimitación de propiedades, la planificación urbana y la gestión eficiente de los recursos territoriales.

En el caso particular de Ciudad Barrios, la ausencia de una red geodésica local y de un Sistema de Información Geográfica (SIG) ha dificultado la implementación de levantamientos catastrales precisos, lo que afecta directamente el ordenamiento territorial, el desarrollo de infraestructura y la recaudación tributaria. A lo largo de los años, los métodos de medición tradicionales no han proporcionado la precisión necesaria para enfrentar los desafíos de una expansión urbana cada vez más desorganizada.

Las nuevas tecnologías como el GNSS y los drones han mostrado su efectividad para realizar levantamientos topográficos de alta precisión y actualizar los datos catastrales de manera eficiente. Sin embargo, el municipio no ha implementado aún estas herramientas, lo que ha generado un retraso en su desarrollo territorial y una incapacidad para gestionar el crecimiento urbano de manera sostenible.

Ante estos desafíos, se plantea la necesidad de establecer una red geodésica local en Ciudad Barrios, apoyada por tecnologías modernas como el GNSS y los drones, y vinculada a un SIG para mejorar la precisión de los datos catastrales y permitir una gestión territorial eficiente. Esto no solo facilita la planificación de

infraestructuras como carreteras, redes de drenaje y alcantarillado, sino que también contribuiría al desarrollo sostenible del municipio al ofrecer una base sólida de información georreferenciada para la toma de decisiones.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Establecer una red geodésica local en el distrito de Ciudad Barrios, municipio de San Miguel Norte, departamento de San Miguel, El Salvador, mediante el uso de tecnología GNSS y drones para la generación de cartografía catastral precisa, vinculada a un Sistema de Información Geográfica (SIG).

1.3.2 Objetivos específicos

- Diseñar e implementar una red geodésica en la zona urbana de Ciudad Barrios, amarrada a la Red Geodésica de primer orden del Departamento de San Miguel, que facilite el levantamiento catastral y garantice la precisión de los datos obtenidos.

- Realizar levantamientos catastrales utilizando drones equipados con tecnología de fotogrametría, generando ortofotos y modelos tridimensionales del terreno (MDT/MDS) que proporcionen información actualizada y precisa del área de estudio.

- Georreferenciar la cartografía catastral utilizando el Sistema de Referencia Geodésico Lambert SIRGAS-ES2007, asegurando la consistencia y precisión de los datos a nivel nacional e internacional.

- Integrar los datos catastrales generados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permita realizar análisis espaciales avanzados y facilitar la gestión eficiente del territorio por parte de las autoridades locales.

1.4 ALCANCES

- El proyecto contribuirá a que las autoridades locales gestionen el crecimiento urbano de manera ordenada, mejorando la toma de decisiones sobre el uso del suelo, la expansión de infraestructuras y la recaudación fiscal mediante una administración más eficiente de los recursos.

- Se desarrollará un sistema de información geográfica utilizando QGIS, basado en una base de datos obtenida en campo, lo que permitirá la georreferenciación precisa de los planos generados al sistema geodésico de coordenadas Lambert SIRGAS-ES2007.

- Se buscará alcanzar una precisión de levantamiento catastral de 2 a 3 mm, lo que permitirá una correcta delimitación de propiedades y la actualización precisa de los registros catastrales existentes, mejorando la seguridad jurídica en la gestión de bienes inmuebles.

1.5 LIMITACIONES

- El vértice geodésico más cercano amarrado a la red geodésica del país se encuentra lejos del casco urbano, aproximadamente a 1 kilómetro de distancia.

- No existe una red geodésica local en el distrito que nos facilite el levantamiento catastral del casco urbano.

- Ciudad Barrios se encuentra a 129 kilómetros de nuestra residencia, por consiguiente, será necesario un hospedaje para algunos días y así ahorrar combustible y tiempo.

1.6 JUSTIFICACIÓN

La información catastral juega un papel crucial en la gestión territorial, ya que permite caracterizar las propiedades en un área determinada y facilita a las municipalidades la planificación urbana, la administración de recursos, la delimitación de espacios públicos y privados, así como la recaudación de impuestos sobre bienes inmuebles. Sin embargo, muchas municipalidades, incluida Ciudad Barrios, carecen de un catastro actualizado, lo que limita su capacidad para abordar de manera efectiva los desafíos de crecimiento urbano y gestión de recursos.

La falta de una cartografía catastral precisa en Ciudad Barrios ha generado problemas significativos, como el desorden en el crecimiento urbano, la confusión en los límites de propiedad y la escasa recaudación tributaria. Estas deficiencias no solo afectan la administración municipal, sino que también obstaculizan el

desarrollo económico y social de la región. Por lo tanto, es imperativo mejorar la calidad de los datos catastrales para garantizar un uso eficiente y equitativo del suelo.

El establecimiento de una red geodésica local, mediante la implementación de tecnologías avanzadas como el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) y el uso de drones, se presenta como una solución técnica necesaria y estratégica. La capacidad de realizar levantamientos catastrales con una precisión de 2 a 3 mm no solo mejorará la calidad de la información, sino que también permitirá a las autoridades locales gestionar el crecimiento urbano de manera más ordenada y fundamentada, minimizando así los riesgos asociados a proyectos de infraestructura.

Además, la integración de estos datos en un Sistema de Información Geográfica (SIG) facilitará la toma de decisiones informadas, optimizando la planificación urbana y mejorando la gestión de servicios públicos. Al contar con información geoespacial actualizada, la municipalidad podrá identificar áreas prioritarias para el desarrollo y la conservación ambiental, garantizando así un crecimiento sostenible.

La capacitación técnica del personal municipal en el uso de estas tecnologías es igualmente crucial. Esta formación no solo asegura la adecuada gestión y mantenimiento de la red geodésica, sino que también promueve una cultura de innovación y adopción tecnológica en el ámbito de la ingeniería civil.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS DE GEODESIA Y SISTEMAS GNSS

2.1 Sistema de referencia geodésico

Un sistema de referencia geodésico es un marco matemático tridimensional que permite definir con precisión la posición de puntos sobre la superficie terrestre. Este sistema se basa en un modelo idealizado de la forma de la Tierra, usualmente un elipsoide de revolución, y establece un conjunto de coordenadas (latitud, longitud y altitud) con respecto a un punto de origen y una orientación definida. Su propósito principal es proporcionar una base uniforme y coherente para la representación espacial, la navegación, la geodesia, la cartografía y otras aplicaciones relacionadas con la ubicación geográfica.

El sistema incluye también un datum geodésico, que especifica cómo se alinea el elipsoide con la superficie terrestre real, permitiendo una correspondencia precisa entre el modelo matemático y la realidad física. Son ampliamente utilizados en topografía, geodesia, navegación, cartografía y sistemas globales de navegación por satélites debido a la correcta georreferenciación que proporcionan.

El objetivo principal de un sistema de referencia geodésico es establecer un estándar coherente y preciso para la determinación de posiciones, distancias y direcciones en el espacio geográfico.

2.2 Geoide y elipsoide

El geoide es una superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre que coincide, en todos sus puntos. Además un geoide es una superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre que coincide, en promedio, con el nivel medio del mar en reposo y se extiende de manera continua por debajo de los continentes.

Esta superficie es perpendicular en todos sus puntos a la dirección de la gravedad y representa la forma teórica que tendría la Tierra si sólo estuvieran presentes los efectos de la gravedad y la rotación, sin la influencia de otros factores como mareas, corrientes oceánicas o masas continentales.

A diferencia de una esfera o un elipsoide, el geoide presenta una forma irregular debido a la distribución heterogénea de la masa terrestre. Por esta razón, se considera la superficie de referencia más precisa para medir alturas geodésicas, ya que refleja el comportamiento real del campo gravitacional terrestre. Las altitudes ortométricas, conocidas como “alturas sobre el nivel del mar”, se miden con respecto a esta superficie.

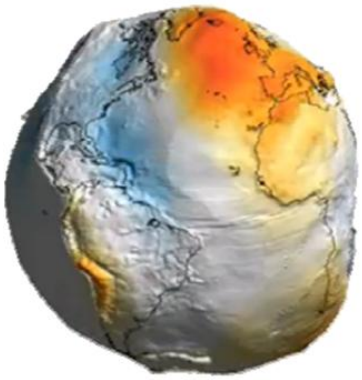


Imagen 1: Geoide.

Fuente: Ing. Wilfredo Amaya Zelaya (curso de especialización en tecnología GPS y sensores remotos).

El Elipsoide sirve para hacer cálculos sencillos y aproximados, normalmente se asocia la Tierra con una esfera. Sin embargo, la forma de nuestro planeta es más compleja, la Tierra está achatada por los polos, el hemisferio sur es un poco más voluminoso que el norte, y tiene una cierta rugosidad debida al relieve del terreno.

Dado que la Tierra no es una esfera perfecta debido al achatamiento causado por su rotación, el elipsoide proporciona una mejor aproximación a su forma real que una esfera. Este modelo se define mediante dos parámetros fundamentales:

El semieje mayor (a), que representa la radio ecuatorial.

Achatamiento (f), que representa la diferencia relativa entre los ejes ecuatorial y polar.

El elipsoide es ampliamente utilizado en los sistemas de coordenadas geodésicos para facilitar los cálculos de localización y distancia, especialmente en aplicaciones como la cartografía, la navegación y los sistemas de posicionamiento global (GPS). Existen múltiples elipsoides definidos para ajustarse mejor a regiones específicas o a todo el planeta, como el GRS80**,** el WGS84**,** o el International 1924.

Es por esto que la Geodesia, que es la ciencia que tiene por objeto estudiar la forma y dimensiones de la Tierra, establece una aproximación a la forma de la Tierra, denominada Elipsoide. Esto se debe a que el elipsoide es una figura matemática que responde a fórmulas analíticas, de manera que permite hacer cálculos apoyándose en él.

Aunque es una representación idealizada, el uso del elipsoide como superficie de referencia es fundamental para la construcción de datos geodésicos, que vinculan este modelo con posiciones reales sobre la superficie terrestre.

Para definir un elipsoide se necesita conocer su semieje mayor (radio ecuatorial de la Tierra) y su semieje menor (radio polar de la Tierra) o el semieje mayor y su índice de achatamiento.

En la tabla 1 se presentan diferentes elipsoides de referencia con su respectivo radio ecuatorial (a) y el achatamiento (F). Debe tomarse en cuenta que a medida evoluciona la Geodesia, se van dando los cambios al de mayor precisión.

Elipsoide	a	F
Airy 1830	6.377.563,396	299,3249646
Bessel 1841	6.377.397,155	299,1528128
Clarke 1866	6.378.206,4	294,9786982
Clarke 1880	6.378.249,145	293,465
Everest 1830	6.377.276,345	300,8017
Fischer 1960 (Mercury)	6.378.166	298,3
Fischer 1968	6.378.150	298,3
G R S 1967	6.378.160	298,247167427
G R S 1975	6.378.140	298,257
G R S 1980	6.378.137	298,257222101
Hough 1956	6.378.270	297,0
Hayford o Internacional	6.378.388	297,0
Krassovsky 1940	6.378.245	298,3
South American 1969	6.378.160	298,25
WGS 60	6.378.165	298,3
WGS 66	6.378.145	298,25
WGS 72	6.378.135	298,26
WGS 84	6.378.137	298,257223563

Tabla 1: Elipsoides de Referencia.

Fuente: Ing. Wilfredo Amaya Zelaya (curso de especialización en tecnología GPS y sensores remotos).

Elipsoide de Referencia se define como un modelo matemático en forma de sólido de revolución que representa matemáticamente la forma de la tierra, es utilizado como una superficie ideal que permite eliminar ambigüedades que introduce el geoide del planeta en la estimación de distancias y posición de un punto sobre la superficie terrestre.

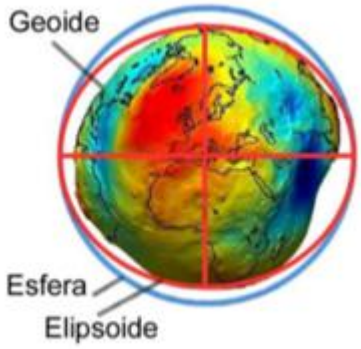


Imagen 2: Representación del geoide y elipsoide.

Fuente: Albireo Topografía y Geomática. www.albireotopografia.es

Uno de los Elipsoides de Referencia más utilizados actualmente es el descrito en el sistema denominado Word Geodetic System 1984 (WGS-84), desarrollado por el departamento de Defensa de los EEUU, y que tiene como origen el centro de masas de la Tierra. Su popularidad se debe a que es el utilizado por el sistema de Posicionamiento Global por Satélite GPS. El elipsoide es la figura geométrica más simple que puede ajustarse a la forma real de la tierra que como se puede observar, es un cuerpo irregular achatado por los polos. Estas irregularidades han llevado a la creación de una gran cantidad de modelos elipsoidales, los cuales son adoptados por cada país de acuerdo a sus características. En El Salvador se utilizó el elipsoide Clarke 1866 hasta febrero de 2017 y a partir de esa fecha se estandarizó el elipsoide WGS-84 o GRS-80 en todos los trabajos geodésicos, cartográficos y fotogramétricos.

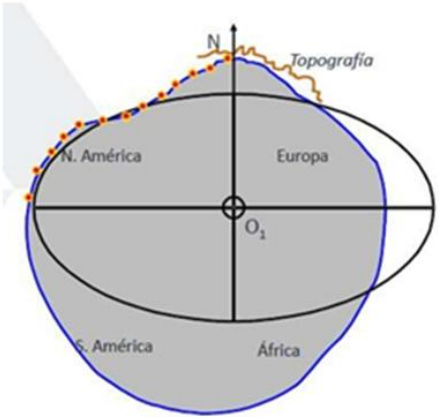


Imagen 3: Elipsoide de Clark 1866.

Fuente: Ing. Wilfredo Amaya Zelaya (Módulo 4 del curso de especialización en tecnología GPS y sensores remotos).

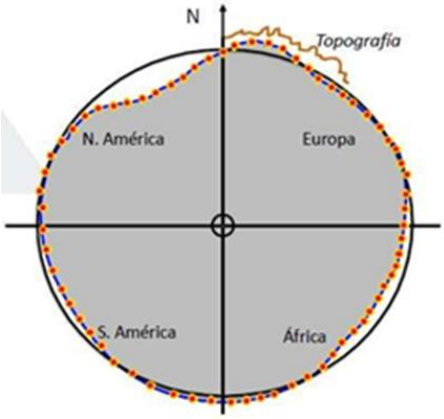


Imagen 4: Elipsoide "Word Geodetic System 1984" (WGS-84).

Fuente: Ing. Wilfredo Amaya Zelaya (Módulo 4 del curso de especialización en tecnología GPS y sensores remotos).

Dado que la mayor parte de la Tierra está cubierta por mares y océanos (70,8 %), entonces la superficie de referencia por excelencia para medir altitudes es el nivel medio del mar.

El nivel medio del mar, a su vez, depende de las irregularidades en el campo gravitatorio de la Tierra, que alteran su posición. El agua de los océanos del globo busca estar en equilibrio, y por ello tiende a seguir una superficie gravitatoria equipotencial.

2.3 Datum de referencia

Datum de Referencia

Es un sistema de coordenadas y un conjunto de parámetros que sirven como base para localizar con precisión puntos sobre la superficie terrestre. Este dato proporciona un marco matemático y geodésico que define el tamaño y la forma de la Tierra, así como la posición de origen (punto cero) desde el cual se miden las coordenadas geográficas (latitud, longitud y altitud).

Los Datum pueden ser locales y geocéntricos

- **Datum Local:** funciona como un punto de anclaje en la que la normal del geoide coincide con el elipsoide (imagen 5) y es válido para una zona de la tierra.

Ejemplo: NAD27

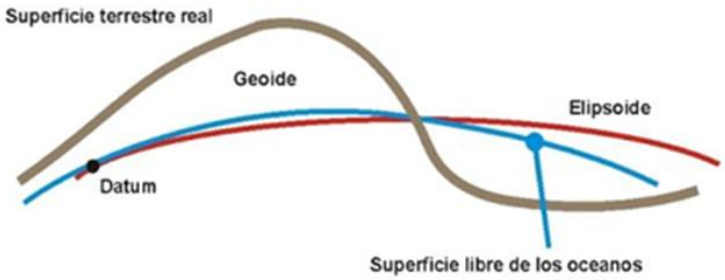


Imagen 5: Representación del datum local.

Fuente: R. Villa Caro, "El datum, el geoide, el elipsoide y la Cartografía"

- · **Datum geocéntrico:** también es conocido como datum global, se define por el tamaño, forma y orientación de un elipsoide y está referido al centro de masa de la tierra (imagen 6)

Ejemplo: WGS-84

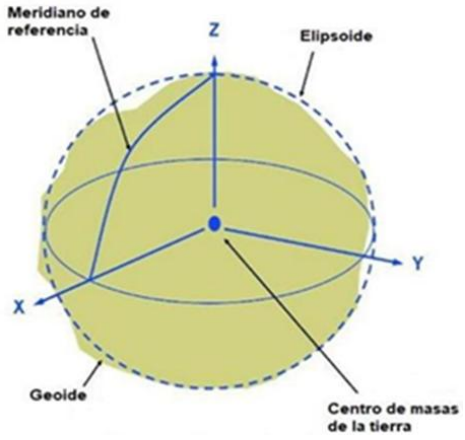


Imagen 6. Datum geocéntrico.

Fuente: Geoide de campo gravitatorio medio, https://www.researchgate.net

Los datum también son clasificados en datum horizontales y verticales, los cuales se definen a continuación:

- Datum horizontal: es utilizado como punto de partida para coordenadas planas de una región.
- Datum vertical: a través de este se miden las elevaciones o profundidades, se define como la altura y es representado por las aguas marinas en reposo por debajo de los continentes.

2.4 Proyecciones cartográficas

Las Proyecciones Cartográficas pueden considerarse artificios geométricos para trasladar a un plano la forma convexa de la superficie terrestre. que permite

representar la superficie curva y tridimensional de la Tierra (esfera o elipsoide) sobre una superficie plana, como un mapa. La Proyección de Mercator es una de las más conocidas y da lugar al sistema de coordenadas UTM. Fue inventada en 1569 por el geógrafo.

Proyección Universal Transversal de Mercator

La Proyección de Mercator es una de las más conocidas y da lugar al sistema de coordenadas UTM. Fue inventada en 1569 por el geógrafo Gerardus Mercator. No se trata simplemente una proyección, sino de un sistema completo basado en una proyección cilíndrica que permite cartografiar la totalidad de la tierra. Para ello, se divide en zonas rectangulares que forman una cuadrícula con parámetros geodésicos específicos para cada zona.

Las zonas de la cuadrícula UTM son denominadas “husos”, que están numerados del 1 al 60 y abarcan 6° de longitud cada una. Cada huso es tangente en su parte central a un meridiano de la Tierra. El huso 1 se sitúa entre los 180° y 174° O, y la numeración avanza hacia el Este.

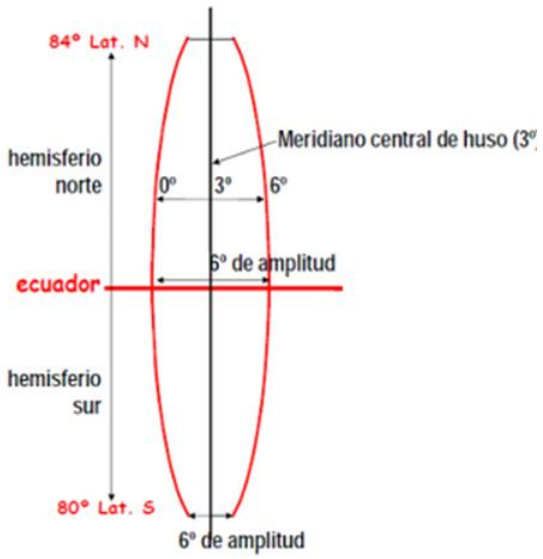


Imagen 7. Separación de Husos del mapa en el globo terráqueo.

Fuente: https://www.creaf.uab.es

En latitud, cada huso se divide en 20 zonas, que van desde los 80° S hasta los 84° N. La forma de interpretarse es la siguiente: se utilizan letras desde la C a la X, con excepción de las letras I y O, debido a su similitud con los dígitos 1 y 0. Cada zona abarca 8 grados de latitud, excepto la zona X, que se extiende unos 4 grados adicionales.

PROYECCIÓN UNIVERSAL DE MERCATOR UTM ZONA 16	
Proyección	WGS-84
Coordenadas de entrada	Latitud φ y longitud λ referida a WGS-84
Elipsoide	WGS-84/GRS80
Semieje mayor	a= 6378137 m
Semieje menor	b= 6356752.31414 m
Achatamiento	1/f= 298.257222101

Excentricidad	e^2= 0,0066943800229
Parámetros de la proyección	
Falso Este	500 000,00 m
Falso Norte	0 m
Paralelo de origen	0° 0’ 00” N
Meridiano de origen	87° 0’ 00” W
Factor de escala en el meridiano de origen	0.99960000
DATUM WGS-1984	
Tx=0 Ty=0 Tz=0	

Tabla 2. Parámetros de proyección UTM, zona 16.

Fuente: Ing. W. Amaya Zelaya “GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil”

En El Salvador, las coordenadas planas se denominan “Universal Transversal de Mercator Zona 16 N” y “Cónica Conformal de Lambert”, siendo esta última la de uso oficial, a la cual se hará referencia más adelante.

Cónica Conformal de Lambert

La Proyección Cartográfica Cónica Conformal de Lambert Secante es una de las proyecciones cónicas más conocidas. Fue presentada en 1772 por el matemático, físico, filósofo y astrónomo francés Johann Heinrich Lambert. Anteriormente, se ha definido una proyección cónica como aquella en la que un cono se superpone sobre la esfera de la Tierra, con dos paralelos secantes al globo que lo intersectan (Imagen 8). Este tipo de proyección minimiza las distorsiones causadas por proyectar una superficie tridimensional a una bidimensional. Como su nombre

indica, es una proyección conforme, lo que significa que mantiene las formas de la Tierra y no distorsiona los ángulos.

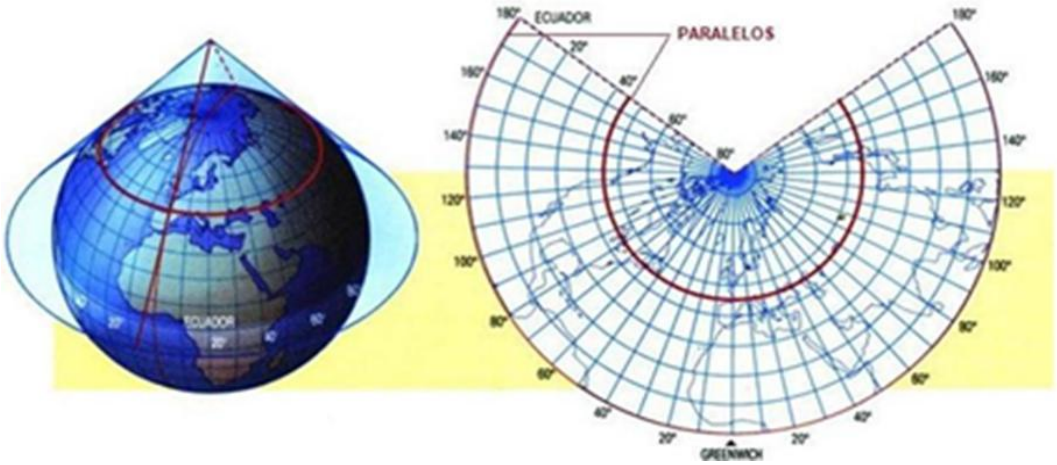


Imagen 8. Superposición del cono sobre el globo terráqueo, Proyección Cónica Conformal de Lambert

Fuente: http://gea.ciens.ucv.ve

Algunas de las características más importantes de la Proyección Lambert son las siguientes:

- Es una proyección conforme, lo que significa que conserva la forma local de los elementos geográficos y mantiene los ángulos correctos.
- Minimiza la distorsión a lo largo de uno o dos paralelos estándar, haciendo que sea ideal para representar regiones extensas en dirección este-oeste.
- Es ampliamente utilizado en cartografía topográfica, navegación aérea y sistemas de información geográfica (SIG), especialmente en países con territorios en latitudes medias.
- Su uso es común en mapas a escala 1:500.000, así como en cartas aeronáuticas de una escala similar.

- Los paralelos son círculos concéntricos, espaciados de tal manera que la distancia entre ellos es menor en el centro del mapa, aumentando conforme se alejan de los polos.
- El factor de escala es constante en los paralelos base, disminuyendo entre ellos y aumentando a medida que se aleja de ellos.

En el antiguo Sistema de Referencia Geodésico de El Salvador, se utilizaba la Proyección Cónica Conformal de Lambert asociada al elipsoide Clarke 1866.

PROYECCIÓN CÓNICA CONFORMAL DE LAMBERT SECANTE	
Proyección	Lambert
Coordenadas de entrada	Latitud φ y longitud λ
Elipsoide	Clark 1866
Semieje mayor	a= 6378206,4 m
Semieje menor	b= 6356583,8 m
Achatamiento	1/f= 294,97869821390
Excentricidad	e^2= 0,006 768 657 997 291
Parámetros de la proyección	
Falso Este	500 000,00 m
Falso Norte	295 809, 184 m
Paralelo de origen	13° 47’ N (valor en NAD27)
Meridiano de origen	89° 00’ W (valor en NAD27)
1. Paralelo estándar 2. Paralelo estándar	13°19’ N (valor en NAD27) 14°15’ N (valor en NAD27)
Factor de escala en el meridiano origen	0.99996704
Parámetros de transformación Datum NAD27 América Central	
Tx=0 Ty=125 Tz=194 (MÉTODO MOLODENSKY)	

Tabla 3. Parámetros de Proyección Cónica de Lambert, NAD27

Fuente: Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

2.5 Sistema de referencia global

Es un marco geodésico tridimensional utilizado para definir con precisión la ubicación de cualquier punto sobre la superficie terrestre. Este sistema proporciona un conjunto coherente de coordenadas (latitud, longitud y altitud) basado en un modelo matemático del planeta Tierra, y es fundamental para aplicaciones como la navegación satelital (GPS), la cartografía mundial y la geolocalización.

Estos sistemas están definidos por una terna rectangular (X, Y, Z), siendo su origen en el Geocentro Terrestre. Para definir las Coordenadas Geodésicas (latitud, longitud y altura) cuentan con un elipsoide de revolución asociado, como Superficie de Referencia y un Datum como Punto Fundamental.

Uno de los sistemas más utilizados a nivel internacional es el WGS84 (World Geodetic System 1984)**,** adoptado como estándar por el sistema GPS. Este modelo considera la forma real del planeta como un elipsoide y establece un punto de origen en el centro de masas de la Tierra.

Características principales:

- **Precisión global:** Permite ubicar puntos en cualquier parte del planeta con alta exactitud.
- **Coherencia tridimensional:** Definir posiciones en términos de coordenadas x, y, z (o latitud, longitud y altitud).
- **Base para sistemas de navegación satelital:** Es esencial para el funcionamiento de sistemas como GPS, GLONASS, Galileo, entre otros.

- **Independencia regional:** A diferencia de los datos locales, no está diseñado para ajustarse a una región específica, sino para cubrir el planeta entero.

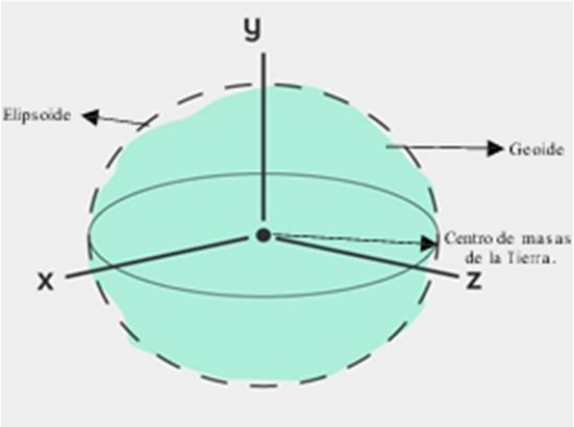


Imagen 9. Tipo de Sistema de referencia global: "Datum Geocéntrico"

Fuente: www.un-spider.org/sites/default/files

2.6 Sistema de referencia local

Un marco geodésico diseñado para representar con alta precisión una región geográfica específica. A diferencia de los sistemas globales, que cubren toda la superficie terrestre, los sistemas de referencia locales están ajustados a las características geográficas y geodésicas de una zona determinada, minimizando los errores de posicionamiento en esa área particular. Además, se basan en un elipsoide terminado que se utiliza como Superficie de Referencia, un Datum Local Horizontal (es decir no coincide con el centro terrestre) y un Datum Vertical como Punto Fundamental. De manera que se pueda crear una proyección cartográfica.

Características principales:

- **Alta precisión regional:** Optimizado para representar con exactitud una zona específica (país, provincia o región).
- **Basado en un dato local:** Utiliza parámetros ajustados a la topografía y forma del terreno local.
- **No apto para uso global:** Presenta errores significativos fuera del área para la cual fue diseñado.
- **Uso común en cartografía nacional y catastros:** Muchos países utilizan sistemas de referencia locales para sus mapas oficiales, catastros, obras civiles y estudios topográficos.

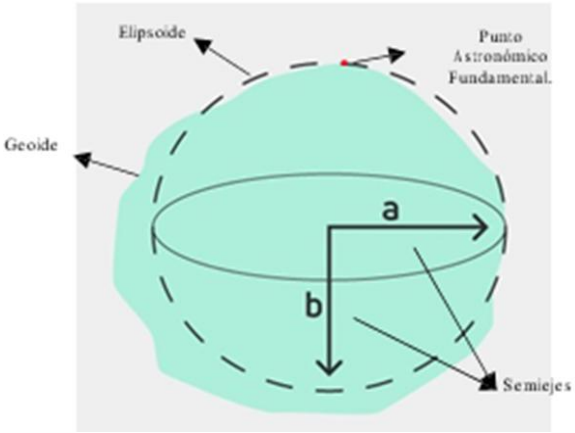


Imagen 10. Sistema de referencia local "Datum local"

Fuente: www.un-spider.org/sites/default/files

Algunos elipsoides y datum de referencia más conocidos se muestran en la tabla 4.

NOMBRE DEL ELIPSOIDE	AÑO	a, METROS	f, APROXIMADO	DATUM
Bessel	1841	6377397	299.153	Tokio
Clarke	1866	6378206	294.187	NAD27
Krassovsky	1936	6378245	298.300	Pulkovo

WGS72	1972	6378135	298.260	WGS72
GRS80	1980	6378137	298.257	NAD83
WGS-84	1984	6378137	298.257	WGS84

Tabla 4. Elipsoides y datum

Fuente: Ing. W. Amaya Zelaya "GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

2.7 Sistema de referencia Lambert SIRGAS-ES 2007

Existe una gran variedad de Sistemas de Referencia de Coordenadas, de los cuales puede haber muchos aplicables a zonas específicas, sin embargo, solo uno es de uso oficial. En nuestro país antiguamente se utilizaba NAD27 referido al elipsoide Clarke1866 y aunque también es aplicable el UTM16N, el Sistema de Referencia oficial es SIRGAS (Sistema de Referencia Geodésico para las Américas), el cual usa un elipsoide GRS80 y el sistema de proyección cónico conforme de Lambert, misma utilizada por el NAD27.

El Sistema Geodésico de Referencia SIRGAS-ES2007, también conocido como SIRGAS El Salvador 2007, es una red GPS que se utiliza como marco de referencia para El Salvador. La precisión de las coordenadas finales de esta red se estima en: ±7 mm para la componente horizontal, ±20 mm para la componente vertical.

SIRGAS comenzó siendo el Sistema de Referencia Geocéntrico para América, del Sur, sin embargo, en el año 2000 fue extendido al Caribe, Norte y Centro América convirtiéndose en el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas y conservando su acrónimo. El sistema SIRGAS, como sistema de referencia se define idéntico al Sistema Internacional de Referencia Terrestre ITRS y como marco de referencia es una densificación regional del Marco Internacional de Referencia Terrestre ITRF. Además, sus coordenadas están referidas a una época

específica, tomando en cuenta sus variaciones a través de las velocidades individuales de dichas estaciones o mediante un modelo de velocidades con cobertura en todo el continente.

Para entender mejor el párrafo anterior es necesario conocer las siguientes definiciones:

- ITRS (International Terrestrial Reference System): es un sistema de referencia ideal constituido como un conjunto de convenciones (constantes, modelos, parámetros, etc.), que sirve como base para la representación de la geometría de la superficie de la tierra y su variación en el tiempo. Dado que es definido como un concepto o idea, este sistema debe ser asociado a un marco de referencia para su materialización a través de marcas físicas (vértices geodésicos) y matemáticas.

- ITRF (International Terrestrial Reference Frame): es la materialización del ITRS, es decir es un conjunto de puntos con sus coordenadas cartesianas tridimensionales que dan cuenta de un sistema de referencia ideal, ITRS. La materialización del sistema SIRGAS inició mediante dos campañas GPS, SIRGAS95 con 58 estaciones y SIRGAS2000 con 84 estaciones de referencia. En la actualidad está materializado por una red de estaciones GNSS de funcionamiento continuo con coordenadas de alta precisión (asociadas a una época específica de referencia) y sus cambios a través del tiempo (velocidades de las estaciones). Esta red, llamada SIRGAS-CON, está compuesta actualmente por aproximadamente 400 estaciones distribuidas en América Latina y es procesada rutinariamente por los Centros de Análisis SIRGAS con el fin de proporcionar una realización precisa y actual del marco de referencia.

Imagen 11. Red SIRGAS-COM.

Fuente: http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/stations

El Marco de Referencia de El Salvador es una red de base GPS de 38 estaciones (imagen 12). Fue medido por el Departamento de Levantamiento de Control Geodésico del Instituto Geográfico y del Catastro Nacional (IGCN) dependencia del Centro Nacional de Registro (CNR) utilizando posicionamiento GPS diferencial en subredes parciales y en 36 sesiones diarias entre octubre y diciembre de 2007. La mayoría de las estaciones de referencia fueron determinadas junto con un punto de control secundario para garantizar la estabilidad a largo plazo de la red.

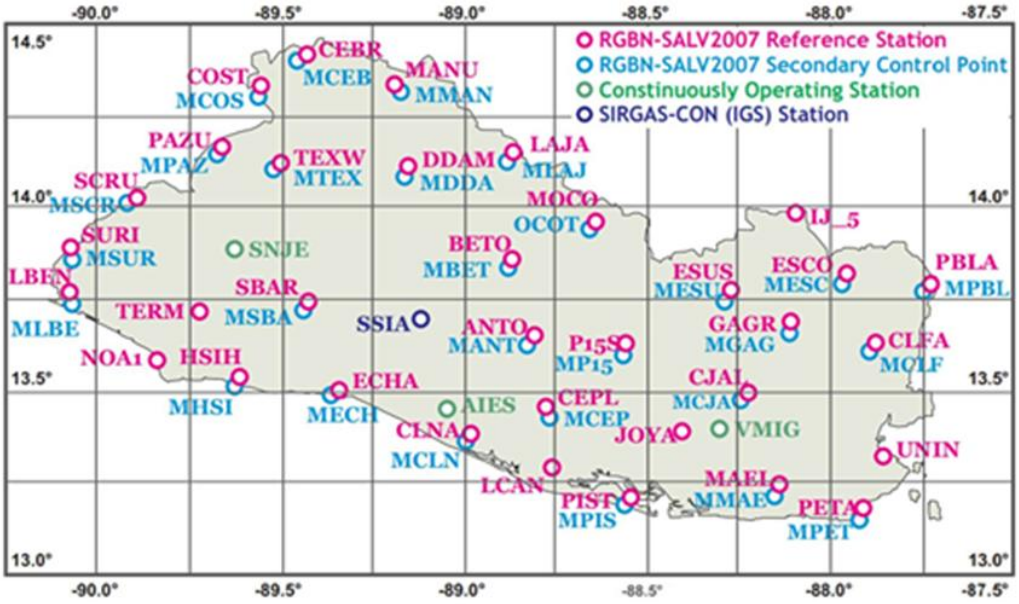


Imagen 12. Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador, SIRGAS-ES2007.8.

Fuente: Ing. W. Amaya Zelaya "GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil

PROYECCIÓN CÓNICA CONFORMAL DE LAMBERT SIRGAS-ES2007

Proyección	Lambert
Coordenadas de entrada	Latitud φ y longitud λ
Elipsoide	WGS-1984/GRS80
Semieje mayor	a= 6378137 m
Semieje menor	b= 6356752.31414 m
Achatamiento	1/f= 298.257222101
Excentricidad	e^2= 0.0066943800229

Parámetros de la proyección

Falso Este	500000.00 m
Falso Norte	295809.184 m
Paralelo de origen	13° 47’ 03.477624” N
Meridiano de origen	88° 59’ 59.938692” W
1. Paralelo estándar	13°19’ 03.477624” N
2. Paralelo estándar	14°15’ 03.477624” N
Factor de escala en el meridiano origen	1

Parámetros de transformación Datum NAD27 América Central

Tx=0 ; Ty=0; Tz=0

2.8 Sistema y marco de referencia geodésico moderno

Es el conjunto de parámetros matemáticos y físicos que permiten describir con alta precisión la posición de cualquier punto sobre la superficie de la Tierra, tomando en cuenta su forma elipsoidal y sus variaciones dinámicas. Este sistema está sustentado en tecnologías avanzadas como el GPS, estaciones GNSS permanentes y modelos geoidales actualizados.

Un marco de referencia geodésico es la realización física del sistema, es decir, la red de puntos de control geodésico y estaciones observacionales que permiten materializar ese sistema de manera práctica en el terreno.

Características:

- **Precisión milimétrica:** Gracias a satélites GNSS y mediciones continuas.

- **Dinámicos y actualizables:** Toman en cuenta el desplazamiento de las placas tectónicas y otros cambios terrestres.
- **Globales e interoperables:** Permiten la integración de datos geoespaciales a nivel internacional.
- **Vinculados a sistemas de posicionamiento global:** Como GPS, Galileo, GLONASS o BeiDou

Para garantizar la precisión y compatibilidad internacional de los datos geoespaciales, se adoptó el marco de referencia geodésico moderno SIRGAS, basado en el sistema ITRF2020, el cual permite integrar coordenadas geocéntricas de forma dinámica y confiable.

2.9 Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)

GNSS (Global Navigation Satellite System), es el acrónimo que se refiere al conjunto de tecnologías de Sistemas de Navegación por Satélite, como los son el GPS, GLONASS y el reciente GALILEO, quienes proveen de posicionamiento geoespacial con cobertura global de manera autónoma, es decir, que son sistemas capaces de dotar en cualquier punto y momento de posicionamiento espacial y tiempo. Estos sistemas de navegación por satélite constituyen, hoy por hoy, unos de los sistemas más usados y con mayores expectativas de futuro.

El concepto de GNSS es relativamente reciente, ya que su historia comienza en los años 70 con el desarrollo del sistema estadounidense GPS. En sus orígenes, este sistema se destinaba exclusivamente a aplicaciones militares, bajo el control del DoD (Department of Defense) de los Estados Unidos, y sometido a un estricto control gubernamental. No fue sino hasta que se comenzaron a considerar sus aplicaciones civiles, que el Gobierno de los Estados Unidos encargó estudios a diversas agencias, como RAND, con el fin de analizar la viabilidad de emplear esta tecnología con fines civiles.

Un sistema global de navegación por satélite (GNSS, por sus siglas en inglés) es una constelación de satélites que transmite señales utilizadas para el posicionamiento y la localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea en tierra, mar o aire. Estos sistemas permiten determinar las coordenadas geográficas y la altitud de un punto determinado a partir de la recepción de señales procedentes de satélites artificiales de la Tierra, con fines de navegación, transporte, geodesia, hidrográfica, agricultura, y otras actividades afines. Un sistema de navegación por satélites artificiales tiene una estructura claramente definida en tres segmentos, como se muestra en la imagen 13: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento de usuario.

Imagen 13. Funcionamiento de un Sistema GNSS

Fuente: García Álvarez & Universidad Autónoma de Madrid, 2008

- **Segmento espacial**

Es el segmento compuesto por los satélites que forman el sistema, tanto de navegación como de comunicación. Mientras que los primeros orbitan alrededor de la Tierra en diferentes planos orbitales, los segundos forman los llamados sistemas de aumento, que sirven para corregir los errores de

posicionamiento. El segmento espacial de un GNSS debe contar con un número suficiente de satélites de navegación para garantizar una cobertura global en todo momento. El GPS estadounidense, por ejemplo, tiene una constelación actual de 30 satélites, distribuidos en seis planos orbitales de manera no uniforme, ya que los satélites adicionales que proporcionan información redundante se han ido incorporando paulatinamente a la constelación originalmente compuesta por 24 satélites.

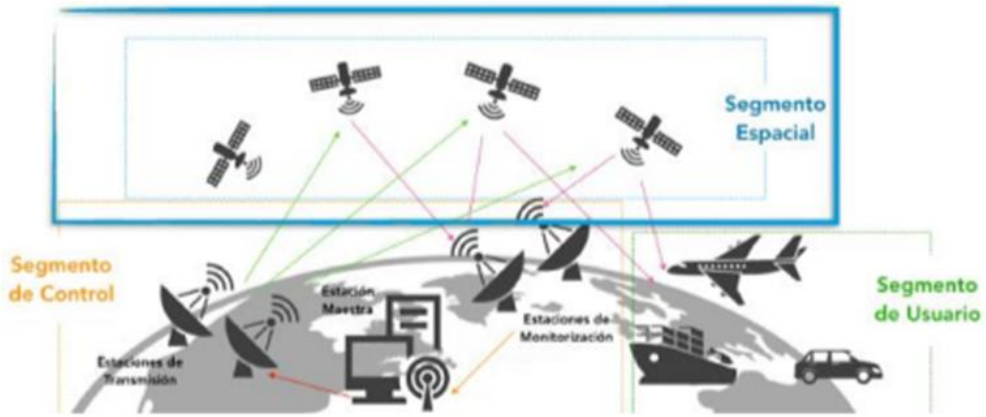


Imagen 14. Segmentos del sistema, Segmento Espacial.

Fuente: S. Vilchez Benigno "Descripción y representación de las señales GNSS".

- **Segmento de control**

Este segmento está formado por un conjunto de estaciones en tierra que recogen los datos de los satélites. Es un segmento complejo que varía según el país o coalición de países, y se estructura según los criterios más convenientes. Sus funciones incluyen garantizar el buen funcionamiento del sistema mediante el monitoreo del segmento espacial, así como aplicar correcciones a la posición orbital y temporal de los satélites. Para ello, se

envían señales de sincronización de los relojes atómicos y correcciones de las órbitas a los satélites.

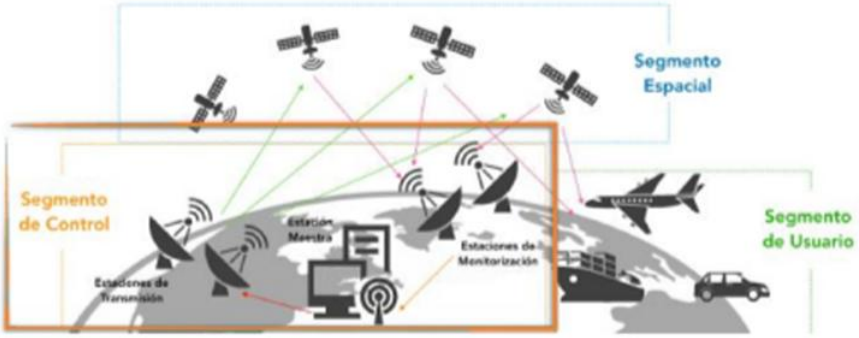


Imagen 15. Segmentos del GPS, Segmento Control.

Fuente: S. Vilchez Benigno "Descripción y representación de las señales GNSS".

- **Segmento de usuario**

Está compuesto por los equipos GNSS que reciben las señales procedentes del segmento espacial. Estos dispositivos están formados por varios componentes básicos:

- **Antena receptora GNSS:** Asegura la recepción de las señales a la frecuencia de funcionamiento del sistema, con cobertura hemisférica omnidireccional. Puede adoptar diversas formas y materiales, dependiendo de la aplicación y el costo del receptor (monopolo, dipolo, dipolo curvado, cónico-espiral, helicoidal o microstrip).
- **Receptor:** Es un dispositivo heterodino que mezcla frecuencias para convertir la señal recibida en una frecuencia baja, que puede ser procesada por la electrónica del receptor. Este incluye un reloj altamente estable (generalmente un oscilador de cristal) y suele contar con una pantalla para mostrar la información de posicionamiento. Los receptores tienen tres funciones principales:

- **Satellite Manager:** Gestiona los datos enviados por los satélites. Inicialmente, el receptor está en modo INIT, donde almacena el almanaque y el estado de los satélites. Luego pasa al modo NAV, donde almacena los datos necesarios para realizar los cálculos.
- **Select Satellite:** Se encarga de encontrar los cuatro satélites con la geometría óptima para la navegación, a partir de una lista de satélites visibles.
- **SV Position Velocity Acceleration:** Calcula la posición y la velocidad de los satélites empleados en la navegación.

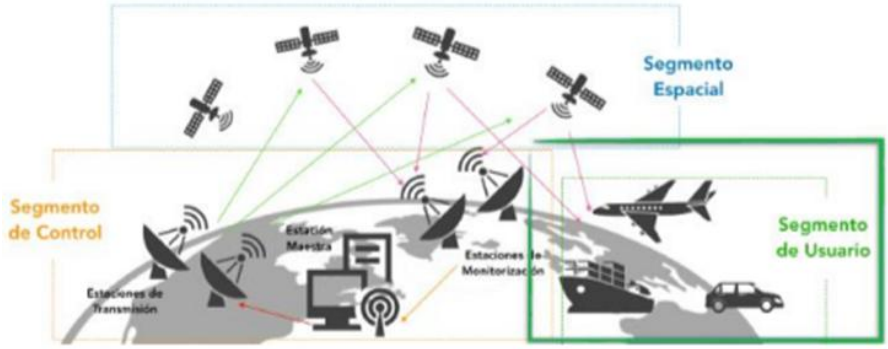


Imagen 16. Segmento usuario del sistema GPS.

Fuente: S. Vilchez Benigno “Descripción y representación de las señales GNSS”.

- **Fuentes de error** La información procedente de cada satélite puede verse afectada por diversas fuentes de error que degradan la precisión del servicio. Algunos de estos errores incluyen:
  - Efectos atmosféricos.
  - Efectos multitrayecto.
  - Errores de efemérides y reloj.

- Errores debidos a la relatividad.
- Disponibilidad selectiva.

2.10 Técnicas de medición satelital

Al llevar a cabo un trabajo geodésico o topográfico, los equipos de recepción de datos GPS nos permiten elegir entre diferentes técnicas de medición, las cuales estarán condicionadas por factores como los requerimientos de precisión, los tipos de equipos disponibles, los costos, la información técnica solicitada en campo, la distancia entre puntos, entre otros.

A continuación, se describen los 4 métodos de medición más utilizados.

- **Medición Estática**

  La medición estática ha sido durante muchos años el primer método de observación para levantamientos con GPS en obtener resultados con características que ofrecen un nivel de precisión excelente.

  Este método consiste en realizar observaciones simultáneas entre dos o más receptores estacionarios, los cuales registran datos durante un mismo período de tiempo y bajo los mismos parámetros de medición. Su aplicación se lleva a cabo de forma que se crea una red de triangulación entre todos los puntos a medir.

  Algunas de las características de la medición estática son las siguientes:

  - Medición clásica de líneas base
  - Distancias largas y de gran precisión
  - Tiempos largos de observación
  - Método estándar para distancias superiores a 20 Km

- Precisión de 5mm ±1 ppm, dependiendo del tiempo de observación y de la distancia de la línea base.

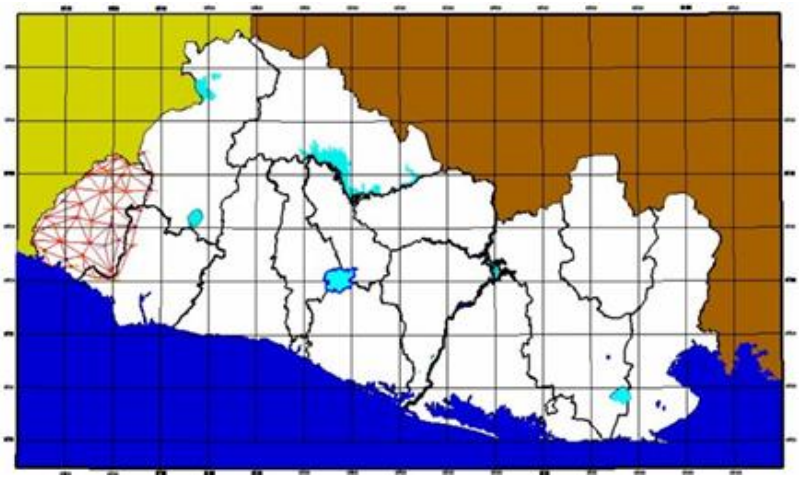


Imagen 17. Red de triangulación resultante de una medición estática.

Fuente: Densificación y Mantenimiento de la Red Geodésica Nacional, http://www.sirgas.org

- **Medición Estática Rápida**

  La medición estática rápida es similar a la medición estática en cuanto a que requiere un post procesamiento de datos, sin embargo, la metodología a seguir en la medición y el tiempo de observación son diferentes. Esta técnica es aplicada por radiación, es decir en forma de vectores; requiere de una estación base o de referencia y de un equipo adicional llamado Rover, el cual se mueve a cada uno de los puntos a medir. Este método lo distingue principalmente el hecho de que se requieren receptores de doble frecuencia con código P para llevarlo a cabo.

  Algunas de sus aplicaciones son las siguientes:

  - Densificación de redes
  - Levantamientos de control
  - Levantamiento de detalles

- Cualquier trabajo que requiera la determinación rápida de un elevado número de puntos, etc.

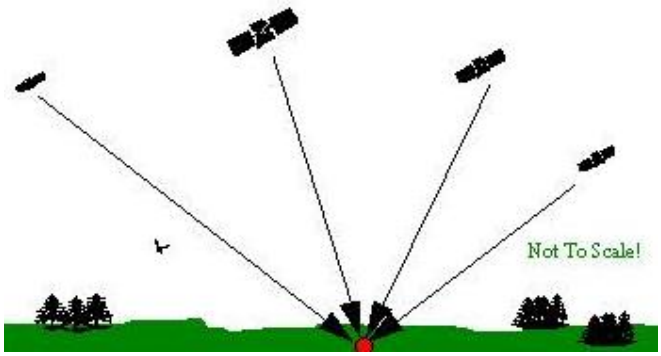


Imagen 18. Modo de observación Estática Rápida.

Fuente: geocompconsult.com.au

En este proceso también se incluyen el desarrollo de las etapas de reconocimiento y monumentación. El tiempo de observación es más corto y depende de la cantidad de satélites, su configuración geométrica y longitud de la línea base a medir.

Los parámetros utilizados en esta técnica de medición satelital son los siguientes:

Parámetros	Valor
Valor de la Máscara	10°-15°
Intervalo de grabación	10 seg
N° de satélites mínimos necesarios	4
Tiempo mínimo de observación	5 a 20 min

Tabla 5. Parámetros de Medición Estática Rápida

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

La precisión máxima de este método es de: + (5 a 10 mm+ 1 ppm). El tiempo de medición de acuerdo a la longitud de línea base entre la estación de referencia y el receptor móvil es el siguiente:

- Menor a 5 km: 5 a 10 minutos
- De 5 km a 10 km: 10 a 20 minutos.
- De 10 a no más de 20 km: 30 minutos.

- **Medición Cinemática**

El método cinemático es el más eficiente al momento de hacer un levantamiento con una gran cantidad de puntos cercanos entre sí, sin embargo es una técnica de menor precisión. Este consiste en un receptor llamado BASE sobre un punto de referencia conocido y un receptor móvil llamado ROVER que se desplaza en la zona del proyecto y cuya posición puede ser calculada en relación con la base. Este proceso tiene una duración de entre 1 a 5 minutos.

La medición cinemática comprende una primera etapa denominada iniciación, la cual consiste en activar ambos receptores (Base y Rover) para que permanezcan estáticos durante cierto tiempo (5 a 20 minutos), permitiendo el registro de datos necesarios para resolver ambigüedades en la medición y brindar precisiones centimétricas en movimiento. A diferencia de los métodos estáticos, donde el receptor permanece fijo durante un tiempo prolongado, en la medición cinemática los datos se capturan en desplazamiento, permitiendo un levantamiento rápido de extensas áreas con alta resolución espacial.

Imagen 19. Proceso de inicialización.

Fuente: geocom.cl/blogs/news/posicionamiento-rtk

Posteriormente, sin cortar el contacto con los satélites, el receptor móvil se mueve libremente en todos los puntos de interés registrando sus posiciones con un intervalo de tiempo determinado en el receptor, este proceso es conocido como cadena cinemática.

Imagen 20. Método de Medición Cinemática.

Fuente: detopografia.blogspot.com/tecnicas-de-medición-gps

Los parámetros aplicados en la medición cinemática se presentan a continuación:

Parámetros	Valor
Valor de la Máscara	10°-15°
Intervalo de grabación	10 seg
N° de satélites mínimos necesarios	4
Tiempo mínimo de observación	1-5 min
Precisión máxima	± (1 cm+ 2 ppm)
Distancia recomendada entre Base y Rover	Menor a 20 km

Tabla 6. Parámetros de Medición Cinemático

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya “Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil”

Cuando se realiza este tipo de levantamientos, es importante tomar en cuenta los posibles errores de multitrayectoria y verificar que no se tomarán mediciones cerca de objetos que pudieran bloquear las señales satelitales, como por ejemplo árboles, de considerable altura, etc.

Algunas aplicaciones del Método Cinemático son las siguientes:

- Levantamientos de infraestructura lineal
- Monitoreo de deformaciones
- Cartografía y actualización catastral
- Topografía en agricultura de precisión
- Batimetría y levantamientos hidrográficos
- Aplicaciones en drones

2.11 Medición en Real Kinematic Time (RTK)

Este método consiste en obtener coordenadas en tiempo real, solventando el inconveniente presentado por los métodos anteriores los cuales necesitan de actividades de post-procesamiento de la información obtenida en campo para determinar las coordenadas respectivas.

Para este método se necesita un receptor de referencia (Base) y un receptor móvil (Rover), los cuales estarán conectados a través de un enlace de radio (Modem). El receptor Base capta datos de los satélites y los transmite al receptor móvil que a su vez también recibe datos de los satélites a través de su propia antena.

En aplicaciones geodésicas y topográficas, la medición en tiempo real se lleva a cabo principalmente mediante tecnologías GNSS-RTK (Real-Time Kinematic) o DGPS (Differential GPS), que utilizan correcciones diferenciales transmitidas por estaciones base o redes de referencia para lograr una precisión centimétrica o submétrica en campo. A partir de la información obtenida el receptor móvil es capaz de procesar los datos, dando solución a posibles ambigüedades conforme estos se recolectan y proporcionar coordenadas bastante precisas, disponibles de forma inmediata.

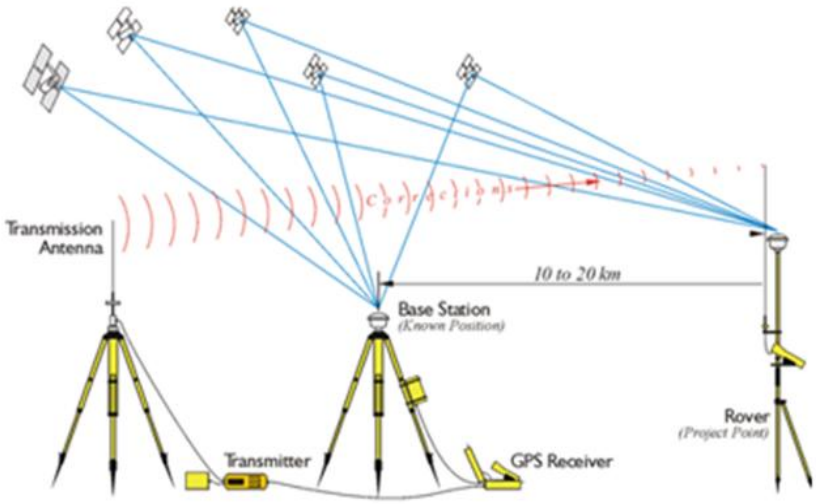


Imagen 21. Medición en Tiempo Real RTK.

Fuente: http://telecomunicacionesrf.blogspot.com

Un procedimiento detallado de una medición RTK es el siguiente:

1. **Configuración de los equipos**
    - **Estación base:** Instalar el receptor base sobre un punto conocido o establecer un punto de coordenadas arbitrarias si el objetivo no requiere coordenadas absolutas.
    - **Rover (receptor móvil):** Configurar el receptor móvil para recibir las correcciones de la base, ya sea por radio UHF/VHF o conexión a red (NTRIP si se usa Internet).
2. **Inicialización del sistema**
    - Verificar la correcta comunicación entre base y móvil.
    - Esperar a que ambos equipos adquieran solución de fase de portadora (generalmente denominada “fixed” en la pantalla del receptor móvil).
3. **Configuración de parámetros de levantamiento:**
    - Verificar la correcta comunicación entre base y móvil.

- Definir el sistema de coordenadas a usar (datum, proyección cartográfica).
- Establecer intervalos de registro y criterios de calidad (por ejemplo, niveles de precisión, número mínimo de satélites, valor máximo de PDOP).

4. **Toma de mediciones:**
   - Desplazar el receptor móvil a los puntos de interés.
   - Registrar las coordenadas en el momento en que el sistema confirme que la solución es fija (estado RTK Fixed) y los parámetros de calidad son aceptables.
   - Mantener el receptor inmóvil unos segundos en cada punto para asegurar estabilidad de la medición.
5. **Control de calidad:**
   - Realizar mediciones de control en puntos conocidos o hacer mediciones repetidas para comprobar la precisión.
   - Verificar que las correcciones de la estación base se estén recibiendo sin interrupciones.
6. **Finalización:**
   - Cerrar correctamente la sesión de levantamiento.
   - Descargar los datos registrados en el software correspondiente para su almacenamiento y procesamiento adicional si es necesario
7. **Documentación:**
   - Registrar información relevante como hora de inicio y fin, configuración de los equipos, coordenadas de la base, condiciones climáticas, y observaciones de campo.

Los parámetros de la técnica de medición satelital RTK son los siguientes:

Parámetros	Valor
Valor de la Máscara	10°-15°
Intervalo de grabación	1 seg
N° de satélites mínimos necesarios	4
Tiempo mínimo de observación	1-5 seg
Precisión máxima	± (1 cm a 2 cm + 2 ppm)
Distancia recomendada entre Base y Rover	Menor a 10 km

Tabla 7. Parámetros de Medición en Tiempo Real RTK

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

La medición RTK es comúnmente utilizada en levantamientos GPS de alta precisión, además es recomendable en las siguientes aplicaciones:

- Levantamientos y localización de detalles en zonas despejadas
- Medición de perfiles transversales, volúmenes
- Levantamiento de ejes de carreteras
- Replanteo
- Levantamiento de control
- Agricultura de precisión

CAPÍTULO III: RED GEODÉSICA

3.1 Establecimiento de una red geodésica.

Una red geodésica se define como un conjunto de puntos estratégicamente ubicados en el territorio de tal manera que se determinen tanto sus coordenadas planas como su altitud respectivamente, denominados vértices geodésicos. Estos puntos, representados por hitos físicos o señales permanentes en el terreno, constituyen una estructura de control para los sistemas de coordenadas y mapas.

En esencia, la red geodésica sirve como el marco de referencia terrestre sobre el cual se sustentan todas las actividades de levantamiento y cartografía de un área determinada.

Las redes geodésicas se consideran "la infraestructura de las infraestructuras", ya que sostienen procesos tan variados como la creación de mapas, la planificación territorial y la ejecución de obras civiles.

Clasificación de las Redes Geodésicas.

En El salvador se catalogan de la siguiente manera.

ORDEN	CLASE	PRECISION RELATIVA
AA	UNICA	1:100,000,000
A	UNICA	1:10,000,000
B	UNICA	1:1,000,000
C		
	PRIMERO UNICA	1:100,000
	SEGUNDO I	1:50,000
	II	1:20,000
	TERCERO I	1:10,000
	II	1:5,000

(Zelaya, s.f.)

Imagen 22. Clasificación de red geodésica.

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

Explicación de cada parte según jerarquía.

En los órdenes AA, A, B, se aplican básicamente las técnicas diferenciales del Sistema de Posicionamiento Global y el orden C sigue vigente para los levantamientos geodésicos clásicos por los métodos tradicionales, siendo posible la aplicación de técnicas diferenciales del Sistema de Posicionamiento Global en este orden.

ORDEN C PRIMERO UNICA: Uso: Levantamientos geodésicos horizontales. Destino: Control primario en áreas metropolitanas. Aplicación: Apoyo para proyectos importantes de ingeniería, investigación científica y trabajos que requieran precisión no menor a 1:100,000. Condiciones: Debe ligarse a la red geodésica básica o a su densificación.

ORDEN C SEGUNDO, CLASE I: Uso: Densificación en áreas metropolitanas, desarrollo de fraccionamientos, levantamientos detallados en zonas de alto

desarrollo y valor del suelo, levantamiento y trazo de límites administrativos. Aplicación: Proyectos que requieran precisión no menor que una parte en 50,000.

ORDEN C SEGUNDO, CLASE II: Uso: Levantamientos geodésicos horizontales en áreas con bajo índice de desarrollo a corto plazo, apoyo cartográfico, procesos fotogramétricos, establecimiento de control geodésico a lo largo de costas, ríos navegables, entre vías de comunicación importantes, fraccionamientos y parcelamientos, construcción. Aplicación: Proyectos que requieran precisión no menor que una parte en 20,000.

ORDEN C TERCERO, CLASE I Y II: Uso: Control geodésico horizontal. Destino: Áreas de valor medio a bajo del suelo, proyectos locales de desarrollo, levantamientos topográficos e hidrográficos, densificación de levantamientos de segundo orden, proyectos de ingeniería en levantamientos de áreas rurales. Aplicación: Trabajos que requieran precisiones de una o dos partes en 10,000, según las necesidades. (Zelaya, s.f.)

Su principal función es permitir la georreferenciación precisa de levantamientos locales, como los topográficos o catastrales, manteniendo la homogeneidad espacial de los datos geográficos recopilados en diferentes momentos o por distintos equipos.

METODOLOGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA

Dentro de la literatura científica cabe resaltar que no hay un conceso general para el establecimiento de una Red Geodésica sin embargo en diferentes países y regiones en todo el mundo las necesidades propias de la economía y de la geografía modifican su modo de proceder por lo que en El Salvador utiliza una metodología propiamente nacional.

En El salvador el proceso adecuado que sirve como normativa se presenta a continuación

Todo levantamiento geodésico deberá hacerse siguiendo una secuencia operativa que en el orden indicado contemple las siguientes etapas:

1. Diseño y Planificación
2. Reconocimiento o Identificación de Campo
3. Monumentación
4. Observaciones de campo
5. Cálculos de gabinete

a) Descarga de Datos

b) Post-Proceso y Ajuste de Redes

c) Documento Final (Zelaya, s.f., p. 4)

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN

El establecimiento de una red geodésica requiere una planificación rigurosa que garantice la precisión y confiabilidad de los datos obtenidos. Esta etapa inicial comprende la recopilación de información, la selección de los vértices de referencia y la definición de las metodologías de observación GNSS que se emplearán en campo.

Recopilación de información y selección de vértices

La primera acción en el establecimiento de una red geodésica consiste en el diseño y planificación del levantamiento. En esta etapa se identifican y recopilan todos los datos disponibles relacionados con los vértices geodésicos que servirán como referencia para la red del proyecto. Estos puntos deben pertenecer a la Red Geodésica SIRGAS ES2007 o a sus densificaciones, garantizando así un marco de referencia confiable y compatible con los estándares nacionales.

La selección de los vértices se toma en cuenta los siguientes criterios técnicos:

- Precisión y confiabilidad del punto: prioridad para vértices clasificados dentro de SIRGAS ES2007.
- Accesibilidad: facilidad de llegada mediante caminos existentes o vías secundarias.
- Estabilidad física del punto: ausencia de desplazamientos, daños o modificaciones.
- Condiciones del emplazamiento: área despejada, sin obstrucciones físicas ni interferencias electromagnéticas.
- Características del entorno: ausencia de elementos como torres de telecomunicación, líneas eléctricas, edificaciones cercanas o vegetación densa que pudieran afectar la señal GNSS.
- Seguridad del sitio: zonas sin riesgo para el equipo ni el personal técnico.
- Disponibilidad de espacio: suficiente área para la instalación de trípodes, antenas y equipos GNSS.

Toda la información recopilada, coordenadas preliminares, fotografías, croquis, descripción del sitio, accesos, proximidad a centros poblados y contactos institucionales debe ser registrada en un cuaderno de trabajo o bitácora técnica para su consulta durante las fases posteriores. Con base en las características del proyecto, se definieron dos metodologías de observación GNSS:

Con base en las características del proyecto, se definieron dos metodologías de observación GNSS:

Red geodésica principal (vértices principales):

Se emplea la medición estática, debido a su alta precisión y estabilidad en líneas base de mayor longitud. Este método es adecuado para los vértices primarios del proyecto.

Red geodésica distrital (densificación urbana):

Se utilizará la técnica RTK NTRIP. Esta metodología resulta ideal para puntos secundarios, levantamientos de detalle y apoyo operativo dentro del casco urbano.

La combinación de estas dos técnicas garantiza precisión, eficiencia en las jornadas de campo y coherencia geométrica entre ambas redes, optimizando así los resultados del levantamiento geodésico.

Planificación operativa del trabajo de campo

- La etapa final de planificación incluye:
- Definición de rutas de acceso a cada vértice.
- Asignación de equipos GNSS según disponibilidad y metodología.
- Programación de jornadas de observación considerando condiciones climáticas.
- Identificación de riesgos y medidas de seguridad.
- Cálculo de tiempos estimados de medición y traslado.
- Revisión de los insumos necesarios: baterías, trípodes, bases nivelantes, estacas, fichas de campo, etc.

RECONOCIMIENTO O IDENTIFICACIÓN DE CAMPO.

Luego de seleccionar uno o más vértices que servirán como referencia para el levantamiento geodésico, es necesario realizar una inspección en campo. Esta actividad tiene como finalidad verificar el estado físico de los vértices y asegurar que se encuentran en condiciones adecuadas para ser utilizados. Además, durante esta etapa se evalúa si los puntos previamente seleccionados dentro del área de estudio cumplen con los requisitos técnicos mínimos para realizar mediciones mediante tecnología GNSS.

Se verificarán sobre el terreno, las características definidas en el planeamiento y establecer las condiciones y modalidades no previstas en el mismo.

a) Verificar en el terreno el funcionamiento de la estación de rastreo permanente y/o la existencia, accesibilidad y buen estado físico de los puntos geodésicos base que serán utilizados como referencia.

b) Localizar los puntos geodésicos de cota fija pertenecientes a la red nacional y evaluar sus condiciones de estabilidad, con el fin de contar con alturas Ortométricas confiables si el proyecto lo requiere.

c) Seleccionar en campo el área o áreas más adecuadas para establecer los puntos geodésicos definitivos o permanentes, tomando en cuenta la densificación planteada y las siguientes condiciones técnicas:

- El sitio debe presentar máscaras satelitales óptimas, es decir, un horizonte despejado libre de árboles, edificaciones, torres, cables de alta tensión y cualquier tipo de obstrucción.
- El terreno debe permitir fácil ubicación y acceso, preferentemente en vehículo.
- La posición topográfica debe facilitar el uso del equipo GPS y garantizar la durabilidad del monumento.
- Procurar que el agua de lluvia fluya rápidamente para mantener el punto seco y proteger la marca contra la oxidación.
- En caso necesario, elaborar el diagrama de obstrucción para evaluar la calidad del sitio y validar su idoneidad como vértice geodésico.

d) Comprobar las condiciones de observación en cada área seleccionada, asegurando que la “ventana” satelital sea adecuada para el rastreo continuo y que el entorno no comprometa la calidad de los datos GPS.

e) Evaluar la estabilidad física del terreno para garantizar la permanencia del punto geodésico, evitando zonas susceptibles a erosión, deslizamientos, inundaciones u otros procesos que afecten la estabilidad del monumento.

f) Elaborar un croquis descriptivo del sitio seleccionado que incluya como mínimo: coordenadas aproximadas, tipo de marca, acceso desde vías principales, topografía del terreno, disponibilidad de energía eléctrica, otras marcas cercanas, diagrama de horizonte, estado de caminos, tiempos de recorrido, necesidad de transporte especial y toda información relevante que facilite futuras visitas.

MONUMENTACIÓN.

Después de definir los vértices, se procede al establecimiento físico de los monumentos. Esto puede ser realizado por brigadas de reconocimiento o una específica de monumentación. Se siguen normas generales que incluyen:

1. Marcado Permanente: los puntos de la red geodésica deben estar marcados permanentemente en el terreno con monumentos de concreto armado "in situ". Se garantiza su permanencia y estabilidad construyendo monumentos sólidos, considerando posibles pérdidas o destrucciones.

2. Estabilidad: se consideran las características geológicas locales y del suelo, así como las condiciones ambientales, para asegurar la permanencia de los monumentos.

3. Tipos de Monumentos: se aceptan marcas metálicas (placas) empotradas en concreto, siempre que cumplan con condiciones mínimas para observaciones GPS.

4. Identificación del Monumento: todo monumento debe llevar una inscripción en la parte superior, preferiblemente mediante una placa metálica grabada en el material. La inscripción debe incluir la entidad que estableció el monumento, la

fecha, el tipo de levantamiento, la designación y un punto que indique la ubicación precisa.

PREPARACIÓN DEL PILAR DE CONCRETO

El pilar de concreto debe construirse de acuerdo con las especificaciones que se indican, tal que asegure su estabilidad y resistencia en el tiempo:

- Será de forma cuadrangular.
- La Base y tope será cuadrangular de 40 cm de lado.
- La Profundidad será según el terreno (no < de 60 cm.) · De ser necesario, se deberá colocar dos fierros corrugados de ½“.

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO

El pilar de concreto: la identificación será de una pieza metálica (de preferencia Bronce o plata), que define el punto geodésico de referencia (origen de coordenadas).

La identificación, tendrá las siguientes especificaciones:

La parte superior es de forma circular de 70 mm de diámetro, con un espesor de 5 mm.

La parte media tiene longitud de 60 mm. de forma tubular, con un grosor de 10 mm.

La identificación tendrá inscritas las siguientes especificaciones:

a. En el espacio 1, irá el nombre de la Institución se ubicará en el área establecida de forma centrada con el tipo de letra Arial y de 10 mm.

b. En el espacio 2, irá el orden del punto con el tipo de letra Arial y de 10 mm.

c. En el espacio 3, irá una cruz con un punto de 1 mm en el centro.

Placas metálicas: la identificación será de una pieza metálica (de preferencia Bronce o plata), que define el punto geodésico de referencia (origen de coordenadas).

La identificación, tendrá las siguientes especificaciones:

- La parte superior es de forma circular de 70 mm de diámetro, con un espesor de 5 mm.

- La parte media tiene longitud de 10 mm. de forma tubular, con un grosor de 10 mm.

La identificación tendrá inscritas las siguientes especificaciones:

a. En el espacio 1, irá el nombre de la Institución se ubicará en el área establecida de forma centrada con el tipo de letra Arial y de 10 mm.

b. En el espacio 2, irá el orden del punto con el tipo de letra Arial y de 10 mm.

c. En el espacio 3, irá una cruz con un punto de 1 mm en el centro.

OBSERVACIONES DE CAMPO

La etapa de observaciones de campo constituye una fase crítica en el establecimiento de una red geodésica, ya que de la calidad de los datos recolectados dependerá la precisión final del ajuste geodésico. Para ello, el personal técnico debe comprender y aplicar correctamente las metodologías de observación definidas en la planificación, asegurando el uso adecuado del instrumental GNSS y la correcta ejecución de las sesiones en campo.

Antes de iniciar las mediciones, se realiza una verificación integral del equipo, incluyendo receptores, antenas, radios de comunicación, controladoras, baterías y accesorios auxiliares. Una revisión previa permite minimizar riesgos, corregir deficiencias operativas y garantizar la continuidad del levantamiento.

La calidad de las observaciones depende de factores como la disponibilidad de satélites, el enmascaramiento por obstáculos, las condiciones atmosféricas y el método de medición seleccionado. Para asegurar resultados confiables, se definen parámetros de observación para cada técnica utilizada. En este proyecto se emplearon las siguientes metodologías:

Método de Observación Estática

La medición estática es un procedimiento de alta precisión en el cual dos o más receptores registran de forma simultánea datos GNSS durante intervalos prolongados. Esta técnica permite obtener coordenadas con precisión y es la base para el establecimiento de redes geodésicas de orden local.

Características técnicas del método:

- Intervalo de grabación: 15–30 segundos
- Máscara de elevación: 10°
- Mínimo de satélites: 4
- Tiempo de observación recomendado:
- < 5 km → 1 hora
- 5–15 km → 2 horas
- 15 km → incrementos proporcionales según longitud
- Precisión esperada: 5 mm ± 1 ppm

Aplicaciones: redes geodésicas, puntos de control, monitoreo, deformaciones.

Este método se emplea cuando se requiere exactitud máxima, especialmente en los vértices principales de la red.

Método de Observación Cinemática en Tiempo Real (RTK)

La medición cinemática en tiempo real (RTK) es una técnica basada en la transmisión de correcciones desde un receptor fijo (BASE) hacia uno o más receptores móviles (ROVER) mediante radio módem o internet (NTRIP). Esta técnica permite obtener coordenadas instantáneas de alta precisión y se utilizó para la red de control de urbanización.

Características y funcionamiento:

- Un receptor BASE se coloca sobre un punto con coordenadas conocidas.
- Uno o varios receptores ROVER pueden desplazarse entre puntos, obteniendo coordenadas corregidas en tiempo real.
- Las correcciones se transmiten mediante:
- Enlace de radio módem
- Conexión a internet (NTRIP)

Aplicaciones del método RTK:

- Levantamientos de control
- Detalles topográficos
- Perfiles y cálculos de volúmenes
- Replanteo de obras
- Localización de elementos específicos

Parámetros de medición RTK:

Intervalo de grabación: 1 segundo

Máscara: 10°

Mínimo de satélites: 4

Tiempo mínimo por punto: 1–5 segundos

Precisión típica: 1–2 cm + 2 ppm

Longitud máxima de línea base: hasta 10 km, dependiendo del alcance del radio o la cobertura NTRIP

El uso de esta técnica es ideal para densificación y levantamientos operativos, permitiendo rapidez sin comprometer significativamente la precisión.

Parámetros Generales para la Observación en Campo

En ambas metodologías GNSS, los factores que deben considerarse en cada ocupación incluyen:

- Condiciones atmosféricas (ionosfera, nubosidad, lluvia)
- Presencia de obstáculos que reduzcan la visibilidad del cielo
- Horizonte claro y máscara mínima de 10°
- Registro sistemático mediante hojas de campo GNSS
- Secuencia de ocupación definida para optimizar equipos y desplazamientos
- Verificación de alturas de antena antes y después de cada sesión

Estos elementos garantizan la integridad de los datos y facilitan los procesos de procesamiento y ajuste en gabinete.

CÁLCULOS DE GABINETE

El cálculo comienza con la revisión de los nombres de los puntos, alturas y tipos de antena y selección de equipos usados, esta información se encuentra en el formato de medición GPS utilizado en campo (Ver Anexo XX) Luego se sigue con el procesamiento prácticamente automatizado de programas comerciales disponibles en el mercado, los cuales siguen un protocolo común: carga de archivos con las opciones de alturas de antena, tipo de receptor..., modo de procesamiento, puntos fijos y coordenadas (aproximadas y fijas), ajuste y análisis final.

Descarga De Datos Del GNSS.

Una vez habiendo realizado todos los procedimientos de captura de datos en campo, se procede a la descarga de datos crudos del GNSS a nuestro ordenador. Para la realización de este proceso es necesario contar con los siguientes instrumentos:

- Equipo GNSS
- Base y cable de descarga de datos.
- Software de descarga: PREGUNTAR QUÉ APP SE UTILIZARÁ PARA DESCRIBIR EL PROCEDIMIENTO
- Procedimiento de Descarga de datos crudos

Post-Proceso y Ajuste de Red

Generalmente, los cálculos se llevan a cabo mediante el uso de software especializado, el cual permite aplicar técnicas de ajuste por mínimos cuadrados, siendo este el método más común y esencial en el procesamiento de datos obtenidos mediante tecnología GPS.

Además de generar las coordenadas planas que representan el principal resultado buscado, los cálculos ofrecen información complementaria que contribuye a mejorar la calidad de los ajustes y la precisión global del levantamiento.

- Entre los resultados más habituales que se obtienen tras el ajuste se encuentran:
- Coordenadas LAMBERT SIRGAS-ES2007 ajustadas de los vértices de la red
- Coordenadas geográficas ajustadas de los vértices
- Convergencias de los meridianos en cada punto
- Factores de escala y reducción

- Reducción de distancias al elipsoide
- Coeficientes de anamorfosis
- Desviaciones estándar de las observaciones
- Residuos

Informe de Resultados

Esta etapa contempla la elaboración de un informe específico en el que se presentarán los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados. Dicho informe incluirá, de forma general, los siguientes apartados:

Memoria de resultados: se detalla el proceso completo de cálculo utilizado para la obtención de coordenadas y demás datos relevantes.

Listados de coordenadas: se elaborará un listado completo con las coordenadas de todos los vértices que integran la red.

Reseñas de los vértices: cada vértice contará con una ficha individual que recopile información específica, la cual incluirá, como mínimo:

- Sistema o sistemas de referencia utilizados
- Proyección y huso correspondiente
- Coordenadas geográficas (latitud y longitud)
- Coordenadas cartesianas (X, Y) según el sistema de referencia adoptado
- Altitud Ortométricas
- Precisión de las mediciones
- Estado de conservación del punto
- Otros datos complementarios

Mapas y planos: Se generará un mapa completo de la red geodésica, preferiblemente en formato digital, el cual podrá incluirse en el informe impreso si se requiere. Este recurso facilita una visualización general de la distribución espacial de los vértices.

CAPÍTULO IV: FOTOGRAMETRÍA

4.1 Aspectos teóricos de fotogrametría

La fotogrametría es la ciencia y la tecnología para obtener información confiable sobre objetos físicos y el medio ambiente a través del proceso de registro, medición e interpretación de imágenes fotográficas y patrones de imágenes radiantes electromagnéticas, entre otros fenómenos, algunas de las definiciones más representativas son las siguientes: Propuesta por la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Sensores Remotos (ISPRS) la cual dice que “La fotogrametría es una ciencia que se encarga de interpretar las características métricas y geométricas de un objeto por medio de la fotografía. La Sociedad Americana de Fotogrametría y Teledetección (ASPRS) por su parte ofrece una definición más amplia. Esta sociedad, además de ciencia, define a la fotogrametría como “un arte y/o tecnología que se encarga de la medición e interpretación de los objetos en una imagen y de los patrones de energía electromagnética”.

Según estas dos últimas definiciones podemos resumir el concepto de la fotogrametría como “La ciencia, arte y tecnología cuyo objetivo principal es el conocimiento de las dimensiones y posiciones de los objetos a partir de dos o más fotografías sucesivas”. Estas dimensiones (3D) y posiciones (3D) se obtienen gracias al principio de Estereoscopia (Cada imagen está enfocada por una lente diferente y, al mostrar a cada ojo una fotografía tomada a varios centímetros de distancia una de otra y enfocada en el mismo punto, se recrea el efecto natural de ver las cosas en tres dimensiones).

El término fotogrametría se deriva de las palabras griegas "photos" (luz), "gramma" (escritura o dibujo) y "metron" (medida), lo que esencialmente significa medir a partir de fotografías. En su esencia, la fotogrametría busca convertir imágenes bidimensionales en modelos tridimensionales y extraer mediciones

confiables a partir de ellas. Sus orígenes se remontan a mediados del siglo XIX, con aplicaciones tempranas centradas en levantamientos arquitectónicos y cartografía topográfica. A lo largo de su historia, la fotogrametría ha evolucionado desde métodos analógicos hasta técnicas digitales y analíticas basadas en la computación. Los principios de la perspectiva y la geometría proyectiva, formalizados en el siglo XIX, sentaron las bases teóricas para esta disciplina. A diferencia de la fotografía tradicional, que representa objetos tridimensionales en imágenes bidimensionales, la fotogrametría realiza el proceso inverso, reconstruyendo la realidad 3D a partir de múltiples imágenes 2D. Hoy en día, la fotogrametría tiene una amplia gama de aplicaciones en campos tan diversos como la topografía, la cartografía, la ingeniería, la arquitectura, la arqueología, la ciencia forense y el monitoreo ambiental. La capacidad de realizar mediciones indirectas de objetos grandes o complejos, que serían difíciles de medir directamente, impulsó el desarrollo inicial de la fotogrametría. La transición de la fotogrametría analógica a la digital ha mejorado significativamente la velocidad de procesamiento y la complejidad de los modelos que se pueden lograr.

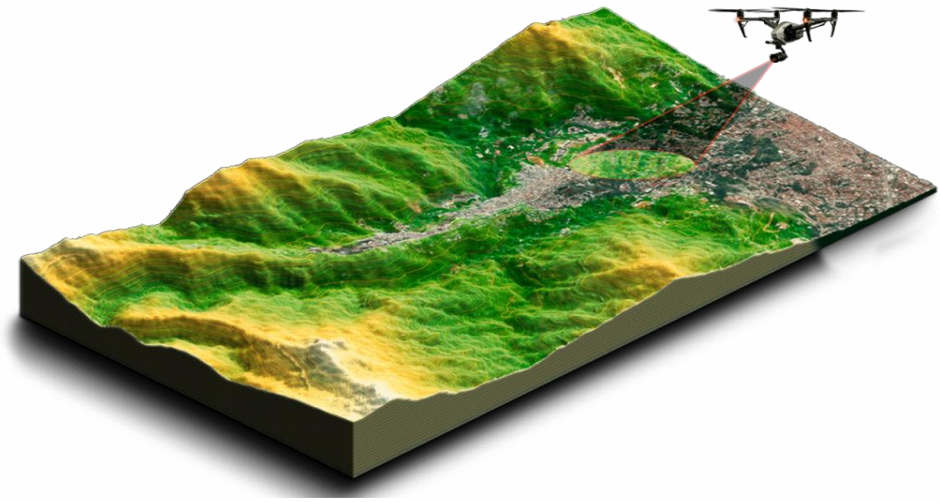


Imagen 23. Representación gráfica de la fotogrametría

Fuente: https://uavlatam.com/que-es-la-fotogrametria-como-funciona/

Tipos de fotogrametría

La fotogrametría se puede clasificar según la ubicación de la cámara durante la fotografía. En este sentido, existen principalmente tres tipos: fotogrametría aérea, terrestre (o de corto alcance) y espacial.

- **Fotogrametría aérea**

La fotogrametría aérea implica la captura de imágenes desde una plataforma aérea (aeronave, dron, satélite) que mira hacia abajo (nadir o casi nadir). Se utiliza comúnmente para mapear grandes áreas, realizar levantamientos y crear bases de datos geográficas. Este tipo de fotogrametría utiliza imágenes superpuestas para generar datos de elevación digital y ortomosaicos. Las fotografías aéreas pueden ser verticales, oblicuas (bajas y altas) o inclinadas. La integración con GNSS (Sistema de Navegación Global por Satélite) e INS (Sistema de Navegación Inercial) permite el procesamiento automatizado y la geolocalización precisa. Sus aplicaciones son amplias, incluyendo la planificación urbana, el monitoreo ambiental, la gestión de desastres, la agricultura de precisión, la infraestructura y la ingeniería. La fotogrametría aérea proporciona una perspectiva de arriba hacia abajo que es crucial para mapear y analizar entornos a gran escala. El uso de drones ha hecho que este método sea más versátil, permitiendo la adquisición de datos a diversas escalas y resoluciones.

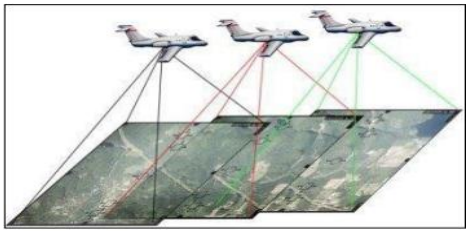


Imagen 24. Fotogrametría aérea

Fuente: Curso de "TOPOGRAFÍA CON DRONES ASOCIADO A LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA CÓNICA CONFORMAL DE LAMBERT" impartido por Ing. W. Amaya Zelaya.

- **Fotogrametría terrestre**

La fotogrametría terrestre (o de corto alcance) implica la captura de imágenes desde una posición fija o móvil en el suelo, utilizando cámaras de mano o montadas en trípodes. Se utiliza para realizar mediciones detalladas de objetos, edificios, artefactos y áreas localizadas. A menudo se utiliza en conjunto con la fotogrametría aérea para completar áreas que no se capturaron desde arriba. Sus aplicaciones incluyen la preservación histórica, la arquitectura, las inspecciones de ingeniería, la ciencia forense y la creación de modelos 3D de objetos más pequeños. La fotogrametría terrestre destaca en la captura de las superficies verticales y los detalles intrincados de objetos y estructuras que podrían quedar oscurecidos en las imágenes aéreas. Su perspectiva terrestre permite la adquisición de datos de alta resolución para tareas localizadas de modelado y medición.

Imagen 25. Ejemplo de fotogrametría terrestre

Fuente: https://pointcloud.es/nubes-de-puntos-y-fotogrametria-terrestre/

- **Fotogrametría espacial**

La fotogrametría espacial utiliza cámaras en satélites u otras plataformas extraterrestres. Se emplea para el mapeo y monitoreo a gran escala de la Tierra y otros cuerpos celestes. Ejemplos de esto incluyen el uso de la NASA en la evaluación de daños del transbordador y el mapeo de la superficie lunar durante las misiones Apolo.

La clasificación de la fotogrametría según la ubicación de la cámara subraya la adaptabilidad de la técnica a diferentes escalas y aplicaciones. Desde la captura de detalles minuciosos de un objeto hasta el mapeo de planetas enteros, los principios fundamentales siguen siendo los mismos, pero las plataformas y las metodologías específicas se adaptan a la tarea en cuestión. La fotogrametría realizada con drones se enmarca principalmente dentro de la fotogrametría aérea, aunque en ocasiones puede complementar técnicas terrestres.

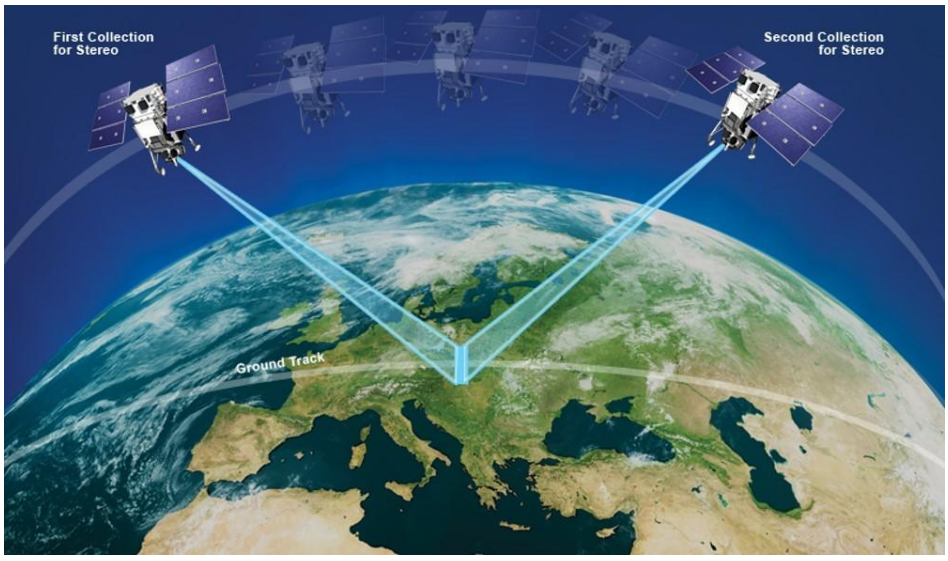


Imagen 26. Fotogrametría espacial

Fuente: https://es.linkedin.com/pulse/fotogrametr%C3%ADa-satelital-una-alternativa-tecnol%C3%B3gica-para-mattie

Clasificación según su tratamiento o instrumento

A lo largo de su evolución, la fotogrametría se ha clasificado de diversas maneras, siendo una de las más relevantes la distinción basada en el tipo de tratamiento o instrumento utilizado: fotogrametría analógica, fotogrametría analítica y fotogrametría digital. El presente informe tiene como objetivo proporcionar una visión detallada de cada una de estas categorías, abordando su definición, los instrumentos y procesos de trabajo característicos, su evolución histórica, ventajas y desventajas, aplicaciones prácticas y su uso en la actualidad.

La trayectoria de la fotogrametría refleja el progreso en campos como la fotografía, la óptica, las matemáticas y la informática, lo que ha conducido a métodos cada vez más sofisticados para la adquisición y el análisis de datos espaciales. Inicialmente, la fotogrametría dependía de mediciones manuales e instrumentos ópticos. La introducción de los métodos analíticos incorporó el rigor matemático y la potencia computacional. La revolución digital transformó aún más este campo con la automatización de procesos y la aparición de nuevas tecnologías de captura de datos, como los drones.

- **Fotogrametría Analógica**

La fotogrametría analógica se fundamenta en el uso de fotografías físicas y de instrumentos óptico-mecánicos para llevar a cabo mediciones y la elaboración de mapas. Este enfoque se basa en la reconstrucción de la geometría de la fotografía mediante principios ópticos y mecánicos. El proceso característico de la fotogrametría analógica implica la creación de un modelo estereoscópico a partir de fotografías superpuestas, lo que permite la visualización y la medición en tres dimensiones.

Dentro del instrumental y equipo utilizado en la fotogrametría analógica, destacan los estereoscopios, empleados para observar fotografías superpuestas en

estéreo, generando la percepción de un modelo tridimensional. Existen diferentes tipos de estereoscopios, incluyendo los de lente, de espejo y de prisma. Otro instrumento crucial es el restituidor analógico o plotter analógico, un dispositivo óptico-mecánico complejo diseñado para orientar las fotografías, crear un modelo estereoscópico a escala y trazar las características topográficas. Ejemplos de restituidores analógicos incluyen el Stereoplanigraph, el Photomapper y el Stereoautograph. Los comparadores, tanto mono comparadores como estereocomparadores, se utilizaban para la medición precisa de las coordenadas de la imagen en las fotografías. Los rectificadores eran esenciales para corregir la inclinación y el desplazamiento del relieve en las fotografías aéreas, creando ortofotografías. Finalmente, los pantógrafos eran dispositivos mecánicos que permitían transferir detalles del modelo estereoscópico a un mapa a una escala diferente.

El flujo de trabajo de la fotogrametría analógica se iniciaba con la adquisición de imágenes, que consistía en la captura de fotografías superpuestas, generalmente aéreas, utilizando cámaras especializadas. Posteriormente, se establecía el control terrestre mediante la ubicación de puntos de control terrestre (GCPs) con coordenadas conocidas, obtenidas a través de levantamientos de campo. La fase de orientación implicaba la colocación de las fotografías en el plotter analógico y su orientación para recrear las posiciones originales de la cámara y la geometría de visualización, utilizando los GCPs. Esto comprendía la orientación relativa y absoluta. La visualización estereoscópica se lograba observando las fotografías orientadas a través del estereoscopio, lo que permitía percibir un modelo tridimensional del terreno o del objeto. La cartografía y la medición se realizaban utilizando los mecanismos del plotter para trazar las características topográficas, medir distancias y crear mapas de curvas de nivel. Finalmente, la rectificación consistía en la corrección de las distorsiones geométricas de las fotografías individuales utilizando un rectificador, para producir ortofotografías.

La fotogrametría analógica era un proceso que requería mucha mano de obra, habilidades especializadas y equipos costosos para obtener resultados precisos. La exactitud estaba limitada por la precisión de los instrumentos y la destreza manual del operador. Cada etapa, desde la configuración del plotter analógico hasta el trazado manual de las características, introducía la posibilidad de error. Además, el proceso era lento, especialmente para grandes áreas.

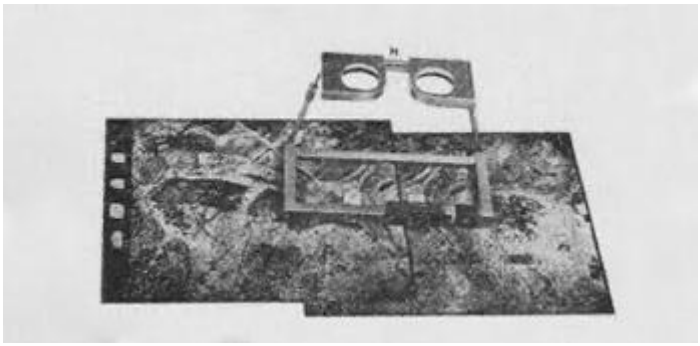


Imagen 27. Fotogrametría analógica

Fuente: https://toposervis.com/levantamiento-topografico-con-drones-beneficios/

- **Fotogrametría Analítica**

La fotogrametría analítica emplea fotografías físicas, pero se basa en modelos matemáticos y métodos computacionales para el procesamiento de datos y la determinación de coordenadas tridimensionales. Representa un avance significativo al tender un puente entre los métodos analógicos y digitales, utilizando mediciones precisas de fotografías analógicas como entrada para cálculos matemáticos. La invención de las computadoras electrónicas fue fundamental para su desarrollo.

Entre los instrumentos o métodos de tratamiento utilizados en la fotogrametría analítica se encuentran los comparadores (mono comparadores y estereocomparadores), empleados para la medición precisa de las coordenadas de la imagen en las fotografías, proporcionando la entrada digital para los

cálculos. Los restituidores analíticos eran instrumentos híbridos que combinaban la visualización óptica con la medición electrónica y capacidades computacionales. Los primeros sistemas informáticos, como las computadoras centrales y las minicomputadoras, se utilizaban para procesar los datos medidos mediante software especializado. Se empleaban modelos matemáticos, basados en la geometría proyectiva y los principios fotogramétricos, para tareas como la orientación, la resección, la intersección y el ajuste de bloques.

La fotogrametría analítica se diferencia de la analógica en que reemplaza el vínculo mecánico directo entre las fotografías y el mecanismo de trazado por cálculos matemáticos. Esto permite un manejo de errores y procedimientos de ajuste más rigurosos, lo que conduce a una mayor precisión. También posibilita la corrección de errores sistemáticos en el proceso fotográfico y la calibración de la cámara , y reduce la dependencia de los plotters óptico-mecánicos complejos y costosos.

La fotogrametría analítica representó un avance significativo al introducir la potencia computacional, lo que permitió una mayor precisión y flexibilidad en comparación con los métodos puramente analógicos. Sin embargo, todavía dependía de las mediciones de fotografías físicas. El paso a los métodos analíticos permitió un procesamiento matemático más sofisticado de los datos fotogramétricos, superando algunas de las limitaciones inherentes a los instrumentos analógicos. El uso de computadoras facilitó cálculos complejos como el ajuste de bloques.

Imagen 28. Fotogrametría analógica

Fuente: https://www.timetoast.com/timelines/etapas-de-la-fotogrametria

- **Fotogrametría Digital**

La fotogrametría digital utiliza imágenes digitales adquiridas por cámaras digitales o escaneadas de fotografías analógicas como fuente de datos principal. Este enfoque se apoya fuertemente en el software informático para todas las etapas del procesamiento, incluyendo la orientación de la imagen, la correspondencia de puntos, la reconstrucción 3D y la ortorrectificación.

Los instrumentos y el software utilizados en la fotogrametría digital incluyen cámaras digitales de diversas plataformas, como drones y satélites. El procesamiento se realiza mediante software especializado que ejecuta algoritmos para la orientación de imágenes, la correspondencia de puntos, la generación de nubes de puntos, modelos digitales de elevación (DEMs), ortomosaicos y mallas 3D texturizadas.

La fotogrametría digital se distingue de la analógica y la analítica por eliminar la necesidad de fotografías físicas en el flujo de trabajo cuando se utilizan cámaras digitales directamente. Ofrece niveles significativamente más altos de automatización, velocidad y eficiencia y facilita la integración de datos de diversas fuentes, incluyendo drones y satélites.

La fotogrametría digital es el método dominante en la actualidad debido a su eficiencia, automatización, versatilidad y la amplia disponibilidad de tecnología de imagen digital y software de procesamiento potente. El cambio a imágenes digitales y al procesamiento basado en software ha revolucionado la fotogrametría al permitir la automatización de tareas complejas, mejorar la precisión y reducir los tiempos de procesamiento. El auge de los drones ha democratizado aún más la fotogrametría aérea.

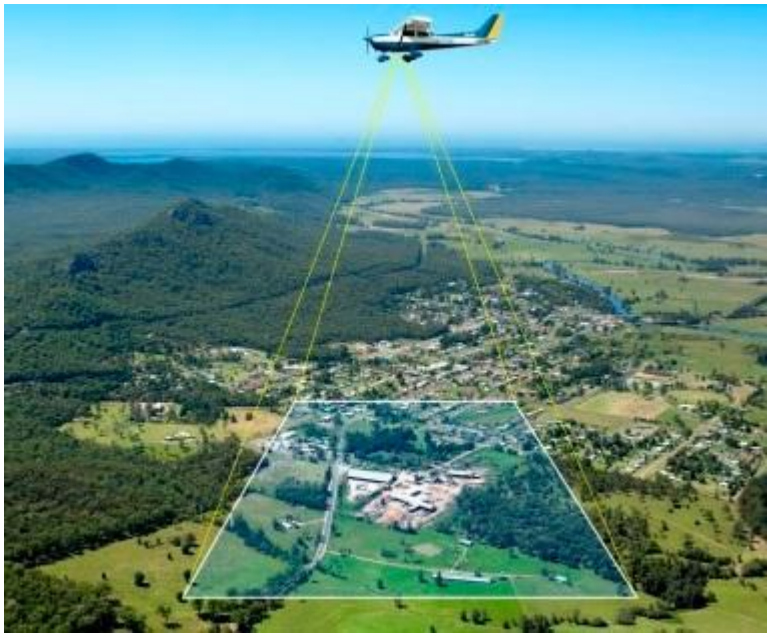


Imagen 29. Fotogrametría digital

Fuente: https://www.terranalisis.cl/es/fotogrametria.htm

Historia de la fotogrametría

En 1867, Aimé Laussedat de Francia presentó el primer fototeodolito, que combinaba un teodolito con una cámara. En la Exposición de París de ese mismo año, también exhibió el primer plano de París que fue levantado utilizando fotografía terrestre. El trabajo de Laussedat demostró el potencial de esta nueva tecnología para crear mapas comparables a los producidos por los levantamientos de campo tradicionales. A menudo se le conoce como el "Padre de la Fotogrametría" por sus esfuerzos pioneros.

En Alemania, en 1858, Albrecht Meydenbauer concibió la idea de utilizar imágenes fotográficas para documentar edificios tras una casi caída mientras inspeccionaba una iglesia. Desarrolló un método para el levantamiento de obras arquitectónicas mediante la intersección fotogramétrica a base de dos fotografías del mismo objeto tomadas desde ángulos diferentes. Meydenbauer acuñó el término "fotogrametría" en 1867 y se le considera un pionero en la fotogrametría arquitectónica.

Porro de Italia desarrolló la primera cámara panorámica alrededor de 1858. Esta cámara estaba equipada con un telescopio de puntería, una brújula y un nivel, y podía fotografiar todo el espacio visible alrededor de la estación terrestre girando sobre un eje vertical. Aunque las primeras cámaras panorámicas se enfrentaron a desafíos en cuanto a precisión mecánica y restitución de la imagen, el trabajo de Porro fue un paso significativo en la expansión del campo de visión en la fotogrametría.

En 1900, en Austria, Theodor Scheimpflug proporcionó una solución para la fotografía aérea empleando una cámara de ocho lentes sostenida en la canasta de un globo. Esta cámara presentaba siete lentes oblicuas agrupadas alrededor de una lente vertical central, produciendo una vista vertical y siete oblicuas. Estas imágenes podían transformarse en una única fotografía de gran angular. Si bien

determinar la posición del globo era inicialmente difícil, la invención de los globos dirigibles pronto resolvió este problema.

Con la invención del avión, la fotogrametría aérea adquirió un gran desarrollo durante la Primera Guerra Mundial. Se construyeron las primeras cámaras aéreas para la toma de fotos en serie y el primer proyector doble para fotografías verticales. Para 1918, ambos bandos fotografiaban todo el frente dos veces al día y habían tomado más de medio millón de fotos desde que comenzó la guerra en 1914.

En 1928, Otto Von Grubber de Alemania propuso la idea de la triangulación aérea. Esta técnica tenía como objetivo reducir los costos asociados con el trabajo de campo y acelerar el proceso de cartografía. El trabajo de Von Grubber sobre la resección espacial y las fórmulas diferenciales de las relaciones proyectivas entre planos sentó importantes bases teóricas para la fotogrametría analítica.

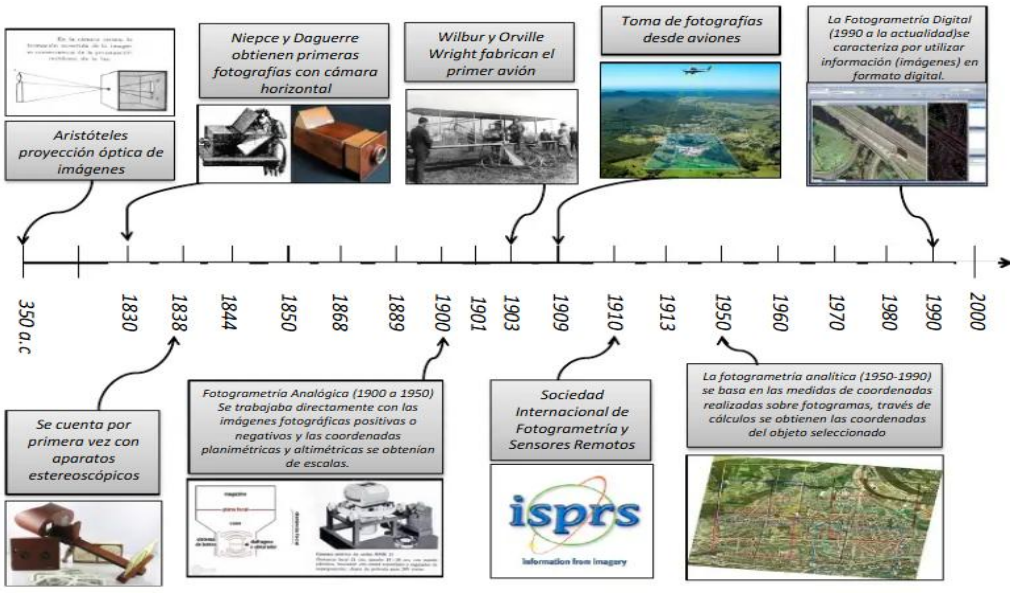


Imagen 30. Línea de tiempo Historia de la Fotogrametría

Fuente: Publicación realizada por Fernando López

Proceso fotogramétrico digital

El proceso fotogramétrico digital se puede dividir en las siguientes etapas:

1. **Entrada de datos:** La fotogrametría digital utiliza como datos de entrada imágenes digitales que pueden ser obtenidas directamente por cámaras digitales (como las que se encuentran en drones o cámaras terrestres) o a través de la digitalización de fotografías analógicas. Estas imágenes suelen ser capturadas con un solapamiento entre ellas para permitir la reconstrucción 3D. En el caso de la fotogrametría aérea con drones, se planifica un vuelo para capturar las imágenes necesarias del área de interés.

2. **Procesamiento:** Una vez que las imágenes son cargadas en un software de fotogrametría digital, se llevan a cabo varias etapas de procesamiento:

    - Alineación de imágenes: El software detecta y relaciona puntos comunes en las imágenes superpuestas para estimar la posición y orientación de la cámara en el momento de la captura.
    - Ajuste de bloque (Bundle Adjustment): Se realiza una optimización global para refinar los parámetros de la cámara y las coordenadas 3D de los puntos del objeto, minimizando los errores de reproyección.
    - Generación de nube de puntos densa: Utilizando técnicas de visión estéreo multi-vista, se crea una nube de puntos 3D densa a partir de las imágenes alineadas.
    - Generación de Modelos Digitales de Elevación (MDE): A partir de la nube de puntos, se pueden generar Modelos Digitales de Superficie (MDS/DSM) que incluyen la elevación de todos los objetos presentes en la superficie, y Modelos Digitales de Terreno (MDT/DTM) que representan la elevación del terreno desnudo.

- Generación de ortomosaicos: Las imágenes aéreas son geométricamente corregidas para crear una imagen unificada con una escala uniforme, similar a un mapa.
- Creación de malla 3D (opcional): En el caso de drones y otras aplicaciones, se puede generar una malla 3D a partir de la nube de puntos, creando una representación digital tridimensional del área u objeto.
- Texturizado (opcional): La malla 3D puede ser texturizada utilizando las imágenes originales para crear un modelo visualmente realista.
- Georreferenciación: Se utilizan Puntos de Control Terrestre (GCPs) o datos de posicionamiento preciso (RTK/PPK) para asignar coordenadas del mundo real al modelo generado.

3. **Resultados:** El proceso de fotogrametría digital puede generar diversos productos:

    - Modelos Digitales de Superficie (MDS/DSM): Representaciones digitales de la superficie terrestre que incluyen la elevación de edificios, vegetación y otros objetos.
    - Modelos Digitales de Terreno (MDT/DTM): Representaciones digitales de la superficie terrestre desnuda, sin incluir objetos.
    - Nube de puntos o malla 3D: Un conjunto de puntos con coordenadas 3D que representan la geometría de la escena (nube de puntos) o una superficie tridimensional creada a partir de estos puntos (malla 3D), comúnmente generados en proyectos con drones.
    - Ortofotos: Imágenes aéreas que han sido corregidas geométricamente para tener una escala uniforme, permitiendo mediciones precisas.

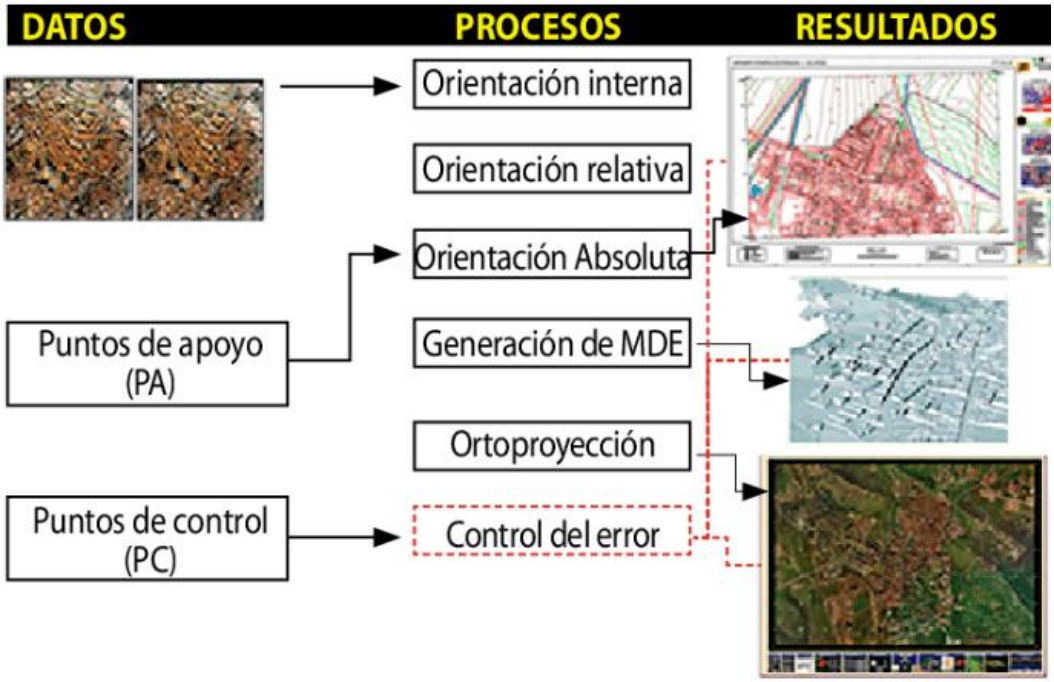


Imagen 31. Fases del proceso fotogramétrico digital

Fuente: Publicación realizada por Elia Quiros Rosado en ResearchGate

4.2 Característica y tipos de drones

Historia de los Drones

El primer uso registrado de un vehículo aéreo no tripulado con fines bélicos ocurrió en julio de 1849, cuando las fuerzas austriacas sitiando Venecia intentaron lanzar unos 200 globos incendiarios sobre la ciudad. En 1898, Nikola Tesla demostró un barco controlado por radio, un ejemplo temprano de tecnología de control remoto. El primer intento de un UAV propulsado fue el "Aerial Target" de A. M. Low en 1916, durante la Primera Guerra Mundial. También se desarrollaron el Hewitt-Sperry Automatic Airplane y el Kettering Bug como los primeros torpedos aéreos. Estos desarrollos iniciales demuestran que el concepto de vehículos aéreos no tripulados es anterior al vuelo tripulado,

impulsado inicialmente por aplicaciones militares y el deseo de minimizar el riesgo para el personal.

Desarrollos en el Siglo XX: En la década de 1930, se utilizaron aviones controlados por radio como objetivos para entrenamiento, y el de Havilland Queen Bee británico inspiró el término "drone". La Segunda Guerra Mundial trajo consigo avances como la bomba voladora alemana V-1. Durante la Guerra de Vietnam, se desplegaron UAV de reconocimiento a gran escala. En la década de 1980, el exitoso uso de drones por parte de Israel para vigilancia y designación de objetivos marcó un punto de inflexión en su aplicación militar. El siglo XX fue testigo de importantes avances en la tecnología de drones, pasando de simples objetivos a sofisticadas plataformas de reconocimiento e incluso de combate, con el ejército como principal impulsor de la innovación.

La Era Moderna: Los avances en GPS, miniaturización y tecnología informática en la década de 1990 llevaron al desarrollo de drones más pequeños y precisos, como el Predator. A mediados de la década de 2000, surgieron los drones comerciales, haciendo que la tecnología fuera accesible para diversas aplicaciones civiles. En el siglo XXI, se ha observado un uso cada vez mayor de drones en la aplicación de la ley, la agricultura, la inspección de infraestructuras y los servicios de entrega. La era moderna se caracteriza por la proliferación de drones en sectores civiles, impulsada por la asequibilidad tecnológica y la versatilidad, lo que lleva a una amplia gama de aplicaciones más allá del uso militar.

En cuanto a los drones, estos pueden clasificarse de la siguiente manera:

Drones de Alas Fijas

Características y Diseño: Los drones de alas fijas se caracterizan por un diseño fundamental con alas rígidas y no móviles que generan sustentación mediante el

movimiento hacia adelante, de manera similar a los aviones tradicionales. Su vuelo sostenido depende de principios aerodinámicos como la sustentación, el empuje, la resistencia y la gravedad. Los componentes típicos incluyen alas (con alerones para el control de alabeo), un fuselaje, una cola (con elevador para el cabeceo y timón para la guiñada) y un sistema de propulsión (generalmente una hélice impulsada por un motor eléctrico o de gasolina). Existe una variedad de tamaños, desde modelos pequeños lanzados a mano hasta grandes aeronaves con una capacidad de carga útil y autonomía significativas. Este diseño prioriza la eficiencia aerodinámica, permitiendo vuelos de larga duración y la cobertura de grandes áreas, aunque a costa de la capacidad de despegue y aterrizaje vertical y de la maniobrabilidad.

Funcionamiento:

El empuje hacia adelante, generado por la hélice o el motor a reacción, crea un flujo de aire sobre las alas, produciendo sustentación. Las superficies de control (alerones, elevador, timón) se utilizan para maniobrar el drone en vuelo (alabeo, cabeceo, guiñada). Los sistemas de piloto automático se emplean para la navegación y la estabilidad automatizadas, a menudo basándose en el GPS y las unidades de medición inercial (IMU). El despegue generalmente requiere una pista, una catapulta o un lanzamiento manual, mientras que la recuperación puede implicar una pista de aterrizaje o un paracaídas. La operación de drones de alas fijas exige más planificación y habilidad en comparación con los de ala rotatoria, especialmente para el despegue y el aterrizaje, debido al requisito de movimiento continuo hacia adelante.

Ventajas y Desventajas:

Ventajas: Los drones de alas fijas ofrecen tiempos de vuelo más largos y mayor autonomía gracias a su eficiencia aerodinámica. Tienen un alcance superior y la capacidad de cubrir áreas más grandes en un solo vuelo , así como una mayor

capacidad de carga útil en comparación con muchos drones de ala rotatoria. Presentan mayor estabilidad en condiciones de viento y potencial para mayores altitudes de vuelo , además de un funcionamiento más silencioso en comparación con los drones multirrotor. Su mejor capacidad de planeo y el potencial de recuperación ante la pérdida de potencia son también notables , junto con costos operativos generalmente más bajos para misiones de largo alcance. Estas características los hacen ideales para misiones que requieren una cobertura extensa, larga duración y vuelo estable, como levantamientos topográficos, mapeo y vigilancia de largo alcance.

Desventajas: La principal desventaja radica en la necesidad de una pista o lanzador para el despegue y un espacio significativo para el aterrizaje. Carecen de la capacidad de mantenerse suspendidos en una posición fija y tienen una maniobrabilidad limitada, especialmente en espacios reducidos. El costo inicial suele ser más alto en comparación con los drones multirrotor , y a menudo se requiere más capacitación y habilidad para volar, sobre todo para el despegue y el aterrizaje. Son menos versátiles para tareas que requieren observación estacionaria u operación en entornos complejos y pueden ser más difíciles de transportar debido a su mayor tamaño.

Ejemplos de Modelos Populares y sus Usos:

- **Sensefly eBee X:** Utilizado para mapeo y levantamientos topográficos profesionales con largos tiempos de vuelo y diversas opciones de cámara. Sus aplicaciones incluyen mapeo topográfico, levantamientos de terrenos y monitoreo ambiental.
- **WingtraOne GEN II:** Un drone VTOL de alas fijas para levantamientos topográficos, que combina el despegue/aterrizaje vertical con larga autonomía y alta precisión. Se utiliza para fotogrametría, ortomosaicos 2D y modelos 3D en silvicultura, agricultura e infraestructura.

- **Volantex RC RTF Ranger:** Un drone de alas fijas de tamaño mediano adecuado para vuelos de mayor duración y transporte de cargas útiles pequeñas, utilizado para vigilancia y entrega de pequeñas cargas.
- **Skywalker X8:** Un modelo popular de ala fija conocido por su largo tiempo de vuelo, adecuado para vigilancia y mapeo de larga distancia.
- **Makeflyeasy Believer:** Un kit de UAV de ala fija fácil de usar, adecuado para principiantes y aficionados.
- **Quantum-Systems Trinity F90+:** Un drone VTOL de ala fija utilizado para levantamientos topográficos y mapeo con múltiples opciones de sensores.

Imagen 32. Volantex RC Ranger 600 – 600mm pusher glider with Gyro 761-2 RTF 5G WIFI

Fuente: https://www.volantexrc.eu/volantex-rc-ranger-600-600mm.html

Drones de Ala Rotatoria

Características y Diseño (Multirrotor y Helicóptero):

Multirrotor: Los drones multirrotor se caracterizan por múltiples rotores (típicamente cuatro en los cuadricópteros, seis en los hexacópteros y ocho en los octocópteros) con palas de paso fijo que generan sustentación y control mediante la variación de la velocidad de los rotores. Son sencillos de operar inicialmente, con capacidades de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) y vuelo estacionario. Los diseños compactos y portátiles son comunes. La estabilidad se logra mediante sofisticados sistemas de control de vuelo y estabilización GPS. Esta configuración los convierte en el tipo de drone más frecuente debido a su facilidad de uso, capacidad VTOL y maniobrabilidad, lo que los hace adecuados para una amplia gama de aplicaciones, especialmente aquellas que requieren vuelo estacionario y operación en espacios confinados.

Helicóptero (Unirrotor): Los drones helicóptero se asemejan a los helicópteros tradicionales con un único rotor principal grande para la sustentación y un rotor de cola más pequeño para la estabilidad y el control de guiñada. Ofrecen mayor eficiencia y tiempos de vuelo más largos en comparación con los multirrotores, especialmente cuando están propulsados por gasolina. Son capaces de transportar cargas útiles más pesadas que los multirrotores. Sin embargo, son más complejos de volar y potencialmente más peligrosos debido al gran rotor giratorio. Los drones helicóptero de un solo rotor llenan el vacío entre los multirrotores y los de ala fija en términos de autonomía y carga útil, siendo adecuados para tareas que requieren una mezcla de vuelo estacionario y tiempos de vuelo más largos con equipos más pesados.

Funcionamiento:

Multirrotor: La sustentación se genera mediante el empuje hacia abajo de múltiples rotores; la variación de la velocidad de los rotores individuales controla la altitud, la dirección y la estabilidad.

Helicóptero: La sustentación es producida por el rotor principal, mientras que el rotor de cola contrarresta el par y proporciona control de guiñada; los controles de paso cíclico y colectivo permiten una maniobra precisa.

Ambos tipos suelen utilizar motores eléctricos alimentados por baterías de polímero de litio, aunque también se utilizan fuentes de energía de gasolina e híbridas, especialmente para mayor autonomía. El funcionamiento de los multirrotores se basa en el control electrónico preciso de motores individuales, mientras que los helicópteros utilizan sistemas mecánicos más complejos para el control de vuelo.

Ventajas y Desventajas:

Ventajas:

Multirrotor: Capacidad de despegue y aterrizaje vertical (VTOL). Capacidad de vuelo estacionario. Excelente maniobrabilidad, especialmente en espacios confinados. Relativamente fácil de controlar y operar, especialmente para principiantes. Buen control de cámara y estabilidad para fotografía y videografía aérea. Menor costo para modelos básicos.

Helicóptero: Tiempos de vuelo más largos en comparación con los multirrotores. Mayor capacidad de carga útil que muchos multirrotores. Puede volar estacionariamente con cargas útiles más pesadas. Diseño más robusto y duradero.

Desventajas:

Multirrotor: Tiempos de vuelo más cortos en comparación con los drones de alas fijas debido al alto consumo de energía para mantener la sustentación. Menor capacidad de carga útil en comparación con los drones de alas fijas y los VTOL más grandes. Mayor sensibilidad al viento y a las condiciones climáticas. Mayores costos operativos en comparación con los de ala fija para misiones de largo alcance.

Helicóptero: Más complejo de controlar que los multirrotores, lo que requiere más entrenamiento. Puede ser más caro que los multirrotores. Mayores requisitos de mantenimiento debido a la complejidad mecánica. Potencialmente más peligroso debido a las grandes palas del rotor giratorio. Puede experimentar vibraciones y ser menos estable en los aterrizajes en comparación con los multirrotores.

Ejemplos de Modelos Populares y sus Usos:

- **DJI Phantom Series (e.g., Phantom 4 RTK):** Ampliamente utilizados para fotografía aérea, videografía, mapeo y levantamientos topográficos debido a su estabilidad y facilidad de uso.
- **DJI Mavic Series (e.g., Mavic 2 Enterprise Advanced):** Drones compactos y portátiles utilizados para inspecciones, vigilancia e imágenes aéreas.
- **DJI Inspire Series:** Drones de grado profesional para cinematografía y fotografía aérea de alta gama.
- **Autel EVO Series**: Drones versátiles para inspecciones industriales, seguridad pública y fotografía aérea, conocidos por su portabilidad y características avanzadas.
- **Freefly Alta Series:** Drones multirrotor de carga pesada para transportar cámaras de cine profesionales y equipos especializados.

- **Aeryon SkyRanger:** Utilizado para reconocimiento y vigilancia por agencias militares y de seguridad pública.
- **Schiebel Camcopter S-100:** Un drone helicóptero de un solo rotor utilizado para reconocimiento, vigilancia y operaciones marítimas.
- **Velos V3:** Un drone helicóptero bimotor con características de redundancia, utilizado para mapeo, inspección y entrega de carga.

Imagen 33. Mavic 2 Enterprise Advanced

Fuente: https://www.dji.com/global/mavic-2-enterprise-advanced

Drones VTOL (Despegue y Aterrizaje Vertical)

Características y Diseño: Los drones VTOL combinan las capacidades de despegue y aterrizaje vertical de los drones de ala rotatoria con el vuelo horizontal eficiente de los aviones de ala fija. Existen varios diseños, incluyendo híbridos de ala fija con rotores adicionales para la sustentación vertical, aeronaves de rotor basculante y aeronaves de cola sentada. A menudo cuentan con mecanismos de transición automatizados entre los modos de vuelo vertical y horizontal. Pueden

ser propulsados por fuentes de energía eléctrica, híbrida-eléctrica, de gasolina o incluso solar. Este diseño combina la eficiencia aerodinámica de los de ala fija con la capacidad de operar sin necesidad de pistas, ofreciendo versatilidad para misiones complejas.

Funcionamiento: Utilizan rotores para el despegue vertical, el vuelo estacionario y el aterrizaje, luego hacen la transición al vuelo de ala fija para un viaje eficiente de largo alcance utilizando una hélice o un motor a reacción. Los diseños híbridos pueden utilizar rotores o alas basculantes, o conjuntos separados de rotores para el vuelo vertical y horizontal. Los sistemas avanzados de control de vuelo gestionan la transición entre los modos de vuelo. La clave para el funcionamiento de los VTOL es la transición fluida y eficiente entre el vuelo vertical y horizontal, lo que requiere una ingeniería sofisticada y sistemas de control.

Ventajas y Desventajas:

Ventajas: No necesitan pistas, lo que permite operar en áreas confinadas o no preparadas. Tienen tiempos de vuelo más largos y mayor autonomía en comparación con los drones multirrotor tradicionales. Pueden volar estacionariamente y realizar maniobras verticales. Ofrecen mayor capacidad de carga útil que muchos multirrotores. Son versátiles para misiones complejas que requieren tanto vuelo estacionario como vuelo de larga distancia. Aumentan la flexibilidad operativa y la seguridad en el despegue y el aterrizaje.

Desventajas: Generalmente tienen un costo más alto en comparación con los drones tradicionales de ala fija y multirrotor. Presentan una mayor complejidad operativa debido a su naturaleza híbrida y a la transición entre los modos de vuelo. Potencialmente tienen tiempos de vuelo más cortos en comparación con los modelos puramente de ala fija. Los costos de mantenimiento pueden ser más altos debido a los mecanismos más complejos. La gestión de la batería puede ser desafiante durante las transiciones. Pueden ser más grandes y difíciles de

transportar que los multirrotores. Algunos diseños híbridos pueden no estar perfectamente optimizados ni para el vuelo estacionario ni para el vuelo hacia adelante.

Ejemplos de Modelos Populares y sus Usos:

- **WingtraOne GEN II:** (Mencionado anteriormente como ejemplo de ala fija debido a su aplicación principal, pero su capacidad VTOL es una característica clave para levantamientos topográficos y mapeo en terrenos diversos).
- **Autel Dragonfish:** Un drone VTOL con un diseño de rotor basculante, que ofrece larga autonomía y varias opciones de carga útil para vigilancia, inspección y mapeo.
- **Quantum-Systems Trinity F90+:** (Mencionado anteriormente como ejemplo de ala fija con capacidades VTOL, utilizado para levantamientos topográficos y mapeo).
- **Makeflyeasy Freeman:** Un drone VTOL de ala fija popular utilizado para mapeo y vigilancia.
- **DJI Matrice 300 RTK (con configuraciones VTOL):** Aunque principalmente es un multirrotor, puede configurarse para operaciones VTOL con autonomía extendida para diversas aplicaciones industriales.
- **YANGDA Sky Whale Series:** Drones VTOL híbridos con larga autonomía y grandes capacidades de carga útil para mapeo, vigilancia y entrega de carga.
- **Foxtech AYK-250 VTOL:** Un drone VTOL industrial para diversas aplicaciones.
- **ElevonX Sierra and Tango:** UAV VTOL eléctricos e híbridos de ala fija para operaciones de larga duración, vigilancia y aplicaciones tácticas.

Imagen 34. AYK-250 E-VTOL

Fuente: https://www.mavdrones.com/product/ayk-250-e-vtol/

Tabla comparativa de funcionalidades

Característica	Ala Fija	Ala Rotatoria (Multirrotor)	Ala Rotatoria (Helicóptero)	VTOL
Autonomía (Tiempo de Vuelo)	Larga (1+ horas)	Corta (20-40 minutos promedio)	Moderada a Larga (30 min - varias horas)	Moderada a Larga (30 min - varias horas)
Velocidad	Alta (40-90+ mph)	Moderada (20-60 mph)	Moderada a Alta (30-70+ mph)	Moderada a Alta (30-70+ mph)

Capacidad de Carga	Alta (1-20+ kg)	Baja a Moderada (0.5-10+ kg)	Moderada a Alta (1-100+ kg)	Moderada (1-15+ kg)
Maniobrabilidad	Limitada	Alta	Moderada a Alta	Moderada
Aplicaciones Típicas	Levantamientos, Mapeo, Vigilancia de Largo Alcance, Inspección de Oleoductos/Líneas Eléctricas, Agricultura, Entrega	Fotografía Aérea, Videografía, Inspección, Vigilancia de Corto Alcance, Búsqueda y Rescate	Escaneo LIDAR Aéreo, Levantamientos, Transporte de Carga Pesada, Vigilancia de Larga Duración, Búsqueda y Rescate	Levantamientos, Mapeo, Entrega, Inspección de Largo Alcance, Vigilancia, Búsqueda y Rescate
Despegue/Aterrizaje	Pista, Lanzador / Pista, Paracaídas	Vertical (VTOL)	Vertical (VTOL)	Vertical (VTOL)

Tabla 8. Comparativa de funcionalidades.

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

4.3 Soporte y servicio

La disponibilidad de un servicio y soporte técnico robustos se fundamenta como un factor primordial para garantizar el éxito del proyecto. Un soporte eficaz puede minimizar los tiempos de inactividad, optimizar la operación de los equipos y el software, y, en última instancia, maximizar la calidad de los resultados obtenidos.

4.3.1 Servicio y Soporte Técnico para Drones DJI

DJI ha desarrollado un sistema de soporte multifacético diseñado para atender tanto a usuarios individuales como a clientes empresariales. Este sistema abarca componentes esenciales como soporte de producto, solicitud e investigación de servicios, un centro de ayuda integral, políticas de servicio postventa detalladas y un centro de descargas para acceder a diversos recursos. Adicionalmente, DJI ofrece planes de protección integrales como DJI Care Refresh y DJI Care Enterprise, que proporcionan servicios de reparación y reemplazo para los productos DJI.

La existencia de planes de soporte escalonados, como Care Refresh, Care Enterprise y el Programa de Mantenimiento, revela una comprensión por parte de DJI de las diversas necesidades de sus usuarios, que van desde la cobertura básica por daños accidentales hasta un soporte más extenso a nivel empresarial. Esta segmentación sugiere que el equipo del proyecto debe evaluar cuidadosamente estos planes en función de una evaluación de riesgos exhaustiva y las limitaciones presupuestarias del proyecto. La estructuración de las ofertas de soporte indica una estrategia deliberada de DJI para atender a diferentes segmentos del mercado. Comprender estos niveles permitirá al proyecto seleccionar el nivel de soporte más adecuado para sus requerimientos específicos.

El énfasis de DJI en "servicios convenientes" y "planes de protección integrales" pone de manifiesto un enfoque proactivo para minimizar las interrupciones que los usuarios puedan experimentar debido a problemas técnicos o accidentes inesperados. Esta postura puede ser de gran importancia para mantener los plazos del proyecto y evitar retrasos significativos. Este enfoque proactivo sugiere que DJI reconoce el potencial de desafíos operativos en proyectos que involucran drones y ha diseñado servicios específicos para mitigar estos riesgos de manera efectiva.

Tipos de Recursos de Soporte

- **Manuales y Documentación:** DJI proporciona una amplia gama de guías de usuario y manuales detallados para sus diversos productos. Estos recursos son fácilmente accesibles a través del Centro de Descargas que se encuentra en su sitio web oficial. Los manuales están disponibles para una extensa variedad de series de drones, incluyendo Mavic, Air, Mini, Phantom e Inspire, así como para diversos accesorios como controles remotos y estabilizadores de cámara. La información contenida en estos documentos abarca desde la configuración inicial y la activación de los dispositivos hasta la descripción de modos de vuelo avanzados y procedimientos de mantenimiento rutinario.
- **Tutoriales (Oficiales y de la Comunidad):** DJI ofrece una amplia selección de videos tutoriales oficiales a través de su sitio web y sus canales de YouTube dedicados. Estos tutoriales cubren una gran variedad de temas, que van desde el desembalaje inicial y las operaciones básicas de vuelo hasta la utilización de modos de vuelo inteligentes y la configuración avanzada de la cámara. Además de los tutoriales oficiales, también existe una gran cantidad de tutoriales creados por la comunidad de usuarios de DJI, disponibles en plataformas como YouTube y foros de entusiastas de drones.

- **Foros de Usuarios (Oficiales y de Terceros):** DJI mantiene un foro oficial de la comunidad en su sitio web. Además, existen numerosos foros y comunidades de terceros dedicados a los productos DJI, como Mavic Pilots, DJI Drone Help Forum y el subreddit r/dji en Reddit. Estas plataformas permiten a los usuarios conectarse con otros entusiastas de DJI, compartir sus experiencias, formular preguntas y encontrar soluciones a problemas que puedan surgir.
- **Líneas de Ayuda y Opciones de Contacto:** DJI ofrece múltiples canales para el contacto directo con su equipo de soporte, incluyendo servicio al cliente en línea, servicio de línea directa (soporte telefónico), correo electrónico y redes sociales (Facebook, Twitter). Números de teléfono regionales y horarios de atención están disponibles para diferentes ubicaciones geográficas. También se ofrece soporte a través de chat en línea para asistencia inmediata.
- **Centros de Servicio Técnico y Opciones de Reparación:** DJI ofrece servicios de reparación a través de centros de servicio autorizados (ASC) y sus propias instalaciones de servicio técnico. Los usuarios pueden solicitar servicios de reparación en línea, rastrear el progreso del servicio y consultar el historial de servicio de sus dispositivos. DJI Care Refresh proporciona opciones para el reemplazo de productos en caso de daño o pérdida del dron.
- **Acceso al Soporte para Modelos Específicos de Drones DJI:** el sitio web de soporte de DJI está estructurado para proporcionar información y recursos específicos para diferentes categorías de productos y modelos individuales. Los usuarios pueden navegar hasta la página de soporte dedicada al modelo específico de su dron para encontrar manuales, tutoriales, actualizaciones de firmware y guías de solución de problemas. El Centro de Descargas permite filtrar la información por serie y modelo de producto.

Resumen de los Recursos de Soporte de DJI

Tipo de Recurso	Disponibilidad Oficial	Disponibilidad en la Comunidad	Casos de Uso Clave Durante las Etapas del Proyecto
Manuales	Sí	No	Planificación, Operación, Procesamiento
Tutoriales	Sí	Sí	Planificación, Operación, Procesamiento
Foros	Sí	Sí	Planificación, Operación, Procesamiento
Líneas de Ayuda	Sí	No	Operación
Centros de Servicio	Sí	Sí	Operación, Procesamiento (Reparación)

Tabla 9. Resumen de los recursos de soporte de DJI

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

Servicio y Soporte Técnico de Pix4D

- **Servicios y Planes de Soporte de Pix4D**

Pix4D ofrece una variedad de recursos de soporte técnico, incluyendo documentación detallada, un foro de la comunidad activo y diversos canales de soporte directo. El soporte técnico se ofrece principalmente a clientes que poseen licencias válidas, suscripciones activas o planes de Soporte y Actualizaciones (S&U) vigentes. Pix4D proporciona diferentes planes de soporte, que incluyen soporte gratuito (durante los períodos de prueba), soporte estándar y soporte premium, cada uno con diferentes niveles de servicio y tiempos de respuesta.

El modelo de soporte de Pix4D está estrechamente vinculado a su estructura de licencias, lo que subraya la importancia de tener una licencia o suscripción válida para acceder a una asistencia técnica integral. El equipo del proyecto debe asegurarse de que posee la licencia adecuada y comprender los derechos de soporte asociados. Sin una licencia o suscripción válida, el acceso al soporte técnico puede ser limitado.

Los planes de soporte escalonados (gratuito, estándar, premium) indican una variedad de necesidades de soporte entre los usuarios de Pix4D. El equipo del proyecto debe evaluar el nivel de soporte requerido en función de la complejidad del procesamiento de datos y la criticidad de una asistencia oportuna. Elegir el plan de soporte adecuado puede afectar los tiempos de respuesta y la disponibilidad de funciones de soporte avanzadas como el uso compartido de pantalla.

Tipos de Recursos de Soporte

- **Documentación y Base de Conocimiento:** Pix4D ofrece una extensa documentación de productos en línea, disponible en múltiples idiomas, que sirve como una base de conocimiento integral para sus usuarios. Esta

documentación cubre una amplia gama de productos Pix4D, incluyendo Mapper, Matic, Cloud, Catch, Fields, React, Engine y Survey. Incluye guías de inicio, preguntas frecuentes, artículos de procedimientos y consejos para la resolución de problemas comunes.

- **Tutoriales y Materiales de Formación:** Pix4D proporciona una variedad de tutoriales en video que guían a los usuarios a través de los flujos de trabajo más importantes de sus soluciones de software. Además de estos tutoriales, también se ofrecen cursos y talleres de formación, con la opción de solicitar presupuestos para necesidades de formación específicas.

- **Canales de Soporte al Cliente:** los usuarios pueden ponerse en contacto con el soporte técnico de Pix4D a través de un formulario de solicitud disponible en su sitio web oficial. El soporte técnico se ofrece principalmente por correo electrónico, con tiempos de respuesta que varían según el plan de soporte específico que posea el usuario. Los planes de soporte premium pueden incluir opciones adicionales como el uso compartido de pantalla y tiempos de respuesta garantizados para problemas críticos.
- **Foro de la Comunidad:** Pix4D mantiene un foro de la comunidad en línea donde los usuarios pueden formular preguntas, compartir sus experiencias y encontrar soluciones a problemas planteados por otros usuarios de la plataforma. Este foro proporciona una plataforma valiosa para el soporte entre pares y el intercambio de conocimientos y mejores prácticas dentro de la comunidad de usuarios de Pix4D.

Comparación de los Planes de Soporte de Pix4D

Plan de Soporte	Características Incluidas	Usuario/Tipo de Proyecto Objetivo
Gratuito	Documentación en línea, tutoriales en video, acceso al foro de la comunidad	Usuarios en período de prueba
Estándar	Todo lo del plan gratuito, soporte por correo electrónico (tiempo de respuesta promedio de 24 horas)	Usuarios con licencias válidas
Premium	Todo lo del plan estándar, uso compartido de pantalla, tiempo de respuesta garantizado (hasta 1 hora), gestor de éxito dedicado	Proyectos críticos, empresas

Tabla 10. Comparación de los planes de soporte de Pix4D

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

Servicio y Soporte Técnico de Agisoft Metashape

- **Soporte de Agisoft Metashape**

Agisoft Metashape ofrece soporte técnico a través de tutoriales detallados, una sección de preguntas frecuentes (FAQ), una base de conocimiento exhaustiva y diversas opciones de contacto directo con su equipo de soporte. El soporte técnico se proporciona principalmente a través de correo electrónico. La

adquisición de una licencia de Metashape generalmente incluye 12 meses de soporte técnico por correo electrónico y el derecho a recibir actualizaciones gratuitas del software dentro de la misma versión principal.

El soporte de Agisoft Metashape se basa principalmente en la comunicación por correo electrónico, lo que sugiere que los usuarios deben estar preparados para posibles demoras en comparación con el soporte telefónico o por chat en línea. El equipo del proyecto debe planificar en consecuencia y asegurarse de que existe un proceso claro para documentar y enviar las solicitudes de soporte por correo electrónico. Comprender el canal de soporte principal ayuda a gestionar las expectativas sobre los tiempos de respuesta.

La inclusión de actualizaciones gratuitas y soporte técnico durante el primer año con la compra de una licencia resalta la importancia de mantener una licencia válida para acceder al soporte continuo y a las mejoras del software.

Tipos de Recursos de Soporte

- **Manuales y Documentación:** los manuales de usuario para Agisoft Metashape están disponibles para su descarga desde el sitio web oficial de Agisoft. Estos manuales proporcionan información detallada sobre las características y funcionalidades del software.
- **Tutoriales y Recursos de Aprendizaje:** Agisoft Metashape ofrece una amplia gama de tutoriales que cubren diversos aspectos del procesamiento fotogramétrico, incluyendo la generación de ortomosaicos, la creación de modelos 3D, las mediciones basadas en modelos de elevación digital (DEM) y el procesamiento de imágenes satelitales. Los tutoriales están disponibles en inglés y ruso, y algunos incluso proporcionan conjuntos de datos de muestra para que los usuarios puedan seguir los ejercicios prácticos. También se proporcionan consejos y trucos útiles para la adquisición y el procesamiento de imágenes.

- **Contacto de Soporte Técnico:** se puede contactar al soporte técnico de Agisoft Metashape a través de correo electrónico a la dirección info@agisoftmetashape.com o mediante un formulario de contacto disponible en su sitio web oficial. También se proporciona un número de teléfono gratuito y un contacto móvil, aunque el correo electrónico parece ser el canal de soporte principal.
- **Foros de la Comunidad:** Agisoft mantiene un foro de la comunidad en su sitio web donde los usuarios pueden discutir sobre el software, compartir sus experiencias y buscar ayuda de otros usuarios y del personal de Agisoft. El foro cubre una amplia gama de temas relacionados con Metashape y la fotogrametría en general.

Resumen de los Recursos de Soporte de Agisoft Metashape

Tipo de Recurso	Disponibilidad y Método de Acceso	Información Clave Cubierta	Casos de Uso Primarios Durante las Etapas del Proyecto
Manuales	Descargables desde el sitio web	Características del software, funcionalidades	Planificación, Procesamiento
Tutoriales	Sitio web , YouTube	Procesamiento de datos aéreos y terrestres, generación de	Planificación, Procesamiento

		modelos 3D, mediciones	
Soporte Técnico	Correo electrónico (info@agisoftmetashape.com), formulario de contacto	Resolución de problemas técnicos, consultas sobre el software	Operación, Procesamiento
Foros de la Comunidad	Sitio web	Discusiones sobre el software, intercambio de experiencias, búsqueda de ayuda	Planificación, Operación, Procesamiento

Tabla 11. Recursos de soporte de Agisoft Metashape

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

Utilización de los Servicios de Soporte en las Diferentes Etapas del Proyecto

- **Planificación y Preparación:** durante la fase de planificación, los manuales y la documentación proporcionados por DJI, Pix4D y Agisoft Metashape resultan cruciales para comprender las especificaciones técnicas, las limitaciones operativas y los requisitos de software de las herramientas seleccionadas para el proyecto. Los tutoriales disponibles

pueden ayudar al equipo a familiarizarse con las funcionalidades básicas y los flujos de trabajo esenciales, lo que a su vez informa las decisiones sobre la metodología del proyecto y la asignación de recursos necesarios. Los foros de la comunidad pueden ofrecer información valiosa sobre las mejores prácticas, los posibles desafíos que podrían surgir y consejos de usuarios experimentados en relación con la configuración del proyecto y las estrategias de adquisición de datos más efectivas.

- **Operación de Drones y Adquisición de Datos:** durante la operación de los drones, las guías de referencia rápida y los tutoriales específicos pueden ser de gran utilidad para la resolución de problemas que puedan surgir en el campo, como problemas de conectividad, fallas en los sensores o comportamientos inesperados del dron durante el vuelo. Las líneas de ayuda y el soporte en línea de DJI pueden proporcionar asistencia inmediata para problemas operativos críticos que no puedan resolverse utilizando los recursos de autoayuda disponibles. Los foros de usuarios pueden ofrecer soluciones o alternativas compartidas en tiempo real por otros pilotos que hayan encontrado problemas similares durante sus operaciones.
- **Procesamiento y Análisis de Datos:** durante el procesamiento de datos con Pix4D y Metashape, la documentación detallada y los tutoriales específicos son cruciales para comprender las características del software, las opciones de procesamiento disponibles y las herramientas de análisis que ofrecen. Los canales de soporte técnico de Pix4D y Agisoft Metashape pueden proporcionar asistencia con problemas complejos de procesamiento, errores de software o preguntas sobre funcionalidades específicas. Los foros de la comunidad pueden ofrecer información sobre parámetros de procesamiento óptimos, soluciones a desafíos comunes y discusiones sobre técnicas de análisis avanzadas.

4.4 Tipos de sensores

Cámaras RGB

Las cámaras RGB operan de manera similar a la visión humana, capturando imágenes dentro del espectro de luz visible, que abarca longitudes de onda de aproximadamente 400 a 700 nanómetros. Su principio fundamental reside en la captación de la intensidad de los tres colores primarios aditivos: rojo, verde y azul (RGB). La imagen final que percibimos se compone de una intrincada combinación de estos tres colores primarios en diversas intensidades.

El proceso de captura se realiza mediante sensores especializados que registran la cantidad de luz roja, verde y azul que incide sobre ellos. Cada punto en la imagen, conocido como píxel, adquiere su color a través de la mezcla específica de estas intensidades. Para lograr esta separación de colores en el sensor, se emplea un patrón de filtro de color, siendo el patrón Bayer uno de los más comunes. Este patrón dispone los filtros de color de tal manera que cada foto individual en el sensor solo mide la intensidad de un color primario. Posteriormente, un algoritmo de procesamiento llamado "demosaicing" se encarga de interpolar la información de los colores faltantes para cada píxel, utilizando los datos de los píxeles vecinos, lo que resulta en la creación de una imagen a todo color.

La dependencia inherente de las cámaras RGB del espectro visible impone una limitación fundamental: su eficacia se ve comprometida en condiciones de iluminación escasa o nula. A diferencia de las cámaras térmicas, que detectan la radiación infrarroja, o los sensores LIDAR, que emplean luz láser activa, las cámaras RGB requieren una fuente de luz visible para poder capturar imágenes de manera adecuada. En ausencia de luz suficiente, el sensor no puede registrar

la información necesaria, lo que conduce a imágenes oscuras o completamente inutilizables.

Además, la fidelidad en la reproducción del color que ofrecen las cámaras RGB puede verse influenciada por diversos factores, entre los que destacan el balance de blancos y el perfil de color seleccionado, como sRGB o Adobe RGB. El balance de blancos es un ajuste crucial que garantiza que los colores se perciban de forma natural bajo diferentes tipos de iluminación ambiental. Por otro lado, los perfiles de color definen la gama de colores que la cámara es capaz de capturar y cómo estos colores se interpretan y muestran en distintos dispositivos. La elección inadecuada de un perfil de color puede resultar en una representación cromática que no se ajuste a la realidad.

Aspectos Importantes:

- **Representación del Color:**

  las cámaras RGB tienen la capacidad de trabajar con diferentes espacios de color, siendo sRGB y Adobe RGB dos de los más relevantes. El espacio de color sRGB se considera el estándar para la visualización en la web y ofrece una buena consistencia en la mayoría de los dispositivos electrónicos. Por otro lado, Adobe RGB abarca una gama de colores más amplia, lo que lo hace especialmente útil en el ámbito de la impresión profesional. La gestión del color se erige como un aspecto crucial para asegurar que los colores capturados por la cámara se reproduzcan con precisión y consistencia en diversas pantallas y al momento de la impresión.

- **Formatos de Imagen:**

  Almacenar las imágenes capturadas por una cámara RGB implica la elección de un formato de archivo. Entre los formatos más comunes se

encuentran JPEG, que utiliza compresión con pérdida para reducir el tamaño del archivo a costa de cierta degradación en la calidad de la imagen, y RAW, que conserva todos los datos capturados por el sensor sin procesar, ofreciendo una mayor flexibilidad para la edición posterior.

- **Aplicaciones Comunes:**

  Las cámaras RGB encuentran aplicación en una vasta gama de campos. En **fotografía y videografía**, son la herramienta principal para la captura de imágenes fijas y en movimiento, tanto para fines personales como profesionales. En el ámbito de la **visión por computadora**, se utilizan en tareas complejas como la detección y el reconocimiento de objetos, la segmentación de imágenes, la estimación de la postura, el reconocimiento facial y la implementación de realidad aumentada. Las **cámaras RGB-D** representan una evolución, combinando la información de color con datos de profundidad, lo que las hace idóneas para aplicaciones tridimensionales. En el **mapeo aéreo**, las cámaras RGB se utilizan para generar ortofotos y modelos digitales del terreno (MDT), que son fundamentales en la agricultura, la topografía y la evaluación de daños. Los sistemas de **Reconocimiento Automático de Matrículas (ANPR)** emplean cámaras RGB-IR, capaces de capturar tanto el espectro visible como el infrarrojo, para detectar caracteres en placas de vehículos bajo diversas condiciones de iluminación, ofreciendo mayor durabilidad y precisión. La **inspección industrial** también se beneficia de las cámaras RGB para el control de calidad y la inspección visual en líneas de producción. En el sector del **retail**, las cámaras RGB-D se integran en probadores virtuales para superponer digitalmente prendas de vestir sobre la imagen en tiempo real de los clientes. Finalmente, en el campo de la **biometría**, las cámaras RGB-IR se utilizan para el reconocimiento facial en sistemas de seguridad.

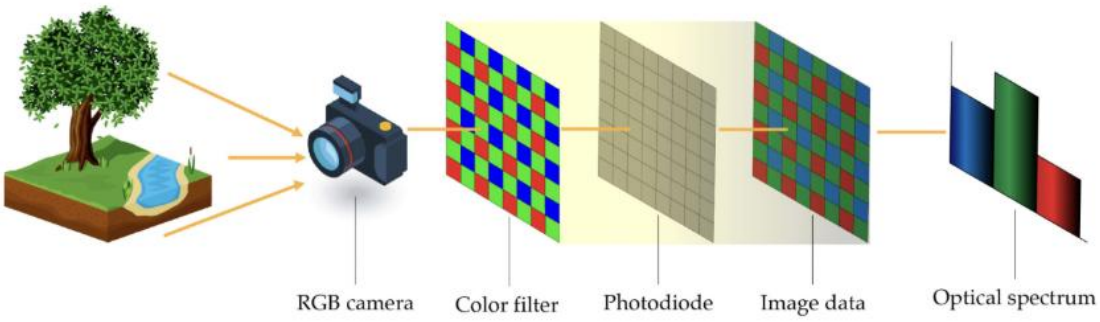


Imagen 35. Visión general del funcionamiento de las cámaras RGB

Fuente: https://www.ultralytics.com/es/blog/computer-vision-cameras-and-their-applications

La elección entre los espacios de color sRGB y Adobe RGB tiene un impacto directo en cómo se visualizan e imprimen las imágenes, especialmente en lo que respecta a la gama de colores que pueden representarse. sRGB es la opción más adecuada para la visualización en pantalla y el uso en la web, ya que la mayoría de los dispositivos están calibrados para este espacio de color. Adobe RGB, con su gama más amplia, es preferible para la impresión profesional, donde se exige una mayor precisión del color, sobre todo en los tonos verde y azul. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, si una imagen codificada en Adobe RGB se visualiza en un dispositivo que no es compatible con este espacio de color, los colores pueden aparecer desaturados o incorrectos.

Cabe destacar que las cámaras RGB pueden ser modificadas para capturar luz infrarroja cercana (NIR) mediante la eliminación del filtro de corte IR. Esta modificación las hace útiles para aplicaciones de teledetección de bajo costo, como la evaluación de la salud de la vegetación, aunque con un potencial más limitado en comparación con las cámaras multiespectrales dedicadas, que están diseñadas específicamente para capturar múltiples bandas espectrales estrechas.

Distancia Focal

La distancia focal de una lente es un parámetro fundamental en la fotografía y la videografía, que se define como la distancia óptica entre el centro de la lente y el punto donde los rayos de luz convergen para formar una imagen nítida del objeto cuando este se encuentra enfocado al infinito. Este valor se mide convencionalmente en milímetros (mm) y es una característica intrínseca de cada objetivo.

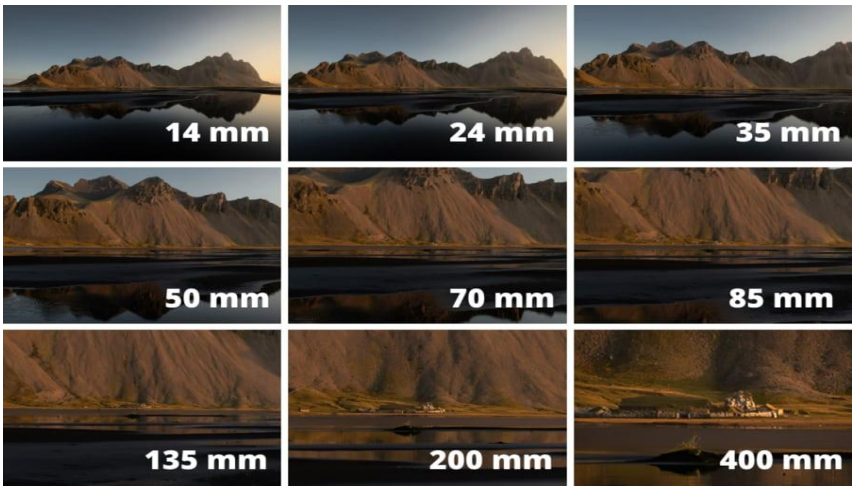


Imagen 36. Comparación de distancia focal en fotografías

Fuente: https://capturetheatlas.com/es/que-es-la-distancia-focal/

En el caso de los objetivos de distancia focal variable, comúnmente conocidos como lentes de zoom, la distancia focal puede ajustarse por el usuario dentro de un rango específico, como por ejemplo, 24-70 mm. Por otro lado, los objetivos de distancia focal fija, también llamados lentes prime, poseen un valor de distancia focal único e inalterable, como podría ser 50 mm. Es importante aclarar que la distancia focal no representa la distancia física entre la cámara y el sujeto que se está fotografiando. La distancia focal de un objetivo suele estar claramente indicada en el cuerpo del mismo, facilitando su identificación por el usuario.

Para comparar el ángulo de visión que ofrecen diferentes objetivos cuando se utilizan en cámaras con sensores de distintos tamaños, se recurre al concepto de distancia focal equivalente. Este concepto utiliza el formato de 35 mm como estándar de referencia. Dado que el tamaño del sensor influye directamente en el campo de visión capturado por una lente, la distancia focal equivalente se calcula multiplicando la distancia focal real del objetivo por un factor de recorte. Este factor varía según el tamaño del sensor de la cámara y permite a los fotógrafos tener una idea clara del ángulo de visión que obtendrían con un objetivo específico en relación con el formato de 35 mm.

Importancia:

- **Ángulo de Visión:**

  La distancia focal de un objetivo tiene una influencia directa en el ángulo de visión que la cámara es capaz de capturar. Una distancia focal más corta se traduce en un ángulo de visión más amplio, lo que permite incluir una mayor porción de la escena en la fotografía (característico de los objetivos gran angular). Por el contrario, una distancia focal más larga produce un ángulo de visión más estrecho, lo que tiene el efecto de ampliar los objetos que se encuentran a distancia (propio de los teleobjetivos). Los objetivos que poseen distancias focales medias, generalmente en el rango de 35 a 50 mm en formato completo, ofrecen un ángulo de visión que se asemeja mucho a la percepción del ojo humano.

- **Magnificación:**

  La distancia focal también determina la magnificación o el tamaño aparente de los objetos en la imagen. Las distancias focales más largas tienen la capacidad de hacer que los objetos que se encuentran lejos parezcan más grandes y cercanos. En contraposición, las distancias

focales más cortas tienden a disminuir el tamaño aparente de los objetos, pero a cambio permiten capturar una mayor extensión del entorno circundante.

- **Profundidad de Campo:**

  La profundidad de campo, que es la zona de la imagen que aparece enfocada, también se ve afectada por la distancia focal. Los objetivos con distancias focales más largas suelen producir una profundidad de campo más superficial, lo que significa que solo una pequeña parte de la imagen estará nítida, siendo ideal para aislar un sujeto del fondo. Por otro lado, las distancias focales más cortas tienden a generar una mayor profundidad de campo, donde una porción más extensa de la imagen, desde el primer plano hasta el fondo, se mantiene enfocada, siendo útil para la fotografía de paisajes donde se busca nitidez en toda la escena.

- **Perspectiva:**

  La distancia focal también juega un papel importante en la perspectiva de la imagen, influyendo en la relación de tamaño y la distancia aparente entre los objetos que se encuentran en el primer plano y aquellos que están en el fondo.

La elección de la distancia focal adecuada es fundamental para diferentes tipos de fotografía. Por ejemplo, en la fotografía de retratos, se suelen preferir focales medias a largas para minimizar la distorsión y lograr un fondo desenfocado que resalte al sujeto. En la fotografía de paisajes, las focales cortas a medias son más apropiadas para capturar la amplitud de la escena. Para la fotografía de deportes o vida silvestre, donde los sujetos suelen estar lejos, los teleobjetivos son la elección predilecta.

Es crucial comprender cómo el tamaño del sensor de la cámara influye en el ángulo de visión para una distancia focal determinada. Esta relación da origen al concepto de "factor de recorte" y a la necesidad de entender la "distancia focal equivalente". Un sensor más pequeño "recorta" la imagen que proyecta el objetivo, lo que resulta en un ángulo de visión más estrecho en comparación con un sensor más grande que utiliza la misma distancia focal. El factor de recorte cuantifica esta diferencia y ayuda a los fotógrafos a seleccionar la distancia focal correcta para obtener el ángulo de visión deseado en el tipo de cámara que estén utilizando.

Rango de Distancia Focal (mm)	**Tipo de Objetivo**	**Aplicaciones Comunes en Fotografía**	**Efecto en el Ángulo de Visión**
<20	Ojo de Pez/Gran Angular	Paisaje, Arquitectura, Interiores	Muy Amplio
24-35	Gran Angular	Paisaje, Arquitectura, Fotografía de Calle	Amplio
50	Estándar	Retrato, Fotografía de Calle, Documental	Normal
85-135	Tele Corto/Medio	Retrato, Moda, Eventos	Estrecho
>200	Tele Largo/Súper Tele	Deportes, Vida Silvestre, Naturaleza	Muy Estrecho

Tabla 12. Efecto en el ángulo de visión.

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya “Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil”

Cámaras Multiespectrales

Las cámaras multiespectrales representan una tecnología avanzada de captura de imágenes que va más allá de las capacidades de las cámaras RGB convencionales. Su funcionalidad principal radica en la capacidad de registrar imágenes en múltiples bandas del espectro electromagnético, abarcando tanto la porción visible como regiones invisibles para el ojo humano. Esto significa que, además de capturar los colores rojo, verde y azul que percibe el ojo humano, estas cámaras pueden registrar información en bandas espectrales como el infrarrojo cercano (NIR), el infrarrojo medio (MIR), el infrarrojo térmico (TIR) y el borde rojo (RedEdge).

La información capturada en cada una de estas bandas espectrales proporciona datos únicos y valiosos sobre las propiedades de los objetos o la superficie que se está observando. Si bien el número de bandas espectrales puede variar según el modelo y la aplicación, las cámaras multiespectrales suelen estar equipadas con entre 4 y 6 bandas espectrales, aunque existen sistemas más avanzados que pueden capturar un número mayor.

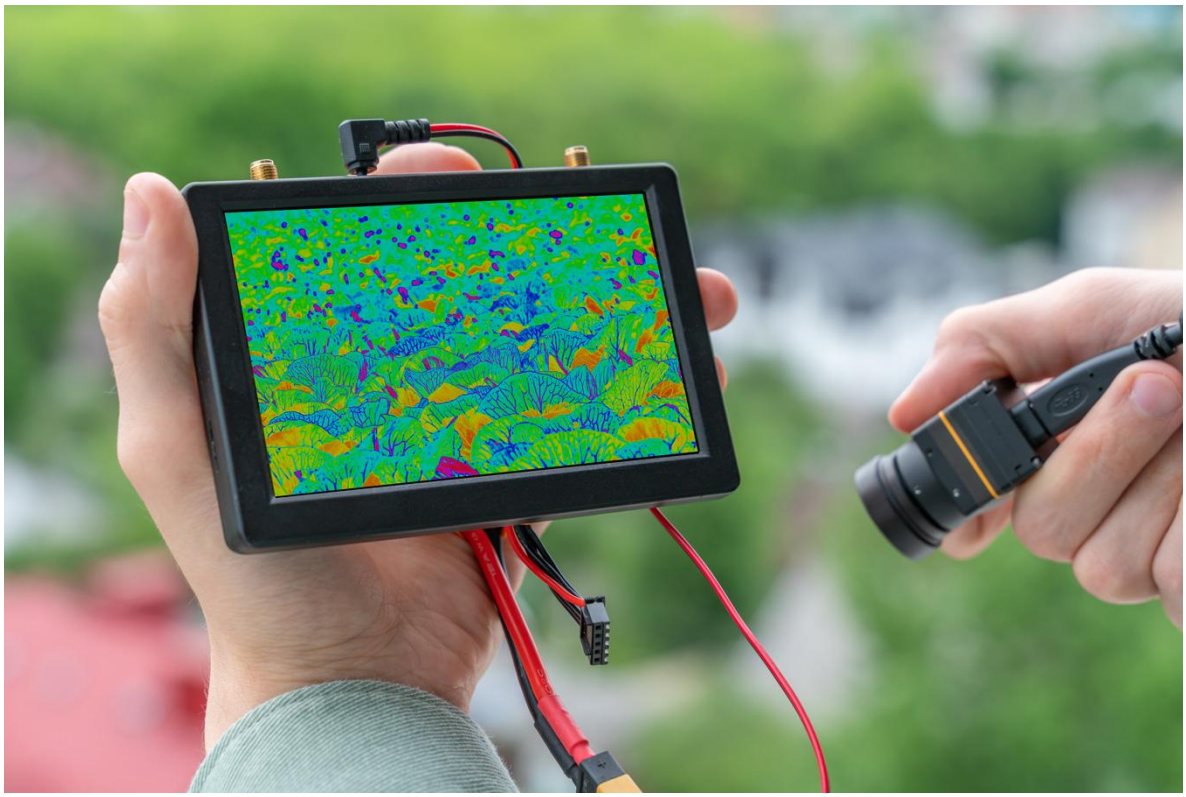


Imagen 37. Cámara multiespectral agrícola

Fuente: https://campodigital.es/la-importancia-de-las-camaras-multiespectrales-en-la-agricultura/

La principal ventaja de las cámaras multiespectrales radica en su capacidad para revelar características de los objetos o superficies que no son evidentes en las imágenes RGB convencionales. Al capturar información en bandas espectrales más allá del espectro visible, estas cámaras pueden detectar aspectos como la salud de la vegetación, la composición del suelo, la presencia de ciertos minerales o incluso la temperatura superficial, abriendo un amplio abanico de aplicaciones en diversos campos. Por ejemplo, la clorofila presente en las plantas tiene una alta reflectancia en la banda del infrarrojo cercano (NIR), lo que permite utilizar las cámaras multiespectrales para evaluar la salud y el vigor de la vegetación de una manera que no sería posible con una cámara RGB.

Aspectos Importantes:

- **Bandas Espectrales Típicas:** Las cámaras multiespectrales capturan información en varias bandas del espectro electromagnético, cada una con aplicaciones específicas. La banda **azul** es útil para obtener imágenes de la atmósfera y para el estudio de estructuras en aguas profundas. La banda **verde** proporciona información sobre la vegetación y también penetra en estructuras de aguas profundas. La banda **roja** es importante para la identificación de objetos creados por el ser humano. El **infrarrojo cercano (NIR)** es altamente sensible a la biomasa y al estado de salud de la vegetación. La banda del **borde rojo (RedEdge)** ofrece información adicional sobre la salud de la vegetación, siendo especialmente útil para la detección temprana de estrés en las plantas. El **infrarrojo medio (MIR)** es valioso para evaluar la humedad del suelo y la presencia de incendios. Finalmente, el **infrarrojo térmico (TIR) o infrarrojo de onda larga (LWIR)** detecta la radiación térmica emitida por los objetos, lo que permite la medición de la temperatura superficial.
- **Aplicaciones:** Las cámaras multiespectrales tienen una amplia gama de aplicaciones en diversos sectores. En la **agricultura de precisión**, se utilizan para el monitoreo de la salud de los cultivos, la detección de estrés hídrico y nutricional, la identificación de plagas y enfermedades, la optimización del riego y la fertilización, y la estimación del rendimiento de las cosechas. En el **monitoreo ambiental**, se emplean para la detección de contaminación, el control de la deforestación, la gestión de incendios forestales, el análisis de la calidad del agua y el estudio de la vegetación y la biomasa. También son útiles en **seguridad y vigilancia** para la detección de intrusos, la vigilancia perimetral, la búsqueda y el rescate, y la detección de incendios. En la **inspección industrial**, permiten la detección de sobrecalentamiento en equipos eléctricos y mecánicos, la identificación de fugas de calor y el control de calidad. En **geología y**

arqueología, se utilizan para el análisis de la composición del terreno y la detección de yacimientos enterrados. Finalmente, en **medicina y veterinaria**, encuentran aplicaciones en el diagnóstico de enfermedades, el monitoreo de la circulación sanguínea y la detección de inflamaciones y lesiones.

La distinción fundamental entre las cámaras multiespectrales e hiperespectrales radica en la cantidad y el ancho de las bandas espectrales que son capaces de capturar. Las cámaras hiperespectrales registran cientos de bandas espectrales muy estrechas, lo que proporciona una información espectral extremadamente detallada, pero a costa de una mayor complejidad en el procesamiento de los datos. Por otro lado, las cámaras multiespectrales capturan un número menor de bandas, pero estas son más amplias, lo que simplifica y acelera el análisis de los datos, siendo una opción más rentable y eficiente para muchas aplicaciones donde no se requiere un nivel de detalle espectral tan exhaustivo.

Para asegurar la precisión de las mediciones de reflectancia, las cámaras multiespectrales a menudo requieren un proceso de calibración radiométrica. Esta calibración permite comparar datos obtenidos en diferentes momentos y con distintos sensores, lo que es crucial para aplicaciones como la agricultura de precisión y el monitoreo ambiental, donde el seguimiento de cambios a lo largo del tiempo es esencial.

Banda Espectral	Rango de Longitud de Onda (aproximado)	Aplicaciones Típicas
Azul	450-495 nm	Atmósfera, estructuras de aguas profundas
Verde	520-560 nm	Vegetación, estructuras de aguas profundas
Rojo	630-680 nm	Objetos creados por el hombre
Infrarrojo Cercano (NIR)	760-900 nm	Salud de la vegetación, biomasa
Borde Rojo (RedEdge)	690-730 nm	Estrés en la vegetación
Infrarrojo Medio (MIR)	1.5-3.0 µm	Humedad del suelo, incendios
Infrarrojo Térmico (TIR)	8-14 µm	Medición de temperatura superficial, detección de calor

Tabla 13. Aplicaciones típicas.

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

Cámaras Térmicas

Las cámaras térmicas operan bajo el principio de detección de la radiación infrarroja que emiten todos los objetos con una temperatura superior al cero absoluto. Esta radiación, que se manifiesta en forma de calor, es invisible para el

ojo humano, pero puede ser captada y medida por estos dispositivos especializados. La cámara convierte esta radiación en una imagen visible, denominada termograma, donde los diferentes niveles de temperatura se representan mediante una paleta de colores asignada. Un principio fundamental en el funcionamiento de estas cámaras es que la cantidad de radiación infrarroja que emite un objeto está directamente relacionada con su temperatura: a mayor temperatura, mayor es la radiación emitida.

Una de las ventajas distintivas de las cámaras térmicas, en comparación con las cámaras RGB, es su capacidad para operar independientemente de la presencia de luz visible. Esto les permite funcionar eficazmente en la oscuridad total, en entornos con humo o niebla, o incluso durante el día, ya que la detección se basa en las firmas térmicas de los objetos y no en la luz reflejada. Esta independencia de la luz visible las convierte en herramientas invaluables en situaciones donde la visibilidad es limitada o inexistente.

Imagen 38. Cámara termográfica Flir T1020

Fuente: https://www.flir.es/products/t1020/

Aspectos Importantes:

- **Principio de Funcionamiento:** El corazón de una cámara térmica reside en sus sensores, que pueden ser microbolómetros o detectores refrigerados, encargados de captar la radiación infrarroja emitida por los objetos. La lente de la cámara, fabricada generalmente de germanio debido a su transparencia en el espectro infrarrojo, tiene la función de enfocar esta radiación sobre el sensor. Una vez que la radiación infrarroja incide en el sensor, este la convierte en una señal eléctrica. Esta señal es posteriormente procesada por la electrónica de la cámara para generar una imagen térmica que representa la distribución de temperaturas del objeto o la escena observada. Es importante destacar que existen dos tipos principales de cámaras térmicas: las refrigeradas, que ofrecen una mayor sensibilidad, pero son más costosas y requieren un tiempo para alcanzar su temperatura óptima de funcionamiento, y las no refrigeradas, que son más económicas y portátiles, aunque con una sensibilidad ligeramente menor.
- **Espectro Infrarrojo:** Las cámaras térmicas operan en la región del infrarrojo térmico del espectro electromagnético, que típicamente se encuentra entre 3 y 14 micrómetros. Dentro de este amplio rango, se distinguen sub-bandas como el infrarrojo de onda larga (LWIR, 8-14 µm) y el infrarrojo de onda media (MWIR, 3-5 µm), cada una con características y aplicaciones específicas.
- **Aplicaciones:** Las cámaras térmicas se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones. En el **mantenimiento industrial**, son herramientas esenciales para la detección de sobrecalentamiento en equipos eléctricos y mecánicos, la identificación de fallas en el aislamiento, y la inspección de tuberías y sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC). En el ámbito de la **seguridad y vigilancia**, permiten la detección de personas y animales en condiciones de oscuridad, la vigilancia

perimetral y las operaciones de búsqueda y rescate. En **medicina y veterinaria**, se utilizan para el diagnóstico médico, la detección de fiebre, el análisis de la circulación sanguínea y la detección de inflamaciones y lesiones en animales. En la **construcción**, son útiles para la detección de fugas de calor y problemas de aislamiento en edificios. Algunas cámaras térmicas especializadas también se utilizan para la **detección de fugas de gases** invisibles al ojo humano.

La calidad de las imágenes térmicas y la precisión de las mediciones de temperatura dependen en gran medida de la resolución de la cámara (el número de píxeles que componen el sensor) y de su sensibilidad térmica, que es la capacidad para detectar pequeñas diferencias de temperatura. Una mayor resolución permite obtener imágenes más detalladas, mientras que una mayor sensibilidad térmica posibilita la detección de cambios de temperatura más sutiles.

Finalmente, es importante tener en cuenta que la emisividad de la superficie de un objeto, es decir, su capacidad para emitir radiación infrarroja, puede afectar la precisión de las mediciones de temperatura realizadas con cámaras térmicas. Diferentes materiales presentan diferentes niveles de emisividad, y es crucial considerar este factor al interpretar las imágenes térmicas y realizar mediciones precisas.

Característica	Detectores Refrigerados	Detectores No Refrigerados
Sensibilidad	Muy alta (detecta pequeñas diferencias de temperatura)	Moderada (suficiente para muchas aplicaciones)
Costo	Mayor	Menor

Tamaño	Generalmente más grandes	Más pequeños y portátiles
Tiempo de Enfriamiento	Requiere tiempo para enfriar el detector	No requiere enfriamiento
Consumo de Energía	Mayor	Menor

Tabla 14. Detectores no refrigerados.

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

Sensores LIDAR

LIDAR, acrónimo de Light Detection and Ranging, es una tecnología de teledetección activa que emplea pulsos de luz láser para medir distancias con alta precisión y generar mapas tridimensionales detallados del entorno. El principio de funcionamiento se basa en la medición del tiempo que tarda un pulso de luz láser en viajar desde el sensor hasta un objeto o superficie, reflejarse y regresar al sensor. Este lapso de tiempo, conocido como tiempo de vuelo, se utiliza para calcular la distancia entre el sensor y el punto de impacto del láser. Al repetir este proceso millones de veces por segundo, los sensores LIDAR generan una densa nube de puntos tridimensional que representa con gran detalle la forma y las características de la superficie del entorno escaneado. Para obtener mediciones precisas, los sistemas LIDAR suelen integrar un escáner láser para dirigir los pulsos, un receptor para detectar la luz reflejada, un sistema de

posicionamiento global (GPS) y una unidad de medición inercial (IMU) que proporciona información sobre la orientación del sensor.

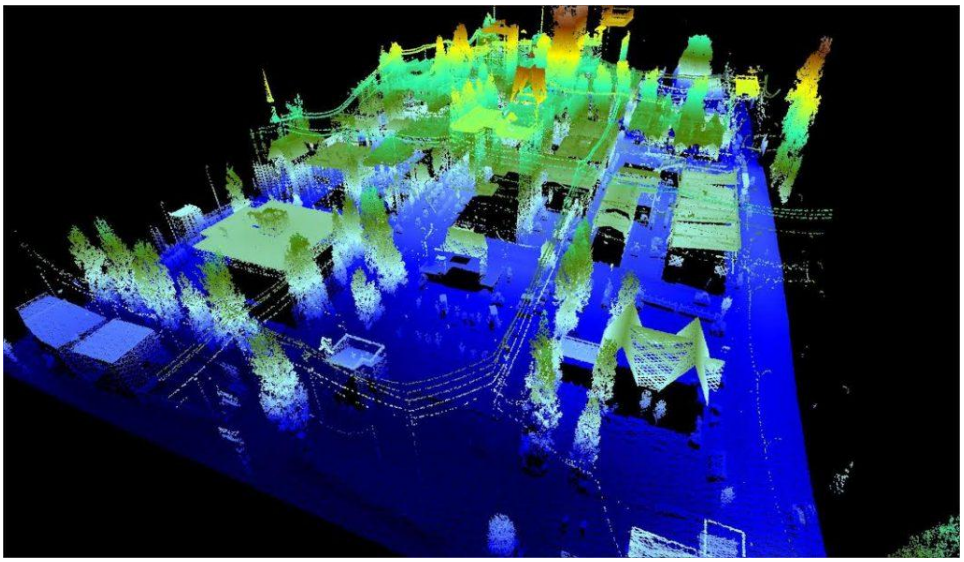


Imagen 39. Ejemplo de funcionamiento de sensor LIDAR

Fuente: https://erc-bpgc.github.io/handbook/electronics/Sensors/lidar/

Una característica distintiva de la tecnología LIDAR es su naturaleza activa. A diferencia de los sensores pasivos que dependen de la luz solar u otras fuentes de iluminación externas, los sensores LIDAR emiten su propia fuente de luz en forma de láser. Esta capacidad les permite operar de manera efectiva tanto de día como de noche y en diversas condiciones climáticas, aunque la presencia de lluvia o nieve densa puede afectar la calidad de los datos obtenidos. Al controlar las propiedades de la luz láser emitida, como la longitud de onda y la intensidad, los sensores LIDAR pueden obtener mediciones precisas de distancia y reflectividad, incluso en entornos donde la luz ambiental es limitada o desfavorable para otros tipos de sensores.

Aspectos Importantes:

- **Principio de Funcionamiento:** El proceso de detección con LIDAR comienza con la emisión de pulsos de luz láser hacia el entorno circundante mediante un escáner láser. Estos pulsos viajan a la velocidad de la luz y, al impactar con objetos o superficies, una parte de la luz se refleja de vuelta al sensor. El sensor mide con precisión el tiempo transcurrido entre la emisión del pulso y la recepción de la señal reflejada, lo que se conoce como tiempo de vuelo. Utilizando la velocidad constante de la luz, el sistema calcula la distancia a cada punto de la superficie con la que interactuó el láser. La acumulación de estas mediciones de distancia desde diferentes ángulos genera una nube de puntos tridimensional que representa el entorno escaneado con gran detalle.
- **Tipos de LIDAR:** Los sensores LIDAR se pueden clasificar en función de su plataforma de uso. El **LIDAR aerotransportado** se monta en aeronaves como aviones, helicópteros o drones para realizar el mapeo de grandes extensiones de terreno desde el aire. Dentro de esta categoría, se distingue entre el LIDAR topográfico, que utiliza un láser en el infrarrojo cercano para mapear la superficie terrestre y las estructuras, y el LIDAR batimétrico, que emplea un láser verde capaz de penetrar el agua para mapear el fondo marino y los lechos de ríos. El **LIDAR terrestre** se utiliza para escanear objetos o entornos con un alto nivel de detalle desde una ubicación en tierra. Estos sistemas pueden ser estacionarios, montados en trípodes, o móviles, integrados en vehículos para la captura de datos en movimiento. Finalmente, el **LIDAR acuático** utiliza láseres con la capacidad de penetrar el agua para realizar el mapeo de profundidades y elevaciones submarinas, siendo fundamental para la batimetría y el estudio de los fondos marinos.
- **Aplicaciones:** La versatilidad de los sensores LIDAR ha llevado a su adopción en una amplia gama de aplicaciones. En el sector de los

vehículos autónomos, son un componente clave para la percepción del entorno, la detección de obstáculos y la navegación segura. En **topografía y cartografía**, se utilizan para la creación de modelos digitales del terreno (MDT) y de superficie (MDS) de alta precisión, así como para levantamientos topográficos y el mapeo de costas y lechos marinos. La **agricultura de precisión** se beneficia del LIDAR para el monitoreo de cultivos, el análisis de la salud de la vegetación, la estimación de la biomasa y el mapeo de la topografía agrícola. En **silvicultura**, se emplea para el inventario forestal, la medición de la altura y densidad de los árboles y el mapeo de la estructura forestal. El LIDAR también es fundamental en **construcción e ingeniería civil** para el modelado 3D de edificios e infraestructuras, el control de calidad de la construcción y la cubicación de materiales. En **arqueología y patrimonio**, se utiliza para el descubrimiento y mapeo de sitios arqueológicos, así como para la creación de modelos 3D de artefactos y estructuras históricas. El sector de la **minería** emplea LIDAR para levantamientos topográficos de minas y canteras y para el cálculo de volúmenes de material extraído. También se utiliza en aplicaciones de **seguridad** para la vigilancia perimetral y la detección de intrusos. Finalmente, en la **medición atmosférica**, el LIDAR se utiliza para determinar la velocidad del viento y para el estudio de aerosoles y otros componentes de la atmósfera.

Los datos brutos obtenidos por los sensores LIDAR se someten a un proceso de post-procesamiento para generar productos útiles. Esto incluye la creación de modelos digitales de elevación (DEM), modelos digitales del terreno (DTM) y nubes de puntos clasificadas, donde cada punto se etiqueta según el tipo de objeto que representa (por ejemplo, suelo, vegetación, edificios). Estos productos son fundamentales para su integración y análisis en sistemas de información geográfica (SIG), permitiendo la visualización y la extracción de información valiosa para una amplia variedad de aplicaciones.

Tipo de LIDAR	Plataforma de Uso	Aplicaciones Principales
Aerotransportado	Avión, Helicóptero, Dron	Mapeo de grandes áreas, Topografía, Batimetría
Terrestre	Trípode, Vehículo	Inspección detallada, Modelado 3D, Escaneo de interiores
Acuático	Barco	Batimetría, Mapeo del fondo marino y lechos de ríos

Tabla 15. Aplicaciones principales del tipo de LIDAR

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Ing. W. Amaya Zelaya "Presentación GPS aplicado a Proyectos de Ingeniería Civil"

4.5 Factores claves para la preparación de vuelo

Una buena planificación es fundamental para la ejecución exitosa y segura de levantamientos fotogramétricos con drones, especialmente cuando el objetivo es la elaboración de cartografía catastral de alta precisión vinculada a un Sistema de Información Geográfica (SIG). Una preparación inadecuada puede comprometer la exactitud de los datos.

La **definición precisa del polígono de la zona a volar** es el primer paso. Para la elaboración de cartografía catastral de alta precisión, es esencial delimitar con exactitud el área de interés en la que se realizará el levantamiento fotogramétrico. Esta delimitación permite planificar la ruta de vuelo óptima, calcular la cantidad de imágenes necesarias para cubrir la zona con el solapamiento requerido y estimar la duración del vuelo. Herramientas como Google Earth pueden utilizarse

para dibujar el polígono, que luego se importa al software de planificación de vuelo. Es crucial verificar las regulaciones del espacio aéreo para asegurar que el vuelo se realice dentro de las zonas permitidas y obtener las autorizaciones necesarias si se requiere operar en áreas restringidas. Aplicaciones como AirMap o Enaire Drones son útiles para esta verificación. La precisión en la definición del polígono de vuelo influye directamente en la calidad y exactitud de la cartografía catastral final, asegurando que se cubra toda el área de interés y se eviten omisiones o datos innecesarios fuera de la zona de estudio.

El **tipo de vuelo** seleccionado debe ser el adecuado para la fotogrametría catastral. Para este propósito, los **vuelos autónomos de mapeo** son los más comunes y eficientes. Estos vuelos implican la planificación de una ruta predefinida sobre el polígono de interés, generalmente siguiendo un patrón de cuadrícula o líneas paralelas con solapamiento entre las pasadas y las imágenes. El software de planificación de vuelo permite definir parámetros como la dirección de las líneas de vuelo (idealmente perpendicular a la dirección del viento y siguiendo las curvas de nivel si hay cambios de elevación significativos), la velocidad de vuelo, el solapamiento frontal y lateral de las imágenes (generalmente se recomienda un solapamiento frontal del 75-85% y lateral del 60-70% para garantizar una reconstrucción 3D precisa), y la configuración de la cámara para la captura de imágenes en intervalos regulares o por distancia recorrida. Para levantamientos catastrales, la precisión es primordial, por lo que se debe asegurar una planificación que permita obtener imágenes con la resolución y el solapamiento necesarios para generar ortomosaicos y modelos digitales del terreno (MDT) de alta calidad.

La **altura de vuelo** es un factor determinante para la precisión del levantamiento fotogramétrico catastral. La altura influye directamente en la **Resolución Espacial del Terreno (GSD)**, que define el tamaño del píxel en el terreno. Para cartografía catastral de alta precisión, se requiere un GSD pequeño, lo que

implica volar a menor altitud. La fórmula para calcular la GSD involucra el ancho del sensor de la cámara, la altura de vuelo, la distancia focal del objetivo y el ancho de la imagen en píxeles. Existen calculadoras de GSD y software de planificación que facilitan esta tarea. Volar a una altitud constante sobre el terreno (siguiendo el terreno) es recomendable para mantener un GSD uniforme en áreas con variaciones de elevación.

Además de estos factores, hay otros aspectos importantes a considerar en la preparación de un vuelo fotogramétrico catastral:

- **Puntos de Control Terrestre (GCPs):** Para lograr una georreferenciación precisa de la cartografía catastral, es crucial la utilización de GCPs, que son puntos claramente identificables en el terreno con coordenadas conocidas obtenidas mediante equipos GNSS de alta precisión. Estos puntos se distribuyen estratégicamente dentro y alrededor del área de vuelo y se utilizan durante el procesamiento fotogramétrico para referenciar geográficamente las imágenes y los productos derivados.
- **Solapamiento de Imágenes:** Asegurar un solapamiento adecuado entre las imágenes consecutivas (tanto frontal como lateral) es esencial para la correcta reconstrucción geométrica del terreno y la generación de ortomosaicos precisos.
- **Configuración de la Cámara:** Ajustar correctamente los parámetros de la cámara, como la apertura, la velocidad de obturación y el ISO, es importante para obtener imágenes de calidad con la nitidez y la exposición adecuadas. En condiciones de luz brillante, se pueden utilizar filtros ND para evitar la sobreexposición y mantener una velocidad de obturación adecuada para evitar el desenfoque por movimiento.
- **Condiciones Meteorológicas:** Verificar las condiciones meteorológicas, especialmente la velocidad y dirección del viento, la presencia de lluvia o

niebla, y la visibilidad, es crucial para garantizar un vuelo seguro y la obtención de datos de calidad.

- **Verificación del Dron y la Batería:** Realizar una inspección pre-vuelo exhaustiva del dron, incluyendo la verificación de las hélices, la batería (que debe estar completamente cargada), y la calibración de los sensores (brújula, IMU, GPS) es fundamental para la seguridad y la precisión del vuelo.
- **Uso de PPK/RTK:** La utilización de sistemas de posicionamiento cinemático post-procesado (PPK) o cinemático en tiempo real (RTK) en el dron permite obtener una georreferenciación de las imágenes más precisa, reduciendo o eliminando la necesidad de un gran número de GCPs.
- **Software de Procesamiento:** Seleccionar el software de procesamiento fotogramétrico adecuado (como Pix4D o Metashape, mencionados en tu consulta inicial) y comprender su flujo de trabajo es esencial para generar los productos cartográficos finales a partir de las imágenes capturadas.

4.6 Resolución espacial

Uno de los conceptos fundamentales para entender la calidad de los datos capturados es la resolución espacial, la cual se refiere al nivel de detalle que puede observarse en una imagen. Esta resolución está determinada por el Ground Sampling Distance (GSD), que en español significa Distancia de Muestreo en el Terreno.

El GSD indica el tamaño real en el terreno que representa cada píxel de la imagen. Por ejemplo, un GSD de 5 cm significa que cada píxel equivale a un área de 5 cm x 5 cm en el suelo. Cuanto menor es el GSD, mayor es el nivel de detalle

que se puede capturar; por el contrario, un GSD mayor implica menos detalle, pero permite cubrir superficies más amplias en menor tiempo.

Factores que influyen en el GSD

1. Altura de vuelo del dron:

- A mayor altura, el campo de visión de la cámara es más amplio, pero el GSD aumenta (menos detalle).
- A menor altura, se obtiene un GSD menor (más detalle), pero se reduce la cobertura por vuelo.

2. Resolución de la cámara:

- Cámaras con mayor cantidad de megapíxeles permiten mantener un GSD pequeño incluso volando a mayor altura.
- La calidad del sensor, el tamaño de los píxeles y la óptica también influyen en la precisión del GSD.

3. Longitud focal del lente:

- Lentes con mayor longitud focal permiten captar detalles más finos desde mayor altura.
- La elección del lente debe armonizar con la altura y resolución del sensor.

Importancia del GSD en proyectos fotogramétricos

- Un GSD adecuado garantiza que los productos cartográficos (como ortomosaicos, modelos digitales de elevación, etc.) tengan la precisión requerida según los objetivos del proyecto.
- Por ejemplo, en estudios topográficos o levantamientos catastrales se requiere un GSD pequeño para asegurar una alta precisión; en cambio, en monitoreos agrícolas extensivos puede aceptarse un GSD mayor.

- Un GSD mal definido puede comprometer la utilidad del modelo generado, por lo tanto debe planificarse cuidadosamente.

Aspectos clave a considerar

- **Equilibrio entre detalle y cobertura**: No siempre es necesario el GSD más bajo posible, ya que esto implica más vuelos, mayor tiempo de procesamiento y almacenamiento.
- **Condiciones del entorno**: Terrenos con mucha vegetación, pendientes o sombras requieren considerar el GSD y el ángulo de toma para evitar errores.
- **Objetivo del levantamiento**: La finalidad del trabajo determinará si se prioriza el detalle (GSD bajo) o la eficiencia (GSD alto).

4.7 Traslapes

Los traslapes son fundamentales para asegurar que las imágenes captadas por el dron puedan procesarse correctamente para generar productos como ortomosaicos, nubes de puntos o modelos digitales del terreno. Los traslapes permiten que las imágenes tengan zonas comunes entre sí, lo cual es indispensable para la reconstrucción tridimensional del terreno mediante el uso de software fotogramétrico.

Existen **dos tipos principales de traslape**:

- **Traslape Longitudinal (Forward Overlap):**

Es el solapamiento entre imágenes consecutivas en la misma línea de vuelo.

- **Traslape Transversal (Side Overlap):**

Es el solapamiento entre imágenes capturadas en líneas de vuelo adyacentes.

Recomendaciones de Traslape según el tipo de terreno

1. Casos generales (terrenos abiertos y sin mucha complejidad):
    - 75% de traslape longitudinal
    - 60% de traslape transversal
2. Bosques, vegetación densa o terrenos con textura repetitiva (alta complejidad):
    - 85% de traslape longitudinal
    - 70% de traslape transversal. Esto ayuda a compensar la falta de puntos de referencia únicos debido a la homogeneidad del terreno (por ejemplo, copas de árboles).
3. Corredores (vías, tuberías, ríos u otros elementos lineales):
    - 85% de traslape longitudinal para garantizar continuidad en estructuras largas y estrechas.
    - 60% de traslape transversal (cuando se usa vuelo cruzado) para mejorar la cobertura y detalle del corredor.

Importancia de mantener un buen traslape

- Garantiza la calidad del modelo tridimensional generado por el software de procesamiento.
- Mejora la precisión geométrica de los productos obtenidos (ortofotos, modelos de elevación).
- Facilita la detección de puntos homólogos (zonas comunes entre imágenes), esenciales para la triangulación fotogramétrica.
- Reduce errores de procesamiento, huecos en el modelo o deformaciones visuales.

Aspectos a considerar

- Tipo de terreno y condiciones del entorno: Terrenos con texturas repetitivas o mucha vegetación requieren mayor traslape.
- Condiciones de luz y clima: En días nublados o con sombras marcadas, aumentar el traslape puede mejorar la captación de detalles.
- Capacidad de procesamiento: Mayor traslape genera más imágenes, lo que exige más espacio de almacenamiento y capacidad de cómputo.
- Velocidad del dron y velocidad de disparo de la cámara: Deben estar bien sincronizados para no perder imágenes entre tomas.

Precauciones a tomar en cuenta

Para garantizar un levantamiento exitoso y seguro, es fundamental tomar en cuenta una serie de precauciones antes y durante el vuelo del dron. Estas ayudan a minimizar riesgos técnicos y operativos, y aseguran la calidad de los datos recolectados.

- **Identificar los obstáculos en el terreno**

Antes de planificar el vuelo, es necesario reconocer cualquier tipo de obstáculo en la zona: árboles, postes, cables eléctricos, edificaciones, torres, etc. Esto permitirá evitar colisiones, definir mejor las rutas de vuelo, y ajustar la altura mínima de seguridad para garantizar que el dron no se estrelle durante su recorrido.

- **Definir correctamente la altura de vuelo**

La altura de vuelo afecta directamente el GSD, el traslape y la cobertura del levantamiento. Es crucial establecer una altura que brinde el nivel de detalle requerido y al mismo tiempo permita un vuelo seguro por encima de los

obstáculos. También se debe considerar la normativa aérea local respecto a altitudes permitidas.

- **Asegurarse que el tiempo de vuelo no exceda la capacidad de las baterías**

Cada batería tiene una duración limitada, que varía según el dron, el peso transportado, las condiciones ambientales y el plan de vuelo. Antes de iniciar, se debe calcular si la ruta puede completarse con una sola batería o si será necesario realizar vuelos múltiples. Ignorar esto puede resultar en pérdida o caída del dron.

- **Las baterías deben estar cargadas al 100%**

Nunca se debe iniciar un vuelo con baterías parcialmente descargadas, ya que esto compromete la autonomía del dron. Además, baterías completamente cargadas garantizan un mayor margen de seguridad en caso de que surja una emergencia durante el vuelo.

- **Ubicar que el lugar de despegue y aterrizaje esté despejado**

El punto de despegue y aterrizaje debe estar libre de obstáculos físicos (ramas, piedras, personas, cables, etc.) y debe ser lo suficientemente plano y amplio. Esto evita accidentes durante las fases más delicadas del vuelo. También conviene marcar el área o delimitarla si hay personas cerca.

- **Situarse en un lugar en el cual se tenga visual con el dron**

El operador debe mantener siempre **línea de vista directa (VLOS)** con el dron, tal como lo indican la mayoría de las regulaciones aeronáuticas. Esto permite reaccionar rápidamente ante cualquier comportamiento anómalo del equipo, cambios en el entorno o riesgo de colisión.

- **No exceder el rango de la telemetría**

Los drones tienen un rango limitado de comunicación con el control remoto. Si este rango se excede, se puede perder señal de control y video, lo cual representa un alto riesgo para la operación. Por eso es vital conocer el alcance del equipo y planificar vuelos dentro de esos límites, considerando también posibles interferencias.

- **Volar con un cielo despejado**

Las condiciones climáticas influyen significativamente en la calidad del vuelo y de las imágenes. Es recomendable volar en días soleados o con nubosidad ligera, evitando lluvia, vientos fuertes, neblina o poca visibilidad. Un cielo despejado mejora la iluminación, reduce sombras duras y facilita la fotointerpretación.

4.8 Precisiones

Es importante distinguir entre dos tipos principales de precisión (aunque a menudo se usa el término "precisión" de forma general para referirse a la "exactitud"):

1. **Precisión Relativa (o Exactitud Relativa):**
    - Se refiere a la exactitud de las mediciones *dentro* del propio modelo 3D generado, independientemente de su posición en el mundo real. Mide cuán correctas son las distancias, ángulos, formas y volúmenes de los objetos *entre sí* dentro del modelo reconstruido.
    - **Factores Clave:** Depende principalmente de la calidad de las imágenes (nitidez, sin distorsiones), el solapamiento (overlap) entre imágenes (lateral y frontal), la geometría de la red de cámaras

(cómo se tomaron las fotos), la calidad de la calibración de la cámara y el algoritmo de procesamiento utilizado.

- Se puede lograr una alta precisión relativa incluso sin GCPs, siempre que la adquisición de datos y el procesamiento sean de alta calidad.
- **Utilidad:** Es suficiente para aplicaciones donde las mediciones internas son lo principal (ej. cálculo de volúmenes de acopios si no se necesita su posición exacta, inspección visual de estructuras, modelado 3D para visualización).

2. **Precisión Absoluta (o Exactitud Absoluta):**
   - Se refiere a qué tan cerca están las coordenadas (X, Y, Z o Lat, Lon, Alt) de cualquier punto del modelo 3D de sus coordenadas *verdaderas* en un sistema de referencia geodésico o topográfico específico (ej. WGS84, SIRGAS, o un sistema local).
   - **Factores Clave:** Depende de *todos* los factores que afectan la precisión relativa, *más* la calidad, cantidad y distribución de los Puntos de Control Terrestre (GCPs) utilizados, o la precisión del sistema GNSS a bordo del dron (si es RTK/PPK). Los GCPs actúan como "anclas" que fijan el modelo al mundo real.
   - Requiere obligatoriamente el uso de GCPs medidos con alta precisión (ej. con GNSS RTK/Estático) o el uso de drones con tecnología GNSS de alta precisión (RTK/PPK) y, a menudo, al menos unos pocos GCPs/Checkpoints para validación.
   - **Utilidad:** Es *esencial* para aplicaciones topográficas, cartográficas, de ingeniería civil, catastro, etc., donde la posición geográfica exacta de los elementos es fundamental (ej. encaje con planos de diseño, delimitación de parcelas, mediciones para construcción).

Resolución Espacial (GSD - Ground Sample Distance):

- **Definición:** El GSD representa la distancia real en el terreno que cubre un solo píxel de la imagen capturada por el dron. Se mide generalmente en centímetros por píxel (cm/px).
- **Cálculo:** Depende de la altura de vuelo, la distancia focal de la cámara y el tamaño del sensor/píxel de la cámara. A menor altura de vuelo (manteniendo lo demás constante), menor GSD y mayor detalle en la imagen.
- **Importancia:** El GSD es un indicador fundamental de la *máxima resolución espacial* del levantamiento y establece un límite teórico a la precisión alcanzable. No se puede esperar una precisión de 1 cm si el GSD es de 5 cm, ya que los detalles más pequeños que 5 cm no serán resueltos en la imagen.

Relación entre GSD y Precisión Esperada:

La regla general mencionada ("aproximadamente 3x GSD") es una guía útil pero simplificada. Una forma más detallada de verlo es:

- **Precisión Horizontal (X, Y):** En un proyecto bien ejecutado (buenas imágenes, buen solapamiento, buena geometría, GCPs bien distribuidos y medidos), se puede esperar una precisión absoluta horizontal de 1 a 3 veces el GSD. Por ejemplo, con un GSD de 2 cm, se podría esperar una precisión horizontal en el rango de 2 a 6 cm (RMSExy).
- **Precisión Vertical (Z)**: La precisión vertical suele ser menor que la horizontal debido a la geometría de la toma de imágenes (principalmente naditales). En un buen proyecto, se puede esperar una precisión absoluta vertical de 2 a 5 veces el GSD. Siguiendo el ejemplo anterior (GSD de 2 cm), la precisión vertical podría estar en el rango de 4 a 10 cm (RMSEz).

Condiciones para Alcanzar estas Precisiones:

Es crucial entender que estas cifras (1-3x GSD horizontal, 2-5x GSD vertical) son alcanzables bajo condiciones óptimas:

- Imágenes nítidas, bien expuestas y sin distorsiones.
- Solapamiento adecuado (típicamente >70% frontal y lateral).
- Geometría de vuelo estable y consistente.
- Calibración precisa de la cámara.
- GCPs con precisión significativamente mayor que la precisión objetivo del proyecto (ej. medidos con GNSS RTK/Estático).
- Distribución homogénea y estratégica de los GCPs cubriendo toda el área y los rangos de elevación.
- Software de procesamiento fotogramétrico robusto y configuración adecuada.

4.9 Puntos de Control Fotogramétricos (PCF)

Los Puntos de Control Terrestre (GCP), también conocidos técnicamente como Puntos de Control Fotogramétrico (PCF), son puntos físicos en el terreno cuyas coordenadas exactas (Norte, Este, Elevación o Latitud, Longitud, Altura Elipsoidal/Ortométrica) son conocidas con alta precisión.

Propósito e Importancia:

1. Georreferenciación y Precisión: Son *fundamentales* en levantamientos topográficos con drones. Permiten vincular el modelo 3D generado a partir de las imágenes del dron con un sistema de coordenadas real y específico

del lugar (como la Proyección Cónica Conformal de Lambert mencionada para tu caso).

2. Ajuste del Modelo: Corrigen las distorsiones inherentes al proceso fotogramétrico y a las imprecisiones del GPS del dron, asegurando que el producto final (ortomosaico, modelo digital de superficie/terreno) tenga una alta precisión posicional absoluta. Sin GCPs, el modelo puede tener buena precisión *relativa* (las distancias entre puntos *dentro* del modelo son correctas) pero estar desplazado, rotado o escalado incorrectamente respecto al mundo real.

Medición de GCPs:

- El método más común y recomendado por eficiencia es usar receptores GNSS (como GPS Diferencial) en modos de alta precisión como RTK (Real-Time Kinematic) o Estático Rápido.
- Aunque es posible usar otros instrumentos como la Estación Total, suele ser más lento para cubrir áreas extensas.

Distribución de los GCPs (Consideraciones Clave):

La forma en que se distribuyen los GCPs en el área de estudio es *crítica* para la calidad del ajuste del modelo.

- **Distribución Correcta:**
    - Cobertura Completa: Deben estar repartidos por *toda* el área del levantamiento, no solo en una parte.
    - Perímetro y Centro: Incluir puntos cerca de las esquinas/bordes del área de interés *y* al menos uno (preferiblemente más) en la zona central. Esto ayuda a controlar la geometría general y evita el "efecto domo" (una deformación vertical en el centro).

- Variación de Elevación: Si el terreno tiene desniveles importantes, es crucial colocar GCPs en las zonas más altas, más bajas y en elevaciones intermedias para modelar correctamente la topografía.
- Uniformidad: Buscar una distribución lo más homogénea posible dentro del área.
- Número Suficiente: El mínimo teórico suele ser 3, pero en la práctica se recomienda usar al menos 5 GCPs para tener redundancia y poder calcular errores. Para proyectos de tamaño considerable o que requieren alta precisión, usar 8, 10 o más GCPs es habitual.

- **Distribuciones Incorrectas (A Evitar):**
  - Agrupados: Concentrar todos los puntos en una sola zona del proyecto.
  - Lineales: Colocar los puntos solo a lo largo de una línea (ej. solo en el perímetro, solo en el centro, solo a lo largo de una carretera). Esto no permite controlar bien la rotación o la escala en todas las direcciones.
  - Insuficientes: Usar menos de 3-5 puntos, lo que no permite un ajuste robusto ni la evaluación de errores.
  - Sin Cubrir Extremos (Horizontales o Verticales): No colocar puntos cerca de los bordes o no representar la variación de altura del terreno.

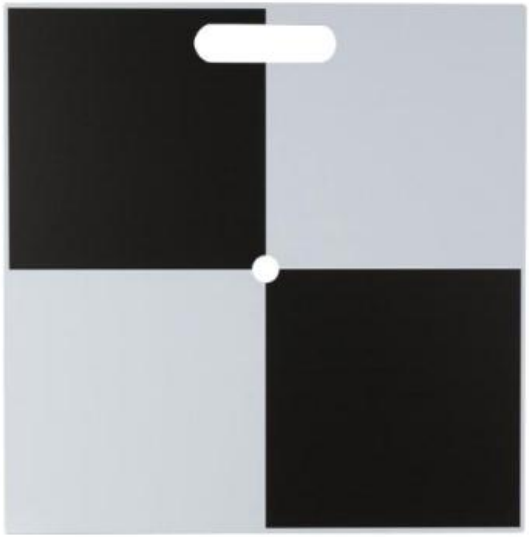


Imagen 40. Figura punto de control de tierra de 50 x 50 cm con cómoda asa de transporte

Fuente: Elaboración propia

Aspectos Importantes:

- Visibilidad: Los GCPs deben ser claramente visibles desde las alturas de vuelo del dron. Se usan marcas (lonas, dianas pintadas) con buen contraste y tamaño adecuado.
- Estabilidad: Deben colocarse en superficies estables que no se muevan durante el levantamiento.
- Check Points (Puntos de Verificación): Es una buena práctica medir puntos adicionales que *no* se usan en el procesamiento como GCPs, sino que se reservan para verificar de forma independiente la precisión final del modelo ajustado.

CAPÍTULO V: SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

5.1 Sistema de Referencia Geodésico – aplicada a QGIS

Un Sistema de Referencia de Coordenadas, o CRS, es un método para asociar coordenadas numéricas con una posición en la superficie de la Tierra. QGIS tiene soporte para aproximadamente 7,000 CRS estándar, cada uno con diferentes casos de uso, pros y contras. Elegir un sistema de referencia apropiado para sus proyectos y datos de QGIS puede ser una tarea compleja, pero afortunadamente QGIS le ayuda a guiarse a través de esta elección y hace que trabajar con diferentes CRS sea lo más transparente y preciso posible.

Con la ayuda de Sistemas de Referencia de Coordenadas (SRC) cualquier punto de la tierra puede ser definido por tres números denominados coordenadas. En general, los SRC se pueden dividir en **sistemas de referencia de coordenadas proyectados** (también denominados Cartesianos o sistemas de referencia de coordenadas rectangulares) y **sistemas de referencia de coordenadas geográficas**.

- **Sistema de Coordenadas de Referencia del Proyecto**

Cada proyecto en QGIS también tiene un Sistema de referencia de coordenadas asociado. El CRS del proyecto determina cómo se proyectan los datos desde coordenadas fundamentales en bruto al plano del mapa representado dentro de su lienzo del mapa en QGIS.

QGIS admite la transformación CRS «sobre la marcha» para datos ráster y vectoriales. Esto significa que, independientemente del CRS subyacente de capas de mapas particulares en su proyecto, siempre se transformarán

automáticamente en el CRS común definido para su proyecto. Detrás de escena, QGIS proyecta de forma transparente todas las capas contenidas en su proyecto en el CRS del proyecto, de modo que todas se representarán en la posición correcta entre sí.

Es importante hacer una elección adecuada de CRS para sus proyectos QGIS. Elegir un CRS inapropiado puede hacer que sus mapas se vean distorsionados y reflejan mal los tamaños relativos reales y las posiciones de las características. Por lo general, mientras se trabaja en áreas geográficas más pequeñas, habrá una serie de CRS estándar utilizados dentro de un país o área administrativa en particular. Es importante investigar qué CRS son opciones apropiadas o estándar para el área que está mapeando, y asegurarse de que su proyecto QGIS siga estos estándares.

Por defecto, QGIS comienza cada nuevo proyecto usando una proyección global predeterminada. Este CRS predeterminado es EPSG:4326 (también conocido como «WGS 84»), y es un sistema de referencia global basado en latitud/longitud. Este CRS predeterminado puede ser cambiado vía configuración **CRS para Nuevos Proyectos** en la pestaña **CRS** en **Configuración ► Opciones** (ver imagen 41). Hay una opción de ajustar automáticamente el CRS del proyecto para que coincida con el CRS de la primera capa cargada en el nuevo proyecto, o de manera alternativa puede seleccionar un CRS predeterminado a usar para todos los nuevos proyectos creados. Esta elección será guardada para usar en posteriores sesiones de QGIS.

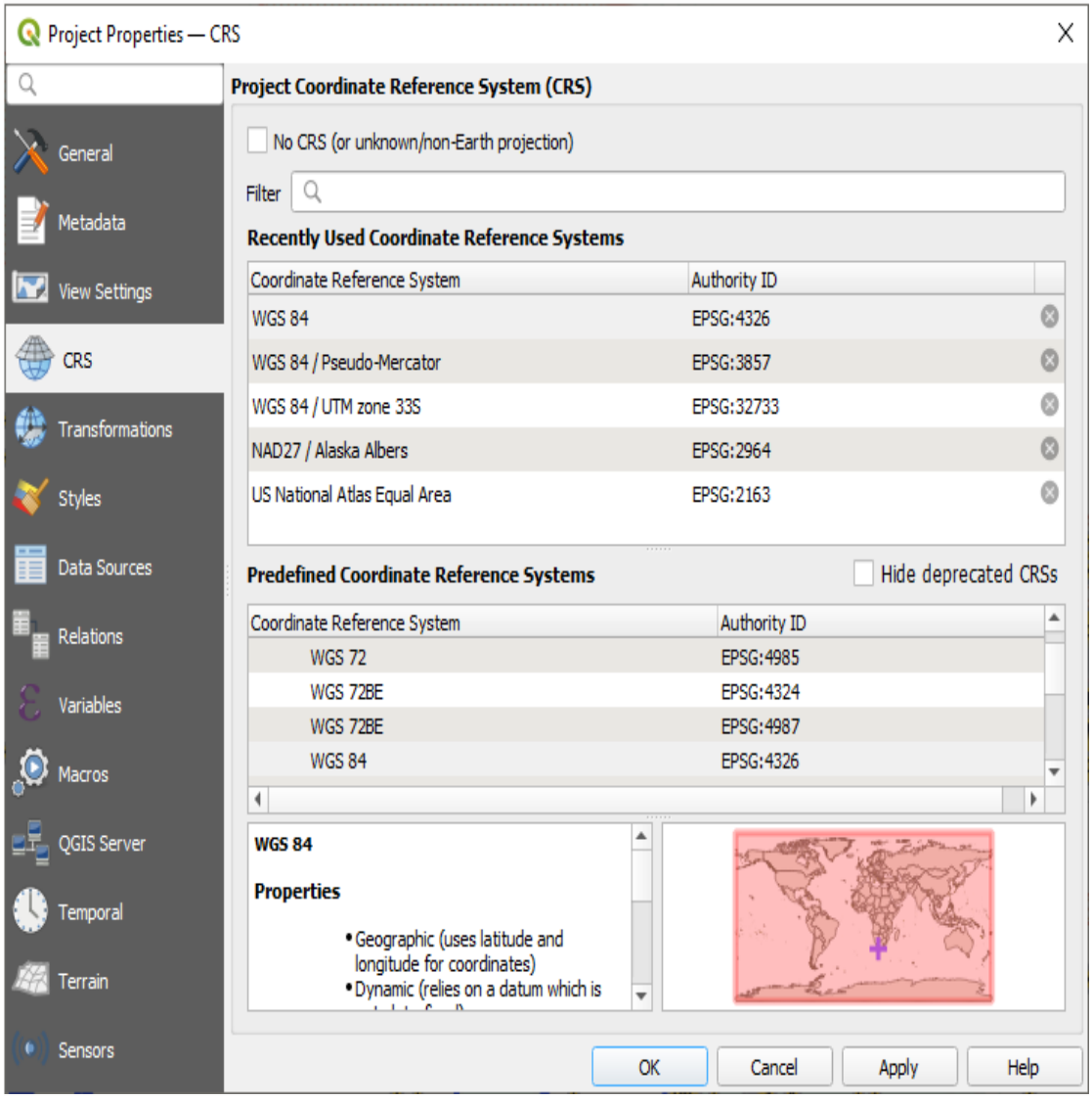


Imagen 41. Diálogo de propiedades del proyecto.

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/_images/projectionDialog.png

- **Selector del Sistema de Coordenadas de Referencia**

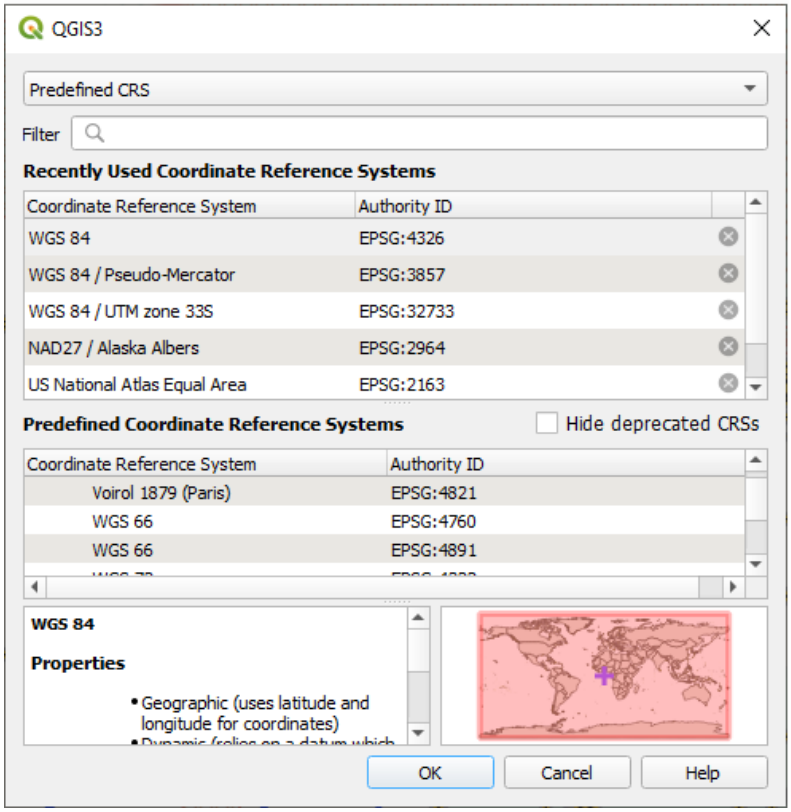


Imagen 42. Selector SRC

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/_images/crs_selector.png

Este cuadro de diálogo le ayuda a asignar un Sistema de referencia de coordenadas a un proyecto o una capa, siempre que haya un conjunto de bases de datos de proyección. Los elementos en el diálogo son:

- **Filter:** si conoce el código EPSG, el identificador o el nombre de un Sistema de referencia de coordenadas, puede usar la función de búsqueda para encontrarlo. Ingrese el código EPSG, el identificador o el nombre.
- **Recently used coordinate reference systems**: Sí tiene ciertos CRS que utiliza con frecuencia en su trabajo SIG diario, estos se

mostrarán en esta lista. Haga click en uno de estos elementos para seleccionar el CRS asociado.

- ➢ **Coordinate reference systems of the world**: Esta es una lista de todos los CRS compatibles con QGIS, incluidos los sistemas de referencia de coordenadas geográficas, proyectadas y personalizadas. Para definir un CRS, selecciónelo de la lista expandiendo el nodo apropiado y seleccionando el CRS. El CRS activo está preseleccionado.
- ➢ **PROJ text**: Esta es la cadena CRS utilizada por el motor de proyección PROJ. Este texto es de lectura y se proporciona con fines informativos.

El selector CRS también muestra una vista previa aproximada del área geográfica para la cual un CRS seleccionado es válido para su uso. Muchos CRS están diseñados sólo para su uso en áreas geográficas pequeñas, y no debe usarlos fuera del área para la que fueron diseñados. El mapa de vista previa sombrea un área aproximada de uso cada vez que se selecciona un CRS de la lista. Además, este mapa de vista previa también muestra un indicador de la extensión actual del mapa del lienzo principal.

- **Sistema de referencia de coordenadas personalizada**

Si QGIS no provee el sistema de referencia por coordenadas que necesita, puede definir un CRS predeterminado. Para definir un CRS, elegir **Custom CRS** del menú **Ajustes**. CRS personalizados se almacenan en su base de datos de usuario lqgl. Además del CRS personalizado, esta base de datos también contiene sus separadores espaciales y otros datos personalizados.

El diálogo **Definición del Sistema de Referencia de Coordenadas personalizada** sólo necesita dos parámetros para definir un usuario de SRC:

1. Un nombre descriptivo
2. Los parámetros cartográficos en formato PROJ o WKT

Para crear un nuevo CRS:

1. Click en el botón ✙ Agregar nuevo CRS
2. Introduzca un nombre descriptivo
3. Seleccione el formato: puede ser **Proj String** o **WKT**
4. Agregar los **Parámetros** del CRS.
5. Click **Validate** para probar si la definición de CRS es una definición de proyección aceptable.

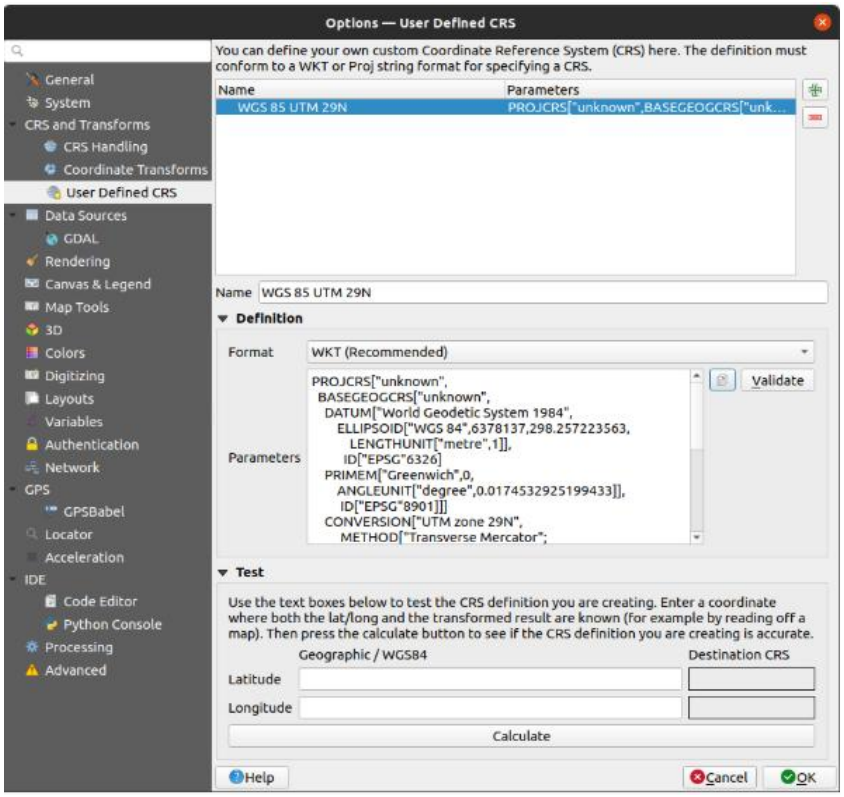


Imagen 43. Diálogo SRC personalizado.

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/_images/customProjectionDialog.png

Puede probar sus parámetros de CRS para ver si dan buenos resultados. Para hacer esto, ingrese los valores conocidos de latitud y longitud de WGS 84 en **Norte** y **Este**, respectivamente. Haga clic en **Calcular** y compare los resultados con los valores conocidos en su sistema de referencia de coordenadas.

- **Transformaciones de Datum.**

En QGIS, la transformación CRS “sobre la marcha” está habilitada de forma predeterminada, lo que significa que cada vez que utiliza capas con diferentes sistemas de coordenadas, QGIS las proyecta de forma transparente al proyecto CRS. Para algunos CRS, hay una serie de posibles transformaciones disponibles para reproyectar al CRS del proyecto.

Por defecto, QGIS intentará usar la transformación más precisa disponible. Sin embargo, en algunos casos esto puede no ser posible, siempre que se requieran archivos de soporte adicionales para usar una transformación. Siempre que esté disponible una transformación más precisa, pero que no se pueda utilizar actualmente, QGIS mostrará un mensaje informativo de advertencia que le informará sobre la transformación más precisa y cómo habilitarla en su sistema. Por lo general, esto requiere la descarga de un paquete externo de archivos de soporte de transformación, y extraerlos a la carpeta proj en su carpeta QGIS user profile.

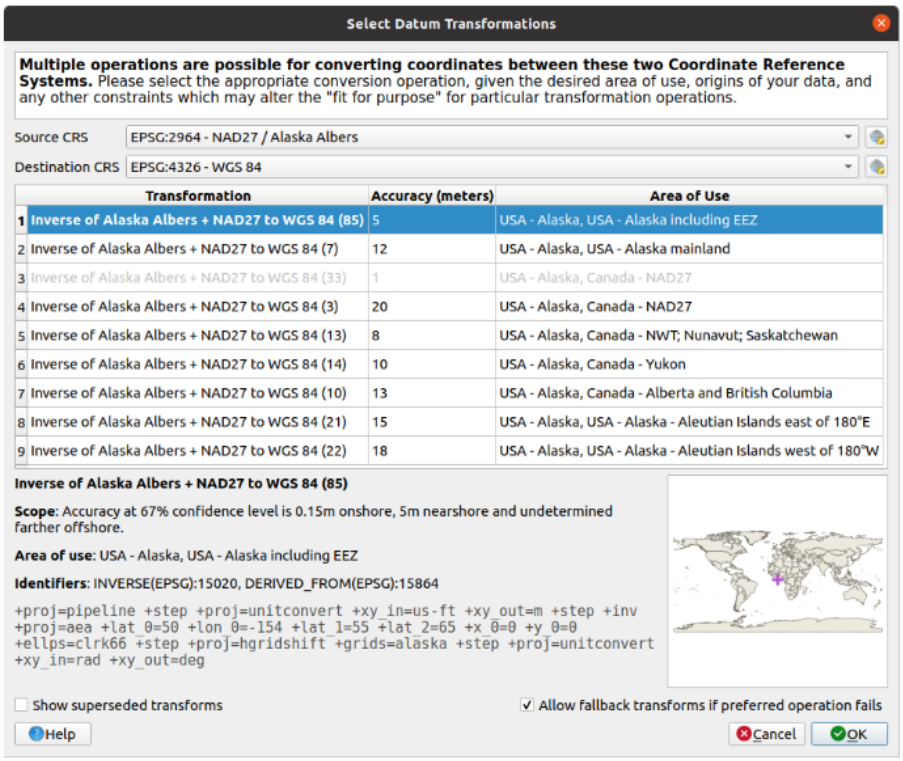


Imagen 44. Seleccionar una transformación de referencia predeterminada preferida.

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/_images/datumTransformation.png

5.2 Sistema de Información Geográfica

La definición más básica es que un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta para trabajar con información georreferenciada. La información georreferenciada es aquella que viene acompañada de una posición geográfica.

Para matizar la anterior definición, un SIG es un sistema que permite realizar una serie de operaciones:

- Lectura, edición, almacenamiento y gestión, de manera general, de datos espaciales.
- Análisis simples o complejos de datos espaciales. Este análisis puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial (la localización de

cada valor o elemento) como sobre la componente temática (el valor o elemento en sí).

- Generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc.

Por tanto, un Sistema de Información Geográfica es un sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas. En otras palabras, un SIG es tanto un sistema de base de datos con capacidades específicas para datos georreferenciados, como un conjunto de operaciones para trabajar con esos datos. En cierto modo, consiste en un mapa de orden superior.

Los textos han pasado del papel al ordenador y, de forma análoga, los mapas también han dado ese salto cualitativo con la aparición de los SIG. Sin embargo, el SIG es mucho más que una nueva forma de cartografía, y no invalida en absoluto las formas anteriores. De hecho, una función muy importante de los SIG es ayudar a crear mapas en papel. Y junto con esta funcionalidad, encontramos otras que hacen que en su conjunto un SIG sea una herramienta integradora y completa para el trabajo con información georreferenciada.

Los subsistemas del SIG

Una forma de entender un SIG es visualizarlo como una serie de subsistemas, cada uno de ellos encargado de funciones particulares. Se considera que hay tres subsistemas fundamentales:

- Subsistema de datos. Encargado de las operaciones de entrada y salida de los datos y su gestión dentro del SIG. Permite que el resto de subsistemas tengan acceso a los datos y puedan realizar sus funciones en base a ellos.

- Subsistema de visualización y creación cartográfica. Encargado de generar representaciones (mapas, leyendas, etc.) a partir de los datos. También permite la edición de los datos.
- Subsistema de análisis. Contiene métodos y procesos para el análisis de los datos geográficos.

Un SIG debe contar con estos tres subsistemas para ser considerada una herramienta útil y válida.

Más recientemente se ha considerado un cuarto subsistema, el de la gestión, responsable de gestionar la interacción de los restantes y definir y controlar el marco en que esta tiene lugar.

Componentes de un Sistema de Información Geográfica

Otra forma de ver el sistema es contemplando los elementos básicos que lo componen. Tradicionalmente son 5 los elementos principales: datos, métodos, software, hardware y factor organizativo (personas).

Sin embargo, existe otra manera más moderna de reflejar los elementos de un SIG. De dentro hacia fuera en un esquema circular, se sitúan en el núcleo los conceptos geográficos básicos y le sigue la tecnología, los datos, los campos de aplicación, los procesos y métodos y la visualización en el exterior.

¿Qué análisis hacer en un SIG?

Esta parte del SIG es, junto a la generación cartográfica, una de las tareas más fundamentales. A partir del análisis de los datos que disponemos, podemos obtener nueva información.

Los datos espaciales nos ofrecen una gran cantidad de información. Por ejemplo, los cursos de los ríos nos informan sobre la estructura del terreno o la litología existente. Otro ejemplo sería la distribución de los nidos de una especie de ave, que nos informa de la etología o la preferencia climática del animal.

El análisis espacial es el estudio cuantitativo de los fenómenos que se manifiestan en el espacio. Por tanto, son de vital importancia los datos de posición, distancia y la interacción con el espacio y que todos estos estén georreferenciados.

Existen multitud de análisis espaciales, dentro de un SIG, para resolver un solo problema. Además, estos análisis no son independientes entre sí, sino que para sacar su mayor potencial es fundamental combinarlos. Veremos los más importantes.

Consulta espacial usando SIG

Este análisis responde a preguntas de tipo: ¿Qué tipo de suelo encontramos en esta coordenada? ¿Dónde se encuentra este árbol emblemático?

Se trata de un análisis que puede resolverse simplemente mirando el mapa contenedor de la información de partida.

Pero también es posible realizar otras preguntas puesto que cada elemento dentro de un SIG tiene propiedades asociadas en forma de valores. Otras preguntas serían: ¿Cuáles son los ríos con mayor longitud? ¿Cuántos pueblos de España empiezan por la letra P?

Análisis topológico con un GIS

Las preguntas que responde este análisis son: ¿Cómo llegar de mi posición actual hasta el pueblo más cercano? ¿El área de distribución de un lince con qué comunidades limita?

Es un tipo de análisis que tiene en cuenta, no solo la posición de un dato espacial, sino la relación con el resto de elementos.

Mediciones en Sistemas de Información Geográfica

¿Qué superficie ocupa la distribución de esta especie invasora? ¿Cuántos kilómetros mide este sendero restringido? ¿Tienen las distintas zonas de usos de suelo formas compactas o por el contrario son principalmente alargadas y de tipo fusiforme?

Estas son las preguntas que resuelve el análisis de medición teniendo en cuenta la referencia espacial de cada elemento de análisis. Se pueden calcular distancias, áreas, perímetros, longitud de un recorrido no lineal y factores de forma. También pendientes o índices.

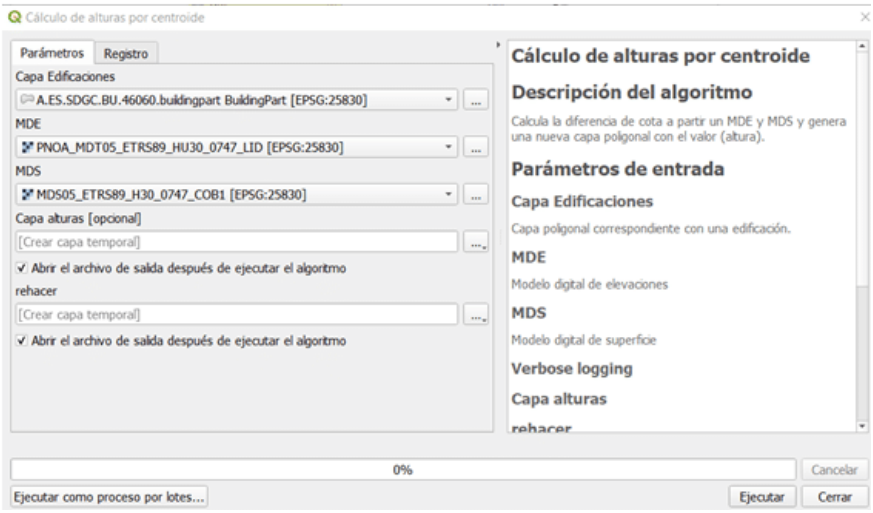


Imagen 45. Cálculo de alturas por centroide.

Fuente: https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-un-sig-gis-o-sistema-de-informacion-geografica/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwtpLABhC7ARIsALBOCVr-O0v120xSxxAIAXC-KYqbeWhRvTj164JPdFpXJ700hdkaiTXOKFsaAuH2EALw_wcB

Análisis de superficies

Encontramos aquí desde parámetros básicos como la orientación o pendiente, como parámetros morfométricos más complejos. Este análisis no se queda tan solo en el análisis de la superficie terrestre, sino que puede aplicarse a cualquier superficie en sentido matemático, pudiendo analizar valores de elevación tales como la temperatura, densidades, etc.

Análisis descriptivo

Los elementos para analizar tienen valores cuantitativos que pueden calificarse, como por ejemplo los descriptores de centralidad y dispersión, la dependencia espacial o el estudio de patrones espaciales. Luego estos pueden usarse para contrastar hipótesis.

Las preguntas que resuelve este análisis son: ¿Es constante la media de altura a lo largo de toda la geografía de mi país? ¿Existe alguna tendencia de los individuos de una especie a congregarse, o por el contrario se dispersan por todo el territorio disponible minimizando el contacto con otros congéneres?

Modelización

Consiste en generar modelos espaciales dentro de SIG como los modelos de tipo hidrográfico o modelos basados en autómatas celulares con aplicación en muchas áreas distintas.

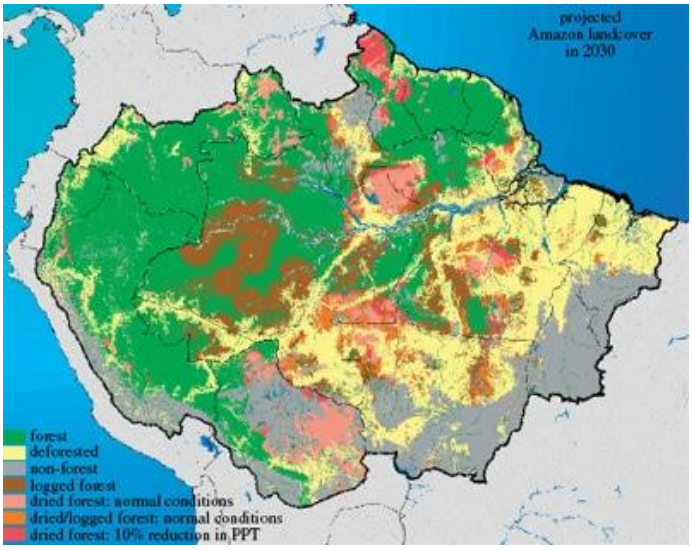


Imagen 46. Modelización del estado de la amazonia para 2030.

Fuente: news.mongabay.com

Antecedentes, historia, tipos de SIG (ArcGIS Pro, QGIS)

Historia del Sistema de Información Geográfica

En las últimas cinco décadas, los sistemas de información geográfica (SIG) han evolucionado desde un concepto a una ciencia. La magnífica evolución de los SIG pasó de ser una herramienta rudimentaria a convertirse en una poderosa plataforma para comprender y planificar nuestro mundo, está marcada por diversos hitos.

- **Los comienzos de SIG (1960)**

El campo de los sistemas de información geográfica (SIG) comenzó en los años sesenta, mientras surgían las computadoras y los primeros conceptos de geografía cuantitativa y computacional. Los primeros trabajos de SIG incluyeron importantes investigaciones de la comunidad académica. Más tarde, el Centro Nacional para Información Geográfica y Análisis, dirigido por Michael Goodchild, formalizó la investigación en temáticas de ciencia de información geográfica claves, tales como análisis espacial y análisis. Estos esfuerzos impulsaron una revolución cuantitativa en el mundo de la ciencia geográfica y sentaron las bases de SIG.

- **El primer SIG (1963)**

El trabajo pionero de Roger Tomlinson para iniciar, planificar y desarrollar el Sistema de Información Geográfica de Canadá, dio como resultado el primer SIG computarizado del mundo, en 1963. El gobierno canadiense le encargó a Tomlinson crear un inventario gestionable de sus recursos naturales. El imaginó utilizar computadoras para reunir datos de recursos naturales de todas las

provincias. Tomlinson creó el diseño de la computación automatizada para almacenar y procesar grandes volúmenes de datos, lo que permitió a Canadá comenzar su programa de gestión parcelaria nacional. También le dio a los SIG, este nombre.

- **El laboratorio de Harvard (1965)**

Mientras tanto, en la Universidad NorthWestern, en 1964, Howard Fisher creó una de los primeros programas de software de mapeo, conocido como SYMAP. En 1965, estableció el Laboratorio de Harvard para Gráficos por Computadora. A la vez que se creaban los primeros softwares de creación de mapas y se refinaban en el laboratorio, también se convirtió en un centro de investigación para el análisis espacial y visualizaciones. Muchos de los primeros conceptos de GIS y sus aplicaciones fueron concebidos en el laboratorio, por un conjunto de talentosos geógrafos, planificadores, científicos de la computación y muchos otros de distintos campos.

- **Fundación de Esri (1969)**

En 1969, Jack Dangermond, miembro del laboratorio de Harvard, y su esposa Laura fundaron el Instituto de Investigaciones de Sistemas Ambientales (Environmental Systems Research Institute, Inc. - Esri). La firma consultora aplicaba mapeo computarizado y análisis espacial para ayudar a los planificadores territoriales y a los administradores de recursos de la tierra, a tomar decisiones informadas. Los primeros trabajos de la compañía demostraron el valor de los SIG para resolver problemas. Esri continuó desarrollando muchos de los métodos de mapeo SIG y análisis espacial que hoy en día están en uso. Estos resultados generaron un interés mayor por las herramientas y flujos de trabajo del software de la compañía, que hoy en día son estándares en SIG.

- **Comercialización de GIS (1981)**

A la vez que las computadoras se volvieron más poderosas, Esri mejoró las herramientas de su software. Trabajando en proyectos que resolvían problemas del mundo real condujo a la compañía a innovar y desarrollar herramientas y abordajes SIG robustos que podían ser ampliamente utilizados. El trabajo de Esri obtuvo reconocimiento de la comunidad académica como una nueva forma de realizar análisis espaciales y planificación. Con la necesidad de analizar un número creciente de proyectos de forma más efectiva, Esri desarrolló ARC/INFO, el primer producto GIS comercial. La tecnología fue lanzada en 1981 y con ella comenzó la evolución de Esri hacia una compañía de software.

Tipos de SIG (ArcGIS pro y QGIS)

QGIS y ArcGIS Pro son los softwares SIG de escritorio de última generación más utilizados actualmente. Por este motivo, en este artículo se van mostrar las diferencias más importantes entre ambos tanto en funcionalidad como en sistema operativo y demás.

- **Instalación: QGIS es multiplataforma y ArcGIS para Windows**

QGIS es un software muy sencillo y rápido de instalar. Simplemente descargando el instalador autónomo desde la página oficial de descargas de QGIS. Sin embargo, la instalación de ArcGIS Pro es más laboriosa y extensa en el tiempo, ya que es necesario realizar la autorización del software desde *ArcGIS Administrator*.

Por otra parte, ArcGIS Pro solo puede instalarse en Windows, pero QGIS ofrece las diversas versiones del software en distintos sistemas operativos. Así que si eres usuario de *MacOS o Linux* , la opción sin duda es QGIS.

- **Interfaz gráfica: Son bastante diferentes**

La forma en la que muestran las herramientas este software es totalmente diferente. Mientras que ArcGIS Pro trabaja en modo cinta o pestañas, QGIS trabaja con barras de herramientas. En ambos casos, las herramientas están organizadas, aunque de una forma diferente.

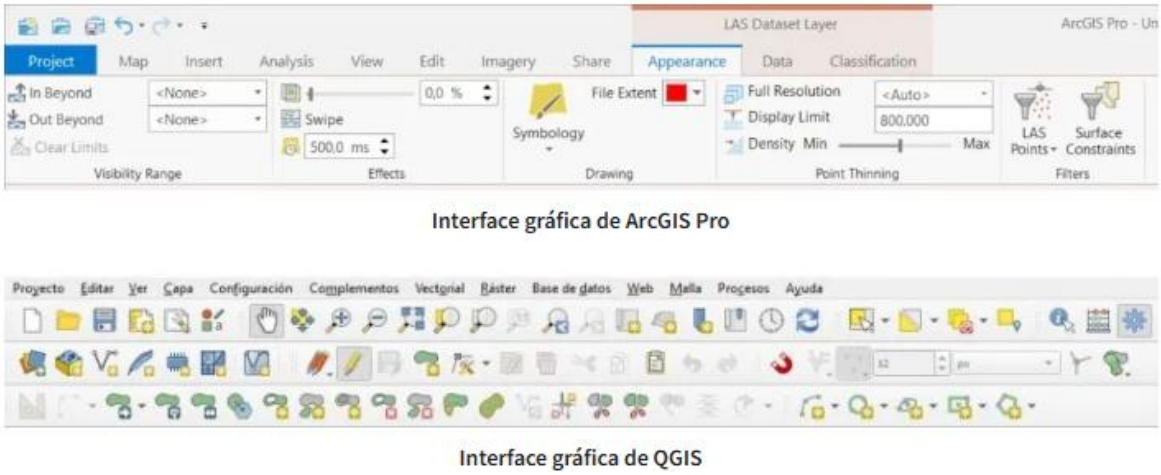


Imagen 47. Interfaz gráfica de ArcGIS y QGIS

Fuente: https://geoinnova.org/blog-territorio/qgis-arcgis-pro-principales-diferencias/?gad_source=1&gbraid=0AAAADNcCUyaVNXdaXLOxXy-IO36vhT0Y&gclid=Cj0KCQjw2ZfABhDBARIsAHFTxGwaFsaaE4g0i91sLGWDOpRdkOce9VSTz4H4_3vIwV3nV6RdQl9Xv8AaAhLTEALw_wcB

- **Complementos y Plugins: Gana QGIS**

La principal característica de un software libre es la posibilidad de disponer de herramientas y complementos desarrollados por cualquier usuario. Esta es una de las grandes ventajas que tiene QGIS: su biblioteca de Plugins, a la cual hemos contribuido con algunos de los plugins creados desde Geoinnova.

Se trata de un repositorio de complementos de desarrollo libre al que es posible acceder desde la propia interfaz de QGIS: Menú Complementos > Administrar e instalar complementos. Además, existen complementos muy utilizados a lo largo del tiempo que se han incluido como parte del núcleo interno de QGIS, como es el caso del comprobador de topología.

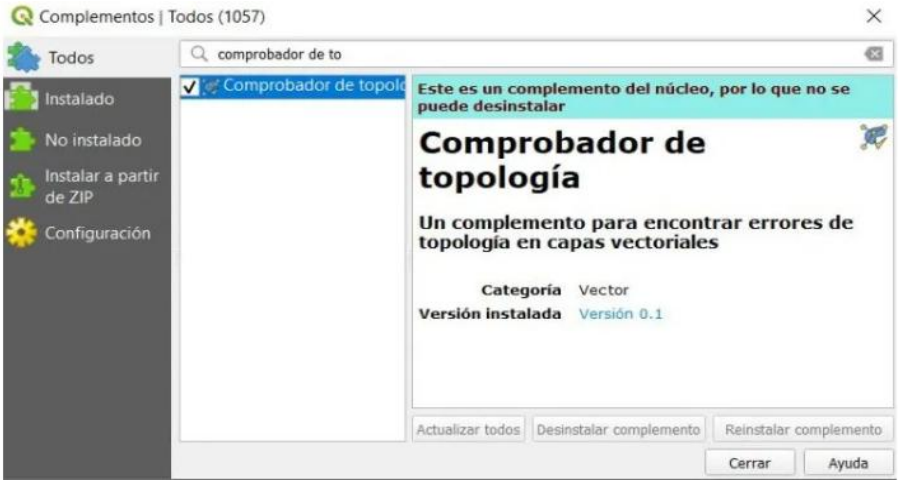


Imagen 48. Repositorio de complementos en QGIS

Fuente: https://geoinnova.org/wp-content/uploads/2022/02/Complemento_comprobador_topologia-750x424.jpg

ArcGIS Pro, sin embargo, no presenta un repositorio de complementos tan vivo, aunque también permite extender sus funcionalidades con otros complementos asociados a ArcGIS.

- **Simbología y etiquetado: Siempre ha ganado ArcGIS**

En cuanto a simbología y estilos, ArcGIS siempre ha superado a QGIS con creces. En el caso de ArcGIS Pro no hay diferencia. Este presenta multitud de símbolos y rampas de color predeterminada muy potente para todo tipo de capas (transporte, raíces, suelos, clima, etc). En su página de ArcGIS Pro Styles pone a disposición todos estos estilos definidos.

Por el contrario, QGIS no tiene una simbología preexistente tan atractiva. Aún así, en las últimas versiones de QGIS, las rampas de color, los símbolos agrupados o incluso la opción de crear, editar y guardar los estilos han mejorado mucho. Así es que dispone de una opción para mezclar la simbología. De esta forma, es posible aligerar pantalla, esquivar, añadir, oscurecer, multiplicar, quemar, superponer, entre otras.

- **Compositor de mapas: Más sencilla en QGIS**

La creación de mapas y planos en QGIS es mucho más sencilla que en ArcGIS Pro. Esto se debe a que QGIS dispone de un Compositor de diseños propio e independiente que permite agregar cualquier elemento al mapa como si se estuviera trabajando en la propia interfaz de QGIS.

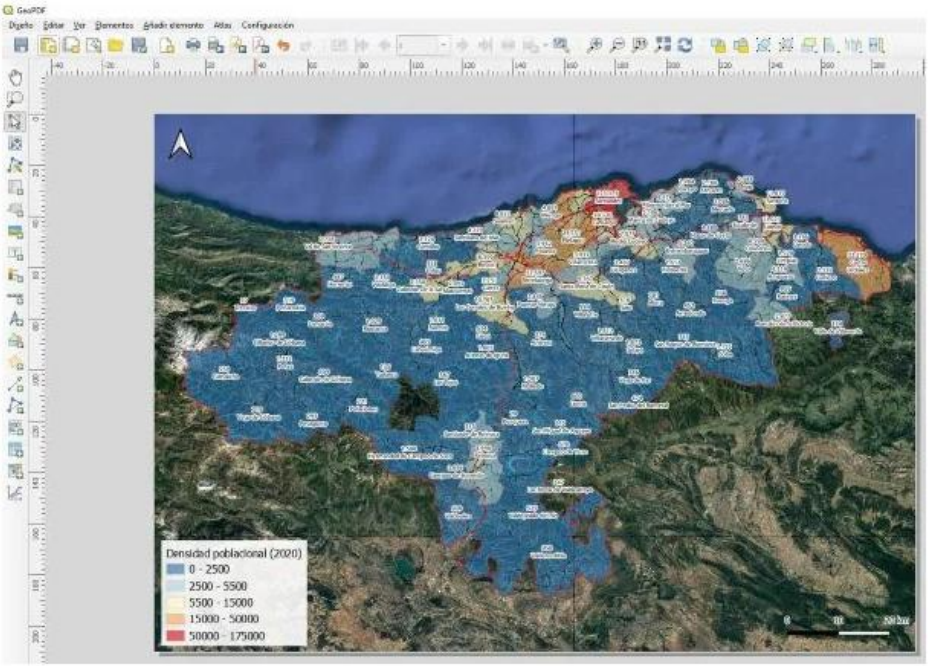


Imagen 49. Creación de mapas en QGIS.

Fuente: https://geoinnova.org/wp-content/uploads/2022/04/Mapa_Cantabria_LR-1.jpg

En cambio, ArcGIS Pro, no dispone de este compositor independiente y la creación de mapas es algo más laboriosa.

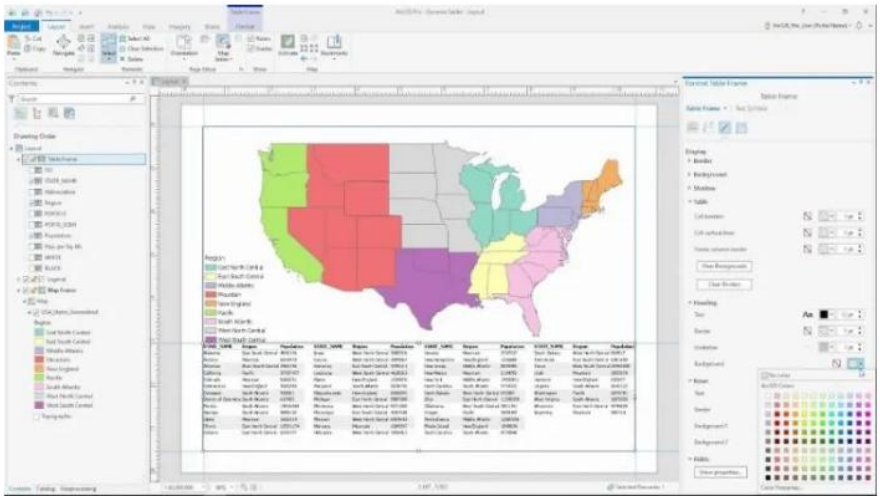


Imagen 50. Creación de mapas en ArcGIS.

Fuente: https://geoinnova.org/wp-content/uploads/2022/05/composicion_arcgispro-750x422.jpg

Como se ha visto, QGIS presenta una gran ventaja y es que el ser un software libre y gratuito, permite a sus usuarios utilizar sus herramientas y disponer de todas sus funcionalidades más avanzadas sin necesidad de una licencia como es el caso de ArcGIS Pro.

Aun así, el hecho de ser un software de código abierto, significa que está en constante desarrollo y por ello pueden existir más errores.

Archivos vectoriales

Definición: Con este modelo se persigue la representación vectorial de la información espacial. Es preciso recordar el concepto de vector como segmento definido por dos puntos, uno inicial y otro final que definen su tamaño, su dirección y su sentido. Así, podemos aproximarnos a la estructura vectorial

pensando que cada punto de la realidad queda definido por unas coordenadas X e Y; y pertenece siempre a un elemento geográfico (punto, línea o polígono).

Los objetos quedan definidos de la siguiente manera:

- **Punto:** vector con el mismo punto inicial y final, sin distancia y con dimensión topológica 0.
- **Línea:** sucesión de vectores en donde el punto final de cada uno corresponde exactamente con el punto inicial del siguiente, y con dimensión topológica 1.
- **Polígono:** sucesión de vectores con la misma relación que una línea, pero donde el punto inicial del primer vector coincide con el punto final del último vector, definiendo un área interior y con dimensión topológica 2.

Existen diversas maneras de estructurar datos en el SIG vectorial, pero nos centraremos en la estructura arco-nodo por ser la más completa y extendida en los SIG más utilizados.

Estructura arco - Nodo.

Los elementos fundamentales en este tipo de estructura son:

Arco: sucesión de segmentos rectos que tienen la misma topología.

Nodo: vértice donde se juntan tres o más arcos o punto donde empieza o termina un arco.

En base a estos elementos se estructura toda la información mediante una codificación específica. Los polígonos se codifican según los arcos perimetrales, los arcos indicando el nodo inicial y final junto con los polígonos a derecha e izquierda y los puntos según sus coordenadas tanto si son nodos como si son vértices intermedios.

Así, se generan básicamente cuatro tablas donde se estructura la información:

A. Coordenadas de puntos singulares (nodos y vértices). Los campos que componen la tabla son el identificador de cada arco, el identificador del nodo origen y final, las coordenadas del nodo origen y final, el indicador de cada vértice y sus coordenadas. Esta tabla nos define las características geométricas de todos los puntos representativos de elementos geográficos y su topología. Por ejemplo, un polígono aislado sería igual que un punto, pero se distingue al tener vértices intermedios y el resto de los arcos quedan definidos por sus nodos iniciales. Tengamos presente que al indicar si el nodo es inicial o final, estamos explícitamente definiendo el sentido de un arco (importante cuando se está hablando por ejemplo del sentido de circulación de una calle, sentido del agua en una tubería).

B. Topología de nodos. En esta tabla con solo dos campos se determinan los arcos que confluyen en él, almacenando el identificador del arco y del nodo.

C. Topología de arcos. Se define el arco con el campo de su identificador y se añaden los dos campos de los identificadores del nodo inicial y del nodo final y se completa con otros dos campos donde se guarda el identificador del polígono por la derecha y por la izquierda. Así queda claramente especificada la relación topológica entre todos y cada uno de los elementos geográficos.

D. Topología de polígonos. La última tabla se estructura asignando a cada polígono, registrado por su identificador, todos y cada uno de los arcos que conforman su perímetro y en orden. Si dentro del polígono existiera otro polígono, un arco o un punto, también se registraría, pero con un signo - para diferenciarlo del resto.

Las cuatro tablas almacenan toda la información referente a la geometría, utilizando los arcos y nodos de forma ordenada para que mediante relaciones entre las tablas se estructuren las relaciones topológicas entre todos y cada uno de los elementos geográficos, base para todo tipo de análisis geográfico que queramos efectuar.

Base de datos espacial y temática.

Además de la descripción digital de sus características espaciales, un sistema de información geográfica debe llevar asociado todas las variables temáticas necesarias para poder trabajar en el análisis territorial, De esta manera, junto a la base de datos topológica del soporte de cada uno de los elementos geográficos del mapa, tiene que convivir otra base de datos temáticos que asigna información en forma de atributos a cada uno de los soportes. Para ello existen varias soluciones resumidas en dos filosofías:

- Utilización de una base de datos mixta que incluye los dos tipos de datos reuniendo las características del soporte y de la variable.
- La unión de las dos bases de datos independientes, la temática y la topológica mediante un identificador unívoco del elemento residente en las dos bases lo que le otorga la posibilidad de reflejar automáticamente en una de las bases cualquier cambio producido en la otra.

Sistema de gestión de base de datos

En este apartado vamos a aproximarnos de una manera muy somera a la componente temática de un SIG, representada por la base de datos de los atributos temáticos.

Definimos una base de datos como “un conjunto de datos reunidos en uno o más ficheros que se almacenan de forma no redundante y que pueden ser utilizados por un sistema de gestión”. El sistema de gestión de la base de datos es un conjunto de procedimientos para la recuperación y manejo lógico de los datos de la base. La base de datos temáticos y su sistema de gestión deben estar diseñados y estructurados de tal manera, que por un lado estén correctamente relacionados con la base de datos geográfica mediante un identificador interno, y por otro mantengan un orden lógico entre sus elementos internos con el fin de poder gestionarlos según el fin que se persiga con el SIG. Por ello, la labor analítica del diseño de la base de datos temática es un paso importante en un proyecto de análisis territorial.

Archivos Ráster

Definición: Consiste en conjunto de mapas individuales sobre el mismo territorio que se representan utilizando una rejilla de rectángulos regulares con el mismo tamaño, en donde por cada rectángulo o píxel es asignado un número representativo del valor de la variable temática cartografiada. Superponemos el mapa analógico origen a la rejilla de rectángulos quedando definido en cada píxel el valor de la característica estudiada.

Así, definimos el píxel mediante el tamaño de la unidad regular de la rejilla (normalmente rectángulos, aunque también pueden ser triángulos o hexágonos), proporcionado por la longitud de los lados de la cuadrícula. De esta forma, el tamaño del píxel nos da la escala del mapa ráster. Otro aspecto a tener en cuenta

en la información ráster es que la topología viene implícita por la estructura regular de la rejilla y ya están definidos los vecinos de cada píxel por su situación, así como las distancias de uno a otro. De todas maneras, debemos tener en cuenta que la información ráster digital es discreta puesto que el valor es asignado a cada píxel y las posiciones de los objetos no se establecen con total exactitud.

Estructuración ráster de los datos.

- **Enumeración exhaustiva**. Todas y cada una de las unidades de la rejilla tienen un valor asignado. Esto supone una gran cantidad de información puesto que todos los píxeles están presentes, siendo la misma información reiterativa puesto que por ejemplo para el caso de polígonos, todos los píxeles de la misma clase y contiguos tienen el mismo valor del atributo temático asignado.
- **Codificación run-lenght.** Es un procedimiento que sirve para compactar la información del mapa aprovechando los píxeles contiguos de una misma fila o columna con igual valor. Así, dentro de una fila, recogemos el valor de la variable que aparezca en primer lugar indicando su columna inicial y final, a continuación, el valor de la segunda variable que aparezca hasta que se completa la fila. De esta manera solo se almacena directamente la información de los píxeles extremos, resultando un ahorro de espacio importante.

Otro aspecto a tener en cuenta es la organización de los ficheros en la base de datos. Normalmente su estructuración es más simple que en el caso vectorial puesto que los datos del soporte y los datos temáticos están registrados de modo simultáneo. Por ello, lo clásico es organizar la información mediante ficheros simples en donde cada campo temático está asignado a un fichero y todos ellos mantienen el mismo tamaño de píxel, número de filas y de columnas. También

se puede organizar la información en un fichero único que contenga todos los campos temáticos conservando la información por píxel en los que se registra su valor temático existente en cada mapa. Por último, se utiliza en algunas ocasiones el almacenar la información por valores de cada uno de los atributos. Es decir, para cada una de las variantes se registran los píxeles donde aparece un determinado valor.

El tamaño del píxel como condicionante.

La característica esencial en un mapa ráster es el tamaño del píxel y como consecuencia directa el número de filas y columnas que se generan. Se tiene que llegar a un compromiso entre dos claros objetivos: lograr la máxima precisión teniendo en cuenta los elementos geográficos más pequeños y obtener el mínimo de información para almacenar. Por tanto, debemos definir para cada mapa el tamaño correcto del píxel buscando el equilibrio antes mencionado. El criterio básico utilizado (Star y Estes, 1.990) es calcular la longitud del píxel como la mitad de la longitud del elemento geográfico más pequeño a cartografiar. Por ejemplo, en un mapa de polígonos, el más pequeño tiene un diámetro mínimo de 20 m y el píxel tendrá que definirse de 10 m.

Descripción de software QGIS

Así como usamos un procesador de texto para escribir documentos y trabajar con palabras en una computadora, podemos usar una **aplicación SIG** para trabajar con **información espacial** en una computadora. SIG es sinónimo de **"Sistemas de Información Geográfica"**.

Un SIG consiste en:

- **Datos digitales**: la información geográfica que verá y analizará utilizando el hardware y el software de la computadora.
- **Hardware de computadora** — computadoras utilizadas para almacenar datos, mostrar gráficos y procesar datos.
- **Software de computadora** — programas de computadora que se ejecutan en el hardware de la computadora y le permiten trabajar con datos digitales. Un programa de software que forma parte del SIG se llama Aplicación SIG.

Con una aplicación SIG, puede abrir mapas digitales en su computadora, crear nueva información espacial para agregar a un mapa, crear mapas impresos personalizados según sus necesidades y realizar análisis espaciales.

Veamos un pequeño ejemplo de cómo los SIG pueden ser útiles. Imagine que es un trabajador de la salud y anota la fecha y el lugar de residencia de cada paciente que trata.

Longitud	Latitud	Enfermedad	Fecha
26.870436	-31.909519	Paperas	13/12/2008
26.868682	-31.909259	Paperas	24/12/2008
26.867707	-31.910494	Paperas	22/01/2009
26.854908	-31.920759	Sarampión	11/01/2009
26.855817	-31.921929	Sarampión	26/01/2009
26.852764	-31.921929	Sarampión	10/02/2009
26.854778	-31.925112	Sarampión	22/02/2009
26.869072	-31.911988	Paperas	02/02/2009
26.863354	-31.916406	Varicela	26/02/2009

Imagen 51. Ejemplo de aplicación de SIG.

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/gentle_gis_introduction/introducing_gis.html

Si observa la tabla de arriba, verá rápidamente que hubo muchos casos de sarampión en enero y febrero. Nuestro trabajador de salud registró la ubicación de la casa de cada paciente señalando su latitud y longitud en la tabla. Usando estos datos en una aplicación SIG, podemos comprender rápidamente mucho más sobre los patrones de enfermedad:

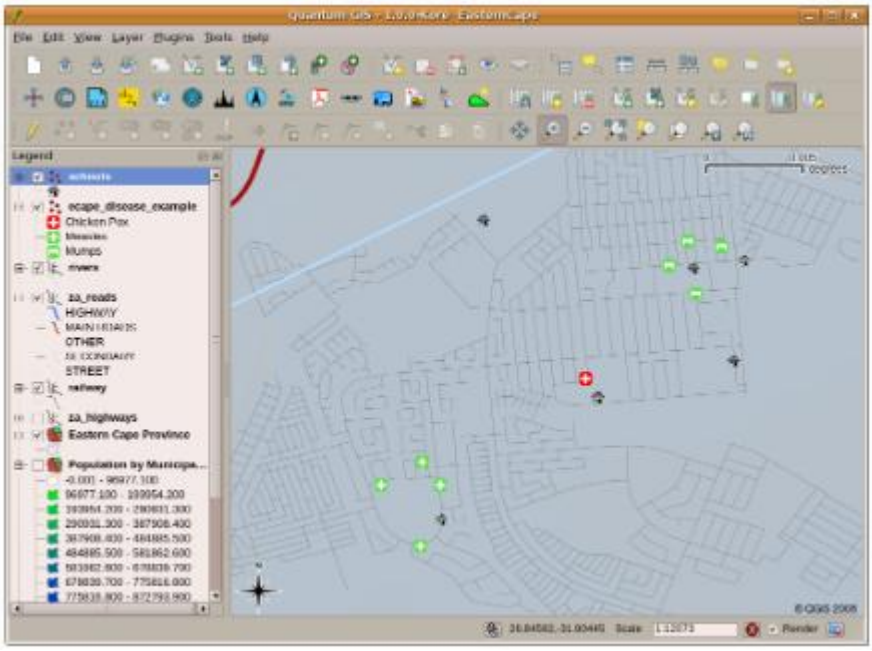


Imagen 52. Ejemplo de registro de enfermedades de aplicación en un SIG.

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/_images/patterns_of_illness.png

SIG es un campo relativamente nuevo comenzó en los años 70. Solía ser que los SIG computarizados sólo estaban disponibles para empresas y universidades que tenían equipo de cómputo caro. Hoy en día, cualquier persona con una computadora personal o laptop puede usar software SIG. Con el tiempo las aplicaciones SIG también se han vuelto más fáciles de usar que solía requerir una gran cantidad de entrenamiento para usar una aplicación SIG, pero ahora es mucho más fácil para iniciarse en SIG, incluso para aficionados y usuarios

ocasionales. Como se describió anteriormente, SIG es más que software, se refiere a todos los aspectos de gestión y uso de datos geográficos digitales.

Las Aplicaciones SIG son normalmente programas con una interfaz gráfica de usuario que puede ser manipulada utilizando el ratón y el teclado. La aplicación proporciona **menús** cerca de la parte superior de la ventana (**Proyecto**, **Editar**, etc.) que, cuando se pulsan con el ratón, muestran un panel de **acciones**. Estas acciones le permiten indicar a la aplicación SIG lo que desea hacer. Por ejemplo, puede utilizar los menús para indicar a la aplicación SIG que añade una nueva capa a la pantalla de salida.

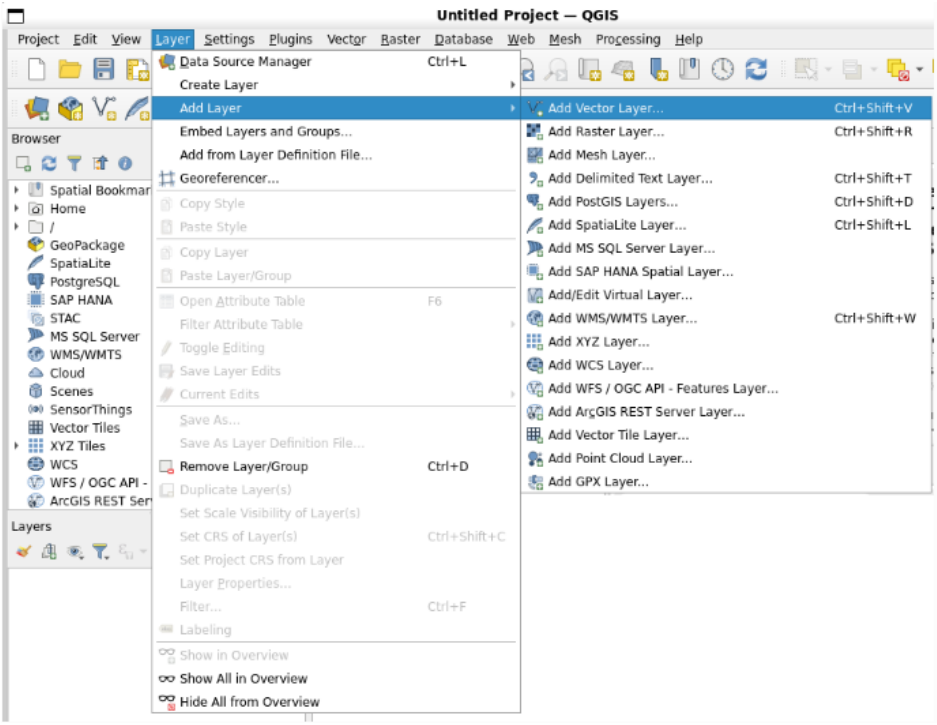


Imagen 53. Menú de la aplicación

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/_images/menus.png

Barra de Herramientas (hileras de pequeñas imágenes que pueden ser pulsadas con el ratón) normalmente están situadas debajo de los menús y proporciona una manera más rápida de utilizar acciones necesarias frecuentemente.

Imagen 54. Barra de herramientas de QGIS.

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/_images/toolbars.png

Ahora que sabemos qué es un SIG y qué puede hacer una aplicación SIG, hablemos acerca de **Datos SIG**. Dato es otra palabra para **Información**. La información que se usa en un SIG normalmente tiene un aspecto geográfico. Piense en el ejemplo anterior, sobre la trabajadora de salud. Ella creó una tabla para registrar las enfermedades que se veían así:

Longitud	Latitud	Enfermedad	Fecha
26.870436	-31.909519	Paperas	13/12/2008

Imagen 55. Datos del ejemplo anterior.

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/gentle_gis_introduction/introducing_gis.html

Las columnas de longitud y latitud guardan **datos geográficos**. La columna de enfermedad y fecha se guardan en **datos no geográficos**.

Una característica común de los SIG es que permiten asociar información (datos no geográficos) con los lugares (datos geográficos). De hecho, la aplicación SIG

puede almacenar muchos datos que están asociados a cada lugar, algo que los mapas de papel no son muy buenos. Por ejemplo, nuestro agente de salud podría almacenar la edad y sexo de la persona en su mesa. Cuando la aplicación SIG dibuja la capa, se puede decir que dibuja la capa basada en el género, o basada en el tipo de enfermedad, y así sucesivamente. Así que con una aplicación SIG tenemos una manera de cambiar fácilmente la apariencia de los mapas que hemos creado basados en los datos no geográficos asociados a los lugares.

Los sistemas SIG funcionan con diversos tipos de datos. **Los datos vectoriales** se almacenan como una serie de pares de coordenadas en la memoria del ordenador. Se utilizan para representar puntos, líneas y áreas. La imagen 56 muestra los diferentes tipos de datos vectoriales que se visualizan en una aplicación SIG. En los siguientes tutoriales, exploramos los datos vectoriales con más detalle X, Y.

Imagen 56. Datos vectoriales para representar puntos.

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/_images/vector_data.png

Los datos ráster se almacenan como una cuadrícula de valores. Hay muchos satélites que giran alrededor de la Tierra y las fotografías que toman son una especie de datos ráster que se pueden ver en un SIG. Una diferencia importante entre los datos ráster y los vectoriales es que si se acerca demasiado una imagen ráster, comenzará a aparecer “bloqueada” (vea la imagen 57 e imagen 58). De hecho, estos bloques son las celdas individuales de la cuadrícula de datos que componen la imagen ráster.

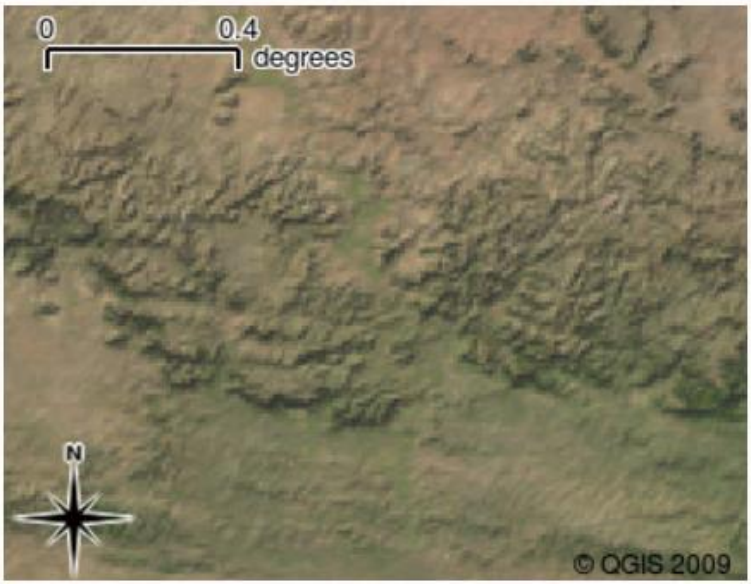


Imagen 57. Los datos ráster son a menudo imágenes tomadas por satélites.

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/_images/raster_data.png

Imagen 58. El mismo dato ráster, pero esta vez acercar zum.

Fuente: https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/gentle_gis_introduction/introducing_gis.html

CAPÍTULO VI: OBTENCIÓN DE DATOS EN CAMPO

6.1 Planificación.

La etapa de diseño y planificación del proyecto se desarrolló completamente desde gabinete mediante tres reuniones formales en videollamada, realizadas los días:

- 19 de marzo de 2025
- de abril de 2025
- 8 de abril de 2025

En estas reuniones participaron el ingeniero asesor, Wilfredo Amaya, y los estudiantes responsables del proyecto: Marcelo Guerrero, Leonardo Castillo, José Urías y Fernando Jovel.

Al no haberse realizado aún visitas a campo, todas las decisiones de diseño inicial se establecieron únicamente con información remota, imágenes satelitales y experiencia previa del asesor.

Durante las reuniones se presentaron y discutieron los siguientes temas:

- Presentación del área de estudio correspondiente al municipio de Ciudad Barrios, su división territorial y la identificación preliminar de sectores clave.
- Visualización de posibles puntos geodésicos mediante Google Earth Pro, apoyada por la experiencia del asesor, quien previamente había trabajado para el CNR en la instalación de monumentos geodésicos en la zona.
- Confirmación del vértice “El Suspiro” como punto de amarre principal, y la propuesta inicial de instalación de dos nuevos vértices: “Loma China” y “La Casona”.

- Revisión preliminar de las fichas técnicas disponibles para los vértices establecidos históricamente en la zona.
- Discusión sobre la posible instalación de placas geodésicas de aluminio (10 cm de diámetro) para la red distrital.
- Evaluación de accesos, topografía y condiciones del terreno de manera remota.

Revisión de logística preliminar: modalidades de viaje, probabilidad de requerir hospedaje por distancias y tiempos, y estimación de días de trabajo.

Acuerdos de la 1.ª y 2.ª reunión

En las reuniones del 19 de marzo y 3 de abril se alcanzaron los siguientes acuerdos iniciales:

- Confirmación del vértice “El Suspiro” como punto geodésico de control inicial.
- Propuesta de instalar nuevos vértices geodésicos en “Loma China” y “La Casona”, formando la red principal.
- Delimitación preliminar de la huella del municipio para efectos del diseño de la red principal.
- Aprobación del uso de medición GNSS estática para la red principal y estación total para la red distrital (sujeto a verificación de intervisibilidad).
- Identificación de la necesidad de definir posteriormente el barrio específico para la red distrital, ya que esto dependía de coordinación con la Alcaldía Municipal

Reunión del 8 de abril – Recapitulación y validación final de la planificación

La reunión del 8 de abril tuvo como objetivo consolidar todo lo acordado previamente. En esta sesión se realizó una recapitulación de los puntos definidos,

aclarando dudas, verificando la consistencia de la planificación y brindando la aprobación final para proceder con las visitas de campo.

Se confirmó:

- La validez de los vértices seleccionados para la red principal.
- La metodología GNSS a emplear inicialmente.
- La viabilidad del traslado del equipo y la organización logística.
- Que toda la planificación estaba sujeta a ajustes durante el reconocimiento en sitio, ya que solo el asesor conocía físicamente la ubicación real de los vértices; el resto del equipo aún no tenía conocimiento de las condiciones del terreno, accesos, obstáculos, visibilidad y seguridad.

Identificación preliminar de vértices

Vértices principales definidos

En la fase de planificación se identificaron, de manera preliminar, tres vértices principales:

El Suspiro → punto de control de amarre

Loma China → vértice propuesto

La Casona → vértice propuesto

Estos vértices formarían la red principal, cuyo objetivo era abarcar la huella completa del municipio de Ciudad Barrios.

Fuente de información preliminar

Las ubicaciones preliminares se obtuvieron mediante:

- Google Earth Pro
- Imágenes satelitales mostradas por el asesor

- Experiencia profesional previa del asesor en la instalación de estos vértices en años anteriores
- Fichas técnicas oficiales del CNR relacionadas con los monumentos existentes

Coordenadas y datos técnicos preliminares

Las coordenadas aproximadas de los vértices se tomaron de Google Earth, reconociendo que no poseen precisión geodésica, pero sí permitieron:

- Planificar la logística de acceso.
- Definir provisoriamente la geometría de la red.
- Estimar distancias entre puntos.
- Delimitar la cobertura aproximada del municipio.

Criterios teóricos aplicados durante la planificación

Los criterios discutidos para la selección de vértices fueron:

- Accesibilidad potencial.
- Elevaciones adecuadas para garantizar intervisibilidad.
- Ubicación estratégica respecto al perímetro municipal.
- Estabilidad estructural del terreno o monumento.
- Ausencia de obstrucciones verticales y horizontales.
- Compatibilidad con requerimientos GNSS.

Sin embargo, todos estos criterios debían verificarse posteriormente en campo, lo cual provocó modificaciones importantes en la fase de reconocimiento.

Análisis preliminar del área de estudio

El análisis del área del proyecto se realizó únicamente con herramientas digitales. La principal herramienta utilizada fue:

- Google Earth Pro

Este análisis permitió delimitar preliminarmente:

- La huella del municipio de Ciudad Barrios, para efectos de la red principal.
- Las distancias aproximadas entre los vértices principales.
- Los posibles accesos y rutas de traslado.
- Zonas con topografía escarpada o de difícil acceso.

Delimitación de la red distrital

La delimitación de la red distrital se estableció específicamente en el barrio El Centro del municipio de Ciudad Barrios, definición que se realizó durante la primera visita de campo, en coordinación directa con representantes de la Alcaldía Municipal.

Como resultado de esta coordinación, se determinó de manera previa y clara el alcance de la red distrital, definiéndose la instalación de ocho (8) placas de monumentación, las cuales formarían parte de la red secundaria del proyecto. Para cada una de estas placas se contaba ya con ubicaciones específicas, seleccionadas en función de criterios técnicos y operativos, tales como accesibilidad, estabilidad del punto y condiciones adecuadas para la observación GNSS mediante el método RTK.

Metodología GNSS definida

Durante las reuniones preliminares también se definieron de manera teórica las metodologías de medición a emplear:

Red principal

- Método GNSS estático
- Sesiones prolongadas para garantizar precisión centimétrica
- Establecimiento de líneas base entre los vértices principales

Esta metodología se definió considerando que el levantamiento abarcaría distancias municipales amplias y que los vértices serían monumentos estables.

Red distrital

La red distrital fue destinada a complementar la red geodésica principal y a servir como apoyo directo para trabajos de control y levantamientos a nivel urbano dentro del barrio El Centro de Ciudad Barrios.

Para su materialización, se definió la medición mediante técnica GNSS en tiempo real (RTK), utilizando correcciones provenientes de una estación CORS, lo que permitió obtener coordenadas precisas sin necesidad de establecer intervisibilidad directa entre los puntos de la red. Esta metodología resultó adecuada para las condiciones propias del entorno urbano, caracterizado por edificaciones, tránsito vehicular y presencia constante de peatones.

La red distrital quedó conformada por ocho (8) puntos, los cuales fueron monumentados mediante placas geodésicas de aluminio de 10 cm de diámetro, instaladas en ubicaciones previamente definidas en coordinación con la Alcaldía Municipal. La selección de estos puntos respondió a criterios prácticos y técnicos, tales como estabilidad del sitio, accesibilidad para futuras mediciones, seguridad del entorno y viabilidad operativa durante la jornada de campo.

6.2 **Reconocimiento**.

Para el desarrollo del reconocimiento de campo se efectuaron dos visitas oficiales al municipio de Ciudad Barrios:

Primera visita: 30 de mayo

Esta visita tuvo carácter introductorio y consistió en la presentación del proyecto ante personal estratégico de la Alcaldía Municipal. Asimismo, se realizó el primer acercamiento con los interesados y se llevó a cabo una visita breve al Mirador El Suspiro, donde se evaluaron sus condiciones como posible vértice de amarre.

Esta visita fue corta debido a limitaciones logísticas, ya que se dependió del transporte proporcionado por la Universidad de El Salvador, lo cual restringió el tiempo disponible para hacer una inspección más profunda.

Segunda visita: 14 y 15 de junio

Esta visita tuvo como finalidad realizar el reconocimiento geográfico detallado de las zonas donde se establecerían los nuevos vértices geodésicos, así como gestionar el acercamiento con los propietarios de los inmuebles donde se necesitaba autorización para su instalación (La Casona y Loma China).

En esta visita también se identificaron dos nuevos sitios potenciales para vértices: Ómoma 1 y Ómoma 2, ubicados sobre la losa del tanque de agua potable, propiedad de la alcaldía.

Integrantes que participaron en la inspección

Participaron el docente asesor y los cuatro integrantes del equipo de trabajo de graduación, acompañados por el motorista de la Universidad de El Salvador.

Objetivo principal de la salida de reconocimiento

El objetivo de la primera visita fue:

- Presentar oficialmente el proyecto a la Alcaldía Municipal.
- Conocer la logística de acceso al municipio y la zona urbana.
- Identificar preliminarmente el Mirador El Suspiro como punto de referencia.
- Definir, junto con autoridades locales, la zona urbana del Barrio El Centro como área de estudio para la red geodésica secundaria.

El objetivo de la segunda visita fue:

- Realizar el reconocimiento físico de los sitios propuestos para la instalación de nuevos vértices.

- Reunirse con propietarios para solicitar autorización de instalación.
- Verificar las condiciones técnicas de accesibilidad, visibilidad satelital y estabilidad del terreno.
- Identificar obstáculos físicos (cables, postes, tráfico, colindancias) que imposibilitaban realizar un levantamiento con estación total.
- Debido a estas limitaciones, se decidió cambiar la metodología y utilizar tecnología GNSS RTK NTRIP para el levantamiento de la red distrital.
- Verificar la disponibilidad de la CORMS de la Universidad de El Salvador (sede San Miguel).

Existencia o estado de estación de rastreo permanente

Durante la segunda visita se confirmó la disponibilidad de conexión a la estación GNSS de referencia CORMS ubicada en la sede de la Universidad de El Salvador en San Miguel.

Se verificó su funcionamiento mediante pruebas de enlace y disponibilidad de correcciones en tiempo real, quedando habilitada para su uso en los levantamientos RTK.

Verificación de vértices geodésicos base

Durante el reconocimiento se visitaron los siguientes vértices:

Vértice El Suspiro

- En excelente estado físico.
- Monumento original intacto.
- Máscara satelital óptima y terreno estable.
- Adecuado como punto de amarre principal para la red.

Vértice Loma China

- El monumento original se encontró destruido y fuera de su ubicación original.
- Se determinó que su reconstrucción sería necesaria.

El único vértice adecuado y utilizable en estado original fue El Suspiro, por cumplir todas las condiciones técnicas de estabilidad, visibilidad y conservación. Loma China no pudo utilizarse como amarre debido a su deterioro total.

Sitios evaluados

Se evaluaron los siguientes lugares para establecer nuevos vértices:

- Loma China (reubicación y reconstrucción del vértice)
- Ómoma 1
- Ómoma 2

Máscaras satelitales

Loma China:

- Ubicado en la cima de un cerro.
- Horizonte completamente despejado.
- Sin presencia de árboles, estructuras o cables.
- Topografía favorable pese a pendientes cercanas.

Ómoma 1 y Ómoma 2:

- Ubicados sobre una losa de concreto del tanque de agua potable.
- Visibilidad 360° sin obstrucciones.
- Sin edificaciones cercanas ni riesgo de multipath.

Accesibilidad

Loma China:

- Acceso complicado; requiere vehículo 4x4.

- El equipo logró ingresar mediante mototaxis adaptadas al terreno.

Ómoma 1 y 2:

- Acceso cómodo a pie y en vehículo.
- Camino en buen estado.

Condiciones del terreno y durabilidad del monumento

Loma China:

- Terreno firme y sin encharcamientos.
- Buen drenaje natural por pendiente.
- Viable para reconstrucción del monumento.

Ómoma 1 y 2:

- Terreno completamente plano (losa estructural).
- Propiedad municipal, lo cual garantiza seguridad y conservación.
- Riesgo mínimo de intervención por terceros.

Drenaje natural

En Loma China: escurrimiento rápido debido a topografía inclinada.

En Ómoma 1 y 2: pendientes mínimas sobre la losa permiten que el agua fluya y no represente riesgo para las marcas.

Diagrama de obstrucción

No fue necesario elaborar diagramas formales para Ómoma 1 y 2 debido a la visibilidad despejada.

En Loma China, aunque existen pequeñas pendientes, la visibilidad fue igualmente óptima, por lo que tampoco fue requerido.

6.3 Monumentación.

se definió monumentar los vértices de la red geodésica principal y distrital dentro barrio el centro. Los puntos seleccionados para monumentar en concreto fueron Loma China y La Casona, los cuales forman parte de la red principal. Asimismo, se establecieron dos puntos adicionales de la misma categoría (Loma 1 y Loma 2), que se implementarían mediante placas metálicas.

En la red distrital, se seleccionaron 8 puntos adicionales, denominados UES-FIA 1, UES-FIA 2… UES-FIA 8, todos ellos monumentados con placa de aluminio.

La decisión de utilizar estos puntos se basó principalmente en la necesidad de asegurar visibilidad, accesibilidad y estabilidad física. Además, los vértices principales se ubicaron estratégicamente para servir como densificación de la Red Geodésica Nacional, mientras que los puntos secundarios se destinaron a fortalecer la estructura de la red principal dentro de la zona urbana definida.

El reconocimiento de campo fue determinante para validar la selección inicial. Durante esta visita se verificó el estado real de los vértices de amarre existentes; se confirmó que únicamente el vértice El Suspiro seguía funcional, mientras que el vértice Loma china se encontró destruido. También se analizó la accesibilidad para el traslado de materiales y personal, se identificaron las zonas óptimas para el nuevo levantamiento y se confirmó el método de medición RTK por condiciones reales del terreno.

Finalmente, este reconocimiento permitió ajustar dimensiones de placas, disponibilidad de espacio y definir la zona de emplazamiento para la red distrital.

Organización de la brigada de monumentación

La brigada de monumentación estuvo integrada por los estudiantes Leonardo Castillo, Marcelo Guerrero, José Urías y Fernando Jovel, quienes participaron en

todas las actividades constructivas tanto de los monumentos de concreto como del empotramiento de placas metálicas.

El equipo trabajó de forma manual en la preparación de los materiales: mezcla de concreto, elaboración de moldes, preparación de resina epóxica y ejecución directa de cada monumento.

Para monumentos de concreto: arena, grava, cemento, agua, moldes de base y pirámide, palas, barra lineal, cuchara, carretilla, martillo y cinta métrica.

Para placas en aceras: cincel, brocha, martillo y resina epóxica Sikadur (dos componentes 50/50).

Se implementaron medidas de seguridad básicas: excavaciones con paredes protegidas con plástico para evitar absorción del agua del concreto, nivelación adecuada de los moldes, uso de desmoldante en base y pirámide, dosificación correcta de materiales para lograr f'c = 210 kg/cm², y equipo de protección personal (guantes, lentes, zapatos cerrados).

En el caso de las placas en aceras, se aseguró que el acabado final quedara al ras del pavimento asfaltico para evitar sobresaltos o riesgos para peatones.

Selección de la ubicación exacta del monumento en cada punto

La ubicación exacta de los monumentos ya había sido definida durante el reconocimiento de campo. Esta visita permitió identificar accesos seguros, condiciones del terreno y espacios adecuados para cada categoría de vértice.

Antes de iniciar cada excavación, se realizó una validación final del terreno, revisando estabilidad del suelo, presencia de obstrucciones y nivel de erosión. Solo se efectuó un ajuste en la planificación original: el punto Loma China se reubicó ligeramente debido a una solicitud del propietario del terreno, quien advirtió que en la ubicación inicial se realizarían obras futuras.

El resto de puntos se mantuvo conforme al plan inicial, ya que las condiciones encontradas coincidían con la selección hecha en campo.

Las placas metálicas de la red distrital se instalaron en las aceras del barrio Centro, donde ya se había delimitado la zona de intervención desde la fase de reconocimiento. La verificación previa permitió trabajar sin complicaciones durante la monumentación.

Proceso constructivo del pilar de concreto

Para los pilares de concreto de los vértices principales se utilizó una base de 40 × 40 cm, con una profundidad de 50 cm, y sobre ella se construyó una pirámide truncada con base cuadrada de 20 cm y una altura de 20cm.

Estos monumentos no incluyeron refuerzo de acero, ya que su función es estrictamente geodésica y no estructural.

La excavación se realizó de forma manual siguiendo la recomendación del asesor (50 cm). El suelo encontrado era estable y permitió trabajar sin necesidad de apuntalamientos adicionales.

La preparación del concreto se realizó mezclando primero los agregados finos con los gruesos, controlando cuidadosamente la cantidad de agua para no comprometer la resistencia. Se empleó una varilla lisa para vibrar la mezcla en la base y la pirámide truncada.

A la base se le dejó una ligera pendiente para evitar retención de agua lluvia.

El concreto se dejó fraguar aproximadamente quince minutos, y luego se colocó la placa redonda de aluminio (10 cm de diámetro, pin de 5 cm), quedando alineada al nivel de la corona del monumento.

Instalación de la placa metálica de identificación

Para identificar cada punto geodésico se utilizó una placa redonda de aluminio (10 cm de diámetro, 1 cm de espesor), con un pin central de 1 cm para garantizar su sujeción.

La información grabada en cada placa incluyó:

- Institución responsable,
- Número del punto,
- Símbolo geodésico (cruz con punto central).

La fijación se realizó con resina epóxica de dos componentes (50/50). La resina se aplicó tanto en el pin de la placa como en la perforación previamente realizada. Se mantuvo presión aproximadamente un minuto para asegurar adherencia.

Durante el proceso se verificó nivel y alineación con un mini nivel de mano, especialmente para las placas colocadas en aceras, donde debían quedar al ras de la cera para evitar tropiezos.

Verificación final del monumento

Los criterios utilizados para comprobar la estabilidad final incluyeron:

- firmeza del concreto una vez fraguado.
- adherencia correcta de la placa.
- nivelación y alineación verificadas.
- ausencia de huecos o asentamientos alrededor del monumento.
- Comprobación de que la base no acumula agua.

6.4 Medición GNSS

Antes de iniciar cualquier medición, lo primero que realizamos fue la verificación completa del equipo GNSS que utilizaríamos durante la jornada. En este caso, el equipo que necesitó revisión más detallada fue el CARSON, perteneciente a la universidad. El equipo Trimble, que era proporcionado por el ingeniero, ya estaba

calibrado y configurado previamente por él, por lo que únicamente se revisó lo básico.

En el equipo CARSON, la revisión se enfocó principalmente en las baterías externas de 12 V (baterías tipo moto), ya que dependíamos totalmente de su estabilidad para que el receptor funcionara durante la ocupación. Se comprobó:

- que la batería tuviera carga suficiente,
- que la transmisión de energía hacia el receptor fuera constante,
- que los cables de conexión no tuvieran falsos contactos,
- que la base se encendiera sin fallos,
- y que la controladora reconociera correctamente el equipo.

Durante esta revisión se identificó que una de las baterías ya tenía desgaste, por lo que se decidió comprar dos baterías nuevas para evitar interrupciones en la jornada.

Toda la preparación del equipo revisión, cambio de baterías, conexión y configuración inicial tomó aproximadamente 30 minutos.

Condiciones del entorno y validación del sitio antes de medir

Para las mediciones de la red geodésica principal (Loma China, La Casona, El Suspiro, OMOMA 1 y OMOMA 2) realizamos dos jornadas de campo:

Medición estática — 20 de julio (red principal — Ciudad Barrios)

Ese día tuvimos cielo despejado, sin lluvia durante la instalación de los equipos. Todos los puntos ya habían sido previamente estudiados en la fase de reconocimiento y planificación, por lo que no encontramos obstrucciones ni necesidad de reubicar vértices.

Todas las ocupaciones cumplieron la máscara mínima de 10°, y no se presentaron nuevas obstrucciones

Medición RTK — 19 de julio (red distrital — Barrio El Centro)

El levantamiento RTK de las placas del Barrio El Centro se realizó conectando el Rover a la CORS San Miguel, obteniendo correcciones en tiempo real.

En esta jornada no hubo inconvenientes: el clima estuvo estable, la señal de la CORS fue constante y el enlace NTRIP se mantuvo fijo durante toda la toma.

Organización de la brigada en campo

Durante la primera medición del 20 de julio, la brigada estuvo organizada de la siguiente manera:

Loma China: José Luis Urias y Fernando Jovel

La Casona: Marcelo Guerrero y Leonardo Castillo

OMOMA 1 y OMOMA 2: Docente Asesor + Ing. Wilfredo Amaya + apoyo de un ingeniero externo

El Suspiro: Un colaborador del ingeniero, asignado únicamente para vigilancia del equipo

En todos los puntos, el trabajo se realizó en equipo, sin roles estrictos como operador de BASE o de ROVER, ya que ambos estudiantes por punto apoyaban en:

- configuración de colectora
- instalación del trípode
- nivelación
- conexión de batería
- verificación del registro de datos

La primera jornada de levantamiento tomó aproximadamente 4 horas, considerando desplazamientos, instalación de estaciones y ocupación de los puntos.

En lo referente a la medición RTK en Barrio El Centro, esta se completó en aproximadamente 1 hora y media, ya que se trataba de puntos cercanos entre sí y el enlace con la CORS funcionó sin interrupciones.

Método de observación estática (red principal)

Los puntos en los que realizamos observación estática fueron:

- El Suspiro
- Loma China
- La Casona
- OMOMA 1
- OMOMA 2

Cada punto se ocupó entre 1.5 y 2 horas, siguiendo las recomendaciones del ingeniero para garantizar una solución confiable.

El intervalo de grabación utilizado fue de 15 segundos.

La estabilidad de la antena se aseguró desde el inicio nivelando correctamente el trípode, ajustando las patas hasta dejarlo totalmente firme y verificando que no hubiera juego en la rosca del adaptador. Durante la observación se revisaba visualmente que la burbuja permaneciera centrada y que ningún cable generara tensión sobre el equipo.

En cada ocupación se anotó en la hoja de campo:

- hora de inicio y fin
- altura de antena (inclinada y verdadera)
- condiciones del cielo
- nombre del punto
- problemas observados

Método RTK (red distrital)

Para la red distrital correspondiente al Barrio El Centro realizamos un levantamiento RTK en tiempo real, utilizando como referencia la CORS San Miguel, por lo que no instalamos una BASE física propia.

Los puntos se midieron entre 5 y 10 segundos cada uno, repitiendo ocupaciones cuando era necesario.

La altura de antena fue variable debido a las obstrucciones en el entorno (cables, paredes, techos y árboles), por lo que se ajustaba según la máscara y la disponibilidad de señal.

Para verificar la calidad del FIX revisamos constantemente:

- PDOP
- número total de satélites
- estabilidad del enlace NTRIP
- precisión horizontal y vertical reportada

En algunos puntos hubo demora en obtener FIX por las obstrucciones urbanas, por lo que se buscó mejorar la posición del operador o aumentar ligeramente la altura de la antena para estabilizar la señal.

6.5 Informe de resultados.

Esta etapa contempla la elaboración de un informe específico en el que se presentarán los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados. Dicho informe incluirá, de forma general, los siguientes apartados:

Memoria de resultados: se detalla el proceso completo de cálculo utilizado para la obtención de coordenadas y demás datos relevantes.

Listados de coordenadas: se elaborará un listado completo con las coordenadas de todos los vértices que integran la red.

Reseñas de los vértices: cada vértice contará con una ficha individual que recopile información específica, la cual incluirá, como mínimo:

- Sistema o sistemas de referencia utilizados
- Proyección y huso correspondiente
- Coordenadas geográficas (latitud y longitud)
- Coordenadas cartesianas (X, Y) según el sistema de referencia adoptado
- Altitud Ortométricas
- Precisión de las mediciones
- Estado de conservación del punto
- Otros datos complementarios

Mapas y planos: Se generará un mapa completo de la red geodésica, preferiblemente en formato digital, el cual podrá incluirse en el informe impreso si se requiere. Este recurso facilita una visualización general de la distribución espacial de los vértices.

CAPÍTULO VII: PROCEDIMIENTO DE VUELO FOTOGRAMÉTRICO

7.1 Reconocimiento de campo del sitio a levantar

Se realizó un recorrido de reconocimiento en toda el área donde se ejecutaría el vuelo fotogramétrico, correspondiente al barrio El Centro de Ciudad Barrios, San Miguel Norte, con el objetivo de evaluar las condiciones del entorno previo a la operación del dron. Durante este recorrido se identificaron posibles amenazas para la aeronave, tales como antenas, cableado aéreo, edificaciones, árboles y presencia de aves.

Como parte de este reconocimiento, se llevó a cabo la búsqueda del lugar más adecuado para la operación del dron, considerando condiciones de seguridad, visibilidad y espacio disponible. Como resultado de esta evaluación, se seleccionó la terraza de una vivienda, la cual cumplía con las condiciones necesarias para realizar de forma segura el despegue, el aterrizaje y el control de la aeronave durante el vuelo.

Imagen 59. Recorrido e identificación de espacios para el despegue, vuelo y aterrizaje de drone

Fuente: Elaboración propia.

7.2 Planificación de vuelo

La planificación del vuelo fotogramétrico se realizó como una etapa previa al armado y puesta en operación del equipo, con el objetivo de definir de manera anticipada el esquema general del levantamiento aéreo. En esta fase no se realizó la conexión ni el encendido del dron, limitándose únicamente a la preparación y organización del vuelo a nivel de software y procedimiento.

Para esta etapa se consideró el uso de las aplicaciones DJI GO 4 y Pix4D Capture, las cuales serían empleadas posteriormente durante la ejecución del vuelo. La aplicación DJI GO 4 se definió como la herramienta a utilizar para la conexión entre el dron DJI MAVICK 2, el control remoto sin pantalla y el dispositivo móvil iPhone 13, permitiendo el control y monitoreo de la aeronave durante la operación.

Por su parte, la aplicación Pix4D Capture se seleccionó como la herramienta principal para la planificación y ejecución de la misión de vuelo fotogramétrico, debido a sus funcionalidades para la creación de vuelos automatizados y la captura sistemática de imágenes.

Durante esta planificación se estableció de forma general el tipo de misión a realizar, correspondiente a un vuelo de mapeo, así como la delimitación preliminar del área a levantar, la cual sería configurada con mayor detalle una vez completado el armado del equipo. De igual manera, se definió el flujo de trabajo que se seguiría durante el levantamiento, estableciendo el orden de uso de las aplicaciones y los pasos a ejecutar en campo.

Esta etapa permitió organizar el proceso de vuelo fotogramétrico y anticipar el uso de las herramientas digitales necesarias, facilitando una ejecución ordenada y eficiente del levantamiento una vez que el equipo estuviera completamente armado y listo para operar.

7.3 Armado del equipo

El armado del equipo se realizó antes de conectar y preparar el dron para su operación, siguiendo un procedimiento ordenado que garantice la correcta instalación de los componentes físicos y la seguridad del equipo.

Preparación del espacio de trabajo: se seleccionó un área limpia, estable y libre de polvo para el armado del equipo, evitando superficies irregulares o con objetos que pudieran interferir con las partes del dron o sus accesorios.

Despliegue de los brazos del dron: se retiró el dron de su estuche de transporte y se llevó a cabo el despliegue de los brazos del DJI Mavic 2, abriendo primero los brazos delanteros y luego los traseros, asegurándose de que quedaran en posición extendida de forma firme.

Imagen 60. Despliegue de brazos de dron.

Fuente: Armado de drone DJI Mavic2 https://imagendigital.diseno.ibero.mx/armado-de-drone-dji-mavic2/

Instalación de las hélices: una vez extendidos los brazos, se procedió a colocar las hélices (hélices) en los ejes correspondientes. Cada hélice se ajustó

presionando hacia abajo y girando ligeramente hasta escuchar el clic de bloqueo, asegurando que quedaran fijadas correctamente.

Imagen 61. Despliegue de brazos de dron.

Fuente: Armado de drone DJI Mavic2 https://imagendigital.diseno.ibero.mx/armado-de-drone-dji-mavic2/

Colocación de la batería principal: con las hélices ya instaladas, se insertó la batería de vuelo inteligente en el compartimiento del dron, empujándola hasta que se escuchara el clic de aseguramiento, garantizando así un buen contacto y fijación.

Imagen 62. Colocación de batería a drone.

Fuente: Armado de drone DJI Mavic2 https://imagendigital.diseno.ibero.mx/armado-de-drone-dji-mavic2/

Preparación del control remoto: Se procedió a preparar el control remoto, desplegando las antenas y el soporte para dispositivo móvil del control. En los casos en que el control tenía joysticks desmontables, estos se atornillaron en sus posiciones correspondientes.

Montaje del dispositivo de visualización: Se conectó el iPhone 13 al control remoto mediante un cable de carga normal del dispositivo iOS. Este dispositivo será utilizado posteriormente para conectarse a las aplicaciones y monitorear el vuelo.

Imagen 63. Conexión de control con dispositivo móvil.

Fuente: Elaboración propia

Revisión final del armado: antes de finalizar, se realizó una verificación visual de:

- Que las hélices estuvieran correctamente montadas.
- Que la batería estuviera asegurada.
- Que el control remoto y el dispositivo móvil estuvieran listos para la conexión.
- Que no hubiera objetos sueltos en el área de trabajo.

Este procedimiento permitió tener el equipo físico completamente armado y preparado para las siguientes etapas del procedimiento, como la calibración de sensores y la configuración final de la misión de vuelo.

7.4 Calibración IMU, Compass y Gimbal

Una vez armado completamente el equipo, se procede a la calibración de los sensores del dron, proceso indispensable para garantizar la estabilidad, precisión de navegación y correcta orientación de la cámara durante el vuelo fotogramétrico. Estas calibraciones se realizaron mediante la aplicación DJI GO.

Encendido y conexión del equipo

1. Se enciende el control remoto.
2. Se enciende el dron DJI Mavic 2.
3. Se abre la aplicación DJI GO 4 en el iPhone 13.
4. Se espera a que la aplicación reconociera correctamente la aeronave y mostrara la pantalla principal de vuelo.

Calibración de la IMU: la calibración de la IMU se realiza para asegurar la correcta medición de la aceleración, orientación y estabilidad del dron.

1. En la pantalla principal de DJI GO 4, se ingresó al menú principal (ícono de tres puntos).
2. Se seleccionó la opción Main Controller Settings.
3. Se ingresa a Advanced Settings.
4. Se seleccionó Sensors y luego IMU Calibration.
5. Se inicia el proceso de calibración siguiendo las instrucciones mostradas en pantalla.

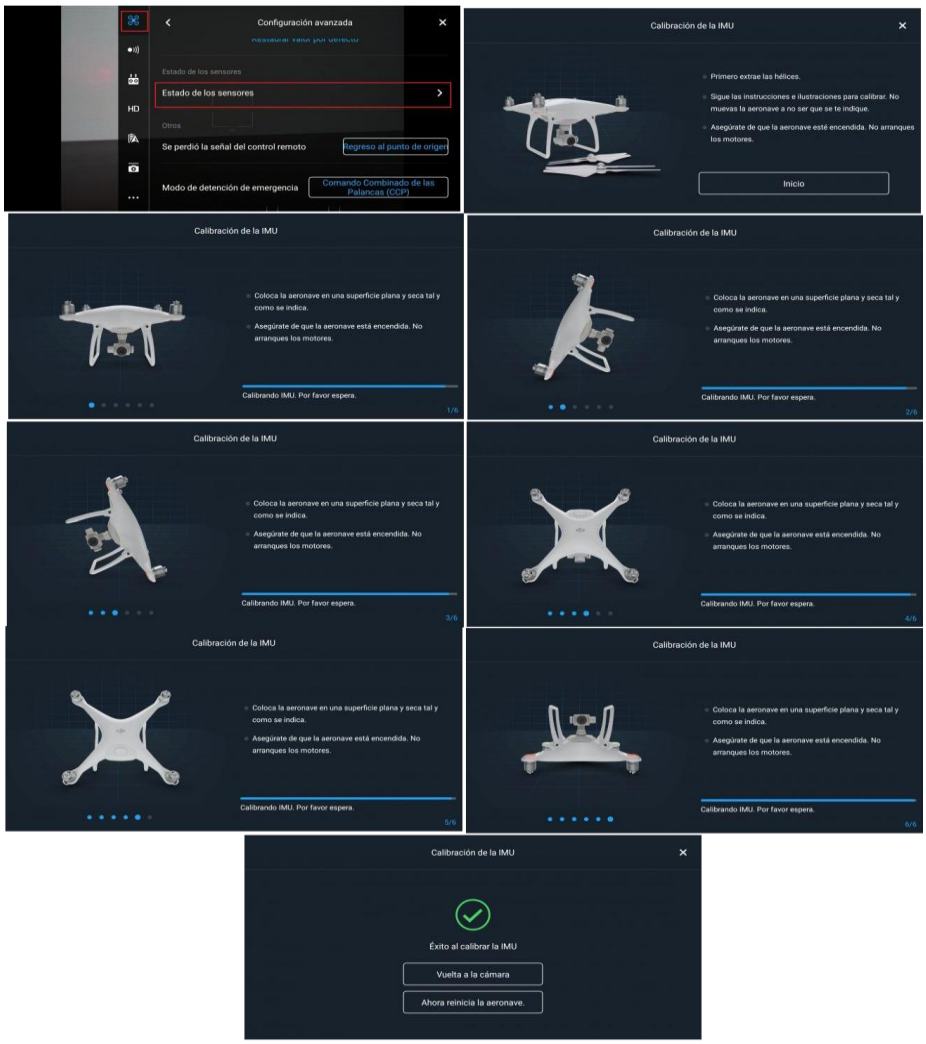


Imagen 64. Interfaz y pasos de calibración desde la aplicación DJI GO 4.

Fuente: Elaboración propia

Calibración de la brújula (Compass): la calibración de la brújula se realiza para asegurar una correcta orientación y navegación del dron durante el vuelo.

1. Desde el menú principal de DJI GO 4, se ingresa a Main Controller Settings.
2. Se selecciona la opción Compass.
3. Se presiona Calibrate para iniciar el proceso.
4. Siguiendo las indicaciones de la aplicación, se giró el dron 360° en posición horizontal.
5. Posteriormente, se giró el dron 360° en posición vertical, completando la calibración.
6. Se verifica en la aplicación que la calibración se completara correctamente.

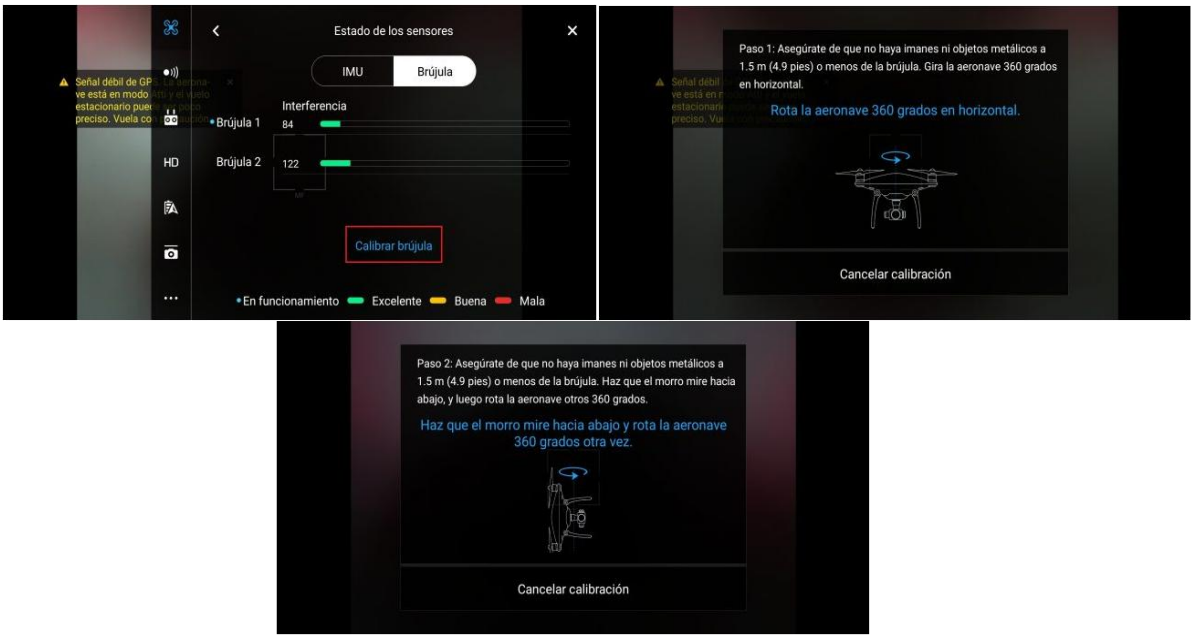


Imagen 65. Representación de movimientos para calibración de brújula de drone.

Fuente: Elaboración propia.

Calibración del gimbal: la calibración del gimbal se realiza para garantizar la correcta estabilización y orientación de la cámara durante la captura de imágenes.

1. En el menú principal de DJI GO 4, se seleccionó Gimbal Settings.
2. Se ingresó a la opción Gimbal Auto Calibration.
3. Se inició el proceso de calibración y se mantiene el dron sobre una superficie plana.
4. Se espera a que el sistema complete automáticamente la calibración sin mover la aeronave.

Imagen 66. Representación de movimientos para calibración de gimbal de drone.

Fuente: El vuelo del drone https://elvuelodeldrone.com/blog-de-drones/como-volar-un-drone/

Verificación final: al finalizar las calibraciones, se verifica en la aplicación que no existieran alertas relacionadas con sensores, brújula o gimbal, confirmando que

el dron se encuentre listo para continuar con las configuraciones generales y la ejecución del vuelo.

7.5 Configuraciones generales

Acá se presenta configuración preliminar previa a la ejecución del plan de vuelo, así como una serie de opciones necesarias para la correcta operación de la aeronave. Antes de realizar el vuelo, se efectúa una inspección del estado general del dron, con el fin de verificar que todos los sistemas se encuentren en condiciones adecuadas para su operación.

Desde la pantalla principal de la aplicación DJI GO 4, se selecciona la opción “Listo para despegar (GPS)”, lo cual despliega un menú que presenta una descripción general del estado de la aeronave. En este menú se visualizan parámetros como el modo de vuelo, altitud máxima de vuelo, distancia máxima de vuelo, estado de la brújula, IMU, batería, sensores visuales, entre otros.

Para corroborar que el dron se encuentre en condiciones óptimas para el vuelo, se verifica que en la parte superior del menú, en el apartado “Estado general”, se muestre el estado “Normal”, lo cual indica que no existían alertas ni advertencias que impidan la ejecución del levantamiento fotogramétrico.

7.6 Configuración de control remoto principal

La configuración del control remoto principal se realiza con el objetivo de asegurar una correcta comunicación entre el control y la aeronave, así como de establecer parámetros básicos de seguridad y operación antes de ejecutar el vuelo fotogramétrico.

Para acceder al menú de configuración, desde la pantalla principal de la aplicación DJI GO 4 se da clic en el ícono de tres puntos ubicado en la esquina superior derecha. Este menú permite acceder a las diferentes opciones relacionadas con el control remoto y la operación general del dron.

Dentro de las configuraciones disponibles, se verifica la identificación del control remoto, con el fin de confirmar que el control se encuentre correctamente vinculado a la aeronave. Esta verificación resulta especialmente importante en zonas donde pueden operar varios drones de forma simultánea o en áreas de acceso limitado.

Asimismo, se configura el punto de origen, estableciendo como referencia el lugar desde donde se realiza el despegue. Esta configuración permite definir el punto al cual el dron regresa automáticamente en caso de activarse la función de regreso al punto de origen (RTH), ya sea por pérdida de señal, nivel bajo de batería o activación manual.

Adicionalmente, se configuran los modos de vuelo múltiples, los cuales permiten definir el comportamiento de la aeronave durante la operación. Esta configuración asegura que el dron opere bajo un modo de vuelo adecuado para levantamientos fotogramétricos, priorizando la estabilidad y el control.

Finalmente, se establece la altura de regreso al punto de origen, parámetro que se define en función de los obstáculos presentes en el área de vuelo. Para este trabajo, se configura una altura de regreso de 70 m, con el fin de evitar posibles colisiones con árboles altos y otras estructuras presentes en la zona de estudio.

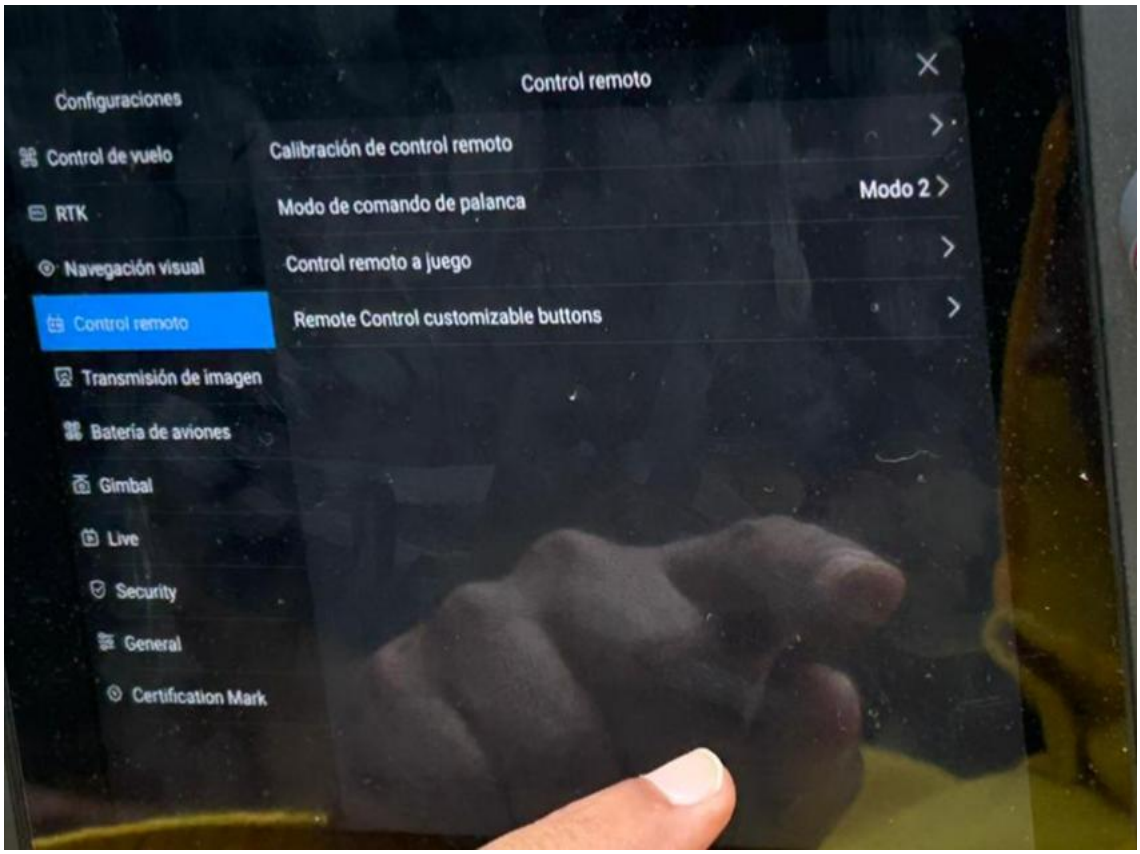


Imagen 67. Interfaz de apartado de configuración de control remoto desde la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

7.7 Configuración de navegación visual

El dron DJI Mavic 2 cuenta con un sistema de sensores visuales y de detección de obstáculos que permiten aumentar la precisión, estabilidad y seguridad durante la ejecución del vuelo fotogramétrico. Estos sistemas asisten a la aeronave en tiempo real, especialmente en entornos urbanos donde existen múltiples obstáculos.

Entre las funciones principales de la navegación visual se encuentran:

- Sistema de detección y evitación de obstáculos, mediante el cual la aeronave detecta objetos en su trayectoria y reduce su velocidad o se detiene para evitar colisiones durante el vuelo.
- Sistema de detección de obstáculos frontal y posterior, que permite al dron reconocer elementos ubicados al frente y en la parte trasera, contribuyendo a una operación más segura durante desplazamientos automáticos y maniobras de retorno.
- Sistema de posicionamiento visual, el cual utiliza sensores inferiores para mantener la estabilidad del dron a bajas alturas o en zonas donde la señal GPS puede verse afectada por edificaciones u otras interferencias.
- Asistencia en el regreso al punto de origen o Return to Home (RTH), donde los sensores visuales contribuyen a que la aeronave realice maniobras más seguras durante el retorno automático, reduciendo el riesgo de colisión con obstáculos cercanos.

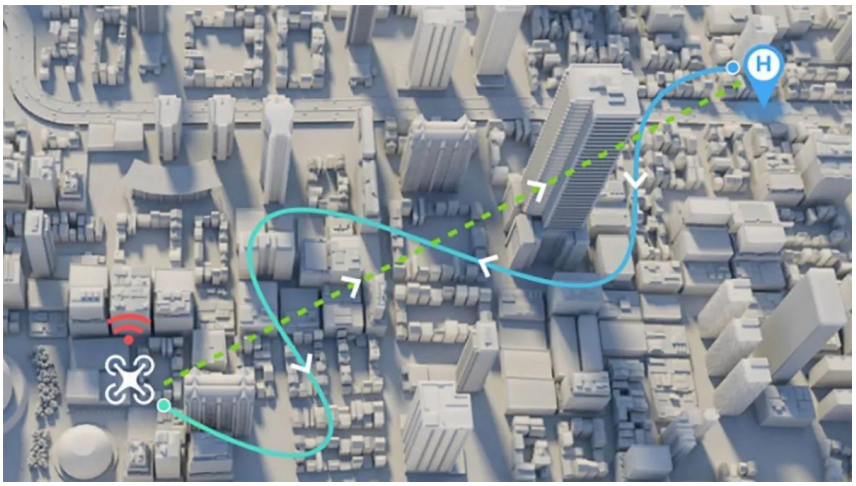


Imagen 68. Representación gráfica de la función Return to Home (RTH).

Fuente: Godron https://tienda.godron.mx/como-usar-el-return-to-home-rth-de-dji/.

Cada uno de estos sistemas se mantiene habilitado durante la ejecución del vuelo, ya que su activación mejora el control de la aeronave y reduce los riesgos operativos, garantizando una operación más segura y confiable del dron durante el levantamiento fotogramétrico.

7.8 Batería de la aeronave

El apartado de batería de la aeronave permite supervisar el estado y configuración de la batería instalada en el dron, información fundamental para garantizar un vuelo seguro y evitar la pérdida de la aeronave durante la ejecución del levantamiento fotogramétrico. Esta información se visualiza desde el menú de batería disponible en la aplicación DJI GO 4.

Desde este menú se muestra el voltaje, la temperatura, el porcentaje de carga restante, así como los niveles de advertencia de batería baja y batería crítica. Asimismo, se configura el comportamiento del dron ante un nivel bajo de batería, incluyendo la función de regreso al punto de origen inteligente (RTH).

El regreso al punto de origen inteligente por batería baja es un mecanismo de seguridad que se activa cuando el nivel de carga de la batería alcanza un valor que puede comprometer el retorno seguro de la aeronave. Cuando esto ocurre, la aplicación DJI GO 4 muestra un mensaje de advertencia en pantalla, notificando al operador sobre la condición de batería baja.

Ante esta advertencia, el operador mantiene presionado el botón RTH desde el control remoto, lo que provoca que el dron ascienda automáticamente hasta la altura de regreso previamente configurada y se dirija al punto de despegue. Durante este proceso, el DJI Mavic 2 utiliza sus sensores de navegación y

detección de obstáculos para identificar y esquivar posibles obstáculos presentes en la trayectoria de regreso.

Para este trabajo, se configura el nivel de advertencia de batería baja en un 30 %, mientras que el nivel de batería crítica se establece en un 20 %, con el fin de disponer de un margen de seguridad suficiente que permita completar el vuelo y ejecutar el retorno de la aeronave de manera controlada y segura**.**

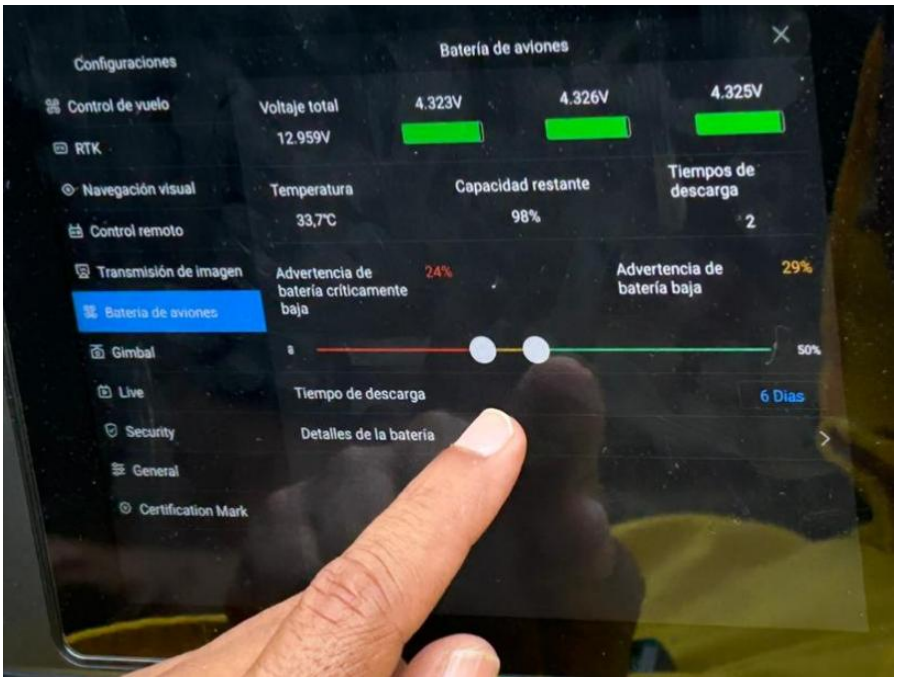


Imagen 69. Interfaz de apartado de baterías desde la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

7.9 Plan de vuelo

El plan de vuelo fotogramétrico tiene como objetivo principal definir una ruta de referencia que permita al dron realizar un recorrido sistemático sobre el área de estudio, garantizando una adecuada cobertura y la correcta captura de imágenes aéreas para su posterior procesamiento. Para la elaboración del plan de vuelo se utiliza la aplicación Pix4Dcapture, software especializado para misiones de

mapeo fotogramétrico con drones, disponible de forma gratuita para dispositivos móviles con sistema Android e iOS, y compatible con el dron DJI Mavic 2.

Una vez instalada y ejecutada la aplicación, esta reconoce automáticamente el modelo del dron a utilizar y muestra en el menú principal las diferentes opciones de misiones disponibles. Para este trabajo se selecciona la misión “GRID”, la cual corresponde a un plan de vuelo en forma rectangular, recomendado para la generación de mapas 2D, superficies relativamente planas y áreas de extensión media a grande.

Al seleccionar esta misión, la aplicación muestra una imagen satelital del área donde se realizará el vuelo, por lo que es necesario mantener activa la ubicación del dispositivo móvil. Sobre esta imagen se delimita el área de interés, ajustando el polígono de vuelo de manera que cubra completamente la zona a levantar. Se recomienda extender ligeramente el área de vuelo más allá del límite de interés, con el fin de evitar deformaciones en los bordes durante el procesamiento de la ortofoto.

Para garantizar la calidad de las imágenes obtenidas, se configuran los siguientes parámetros desde el ícono de configuración ubicado en la esquina superior derecha de la pantalla:

- Ángulo de la cámara: se establece en 90°, permitiendo capturar imágenes perpendiculares al terreno, condición ideal para la generación de ortomosaicos.
- Traslape longitudinal y transversal: se configura un traslape del 80 y 70 %, valor que asegura una superposición adecuada entre imágenes y una correcta reconstrucción fotogramétrica.

- Velocidad de vuelo: se ajusta en función del tiempo de vuelo disponible y la estabilidad de la captura de imágenes, considerando que una menor

velocidad mejora la calidad de los datos obtenidos. para este caso se utilizó una velocidad de 25 km/h.

- Balance de blancos: se ajusta de acuerdo con las condiciones de iluminación presentes al momento del vuelo, ya sea cielo despejado o nublado.

En la pantalla de planificación se visualiza la trayectoria del vuelo representada mediante un rectángulo, el cual indica el recorrido que seguirá la aeronave, así como el punto de inicio y final de la misión. En el panel lateral se selecciona la altura de vuelo, la cual para este trabajo se establece en 70 metros, considerando la presencia de obstáculos en la zona y la necesidad de mantener una distancia segura durante el vuelo.

A esta altura se obtiene un valor de GSD (Ground Sample Distance) aproximado de 1.59 cm/píxel, lo que representa una resolución adecuada para la obtención de imágenes de alta calidad y precisión.

En la parte inferior de la pantalla se muestran las dimensiones del área de vuelo y el tiempo estimado de la misión, mientras que en el panel derecho se indica el modelo de dron utilizado, el porcentaje de batería requerido, la cantidad de satélites disponibles, la velocidad de vuelo y la altura de operación. Una vez verificados todos los parámetros, se selecciona la opción “START”, momento en el cual el dron despega automáticamente e inicia la ejecución del plan de vuelo.

Al finalizar la misión, la aplicación guarda las imágenes capturadas y el proyecto generado, quedando listos para su posterior procesamiento fotogramétrico.

Imagen 70. Representación de GRID que abarca todo el centro de Ciudad Barrios, así como la trayectoria que seguirá el drone, el tiempo estimado de finalización (11 min y 22 seg), cantidad de fotografías del levantamiento (330) y el área aproximada a cubrir (8184.4 m^2).

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 71. Secuencia de despegue de Drone.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VIII: PROCESAMIENTO DE FOTOGRAFÍAS

Para asegurar la validez cartográfica del proyecto, se establecieron puntos de control fotogramétrico distribuidos estratégicamente en el área de estudio. Al carecer el dron de posicionamiento cinemático en tiempo real (RTK), la georreferenciación dependía directamente de la precisión en tierra. Por ello, se utilizó un equipo GPS diferencial para determinar la ubicación exacta. Este flujo de trabajo permite transformar un modelo digital relativo en un mapa absoluto, indispensable para mediciones de distancias, áreas y volúmenes con total confianza.

Con el fin de garantizar la trazabilidad geométrica entre los elementos representados en la orto imagen y su ubicación geodésica. El procedimiento para la resolución de la ecuación de colinealidad y la asignación de coordenadas se detalla a continuación.

8.1 Configuraciones generales

Antes de iniciar el proceso, es necesario copiar y pegar el Modelo Gravitacional de la Tierra (EGM08-1.GGF) a la ruta donde se instaló el programa, según se detalla:

- Siendo la ruta:

Imagen 72. Ruta de ubicación del Modelo Gravitacional

Fuente: Elaboración propia

- Copiar el modelo Gravitacional

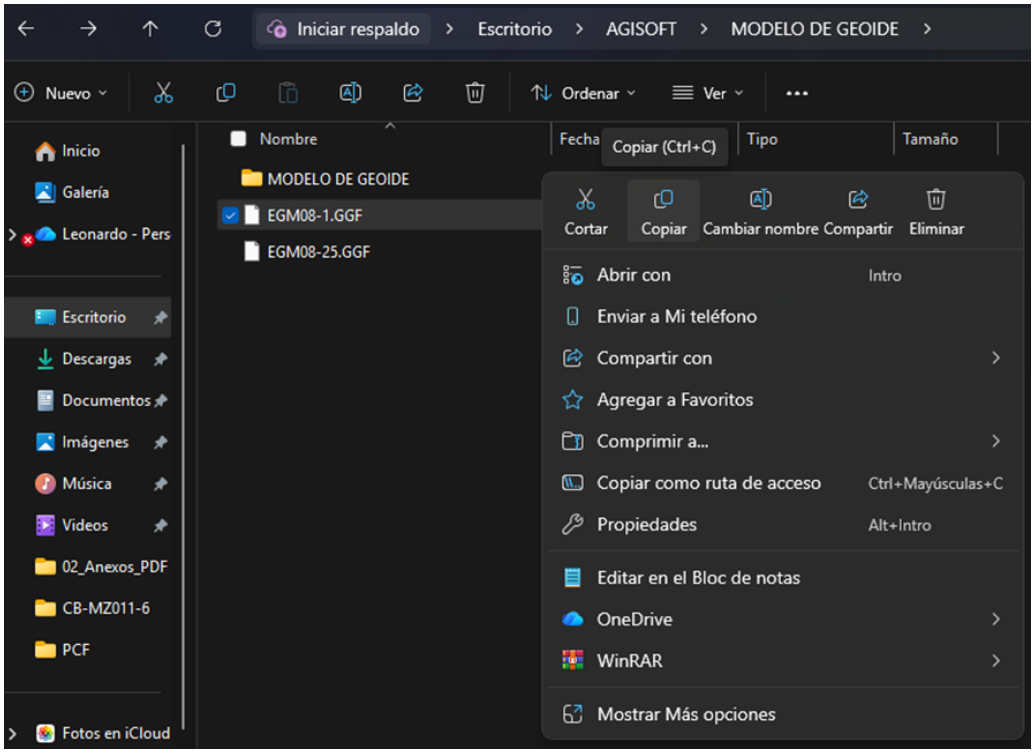


Imagen 73. Ruta de Ubicación del Modelo Gravitacional

Fuente: Elaboración propia

- Pegar modelo Gravitacional en la ruta de ubicación

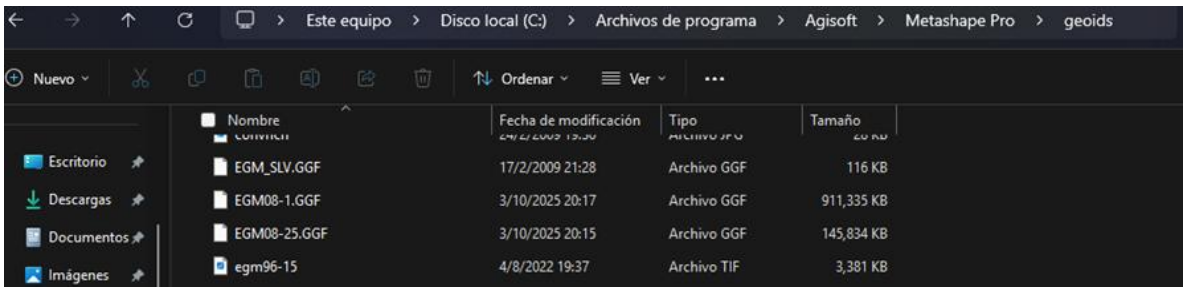


Imagen 74. Ruta de ubicación del Modelo Gravitacional

Fuente: Elaboración propia

El proyecto se inicia creando una carpeta y nombrándola con un identificativo del proyecto a realizar, en una ruta fácil de localizar, donde contendrá todos los archivos obtenidos en campo.

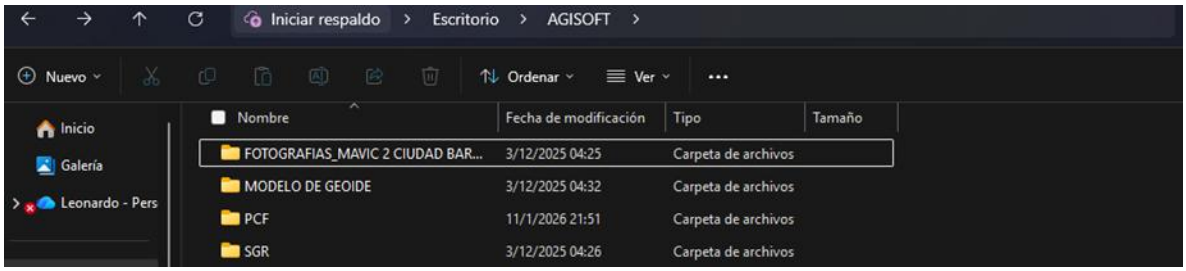


Imagen 75. Identificación de carpeta del contenido del procesamiento de datos

Fuente: Elaboración propia

Dentro de esta carpeta, se crearán 4 subcarpetas: la primera llamada ‘’FOTOGRAFÍAS’’ según Imagen 75, guardará las fotografías resultantes del vuelo del dron, la segunda llamada ‘’MODELO DE GEOIDE’’, contendrá el Modelo Gravitacional de la Tierra (Modelo de Geoide) con extensión GGF para el sistema de elevaciones ortométricas. La tercera llamada ‘’PCF’’, contendrá los puntos obtenidos con el equipo GPS. La cuarta subcarpeta, llamada ‘’SGR’’ (Sistema Geodésico de Referencia), contendrá el archivo PRJ de la proyección Lambert Sirgas ES-2007.

Del equipo GPS, utilizando el procedimiento detallado en el Capítulo 7, se obtuvo el archivo de extensión .TXT, el cual se muestra en la imagen 76, que contiene el nombre de cada Punto de Control Fotogramétrico, así como las coordenadas X e Y, en el sistema de referencia Lambert SIRGAS ES-2007, además de las elevaciones ortométricas.

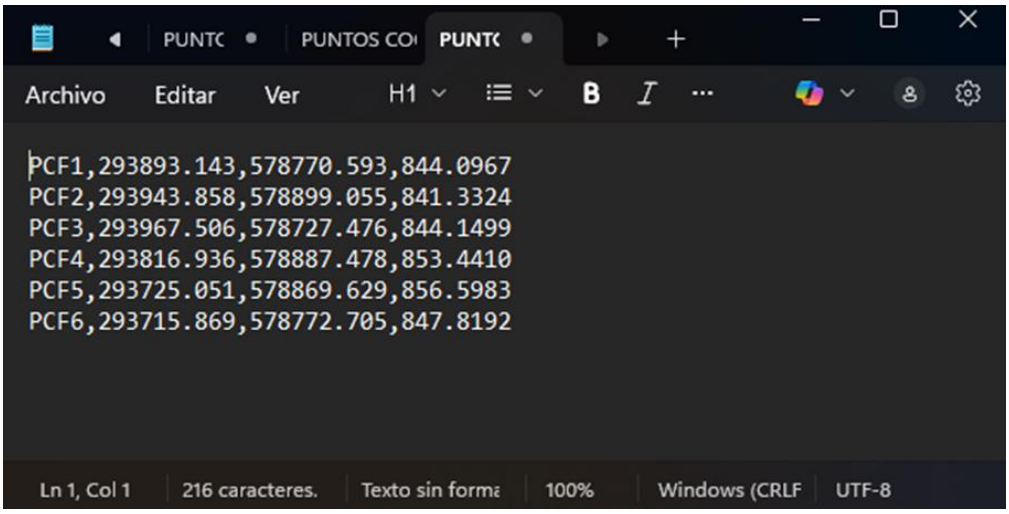


Imagen 76. Archivo txt con datos de puntos de control fotogramétrico.

Fuente: Elaboración propia

8.2 Creación de un proyecto nuevo

El software Agisoft Metashape Professional es un programa completo que permite el tratamiento de imágenes digitales para su proceso fotogramétrico y la generación de datos espaciales en 3D.

Abrimos el programa Agisoft Metashape y en el menú de archivo se selecciona “Guardar como” se muestra una nueva ventana donde se debe seleccionar la carpeta donde se desea guardar el proyecto en la carpeta correspondiente, ver imagen 77.

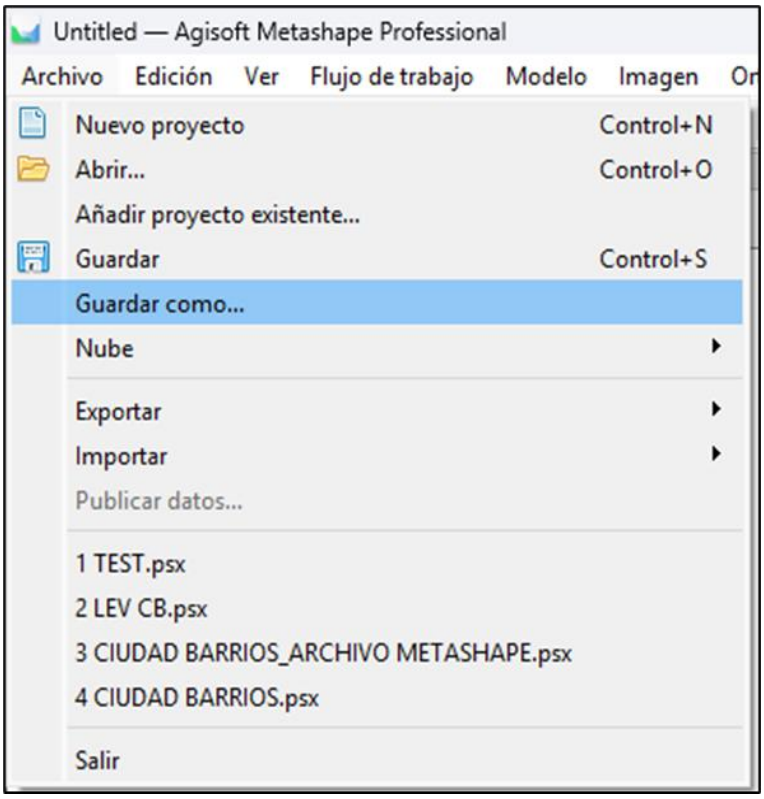


Imagen 77. Creación de nuevo proyecto

Fuente: Elaboración propia

8.3 Selección de imágenes

En la pantalla principal del programa ingresamos a la opción “flujo de trabajo” donde nos brinda dos opciones, la primera donde podemos añadir las fotografías seleccionadas y la otra opción donde podemos seleccionar una carpeta donde se encuentran todas las fotografías, en nuestro caso seleccionaremos la carpeta donde se encuentran todas las fotografías obtenidas del vuelo con el drone, ver imagen 78, imagen 79 e imagen 80.

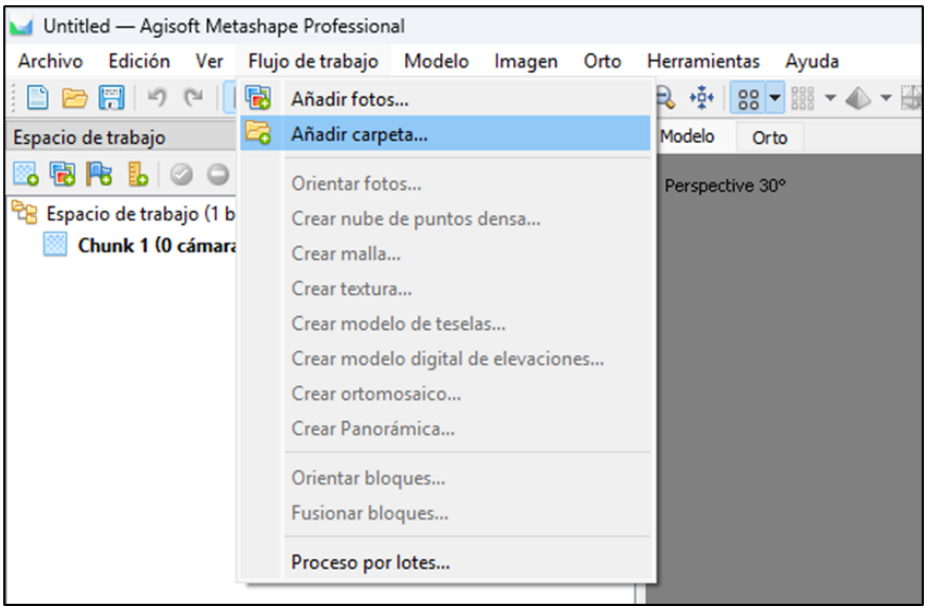


Imagen 78. Importación de las fotografías

Fuente: Elaboración propia

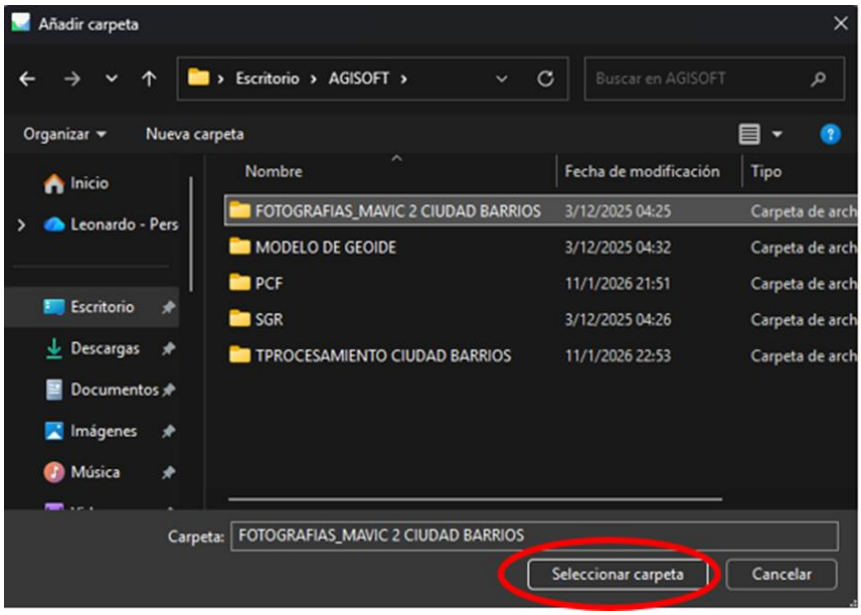


Imagen 79. Selección de carpeta donde se encuentran todas las fotografías

Fuente: Elaboración propia

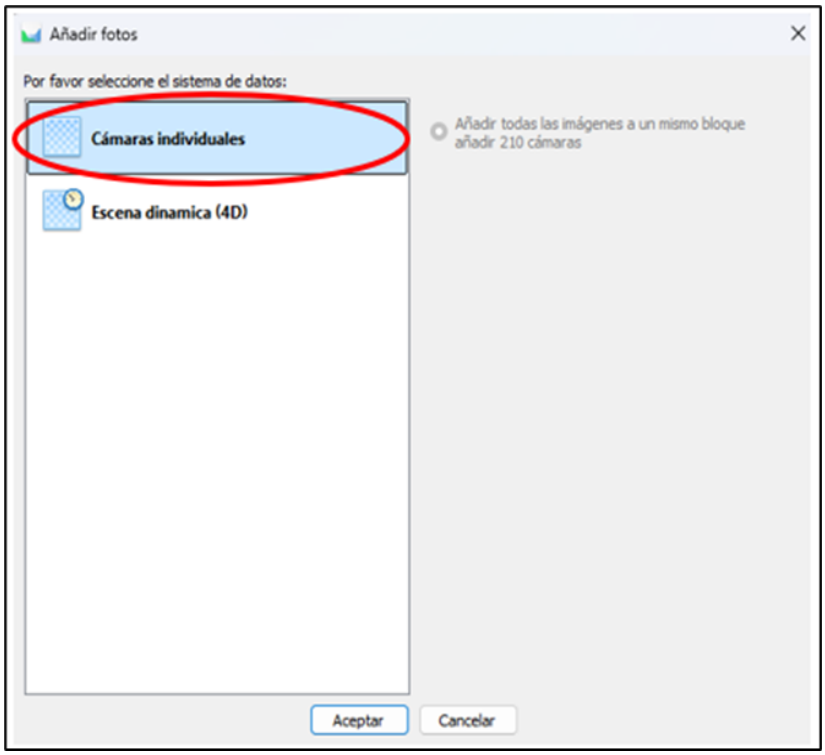


Imagen 80. Selección cámaras individuales

Fuente: Elaboración propia.

- Una vez seleccionada la carpeta el programa brinda una nueva pantalla donde nos indica que seleccionemos el sistema de datos: Cámaras individuales: Para el caso si las fotografías pertenecen a un mismo bloque, es decir un mismo vuelo. Seleccionamos la primera opción en nuestro caso que las fotografías pertenecen al mismo vuelo.

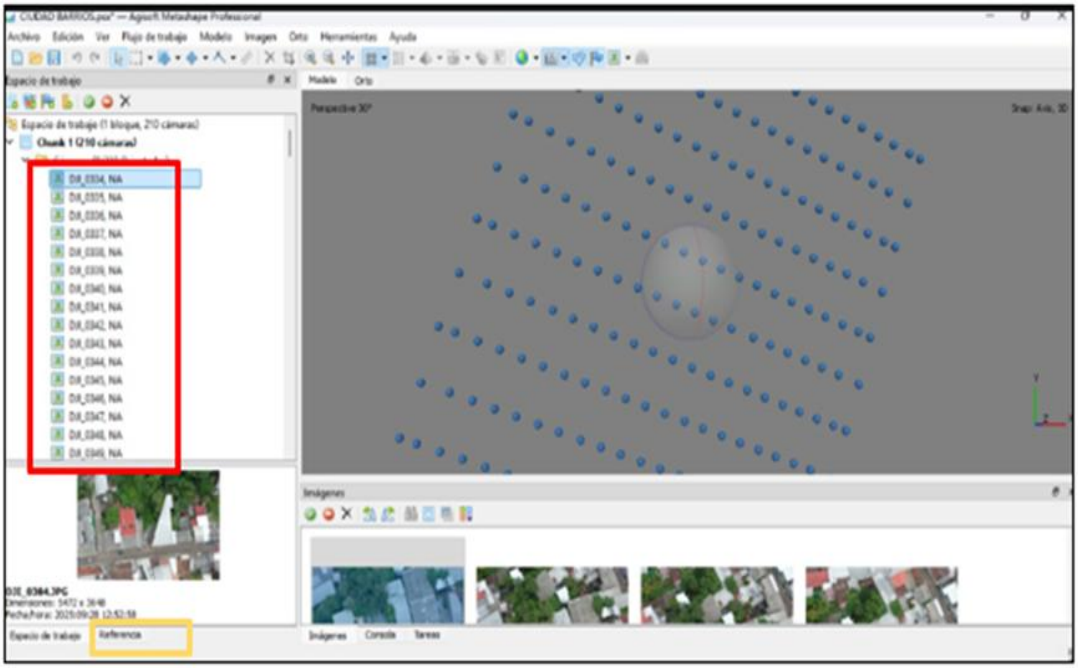


Imagen 81. Fotografías de vuelo realizado

Fuente: Elaboración propia

- Dando clic en aceptar se puede observar que se cargan al espacio de trabajo las fotografías del vuelo realizado, en nuestro caso las 210 fotos y a la par de cada fotografía aparece “NA” porque todavía las fotografías no han sido alineadas.
- Seleccionamos la opción de **“Referencia**” que se encuentra en la parte inferior derecha del espacio de trabajo, en pantalla brindará una tabla con el detalle de cada fotografía sus coordenadas geográficas con las que fueron levantadas Longitud (grado), Latitud (grado), y la Altitud(m).

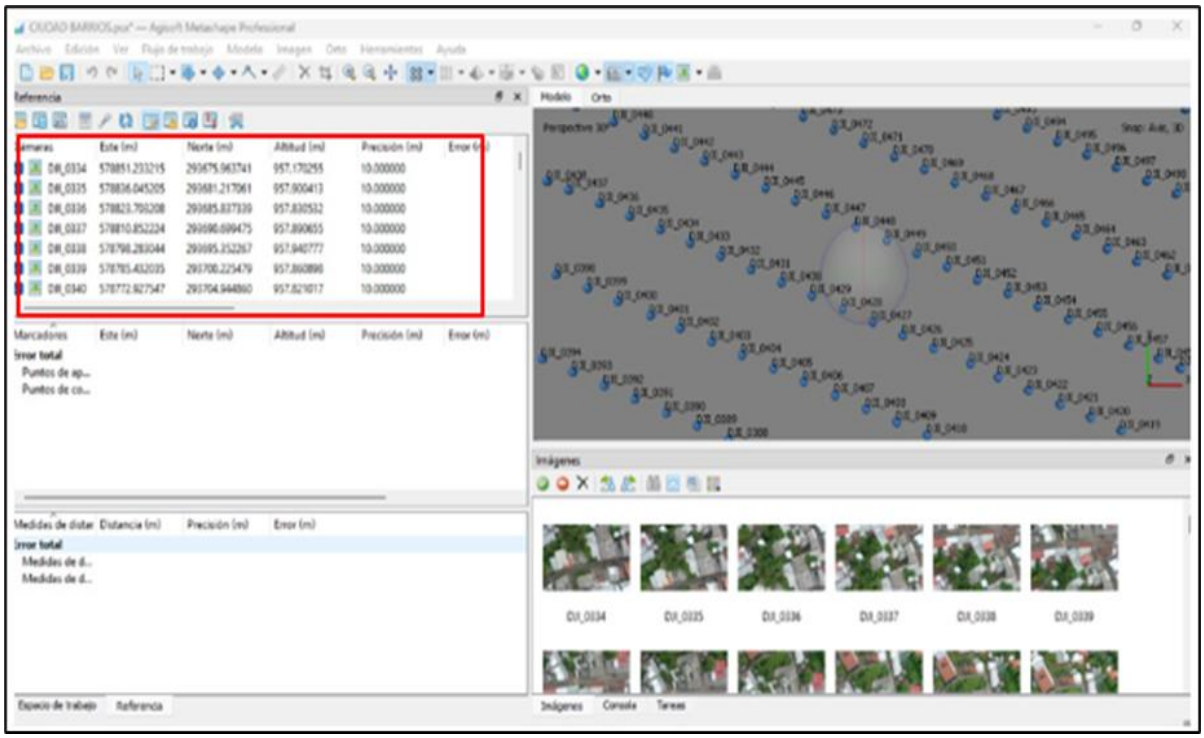


Imagen 82. Detalle de fotografías sus coordenadas geográficas

Fuente: Elaboración propia

- En la ventana inferior derecha nombrada “Imágenes”, damos clic derecho sobre cualquiera de las fotografías, se despliega una lista de opciones, seleccionamos la opción “Estimar calidad de imagen…” ver imagen 83.

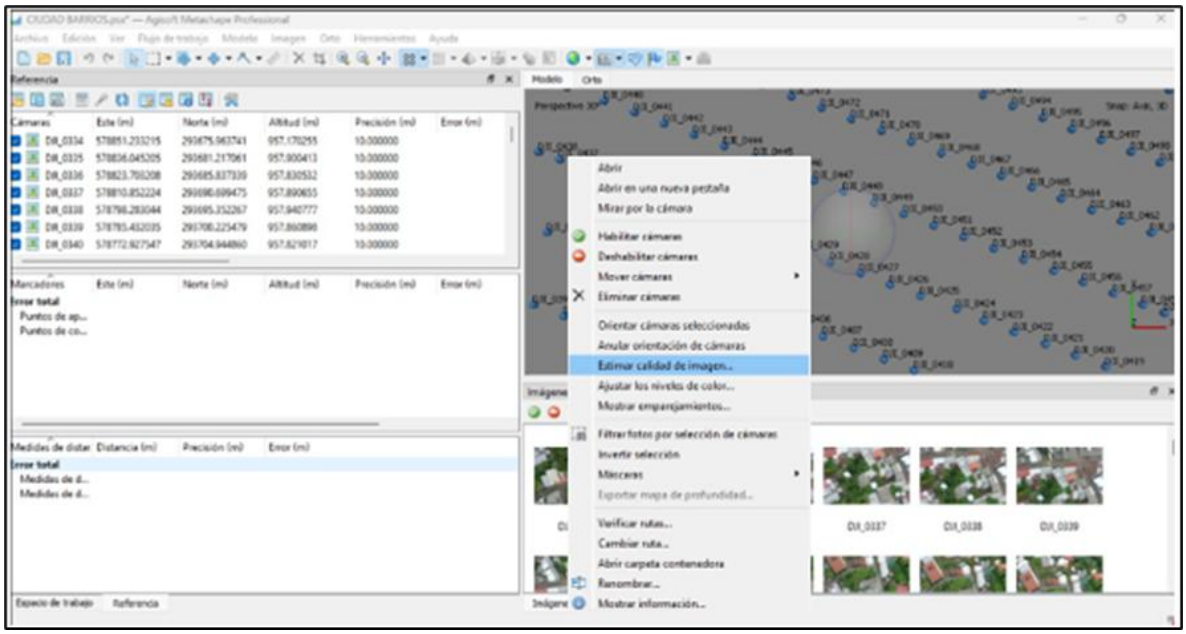


Imagen 83. Estimar calidad de imagen.

Fuente: Elaboración propia

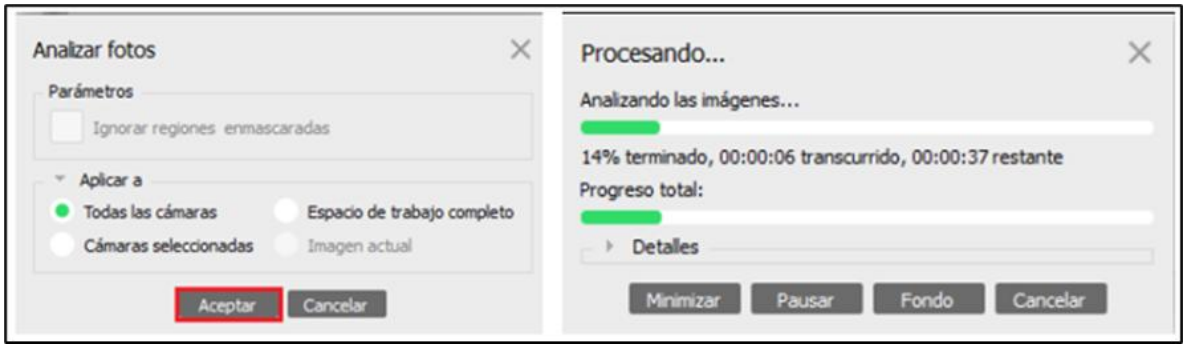


Imagen 84. Procesamiento de análisis de calidad de imágenes.

Fuente: Elaboración propia

Una vez finalizado el análisis ingresamos al botón de “Cambiar tamaño de cromos” y seleccionamos la opción “Detalles” ver imagen 85, y se nos mostrarán todos los detalles de cada fotografía donde podemos corroborar en la columna “Calidad” que todas las fotografías tengan un valor mayor al 0.8

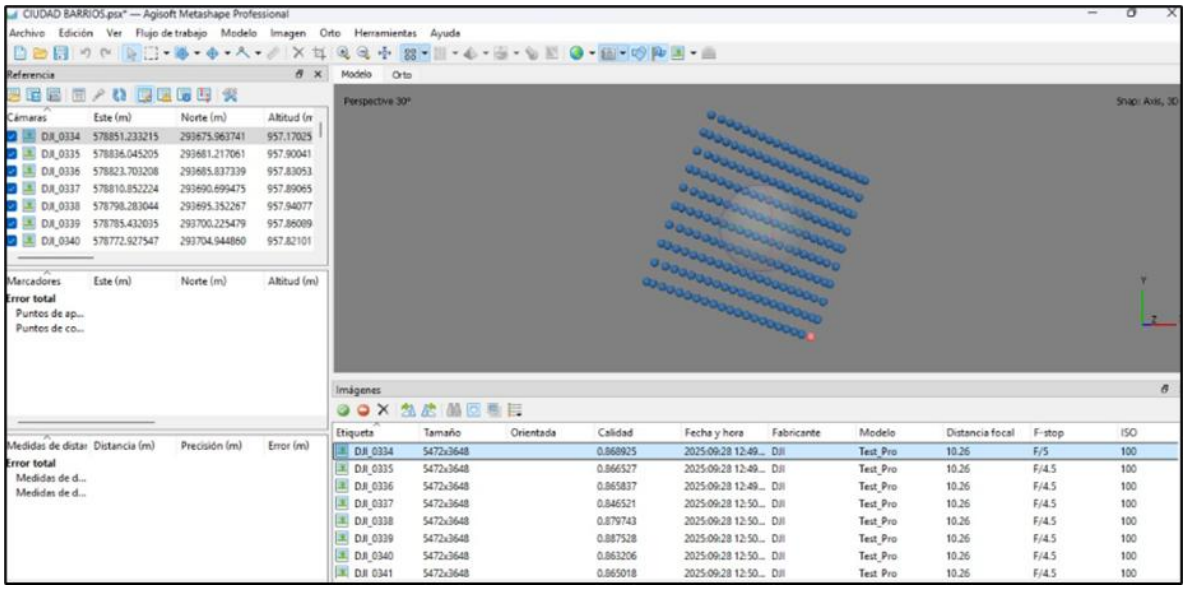


Imagen 85. Detalles de calidad de las fotografías ya estimadas al 80%.

Fuente: Elaboración propia

8.4 Puntos de Control Fotogramétricos (PCF)

- Para continuar el flujo de trabajo, se debe realizar la carga de los puntos de control fotogramétricos levantados con método RTK, esto se realiza de la siguiente manera:
- Cargar el archivo, luego hacemos clic en el botón importar e ingresamos a la carpeta donde guardamos inicialmente el archivo del levantamiento de los PCF y seleccionamos en abrir, ver imagen 86.

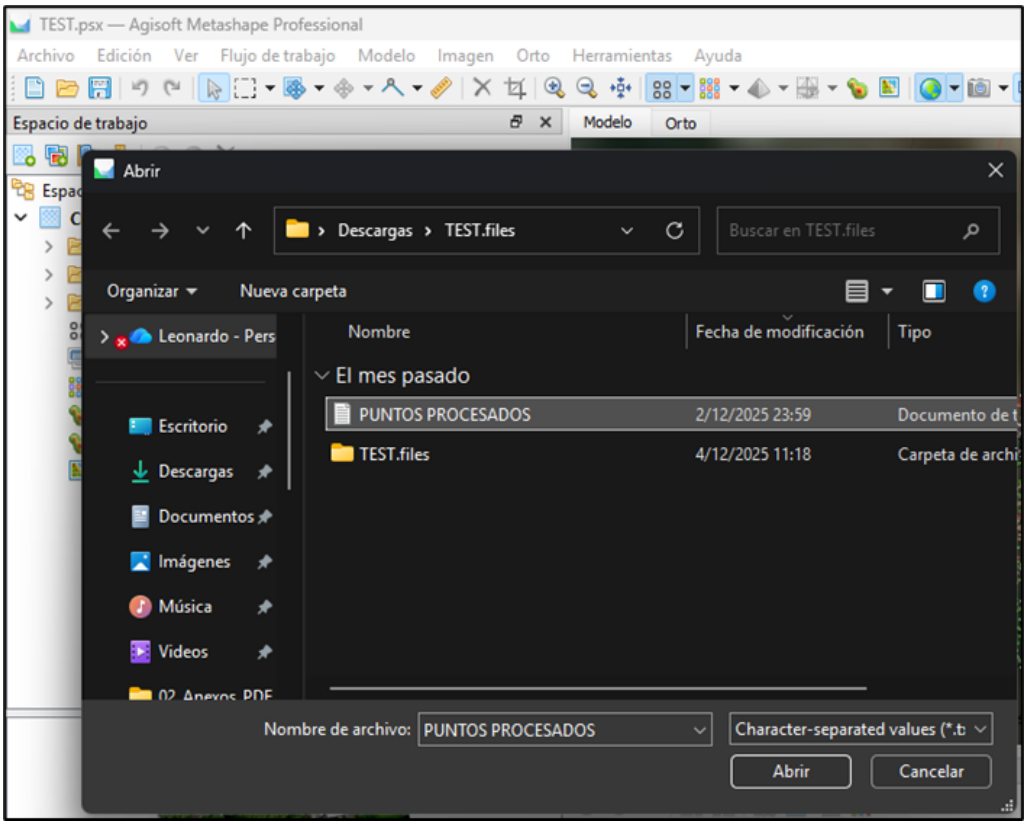


Imagen 86. Carga de archivo txt de los PCF al proyecto

Fuente: Elaboración propia

- Se abre una nueva ventana donde debemos seleccionar: el separador de las columnas, la posición de cada columna correspondiente a cada coordenada y se debe verificar que el sistema de coordenadas corresponda a los puntos de control, en este caso el sistema LAMBERT SIRGAS_ES2007.8,una vez seleccionada los datos correspondientes se da clic en aceptar, ver imagen 87.

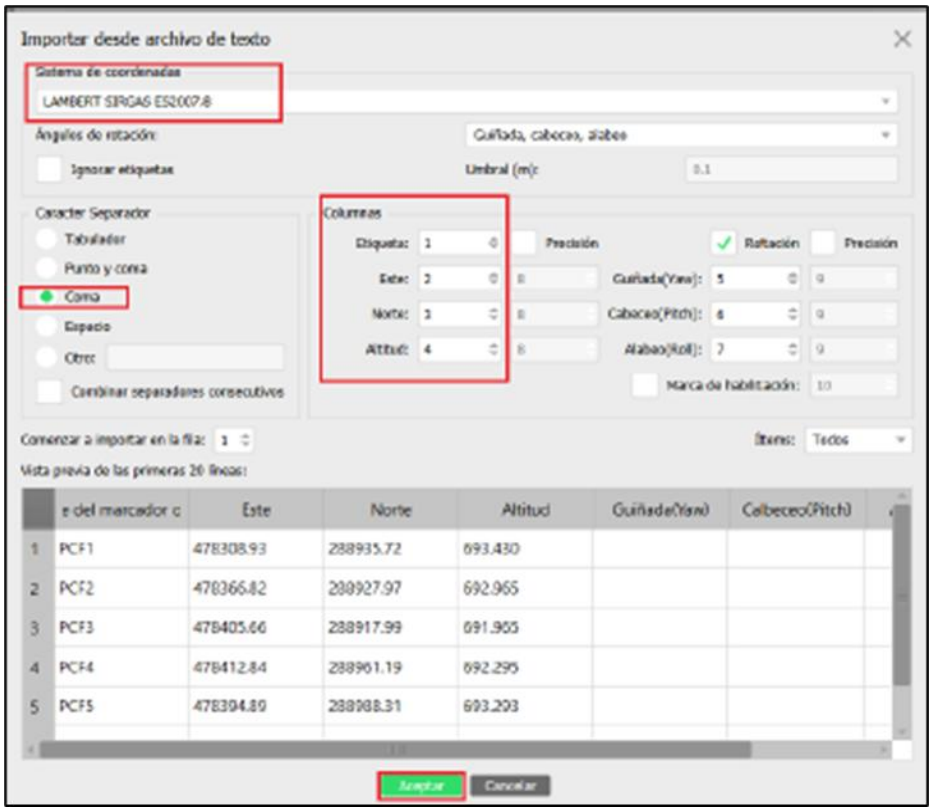


Imagen 87. Configuraciones para cargar PCF en proyecto.

Fuente: Elaboración propia

- ·Seleccionamos la opción “si a todo” para aceptar esta opción para todos los PCF ver imagen 88, para importar.

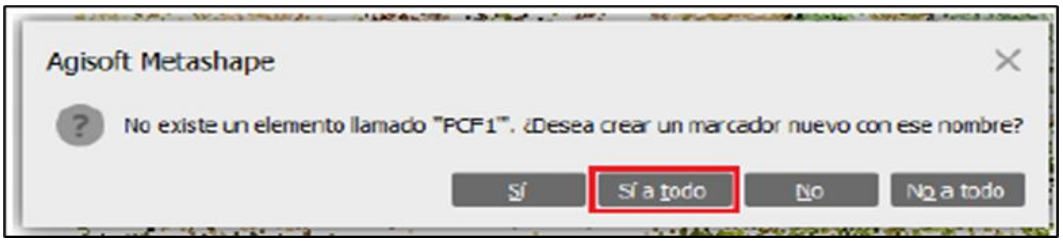


Imagen 88. Creación de marcadores para los PCF.

Fuente: Elaboración propia

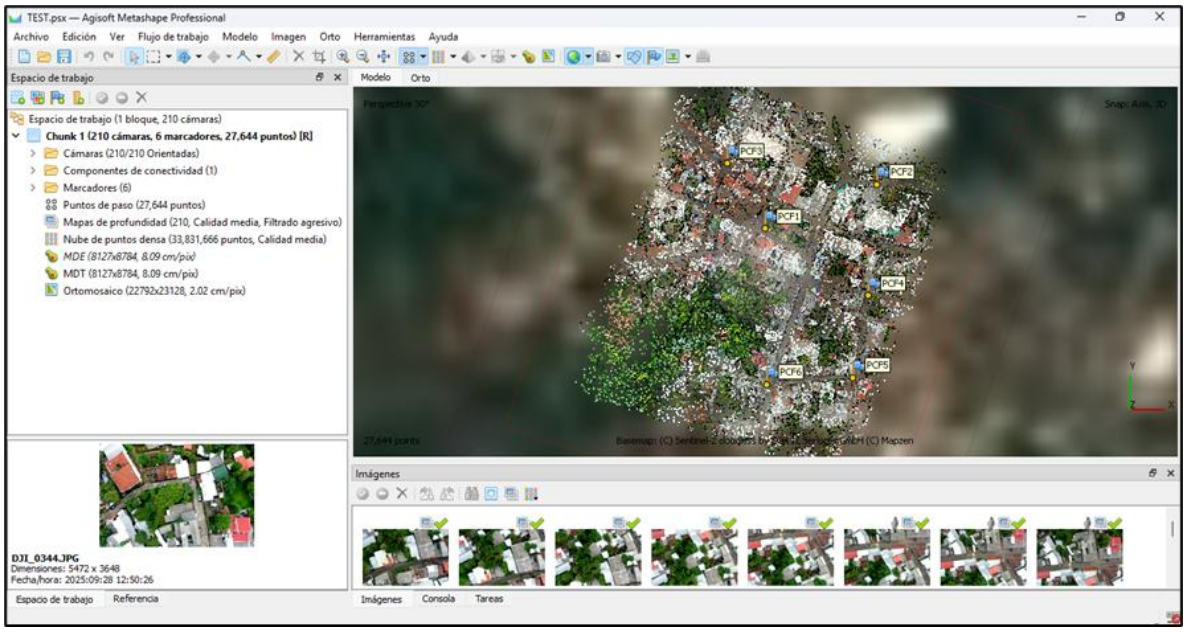


Imagen 89. Marcadores de los PCF en nube de puntos dispersa.

Fuente: Elaboración propia

- Una vez seleccionada esta opción automáticamente se cargan los puntos de control fotogramétrico y se colocan unos marcadores en derecho sobre uno de los marcadores aparece una lista desplegable donde se puede filtrar las fotos donde aparece ese PCF lo más recomendable es que el punto sea ajustado en 3 o más fotografías en las que se encuentra. Ver imagen 90.

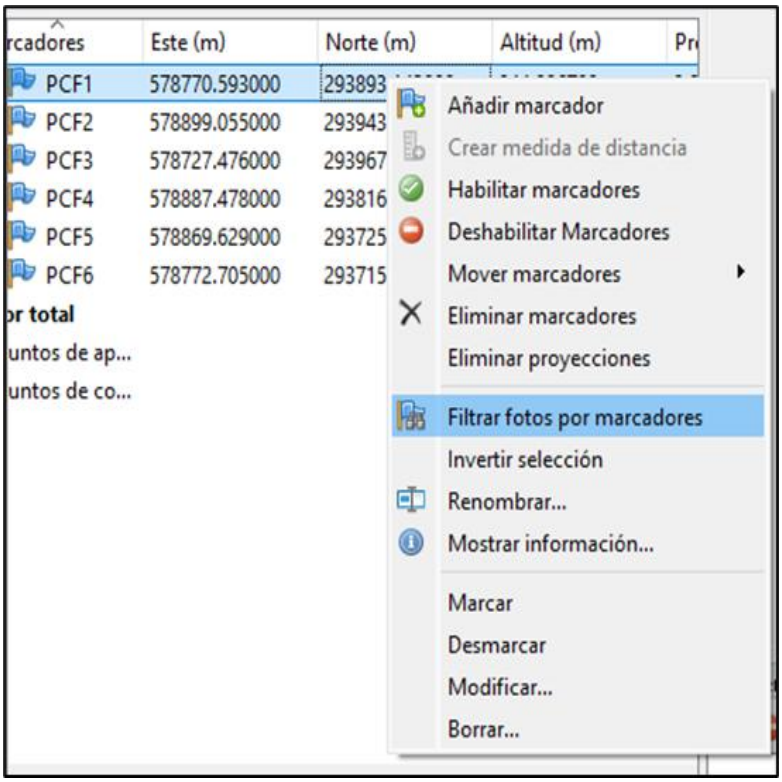


Imagen 90. Marcadores de los PCF en nube de puntos dispersa.

Fuente: Elaboración propia

- Para ajustar los PCF se debe dar doble clic en cada fotografía, lo recomendable es hacer zoom hasta ver los pixeles y posteriormente mantener presionado el clic izquierdo en el marcador que se muestra en la fotografía y arrastrarlo hasta el punto central de las lonas que aparece en cada fotografía, ver imagen 91.

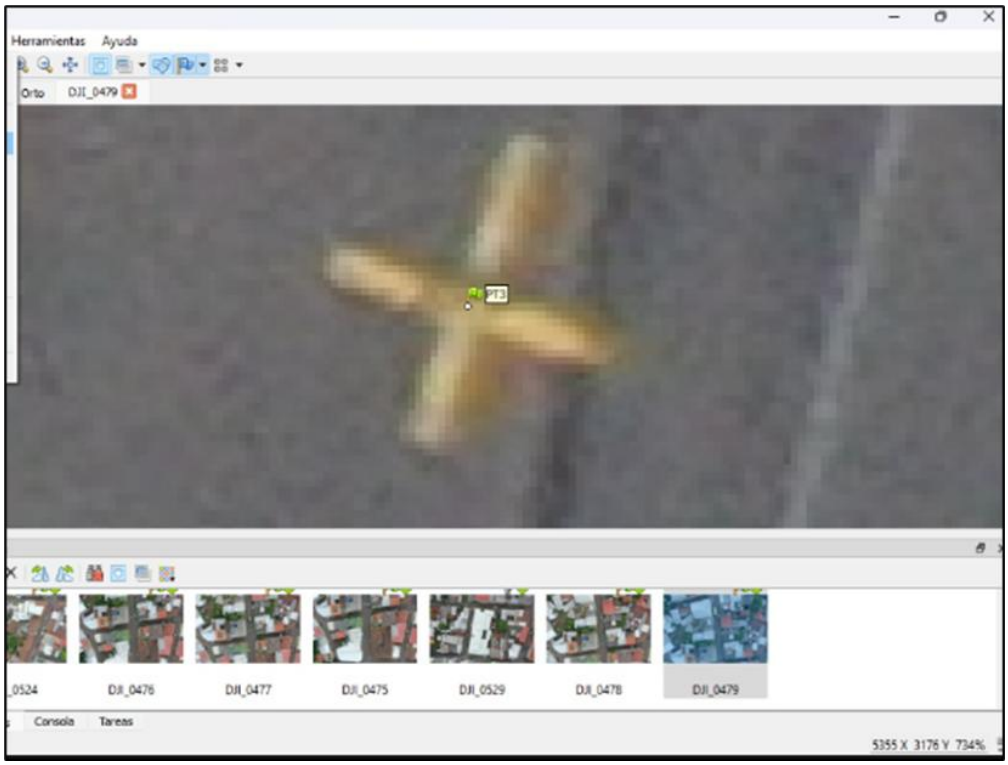


Imagen 91. Ajuste de ubicación de marcadores de los PCF.

Fuente: Elaboración propia

- Una vez definidos los puntos tenemos que dirigirnos hacia la tabla de fotografías, debemos seleccionar todas las fotografías y hacer clic derecho para desmarcarlas, importante el sistema de coordenadas de las fotos deben coincidir con las coordenadas de los puntos, en este caso ambas corresponden a un sistema métrico de este y norte, se da clic en botón de “optimizar cámaras” se abre una nueva ventana, en esa ventana se debe dejar los ángulos ya seleccionados por defecto ya que estos son los que Agisoft considera para la cámara de los drones DJI, si se utiliza sensor diferente se deben seleccionar los ángulos que se consideren necesarios, durante esta optimización Metashape ajusta las coordenadas de los puntos estimados y los parámetros de las cámaras, minimizando la suma del error de proyección y el error de desalineación de las coordenadas de

referencia, una vez finalizado el proceso se puede observar el error total luego de la optimización que es 0.022244, ver imagen 92, este error corresponde al error de aerotringulación y representa la diferencia entre las coordenadas ingresadas en el archivo de puntos de control y las coordenadas que ingresamos manualmente en las fotografías dentro del software.

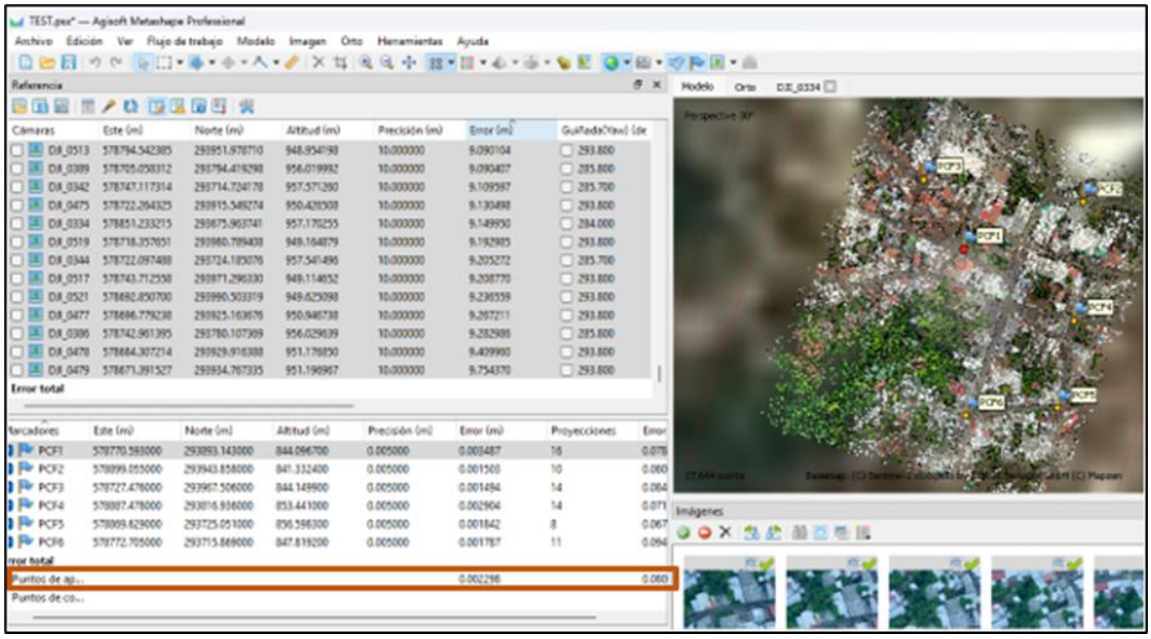


Imagen 92. Error de puntos de apoyo.

Fuente: Elaboración propia

8.5 Creación del Sistema de Referencia Geodésico (SGR)

Una vez realizada la importación de las fotografías, debemos verificar el sistema de referencia de coordenadas de salida, en la opción de “Referencia” ingresamos en la opción de “convertir coordenadas” que es el cuarto icono que se encuentra en la parte superior, este nos brindara una ventana donde nos indicara “Convertir

referencia" y nos mostrara el sistema de coordenadas seleccionado automáticamente que en este caso fue el sistema de referencia WGS 84 (EPSG::4326), ver imagen 93, pero el sistema de salida para El Salvador no es el anterior mencionado, sino que se debe crear nuestro sistema de coordenadas proyectado que es la proyección cónica conforme de LAMBERT SIRGAS-ES2007.

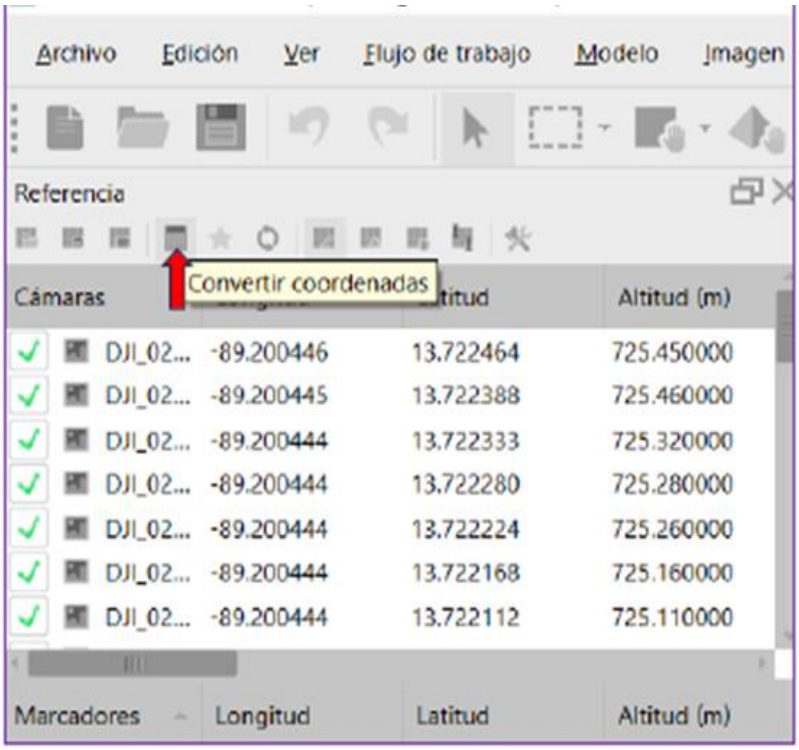


Imagen 93. Cambio Sistema referencia Geodésico

Fuente: Elaboración propia

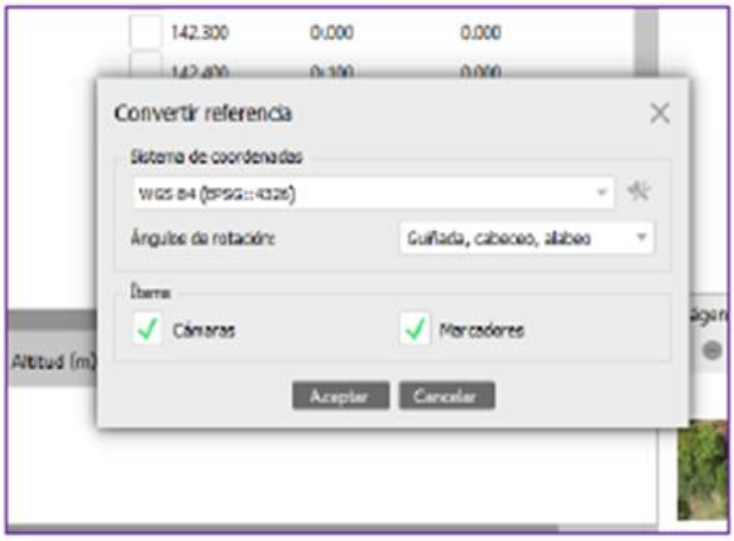


Imagen 94. Convertir coordenadas

Fuente: Elaboración propia

- Para el cambio de sistema de referencia se debe realizar lo siguiente: En la ventana de convertir referencia desplegamos el listado de sistema de coordenadas y seleccionamos “Más…” ver imagen 95.

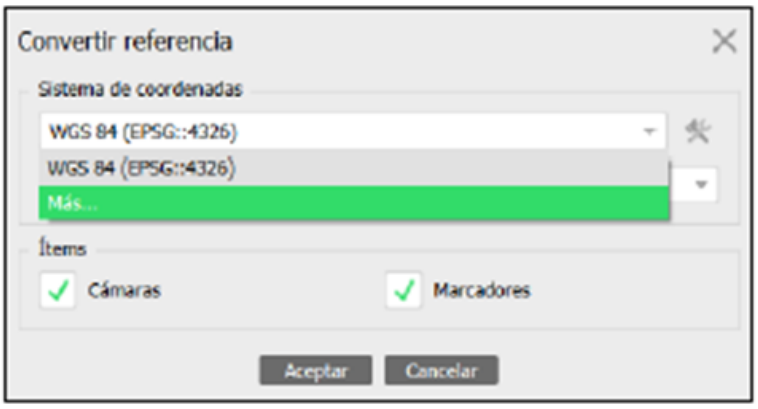


Imagen 95. Sistema de Coordenadas

Fuente: Elaboración propia

- Se mostrará una nueva ventana con todos los sistemas de coordenadas geográficas y proyectadas registrados en el programa, podemos encontrar en la lista nuestro sistema de referencia geográfico nombrado como SIRGAS-ES2007.8 (EPSG::5393), este lo utilizaremos para la creación del sistema de coordenadas proyectado, ver imagen 96.

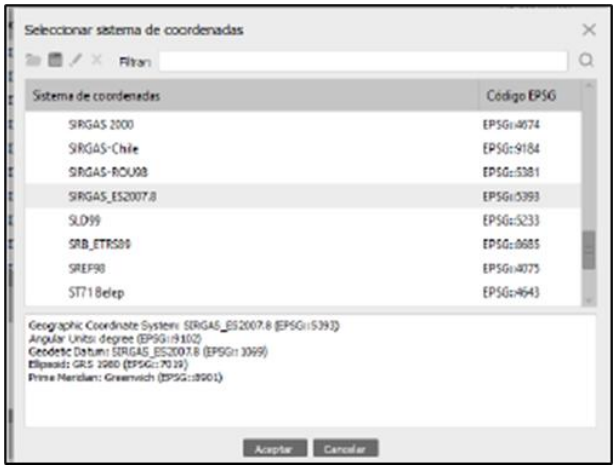


Imagen 96. Sistema de coordenadas disponibles en software

Fuente: Elaboración propia.

- Para la creación del sistema, seleccionamos cualquier sistema de los proyectados existentes y damos clic en la opción de “editar” ver imagen 97.

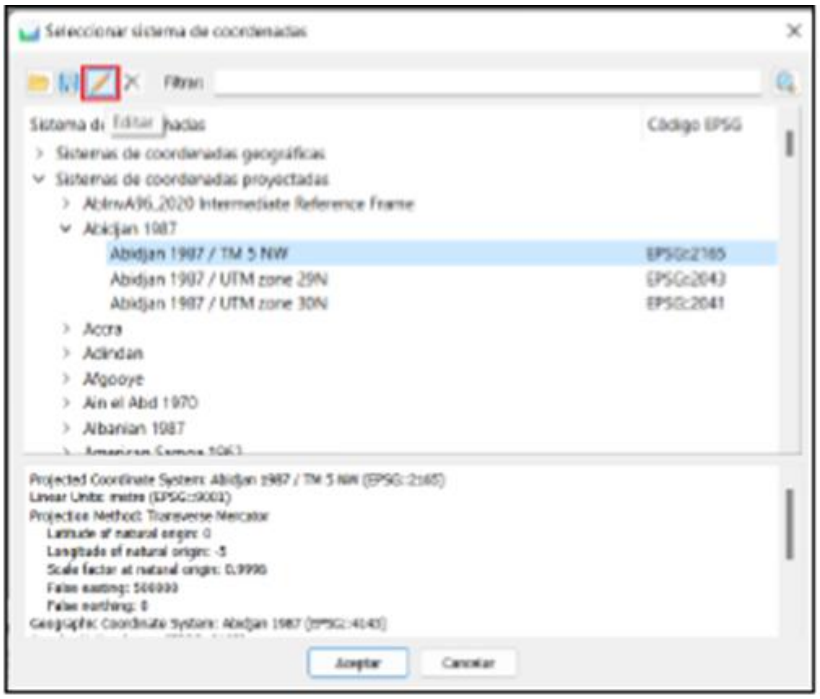


Imagen 97. Selección de un sistema de coordenadas proyectadas para edición.

Fuente: Elaboración propia

- Una vez seleccionada esta opción se habilita una nueva ventana, ahí ingresamos los siguientes datos:
- Etiqueta: colocamos el nombre LAMBERT SIRGAS-ES2007.
- SC geográficos: Seleccionamos el sistema de referencia geográfico nombrado SIRGAS-ES2007.8 (EPSG:5393) existente en el programa.
- SC verticales: Seleccionamos la opción “Personalizada”, se habilita una nueva ventana en Etiqueta ingresamos “EGM 2008”, Unidad “metre” y en Datum seleccionamos la opción añadir y seleccionamos el archivo GGF guardado en la carpeta creada en el apartado anterior, ver imagen 98.

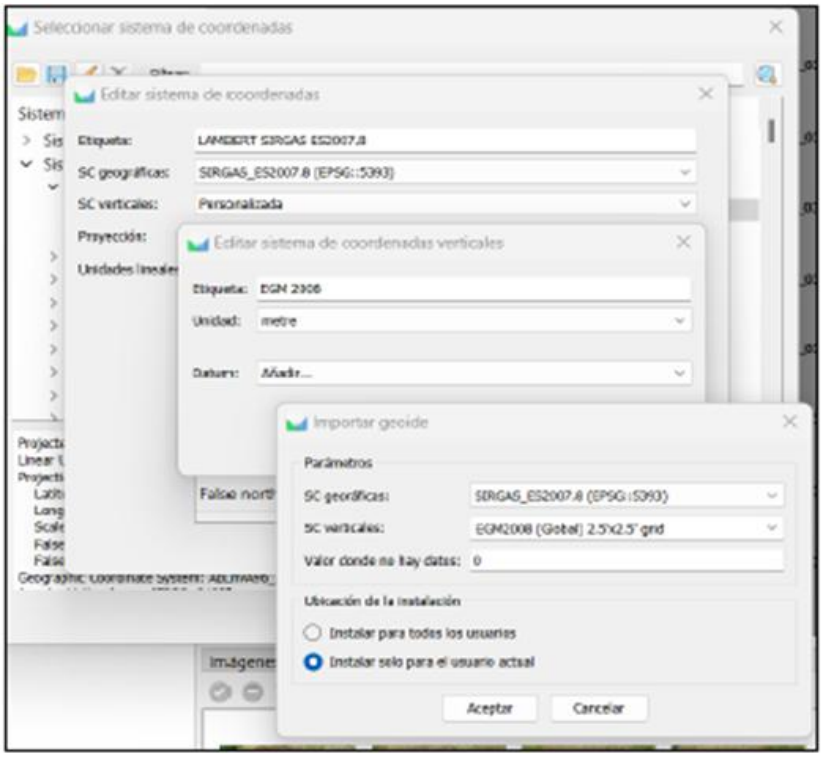


Imagen 98. Creación de sistema de coordenadas proyectado

Fuente: Elaboración propia

- Proyección: Seleccionamos Cónica conforme de Lambert (2SP)
- Unidades lineales: Seleccionamos metre
- En la tabla de parámetros, agregamos los valores para los datos correspondiente al sistema de referencia Lambert SIRGAS-ES 2007, que corresponden al archivo PRJ guardado en la carpeta creada en el apartado anterior ver imagen 99.

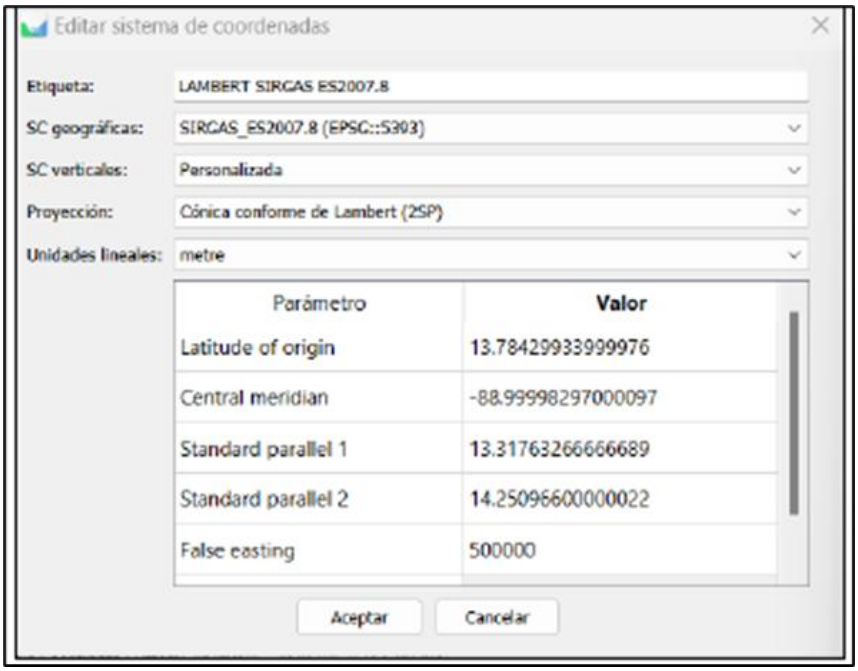


Imagen 99. Creación de sistema de coordenadas proyectado datos completos.

Fuente: Elaboración propia

- Ingresados todos los datos, se da clic en aceptar y de esta manera en la ventana de seleccionar sistema de coordenadas aparece una nueva opción que indica los Sistemas de coordenadas definidos por el usuario y aparece el sistema que hemos creado LAMBERT SIRGAS ES2007.8 con el detalle de los parámetros que hemos registrado ver imagen 100.

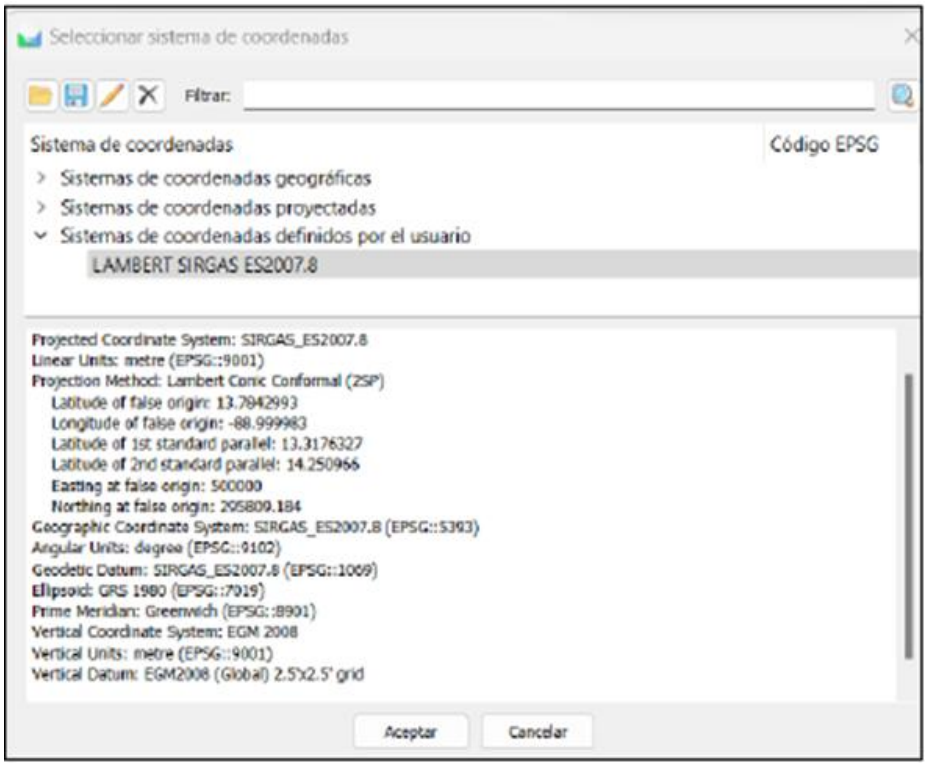


Imagen 100. Sistema de coordenadas definido por el usuario LAMBERT SIRGAS ES2007.8.

Fuente: Elaboración propia

- Creado el sistema damos clic en aceptar y nos aparece nuevamente la ventana de convertir referencia con el sistema seleccionado, en el apartado de Ítem, aparecen por defecto marcados las opciones “Cámaras” y “Marcadores” únicamente dejamos marcada “Cámaras”, en ángulos de rotaciones dejamos seleccionado “Guiñada, cabeceo y alabeo” que son los giros de la cámara con los que se registraron las fotografías en el vuelo, luego damos clic en aceptar, ver imagen 101, automáticamente se actualizan las coordenadas de las fotografías, ver imagen 102.

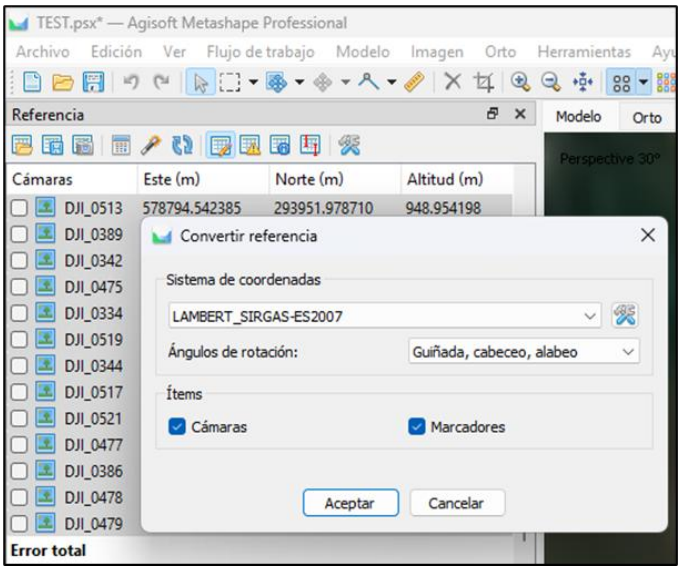


Imagen 101. Convertir referencias a LAMBERT SIRGAS ES2007.8.

Fuente: Elaboración propia

Imagen 102. Fotografías actualizadas a Sistema LAMBERT SIRGAS ES2007.8.

Fuente: Elaboración propia

8.6 Nube dispersa de puntos

Orientación de las Imágenes

- Con la orientación básicamente el programa encuentra los puntos comunes o puntos homólogos entre las fotografías solapadas, para comenzar este proceso debemos ingresar en el menú de flujo de trabajo y seleccionar la opción orientar fotos. Ver imagen 103.

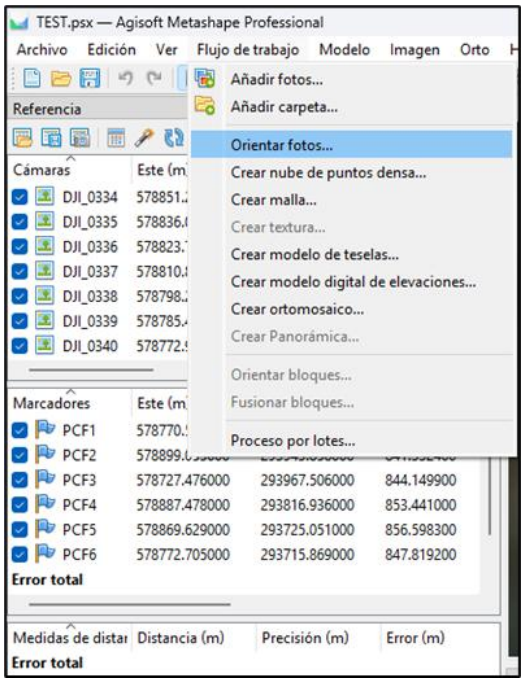


Imagen 103. Orientación de las imágenes.

Fuente: Elaboración propia

- Aparece una nueva ventana en la que nos aparecen datos generales que debemos seleccionar como son el tipo de precisión que vamos a utilizar, lo más recomendable es elegir las opciones **máxima o alta** esto para que la orientación sea más precisa pero se debe considerar que el tiempo de

procesamiento será mayor, para vuelos con buen solape y traslapes ejemplo 70% se recomienda dejar seleccionada la opción alta ya que los resultados serán prácticamente los mismos que con la opción máxima pero el tiempo de procesamiento será menos. una vez seleccionadas estas opciones ver imagen 104.

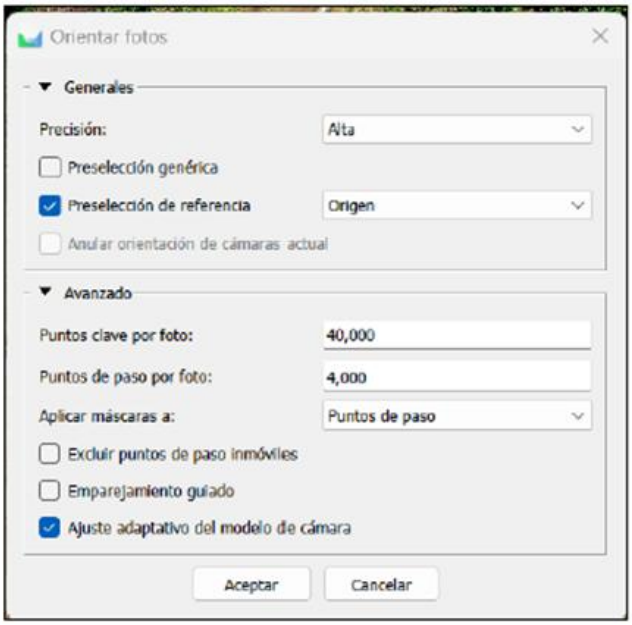


Imagen 104. Opciones seleccionadas para orientación de fotos.

Fuente: Elaboración propia

- Una vez seleccionadas las opciones anteriores se da clic en aceptar y automáticamente abre una nueva ventana donde indica que ha comenzado la orientación de las fotos, brindando el tiempo estimado de procesamiento ver imagen 105.

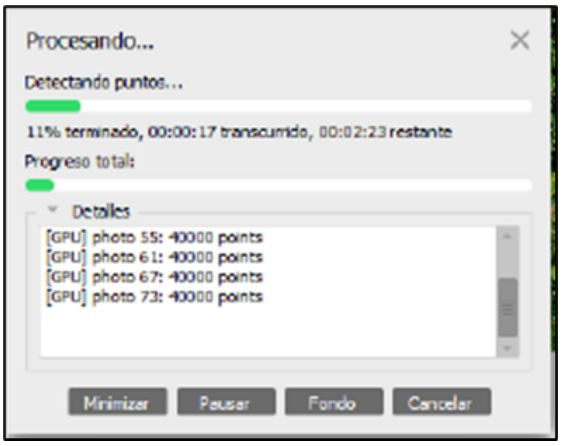


Imagen 105. Procesamiento de orientación de fotografías.

Fuente: Elaboración propia

- Una vez finalizado el procesamiento de la orientación de fotos el software genera lo que se conoce como **nube de puntos dispersa del terreno** levantado ver imagen 106.

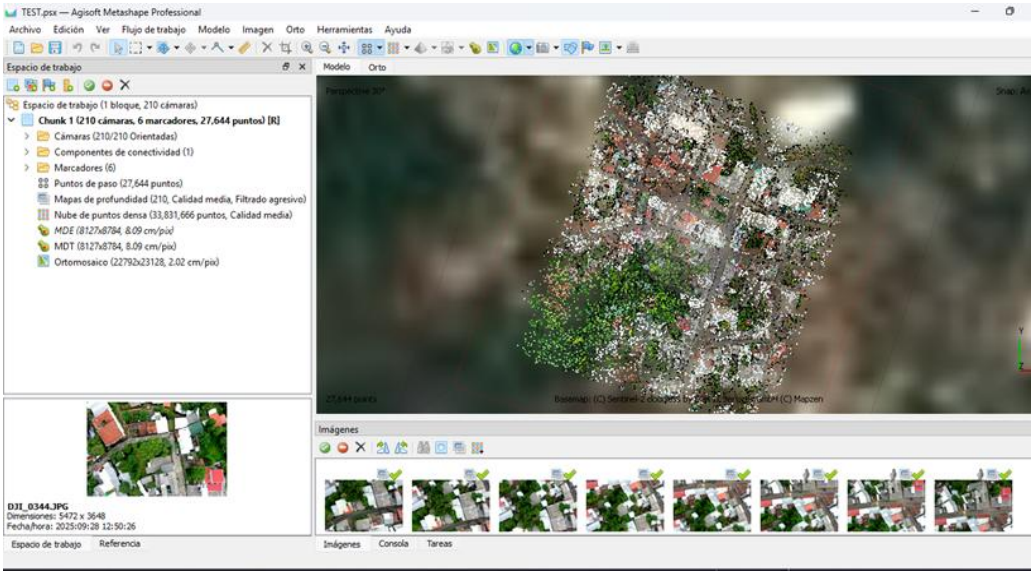


Imagen 106. Nube de puntos dispersa

Fuente: Elaboración propia

8.7 Nube densa de puntos

Generación de nube de puntos densa

- Continuando con el flujo de trabajo en este punto se creará la nube de puntos densa a partir de la posición de las fotografías obtenidas en el alineamiento de fotos podemos generar una nube de puntos de mayor densidad, para este procedimiento realizamos los siguientes pasos:
- Ingresamos a flujo de trabajo y se selecciona la opción “Crear nube de punto…”, se abre una nueva ventana y se debe seleccionar la calidad la que deseamos realizar el procesamiento, la calidad extra alta y alta ofrecen mayor detalle y una geometría más precisa, mientras que la calidad media provoca una reducción de escala con un factor de 4, la ventana también indica la opción “avanzadas” donde nos indica la opción de “filtrado de profundidad”, seleccionamos agresivo cuando la geometría a reconstruir es compleja con numerosos detalles por el contrario si el terreno a procesar es poco accidentado topográficamente, se puede seleccionar las opciones leve o moderado ya que se trata de filtros más suaves y el tiempo de procesamiento se reducirá también, una vez realizado este procedimiento damos clic en aceptar y automáticamente iniciará el procesamiento para crear la nube de puntos densa, en la cual si se requiere se pueden realizar diferentes mediciones, para este proyecto dejamos seleccionado, las opciones “Alta” y “Moderado” ver imagen 107.

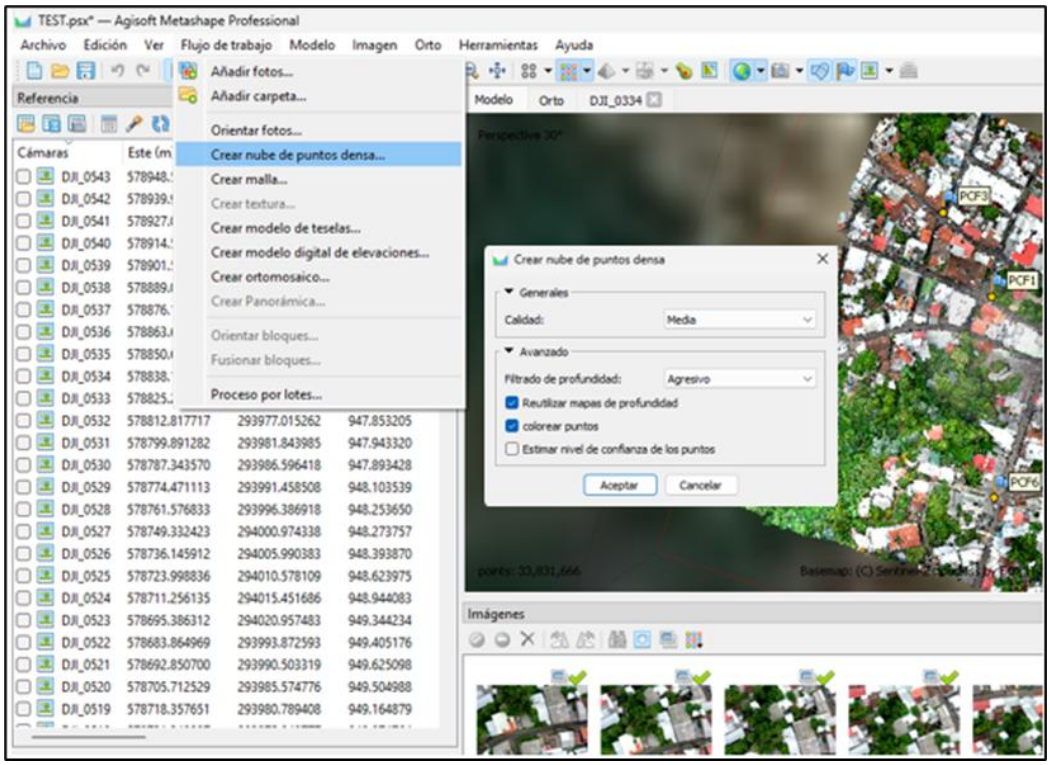


Imagen 107. Creación de nube de puntos densa.

Fuente: Elaboración propia

- Una vez seleccionando aceptar, el programa inicia el procesamiento y al finalizar muestra en espacio de trabajo dos nuevas opciones, la primera es Mapas de profundidad y la segunda es la nube de puntos, donde al seleccionarla con doble clic nos muestra en la pantalla principal un panorama más detallado del terreno levantado, ver imagen 108.

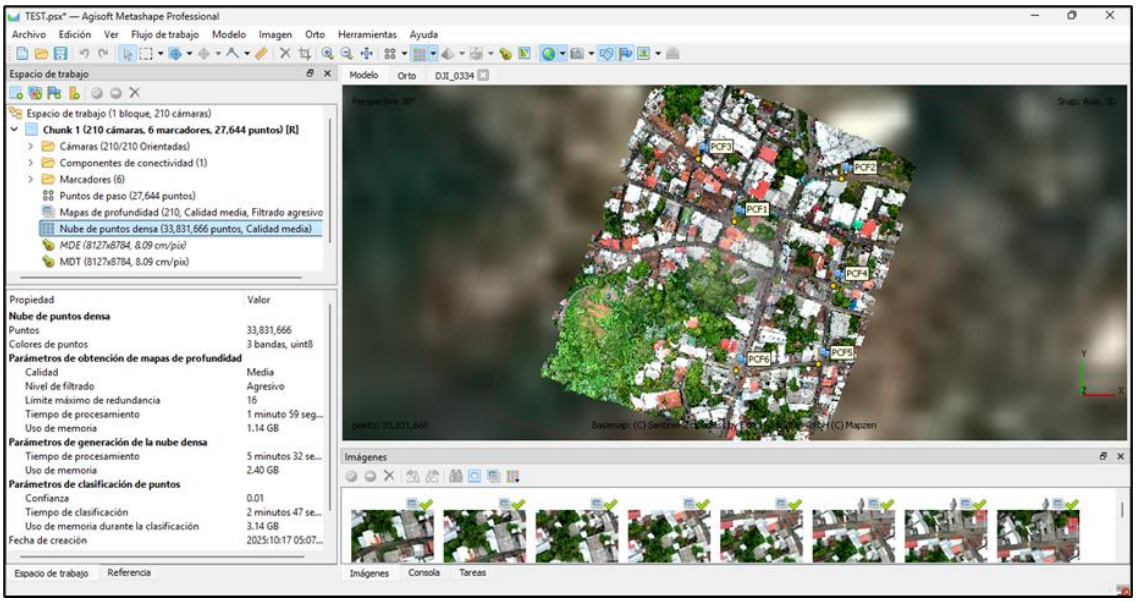


Imagen 108. Nube de puntos densa.

Fuente: Elaboración propia

8.8 Creación de ortomosaicos, curvas de nivel, modelo digital de terreno y modelo digital de superficie

El modelo digital de elevaciones

se puede generar en función de la nube de puntos densa o de la malla, por lo general se recomienda la nube de puntos densa ya que proporciona resultados más precisos y permite un procesamiento más rápido, para general el modelo digital de elevaciones realizamos los siguientes pasos:

- Ingresamos a opción “Flujo de trabajo” y seleccionamos la opción “Crear modelo digital de elevaciones” se habilita una nueva ventana donde se debe seleccionar el sistema de coordenadas en las que se encontrara nuestro proyecto personalizado, LAMBERT SIRGAS ES2007.8, si se

desea el MDE en otro sistema se puede cambiar al desplegar el listado, en este caso lo dejaremos por defecto ya que posee el sistema de coordenadas geográficos utilizado en el país.

- Para los parámetros, el origen de datos seleccionamos “Nube de puntos”, en Interpolación se deja “Habilitada (por defecto)” en caso que exista algún tipo de hueco el software lo pueda rellenar, en clase se selecciona “Todos” en Definir limites, se edita si se desea crear el modelo en un área limitada del proyecto, en este caso se dejara para todo el levantamiento y en Resolución y Tamaño total, se deja el dato que el programa calcula automáticamente de forma ideal para el proyecto y lo muestra por defecto, ver imagen 109.

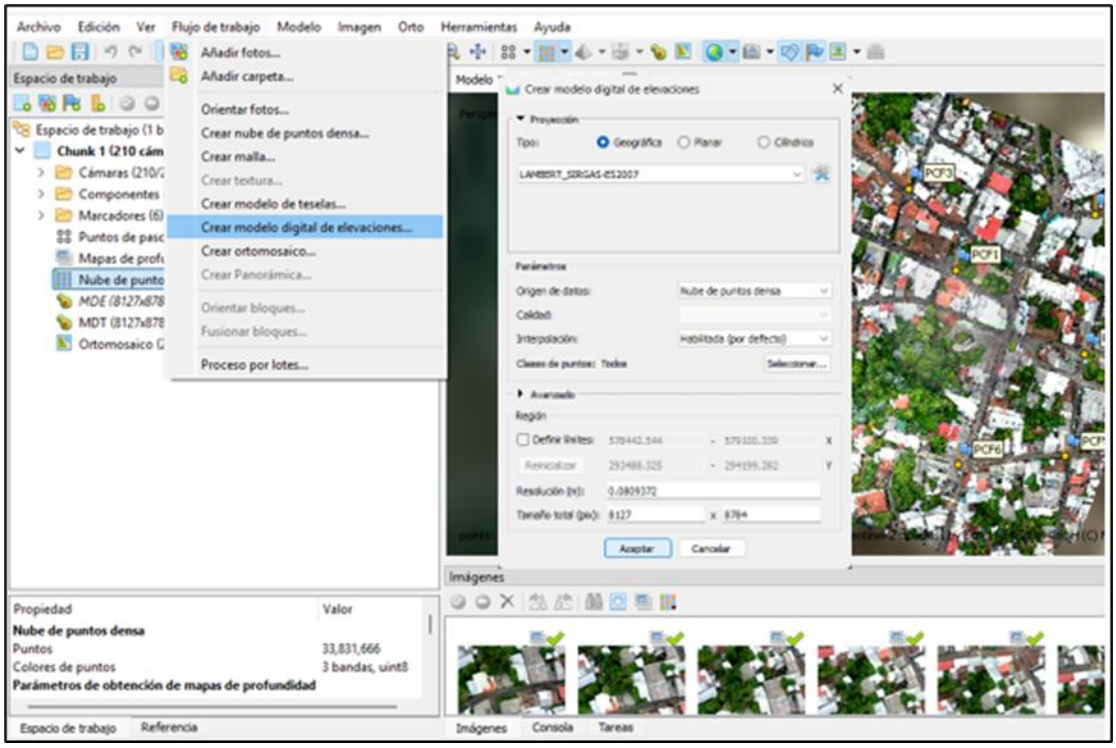


Imagen 109. Parámetros para creación de MDE.

Fuente: Elaboración propia

- Una vez seleccionados los parámetros anteriores, se da clic en aceptar y el programa genera el modelo digital de elevaciones, para observarlo en pantalla principal le damos doble clic al detalle “MDE (8637x6874, 1.88 cm/pix)” que aparece en el espacio de trabajo, ver imagen 110.

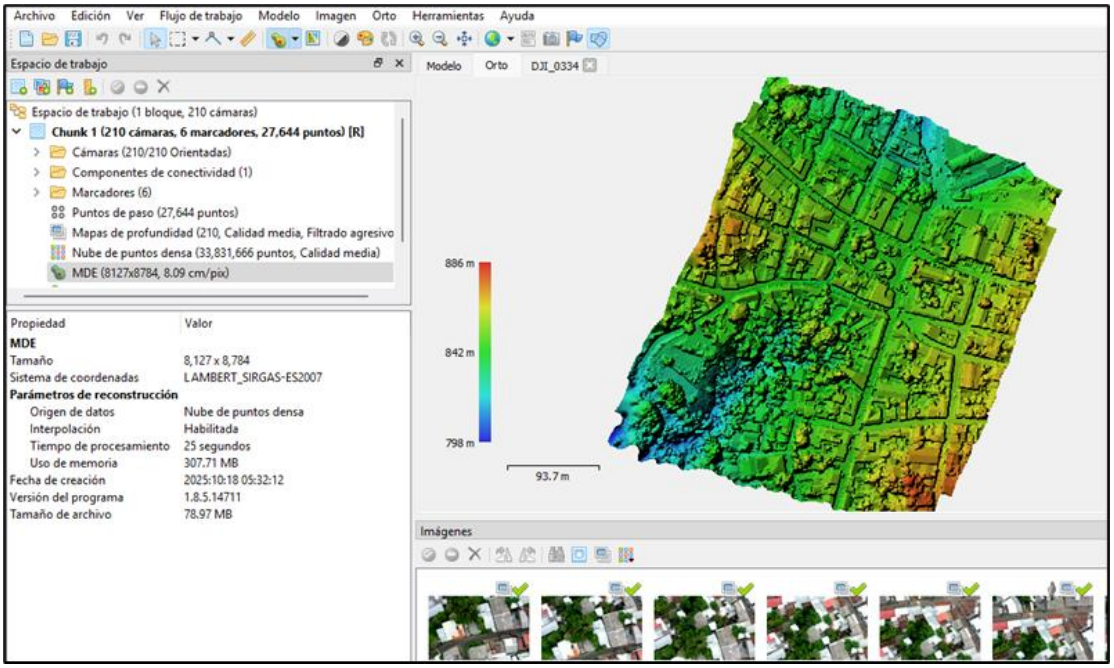


Imagen 110. Modelo digital de elevaciones.

Fuente: Elaboración propia

Generación del Modelo Digital del Terreno MDT

- Generado el MDE procedemos a la creación del Modelo Digital del Terreno, para eso duplicamos el MDE creado y lo renombramos “MDT”, realizamos los mismos pasos para la creación del MDE con la excepción que en el parámetro “Clase de puntos” seleccionamos únicamente “Terreno”, ver imagen 111.

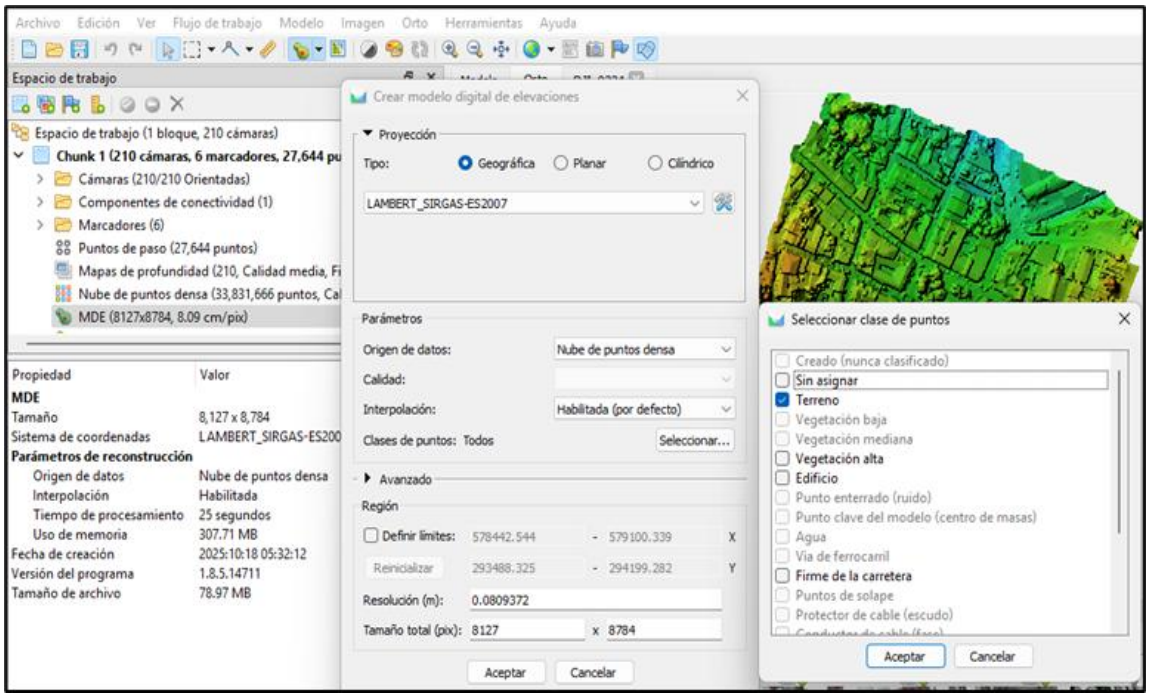


Imagen 111. Parámetros para creación de MDT.

Fuente: Elaboración propia

- Seleccionado los parámetros, nuevamente damos clic en aceptar y automáticamente el programa crea el MDT del proyecto, ver imagen 112.

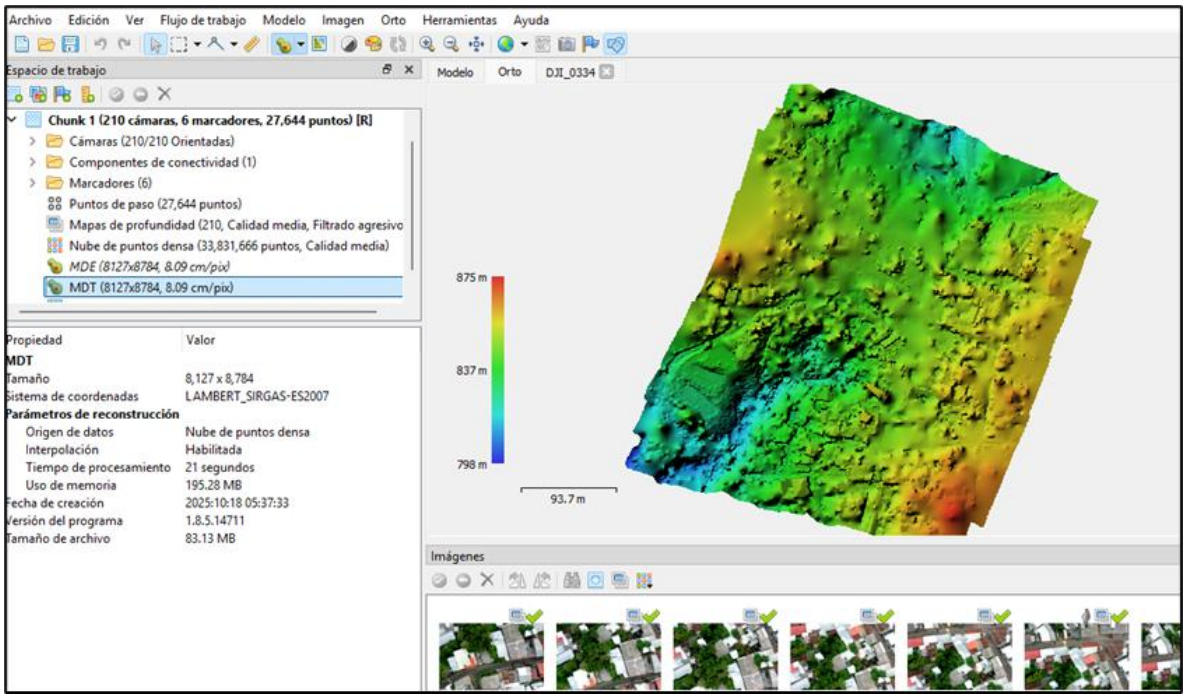


Imagen 112. Modelo digital de terreno.

Fuente: Elaboración propia

Generación de Ortomosaico

- Ingresamos a la opción “Flujo de trabajo” y seleccionamos la opción “Crear Ortomosaico” se habilita una nueva ventana donde se debe seleccionar el sistema de proyección, automáticamente el programa selecciona el sistema personalizado, LAMBERT SIRGAS ES2007.8
- Luego en parámetros seleccionamos en tipo de Superficie que se utilizara para generar la ortofoto, en este caso seleccionaremos el MDE, en modo de Mezcla dejamos la opción “Mosaico”, se deja seleccionada la opción “Refinar líneas de costura”, para el caso de “Permitir el cierre de agujeros” de igual manera se deja seleccionado, también se puede cambiar el tamaño de pixel si así lo deseamos, en este caso Agisoft sugiere que el tamaño de pixel mínimo sea más de 0.009 metros y para finalizar se puede

definir los limites en caso que se quiera generar solamente un área específica del levantamiento ver imagen 113.

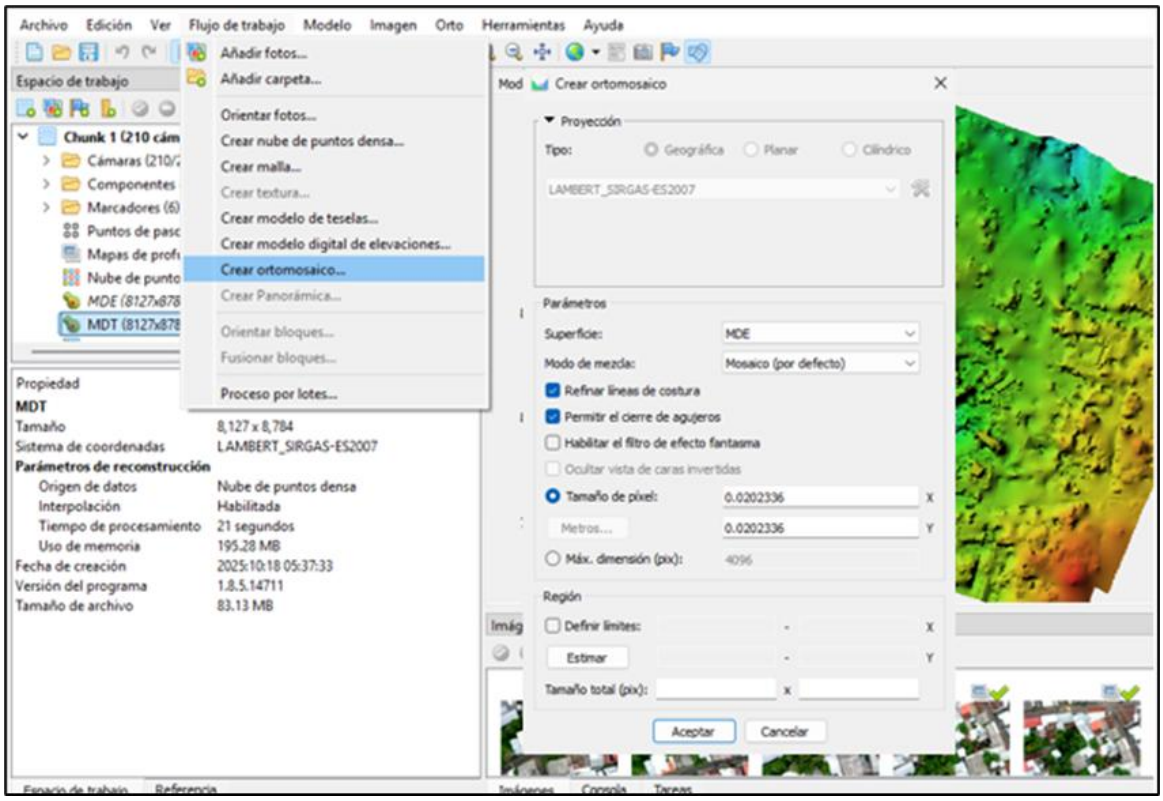


Imagen 113. Parámetros para creación de Ortomosaico.

Fuente: Elaboración propia

- Una vez asignados los parámetros damos en aceptar e inicia el procesamiento para la creación de la ortofoto, a partir del MDT de la nube de puntos creado, que es el que se encontraba seleccionado, una vez finalizado el procesamiento en el espacio de trabajo se muestra una nueva opción llamada “Ortomosaico”, damos doble clic y se muestra en pantalla principal la vista de la ortofoto creada, ver imagen 114.

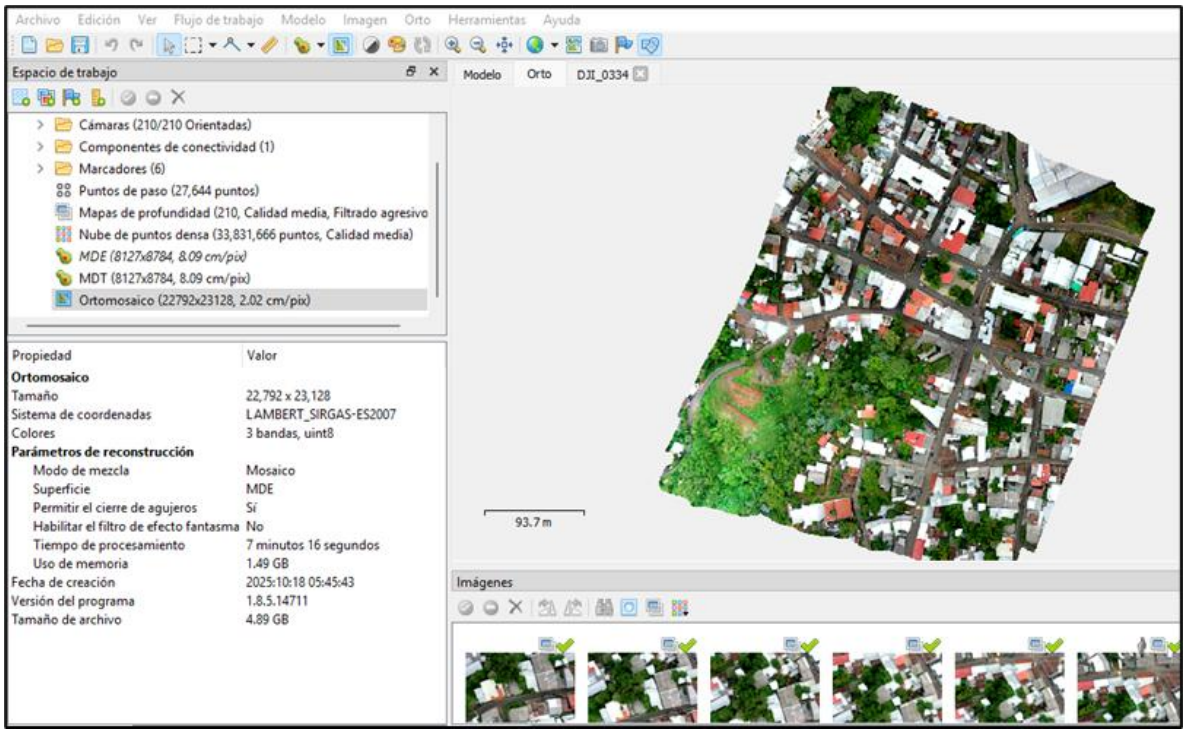


Imagen 114. Ortomosaico.

Fuente: Elaboración propia

Generar curvas de nivel

- Para la creación de las curvas de nivel, damos clic derecho sobre el modelo digital de terreno en el espacio de trabajo y seleccionamos la opción “Generar curvas de nivel” se habilita una nueva ventana para asignar los parámetros, en este caso la altura máxima y la altura mínima en metros las asigna de manera automática el programa en el caso de la opción de equidistancia se ingresa el intervalo al cual deseamos ver las curvas de nivel, en este caso asignaremos a cada 1 metro y se deja seleccionada la opción “Evitar intersecciones” entre las curvas y se presiona aceptar ver imagen 115.

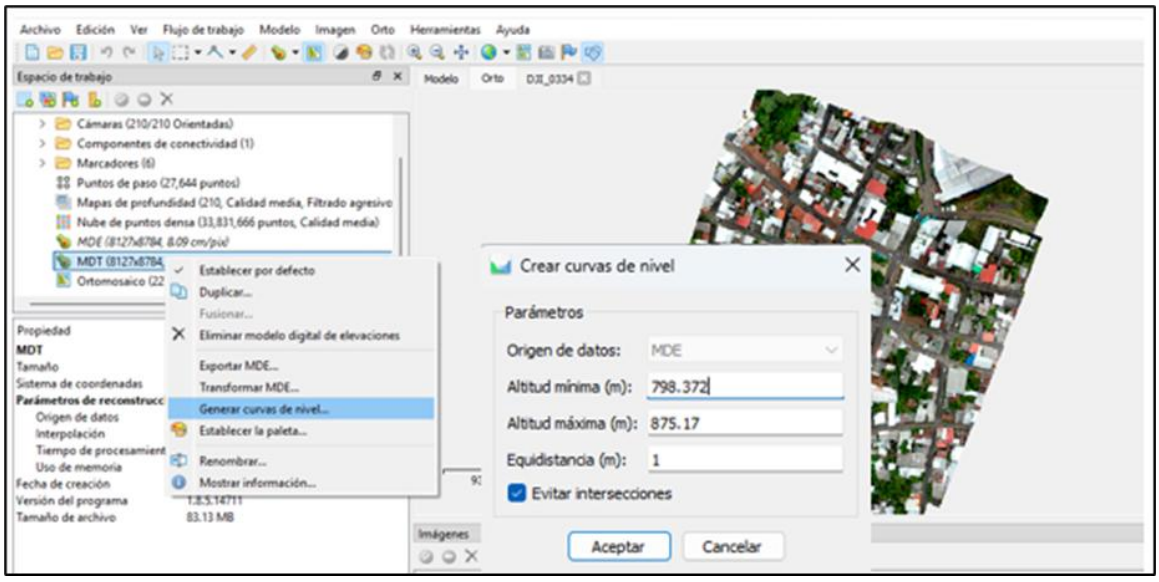


Imagen 115. Parámetros para creación de curvas de nivel.

Fuente: Elaboración propia

- Finalizado el procesamiento en la pantalla principal se muestra la vista de las curvas de nivel en el modelo digital de terreno, de forma predeterminada aparecen las curvas con sus respectivas etiquetas, para deshabilitar o habilitar las etiquetas ingresamos en espacio de trabajo desplegamos el listado en la opción formas y luego seleccionamos en contours, después en propiedades y brindará una nueva ventana donde se puede configurar la vista de las curvas, marcamos o desmarcamos la opción “Mostrar etiquetas de formas” según se prefiera y se selecciona aceptar, imagen 116.

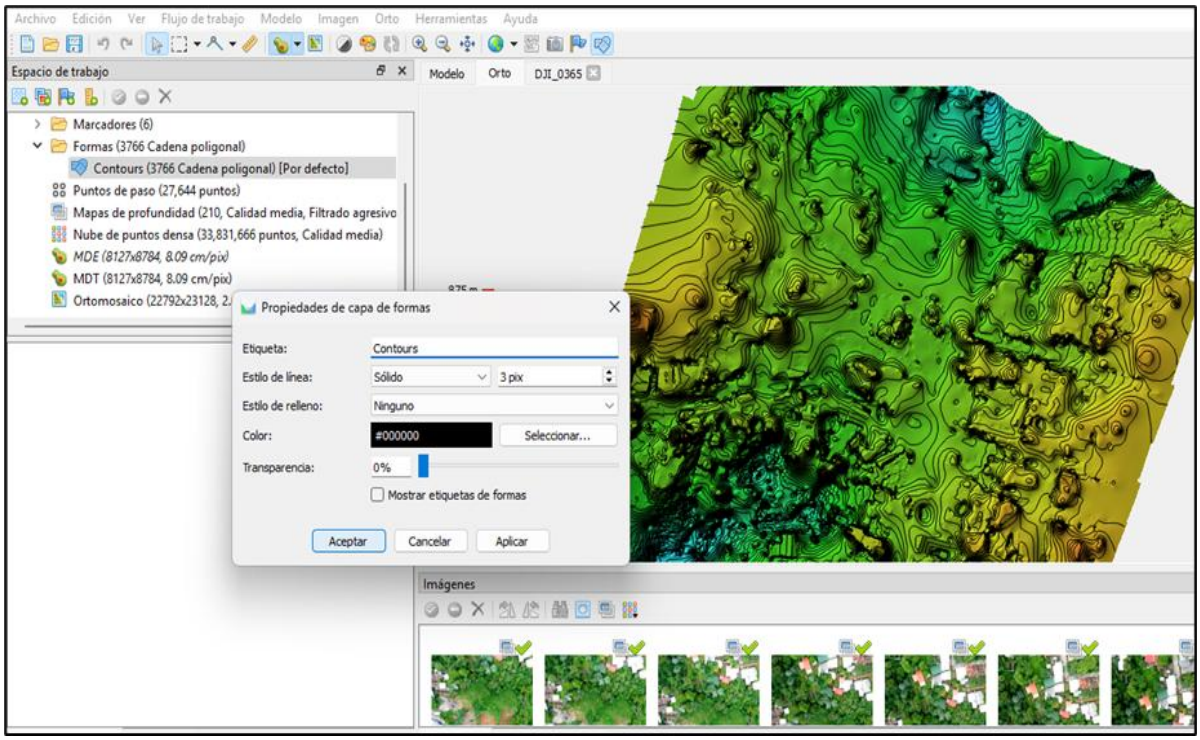


Imagen 116. Curvas de nivel a cada 1m.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IX: CREACIÓN DE PLANO EN CIVIL 3D A PARTIR DE ORTOFOTOS OBTENIDA

9.1 Mediciones complementarias

Se realizaron mediciones complementarias en campo con el objetivo de reforzar la precisión y confiabilidad de la cartografía catastral generada. Estas mediciones permitieron verificar dimensiones de parcelas, linderos no claramente definidos en la ortofotografía, así como elementos puntuales de interés que requerían mayor nivel de detalle. La información recolectada fue utilizada para validar y ajustar la delimitación parcelaria, asegurando coherencia entre los datos de campo y la representación cartográfica, y contribuyendo a mejorar la exactitud del producto final

9.2 Importación de ortofoto en base a un Sistema de Referencia Geodésico

Para la importación de la ortofotografía vinculada a un sistema de referencia geodésico, se utilizó el software Autodesk Civil 3D 2022. El procedimiento inició con la apertura del programa desde su pantalla principal, donde se seleccionó un proyecto nuevo o uno previamente creado correspondiente a la zona de estudio del distrito de Ciudad Barrios. Esta etapa permitió establecer el entorno de trabajo adecuado para la integración de información geoespacial, garantizando la compatibilidad entre los datos obtenidos mediante GNSS y los productos fotogramétricos generados a partir del levantamiento con drone. El uso de Civil 3D facilitó la gestión de archivos georreferenciados y la posterior vinculación con

un sistema de referencia geodésico oficial, constituyendo el primer paso para la elaboración de cartografía catastral de alta precisión.

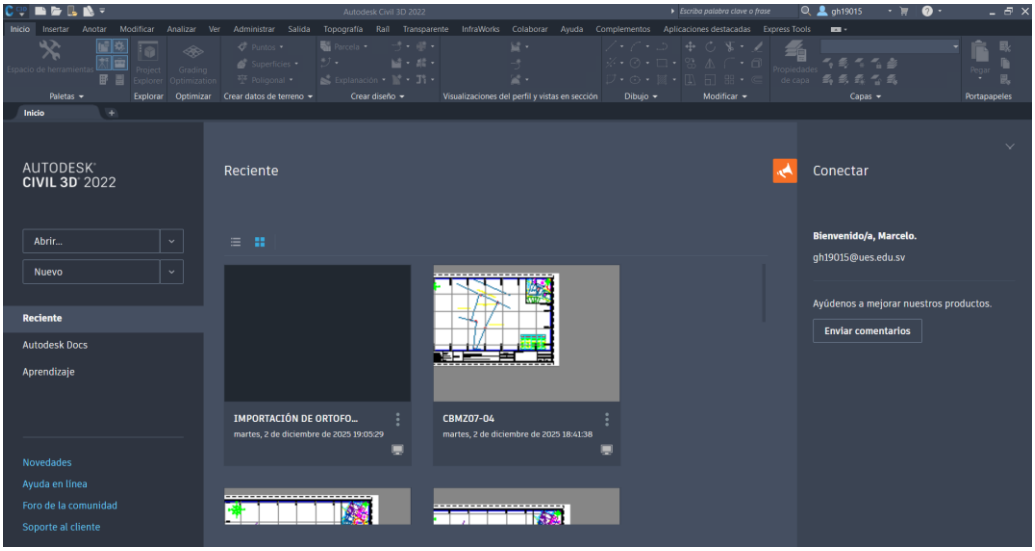


Imagen 117. Pantalla de inicio de Civil 3D.

Fuente: Elaboración propia

Una vez iniciado el software Autodesk Civil 3D, se procedió a la creación de un nuevo archivo de trabajo mediante la opción “Nuevo”, seleccionando previamente una plantilla predeterminada llamada acadiso en la carpeta AutoCAD Template. La elección de la plantilla resulta fundamental, ya que esta contiene configuraciones iniciales de unidades, estilos de visualización, capas, escalas y parámetros de dibujo, los cuales influyen directamente en la correcta representación de la información topográfica y catastral. Para el desarrollo del presente estudio, se seleccionó una plantilla compatible con trabajos de ingeniería civil y cartografía, garantizando que el entorno gráfico fuera adecuado para la importación de ortofotografías georreferenciadas y la posterior integración de datos GNSS dentro de un sistema de referencia geodésico.

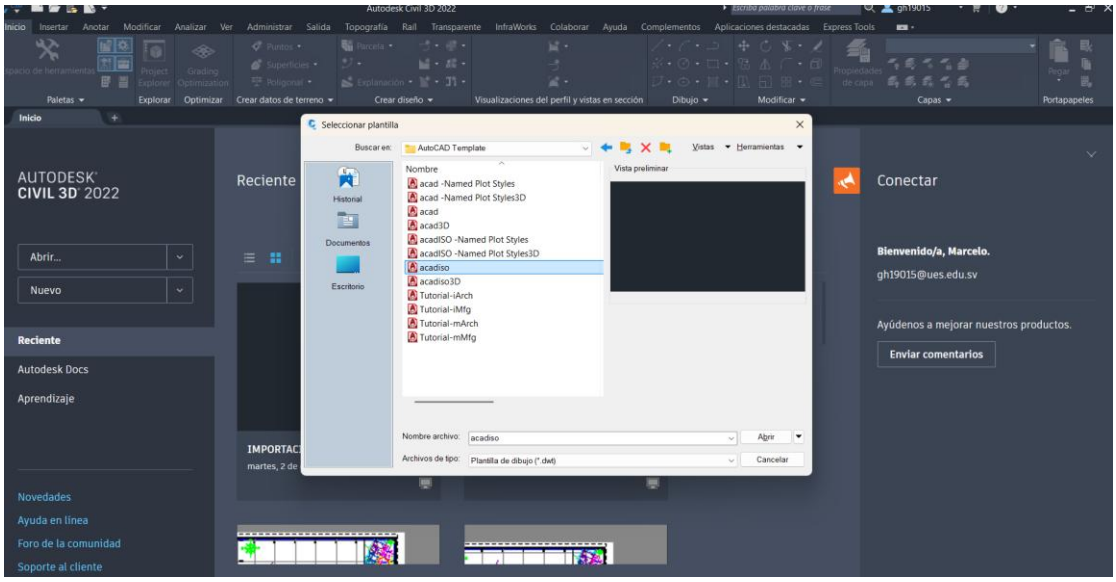


Imagen 118. Selección de plantilla “acadiso”.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realizó la configuración del sistema de coordenadas del proyecto, etapa fundamental para asegurar la correcta georreferenciación de la ortofotografía y de los datos obtenidos mediante levantamiento GNSS. Para ello, se accedió a la opción de configuración del dibujo en Autodesk Civil 3D, donde se seleccionó el sistema de coordenadas correspondiente al área de estudio. En este proceso se definió el sistema de referencia geodésico oficial de El Salvador (SIRGAS ES-2007), estableciendo como datum de referencia el WGS84, lo cual permitió garantizar la compatibilidad espacial entre la información fotogramétrica generada con drone y la red geodésica local previamente establecida. Esta configuración asegura que todos los elementos cartográficos se representan en una posición real y precisa dentro del espacio geográfico.

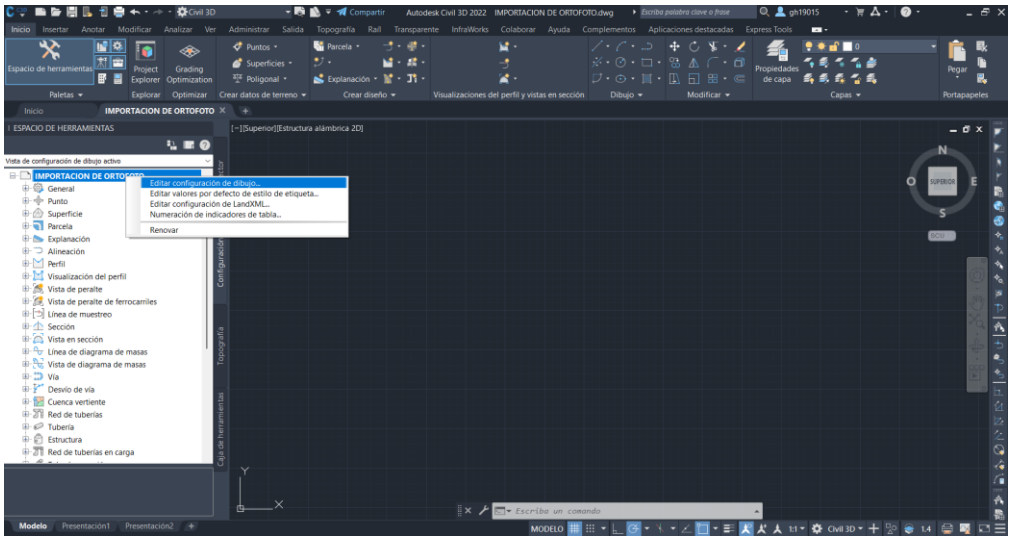


Imagen 119. Ingreso a la configuración del dibujo.

Fuente: Elaboración propia.

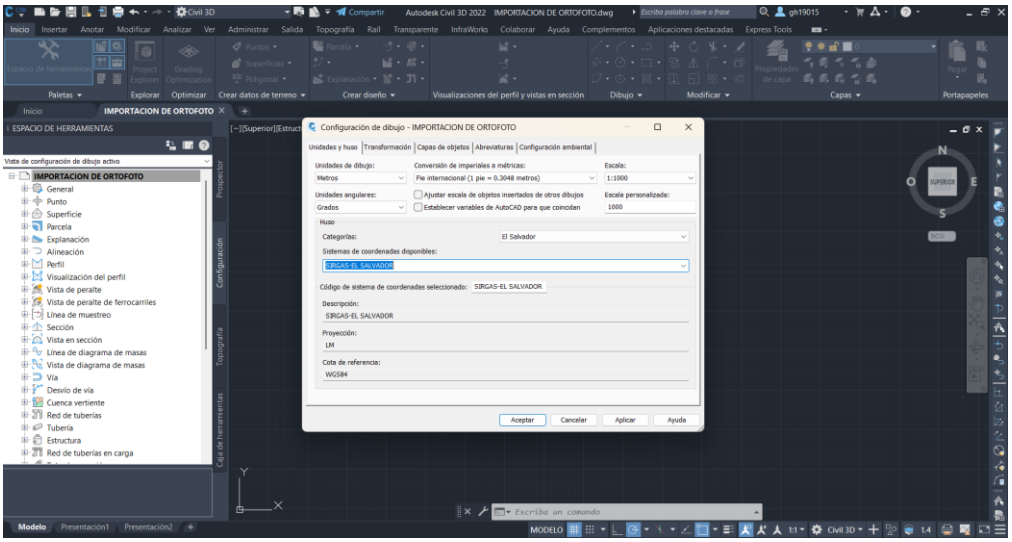


Imagen 120. Configuración del sistema de referencia.

Fuente: Elaboración propia

Con el sistema de coordenadas previamente configurado, se realizó la importación de la ortofotografía en formato ECW mediante la herramienta de inserción de imágenes de Autodesk Civil 3D, seleccionando el archivo

correspondiente al área de estudio. Al tratarse de una imagen previamente georreferenciada, el software reconoce automáticamente sus parámetros espaciales, tales como el punto de inserción, la escala y la rotación, los cuales se mantuvieron sin modificaciones para preservar la precisión geométrica original. Posteriormente, se verificaron los valores de correlación de la imagen y se confirmó la correcta asignación de unidades métricas, procediendo a aplicar y aceptar la configuración establecida. Este proceso permitió que la ortofotografía quedará correctamente posicionada dentro del sistema de referencia geodésico del proyecto, asegurando su adecuada integración con la red geodésica local y sirviendo como base confiable para la elaboración de la cartografía catastral de alta precisión.

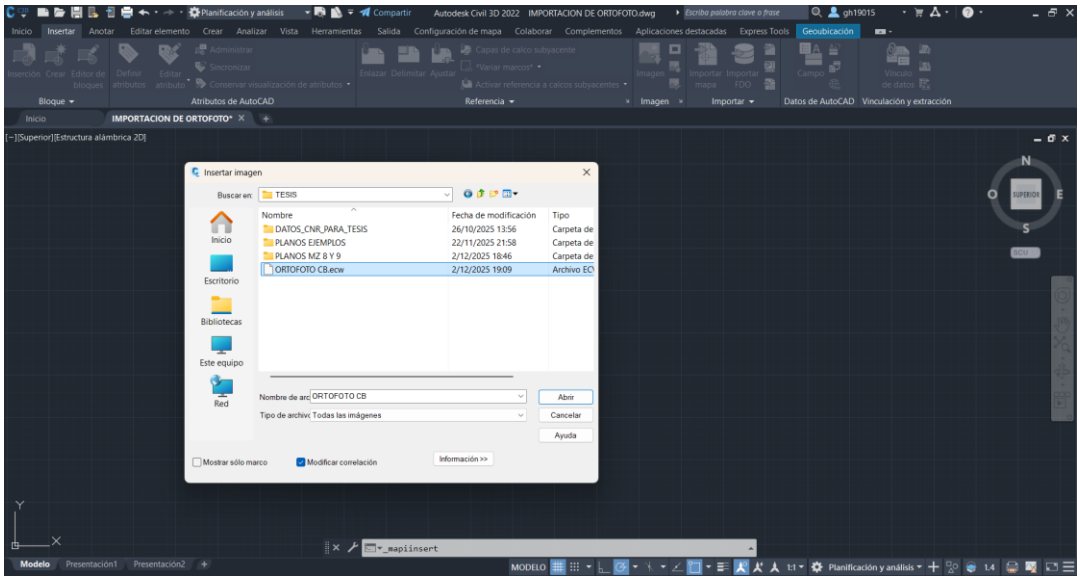


Imagen 121. Importación de ortofoto.

Fuente: Elaboración propia

.

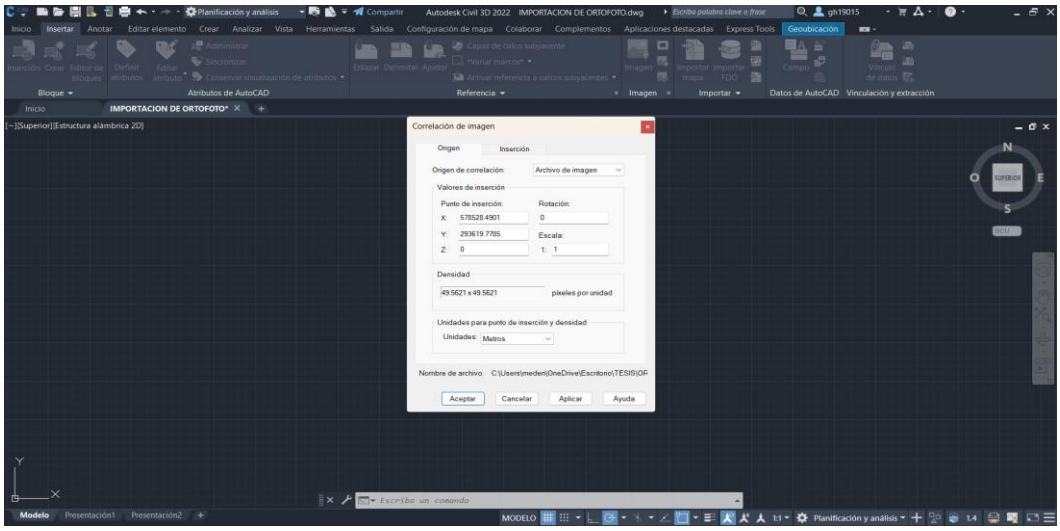


Imagen 122. Configuración de importación de imagen.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la ortofoto importada al AutoCAD Civil 3D.

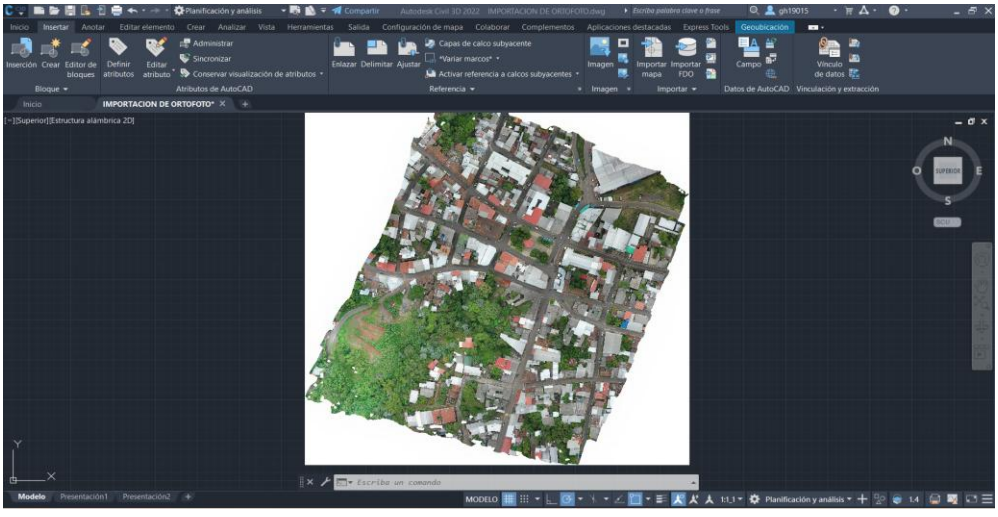


Imagen 123. Ortofoto en AutoCAD Civil 3D.

Fuente: Elaboración propia

9.3 Restitución fotogramétrica

integrada la ortofotografía georreferenciada al sistema de referencia geodésico del proyecto, se procedió a la restitución fotogramétrica para la delimitación de parcelas según la organización por manzanas del distrito de Ciudad Barrios. Este proceso consistió en la interpretación visual de los elementos físicos observables en la ortofoto, tales como linderos, construcciones, ejes viales y cercas, los cuales sirvieron como base para el trazado digital de los límites parcelarios. La delimitación se realizó siguiendo la estructura urbana existente, asignando las parcelas a sus respectivas manzanas y garantizando la coherencia espacial con la red geodésica local establecido. Como resultado, se obtuvo una representación cartográfica precisa y actualizada, adecuada para fines catastrales y para su posterior integración en un Sistema de Información Geográfica.

Imagen 124. Delimitación de parcelas.

Fuente: Elaboración propia

Como parte del proceso de restitución fotogramétrica, se procedió al dibujo y delimitación de calles y parcelas directamente sobre la ortofotografía georreferenciada, utilizando las herramientas de edición y dibujo de Autodesk Civil 3D. Para ello, se trazaron polilíneas siguiendo con precisión los ejes viales, bordes de calzada y límites físicos visibles en la imagen, tales como muros, cercas y alineamientos de edificaciones. Posteriormente, se definieron los límites parcelarios respetando la configuración urbana existente y la división por manzanas del distrito de Ciudad Barrios. Este procedimiento permitió generar una cartografía catastral detallada y coherente, asegurando la correcta correspondencia espacial entre la información fotogramétrica, la red geodésica local y los elementos territoriales representados.

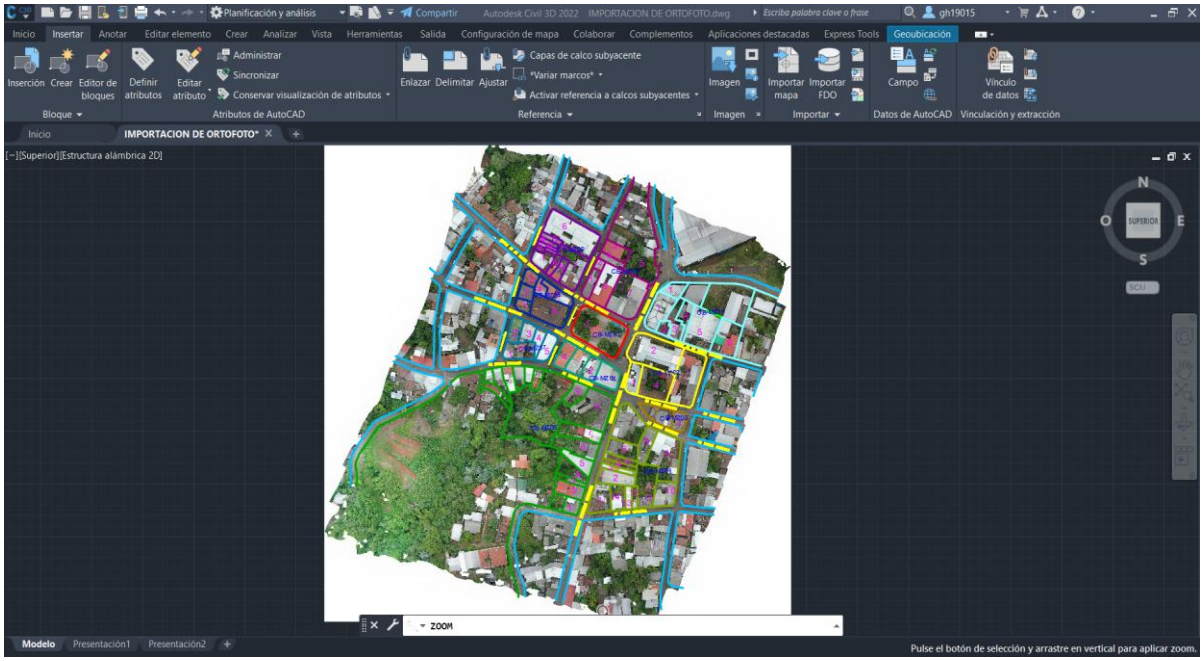


Imagen 125. Dibujo sobre la ortofoto.

Fuente: Elaboración propia

9.4 Trabajos topográficos complementarios

Se ejecutaron trabajos topográficos complementarios orientados a fortalecer la base técnica del estudio y garantizar la correcta integración de todos los elementos espaciales. Estos trabajos incluyeron la verificación de puntos de control, el ajuste de la red geodésica local y la comprobación de alineamientos y referencias físicas en el terreno. La información obtenida fue incorporada al entorno de trabajo en Autodesk Civil 3D y vinculada al sistema de referencia geodésico establecido, permitiendo consolidar una cartografía catastral de alta precisión, adecuada para su análisis y gestión dentro de un Sistema de Información Geográfica.

9.5 Elaboración de planos finales y cartografía de la zona

Como etapa final del proceso, se realizó la elaboración de los planos catastrales individuales mediante el dibujo detallado de cada parcela, en este caso correspondiente a la Parcela 04 de la Manzana 07, utilizando Autodesk Civil 3D. El procedimiento consistió en la definición precisa de los linderos parcelarios mediante polilíneas, apoyándose en la restitución fotogramétrica y en la información georreferenciada previamente integrada. Asimismo, se incorporaron los elementos complementarios del plano, tales como la nomenclatura de calles, identificación de colindancias y rotulación correspondiente, asegurando claridad y coherencia cartográfica. Esta etapa permitió generar planos finales confiables y técnicamente sustentados, adecuados para su uso en catastro y para su posterior integración en un Sistema de Información Geográfica.

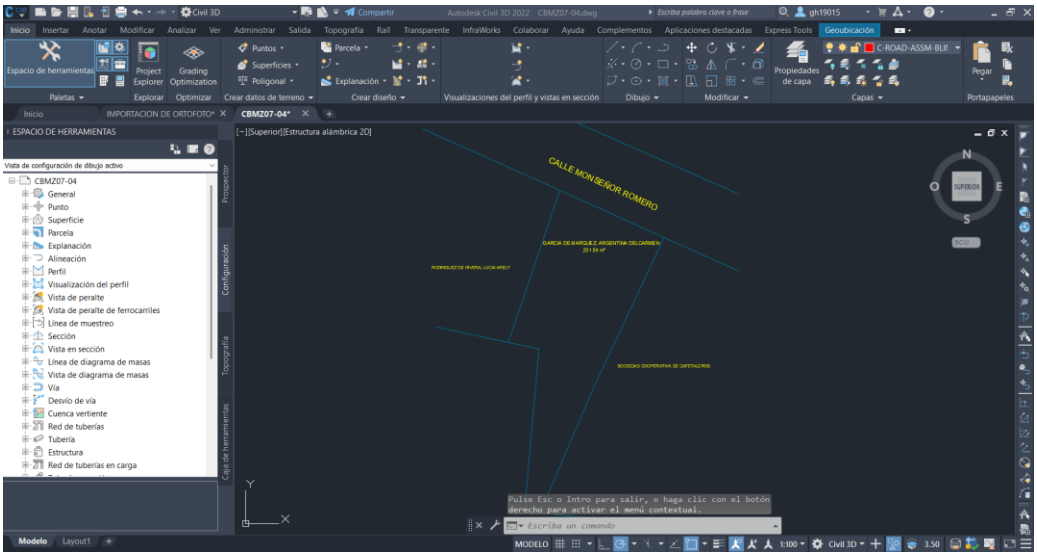


Imagen 126. Creación de parcela.

Fuente: Elaboración propia

Como complemento a la elaboración de los planos finales, se procedió a la rotulación y etiquetado de las parcelas mediante las herramientas de etiquetado de Autodesk Civil 3D. Para ello, se utilizaron estilos de etiquetas previamente configurados, los cuales permitieron mostrar información relevante como numeración de vértices, longitudes de linderos y datos identificativos de la parcela. Las etiquetas fueron colocadas de manera automática y ajustadas manualmente cuando fue necesario, con el fin de garantizar una correcta legibilidad y orden cartográfico. Este proceso permitió estandarizar la presentación de la información catastral, asegurando que los planos finales cumplieran con criterios técnicos, normativos y de claridad gráfica, facilitando su interpretación y posterior integración en un Sistema de Información Geográfica.

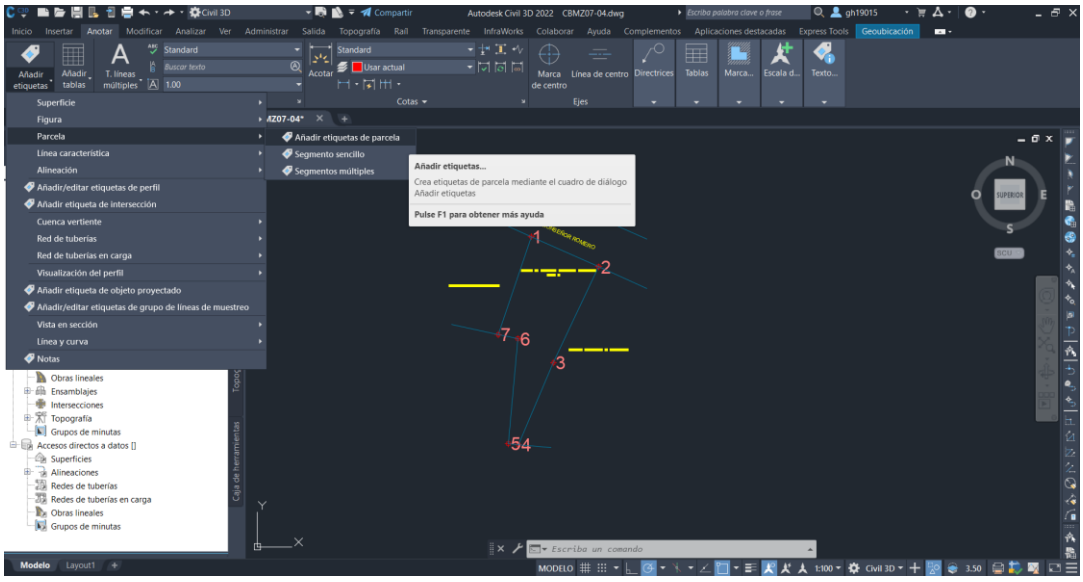


Imagen 127. Selección de etiquetas para parcelas.

Fuente: Elaboración propia

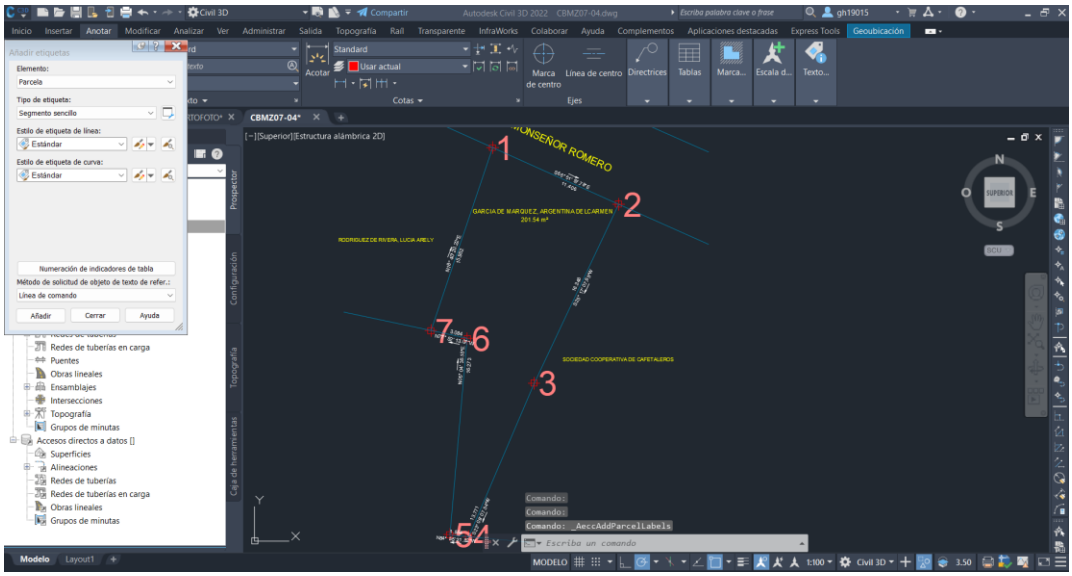


Imagen 128. Configuración de etiquetas.

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a la creación de la tabla de rumbos y distancias correspondiente a la parcela delimitada. Para ello, se seleccionaron los segmentos que conforman el perímetro parcelario, a partir de los cuales el software genera automáticamente los valores de distancia, rumbo y coordenadas norte y este de cada tramo. Posteriormente, se configuró el formato de la tabla, definiendo el número de filas, el modo de orientación y la disposición de la información, con el fin de garantizar claridad y legibilidad cartográfica. La incorporación del cuadro de rumbos y distancias permitió respaldar técnicamente la geometría de la parcela, aportando precisión y validez a la cartografía catastral y facilitando su interpretación y uso en aplicaciones topográficas y de gestión territorial

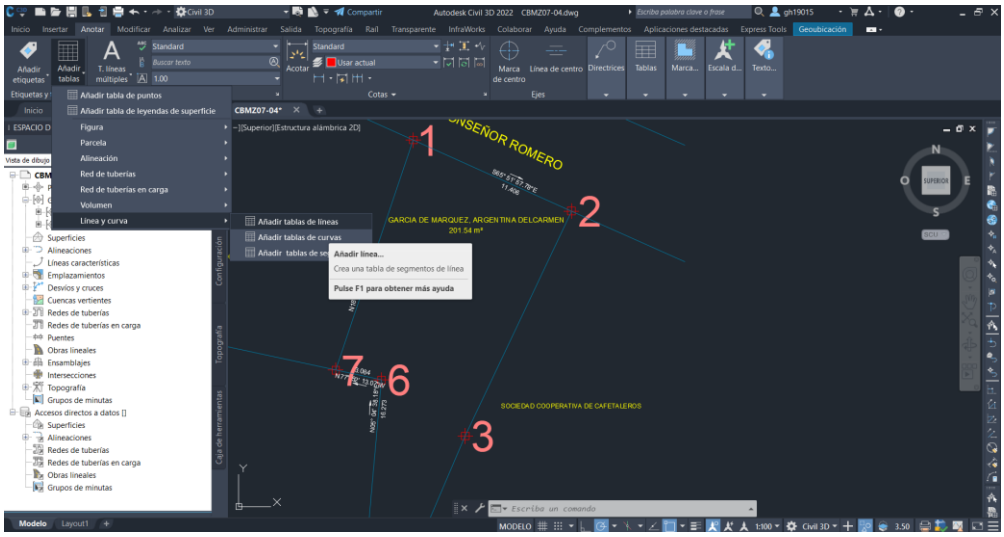


Imagen 129. Selección de tabla para cuadro rumbos y distancias.

Fuente: Elaboración propia

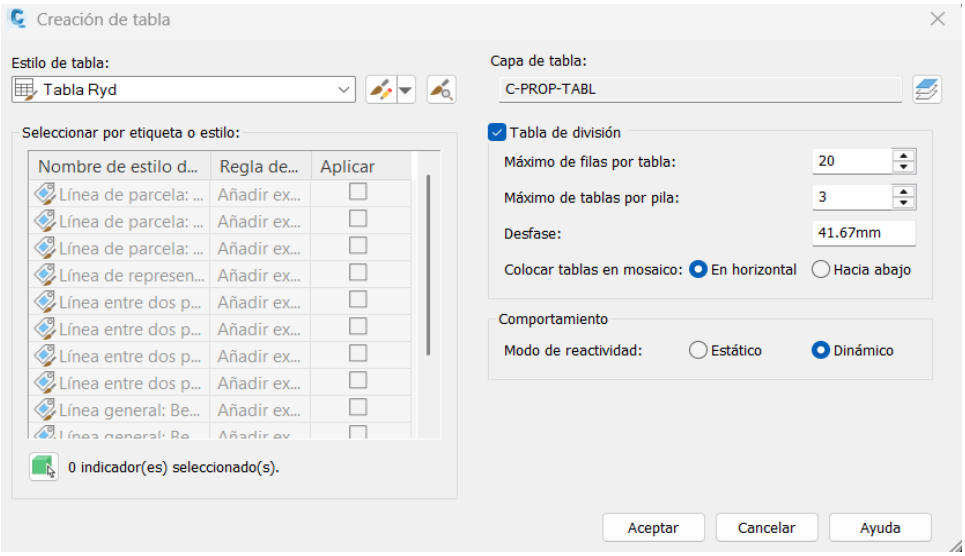


Imagen 130. Creación de tabla y configuración.

Fuente: Elaboración propia

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS				
TRAMO	DISTANCIA	RUMBO	NORTE	ESTE
1 - 2	11.41	S65° 51' 58"E	293899.96	578736.58
2 - 3	16.35	S25° 17' 08"W	293895.29	578746.99
3 - 4	13.77	S23° 08' 08"W	293880.51	578740.01
4 - 5	1.55	N84° 55' 22"W	293867.85	578734.60
5 - 6	16.27	N05° 04' 38"E	293867.99	578733.05
6 - 7	3.08	N77° 52' 13"W	293884.20	578734.49
7 - 8	15.95	N18° 40' 20"E	293884.85	578731.47

Imagen 131. Cuadro de rumbos y distancias.

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó la aplicación externa “CNE”, cargada mediante el comando APPLOAD en Autodesk Civil 3D, la cual se empleó para la creación de la cuadrícula de coordenadas del plano. A través de esta herramienta se configuraron parámetros como la distancia de malla y la altura del texto, permitiendo generar de forma automática la retícula de coordenadas norte y este conforme al sistema de referencia geodésico previamente establecido. La incorporación de la cuadrícula de coordenadas facilitó la correcta lectura y ubicación espacial de la parcela, aportando claridad cartográfica y respaldo técnico al plano final, en coherencia con la red geodésica local y los estándares de la cartografía catastral de alta precisión.

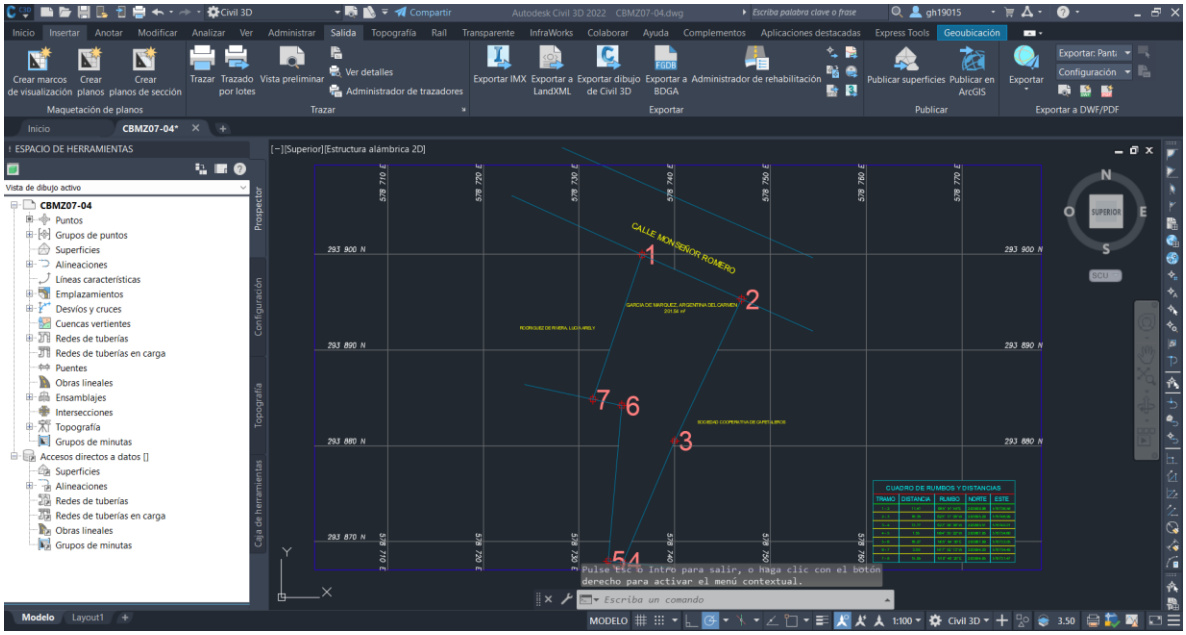
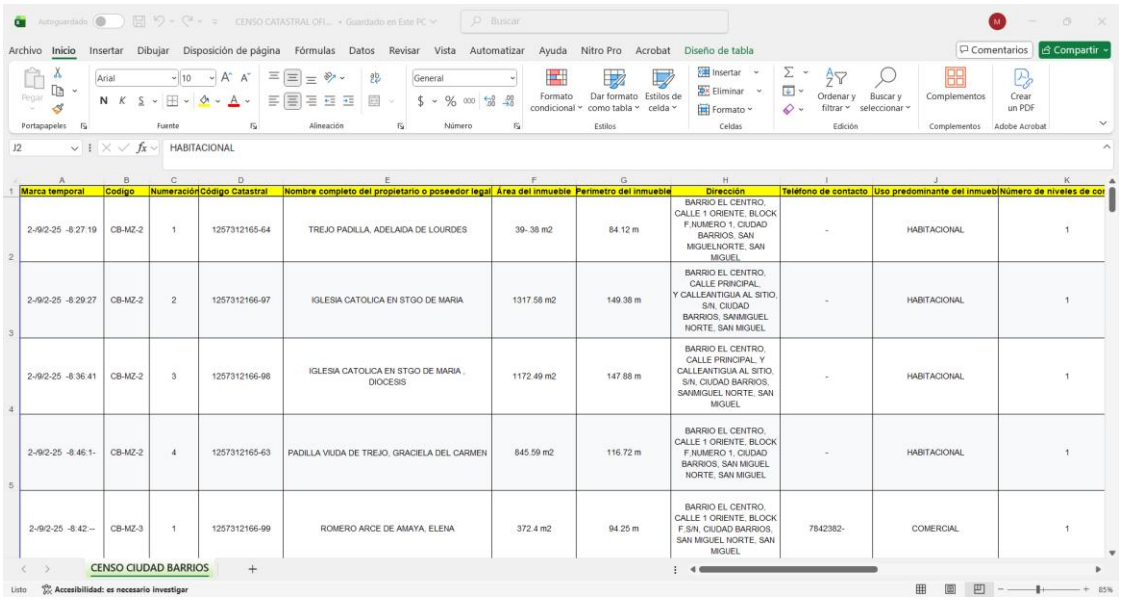


Imagen 132. Plano de parcela creado.

Fuente: Elaboración propia

9.6 Censo

Se realizó el censo de parcelas mediante el levantamiento de información en campo y su posterior tabulación en una base de datos digital. Para ello, se recopilaron datos alfanuméricos asociados a cada predio, tales como código catastral, identificación del propietario o poseedor, uso del suelo, área de la parcela y dirección, los cuales fueron organizados en una hoja de cálculo para su análisis y gestión. Adicionalmente, esta información fue vinculada con la representación espacial de las parcelas, permitiendo su visualización geográfica y asegurando la correspondencia entre los datos censales y la cartografía generada. Este procedimiento fortaleció la integración entre la información gráfica y alfanumérica, facilitando su posterior incorporación a un Sistema de Información Geográfica para la gestión territorial del distrito de Ciudad Barrios.



Marca temporal	Codigo	Numeración	Código Catastral	Nombre completo del propietario o poseedor legal	Área del inmueble	Perimetro del inmueble	Dirección	Teléfono de contacto	Uso predominante del inmueb	Número de niveles de co
2-/9/2-25 -8:27:19	CB-MZ-2	1	1257312165-64	TREJO PADILLA, ADELAIDA DE LOURDES	39- 38 m2	84.12 m	BARRIO EL CENTRO, CALLE 1 ORIENTE, BLOCK F,NUMERO 1, CIUDAD BARRIOS, SAN MIGUELNORTE, SAN MIGUEL	-	HABITACIONAL	1
2-/9/2-25 -8:29:27	CB-MZ-2	2	1257312166-97	IGLESIA CATOLICA EN STGO DE MARIA	1317.58 m2	149.38 m	BARRIO EL CENTRO, CALLE PRINCIPAL, Y CALLEANTIGUA AL SITIO, S/N, CIUDAD BARRIOS, SANMIGUEL NORTE, SAN MIGUEL	-	HABITACIONAL	1
2-/9/2-25 -8:36:41	CB-MZ-2	3	1257312166-98	IGLESIA CATOLICA EN STGO DE MARIA , DIOCESIS	1172.49 m2	147.88 m	BARRIO EL CENTRO, CALLE PRINCIPAL, Y CALLEANTIGUA AL SITIO, S/N, CIUDAD BARRIOS, SANMIGUEL NORTE, SAN MIGUEL	-	HABITACIONAL	1
2-/9/2-25 -8:46:1-	CB-MZ-2	4	1257312165-63	PADILLA VIUDA DE TREJO, GRACIELA DEL CARMEN	845.59 m2	116.72 m	BARRIO EL CENTRO, CALLE 1 ORIENTE, BLOCK F,NUMERO 1, CIUDAD BARRIOS, SAN MIGUEL NORTE, SAN MIGUEL	-	HABITACIONAL	1
2-/9/2-25 -8:42:--	CB-MZ-3	1	1257312166-99	ROMERO ARCE DE AMAYA, ELENA	372.4 m2	94.25 m	BARRIO EL CENTRO, CALLE 1 ORIENTE, BLOCK F,S/N, CIUDAD BARRIOS, SAN MIGUEL NORTE, SAN MIGUEL	7842382-	COMERCIAL	1

Imagen 133. Base de datos del levantamiento de información.

Fuente: Elaboración propia

Visualización de geoficha

Datos para mapa **1257312165** y parcela **70**

Mapa / Parcela	1257312165/70
Area	201.54 m2
Perímetro	75.18 m
Uso	HABITACIONAL
Matrícula / index /Propietario(s) según SIRyC	
Libro / ins y otros	--> -
Propietario/Poseedor /Ocupante	GARCIA DE MARQUEZ, ARGENTINA DEL CARMEN(Pro)
Frentes	50010(C) LONG= 11.5mts 50016(C) LONG= 2.2mts suma = 13.7 mts
Cta Alcaldía	
Dirección	BARRIO EL CENTRO, CALLE MAXIMILIANO YANEZ, NUMERO 13, CIUDAD BARRIOS, SAN MIGUEL NORTE, SAN MIGUEL
Colindantes	1257312165(181) RIVERA RODRIGUEZ, IRIS SULEYMA 1257312165(50016) 1257312165(71) SOCIEDAD COOPERATIVA DE CAFETALEROS 1257312165(50010) 1257312165(50022) 1257312165(72) PORTILLO DE JIMENEZ, FLORA EMELINA
Antecedente	

Imagen 134. Ficha catastral del CNR correspondiente a la parcela.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO X: CREACIÓN DE BASE DE DATOS CATASTRAL EN SOFTWARE QGIS

10.1 Pasos preliminares

Como punto de partida para la creación de la base de datos catastral en QGIS, se estableció previamente una estructura ordenada de carpetas que permitiera organizar de forma clara y lógica toda la información generada y utilizada durante el proyecto. Esta organización resulta fundamental para facilitar el manejo de datos, evitar pérdidas de información y garantizar la trazabilidad de los insumos.

En primer lugar, dentro de la carpeta principal “PROYECTO CIUDAD BARRIOS”, se creó una carpeta denominada “QGIS”, la cual funcionó como directorio principal para todo el trabajo desarrollado en el software. En esta carpeta se almacenaron exclusivamente los archivos relacionados con la construcción del sistema de información catastral, separándolos del resto de información del proyecto.

Dentro de la carpeta “QGIS” se definieron y crearon siete subcarpetas, cada una con una función específica, de acuerdo con el tipo de información que contendría:

CATASTRO CIUDAD BARRIOS: En esta carpeta se almacenaron los archivos generados directamente por QGIS como resultado del procesamiento de los datos, tales como capas vectoriales, bases de datos espaciales y otros productos derivados del sistema catastral.

DESCRIPCIONES TÉCNICAS: Esta carpeta se destinó para el resguardo de las descripciones técnicas de cada parcela. Cada archivo fue identificado utilizando el código catastral correspondiente, lo que permitió una rápida localización y vinculación entre la información gráfica y la documentación técnica asociada.

DXF: Contuvo los archivos vectoriales en formato DXF exportados desde AutoCAD. Esta conversión fue necesaria debido a que QGIS no reconoce directamente archivos en formato DWG, los cuales fueron utilizados previamente para el dibujo de los lotes, tal como se explicó en el Capítulo 9.

ORTOFOTO: En esta carpeta se almacenó la ortofoto resultante del proceso de restitución fotogramétrica desarrollado en el Capítulo 9. Este insumo sirvió como base cartográfica para la verificación espacial y el apoyo visual durante la creación de la base de datos catastral.

PLANOS: Se destinó para guardar los planos finales en formato PDF, listos para su impresión o consulta directa desde QGIS mediante vínculos o referencias externas.

SGR (Sistema de Referencia de Coordenadas): Contuvo el archivo en formato. PRJ, en el cual se definieron los parámetros del sistema de referencia de coordenadas que posteriormente se configuraron dentro de QGIS, garantizando la correcta georreferenciación de toda la información espacial del proyecto.

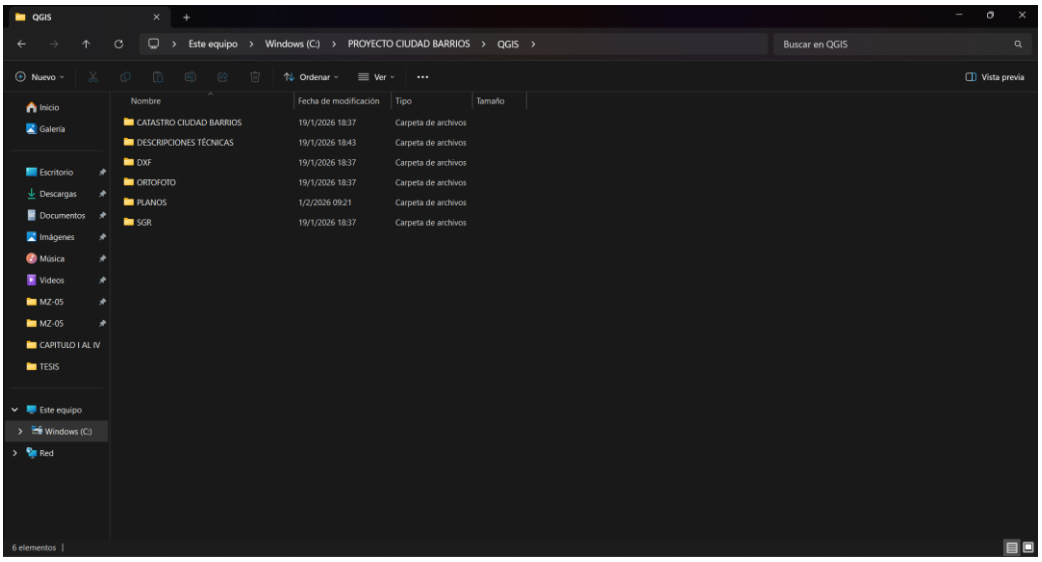


Imagen 135. Creación de subcarpetas del proyecto QGIS

Fuente: Elaboración propia

Esta estructura de carpetas permitió trabajar de manera ordenada desde las etapas iniciales, facilitando la carga de información en QGIS, el control de versiones de los archivos y el posterior procesamiento y análisis de los datos catastrales.

10.2 Creación de proyecto y configuración del Sistema de Referencia Geodésico

Una vez definida la estructura de carpetas, se procedió a la creación de un nuevo proyecto en el software QGIS. Para ello, desde la barra de menú principal se seleccionó la opción “Proyecto” y posteriormente “Nuevo”, lo cual generó un entorno de trabajo vacío listo para su configuración inicial.

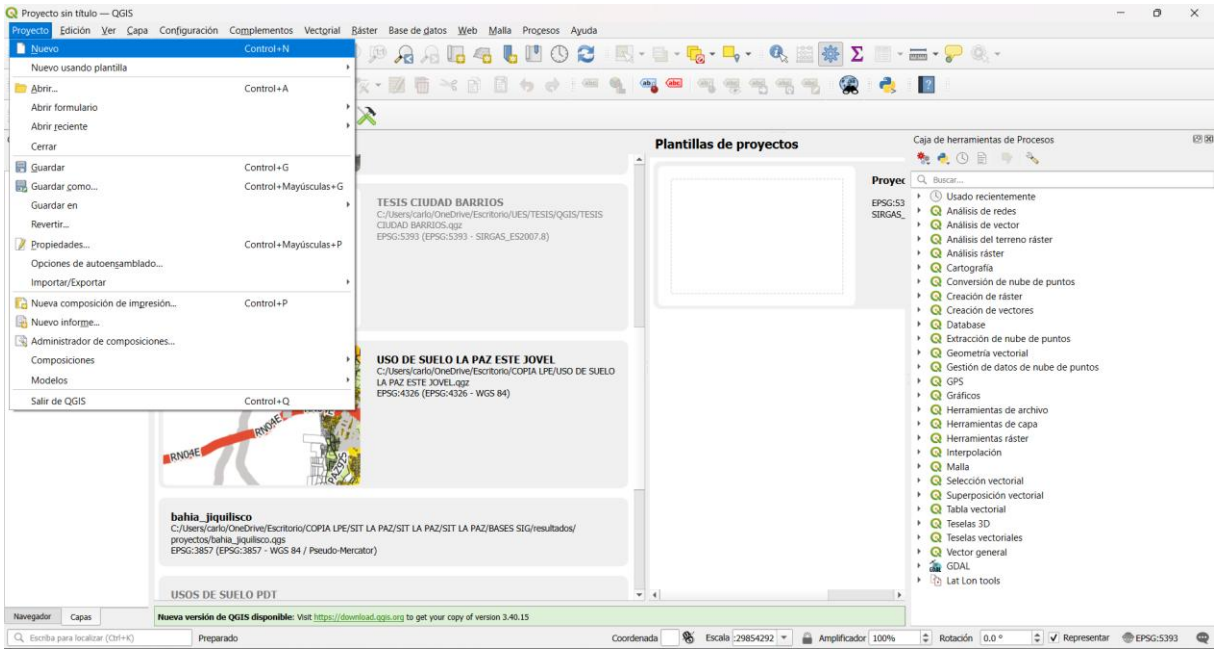


Imagen 136. Creación de un nuevo proyecto en QGIS

Fuente: Elaboración propia

Inmediatamente después de crear el proyecto, se recomendó guardarlo para evitar la pérdida de información durante el proceso de configuración. Para ello, se accedió nuevamente al menú “Proyecto” y se seleccionó la opción “Guardar como”, almacenando el archivo del proyecto dentro de la carpeta “QGIS” previamente creada, con un nombre identificativo acorde al proyecto catastral.

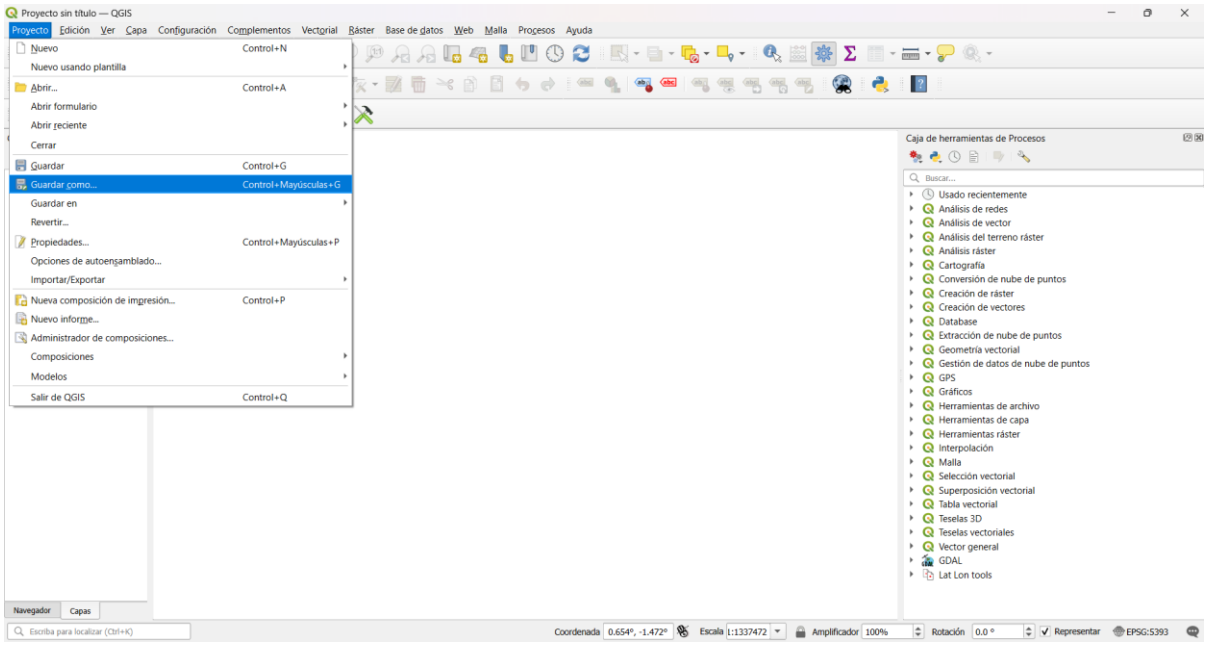


Imagen 137. Guardar proyecto como

Fuente: Elaboración propia

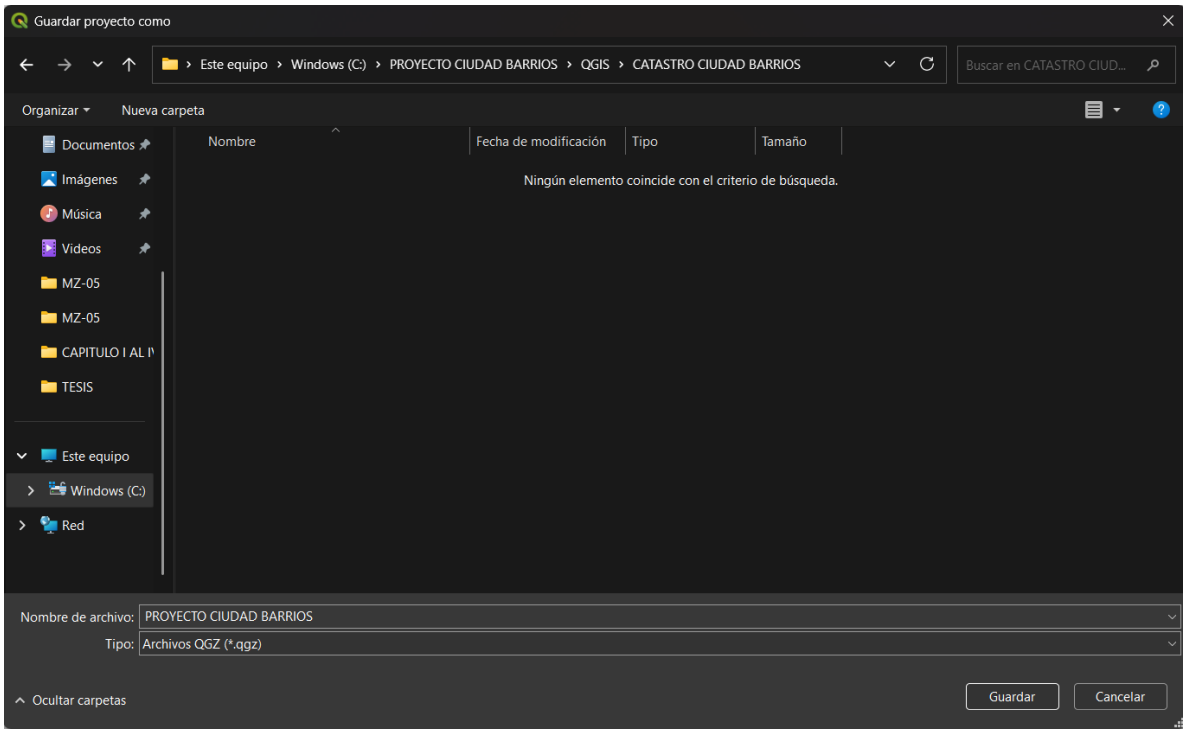


Imagen 138. Guardar proyecto como PROYECTO CIUDAD BARRIOS.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se realizó la configuración del sistema de referencia de coordenadas, un paso fundamental para garantizar la correcta georreferenciación de la información espacial. Desde la barra de menú se ingresó a “Configuración” y luego a la opción “Proyección personalizada”, tal como se muestra en la Imagen 139.

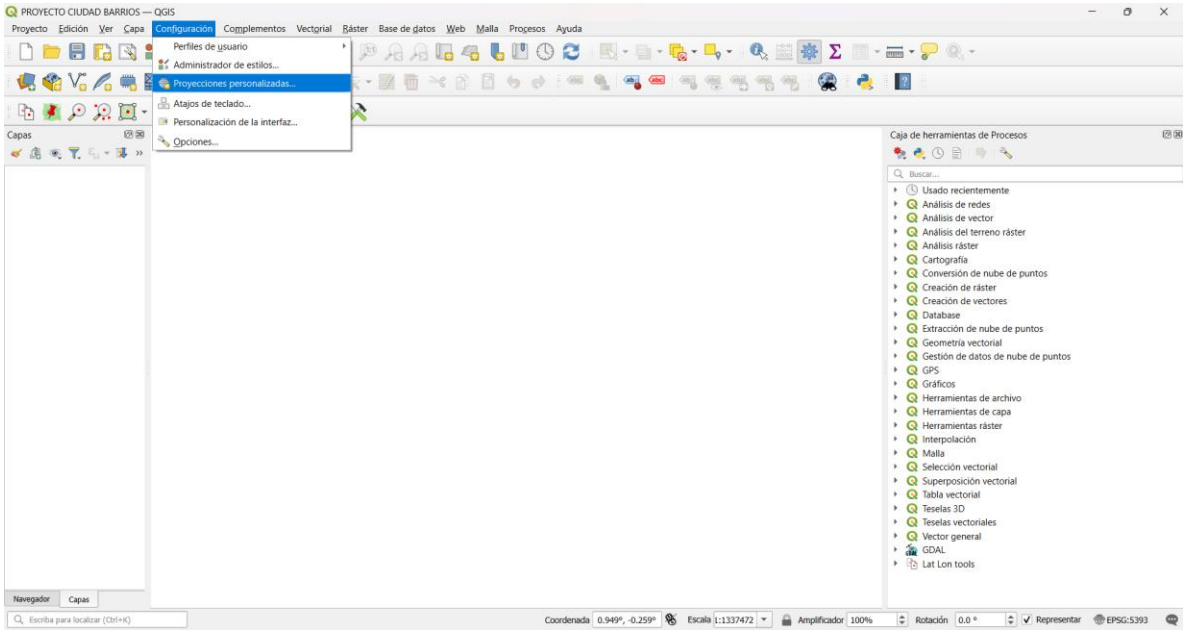


Imagen 139. Acceso a la opción de proyecciones personalizadas en QGIS

Fuente: Elaboración propia

Dentro del cuadro de diálogo de proyecciones personalizadas, se procedió a crear un nuevo sistema de referencia. Para ello, se hizo clic en el símbolo “+”, se asignó un nombre identificativo al sistema, y se copiaron y pegaron los parámetros de la proyección Lambert SIRGAS ES-2007, los cuales se encontraban almacenados en el archivo con formato. PRJ ubicado en la carpeta SGR.

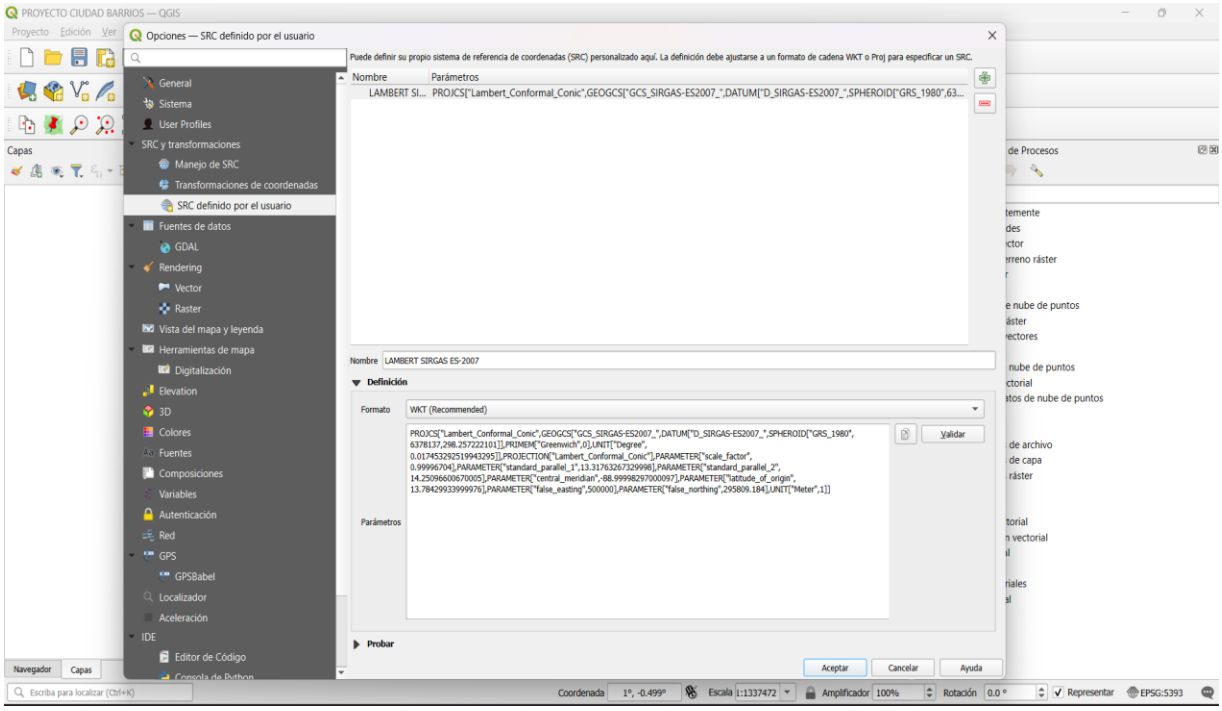


Imagen 140. Ingreso de parámetros del sistema de referencia Lambert SIRGAS ES-2007

Fuente: Elaboración propia

Una vez ingresados los parámetros, se utilizó la opción “Validar” para comprobar que la definición del sistema de referencia era correcta. QGIS confirmó la validez de los datos mediante un mensaje indicando que los parámetros introducidos eran aceptables, lo cual aseguró que el sistema de coordenadas estaba correctamente definido.

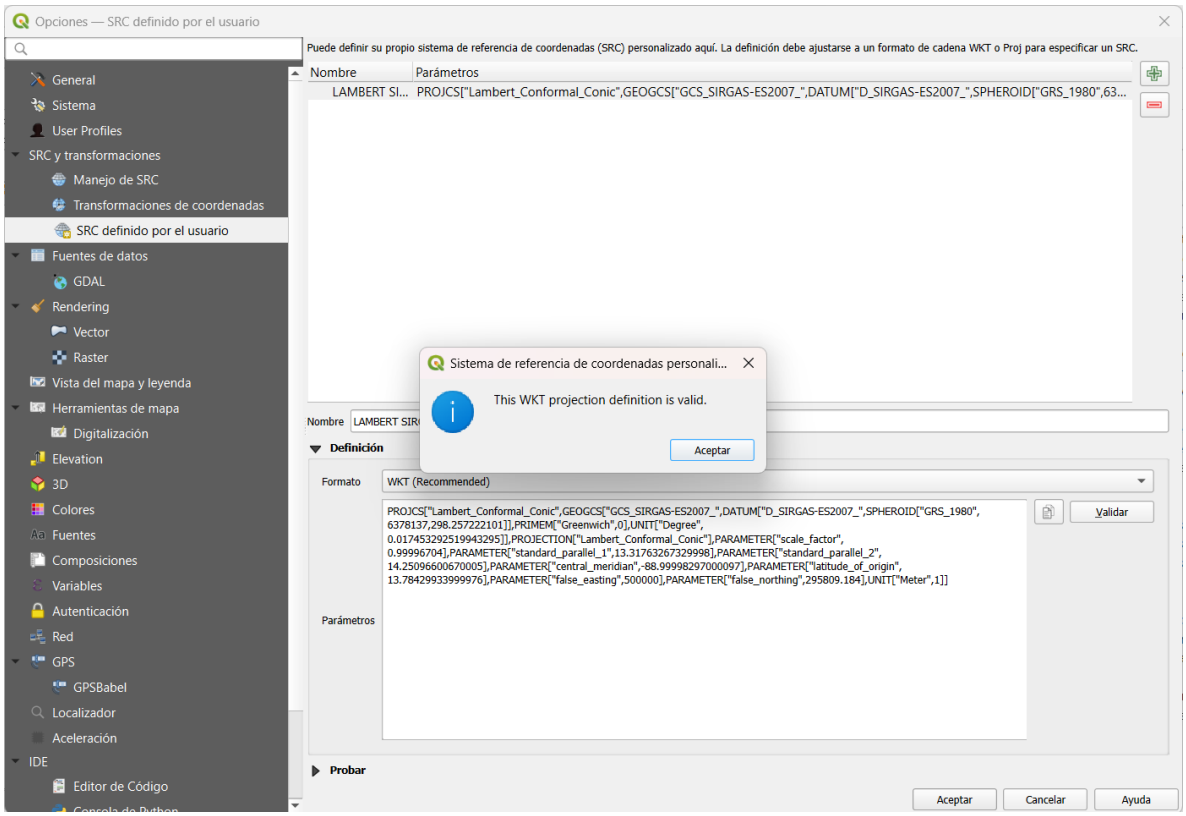


Imagen 141. Validación de parámetros del sistema de referencia personalizado

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, sin salir de la ventana de configuración, se procedió a asignar el sistema de referencia recién creado tanto al proyecto como a las capas que se cargarían posteriormente. Para ello, dentro de la misma ventana de Configuración de Proyecciones Personalizadas, se accedió a la opción “Manejo de SRC”, ubicada en el panel lateral izquierdo del cuadro de diálogo.

Dentro del apartado “Manejo de SRC”, se seleccionaron las opciones “SRC para proyecto” y “SRC para capas”, lo cual permite definir el sistema de referencia que utilizará el proyecto en general y el que se asignará automáticamente a las capas incorporadas. En ambos casos, se eligió el sistema Lambert SIRGAS ES-2007, previamente creado y validado.

Este procedimiento asegura que toda la información espacial incorporada al proyecto mantenga coherencia geográfica, evitando errores de proyección, desplazamientos o incompatibilidades entre capas durante el análisis catastral.

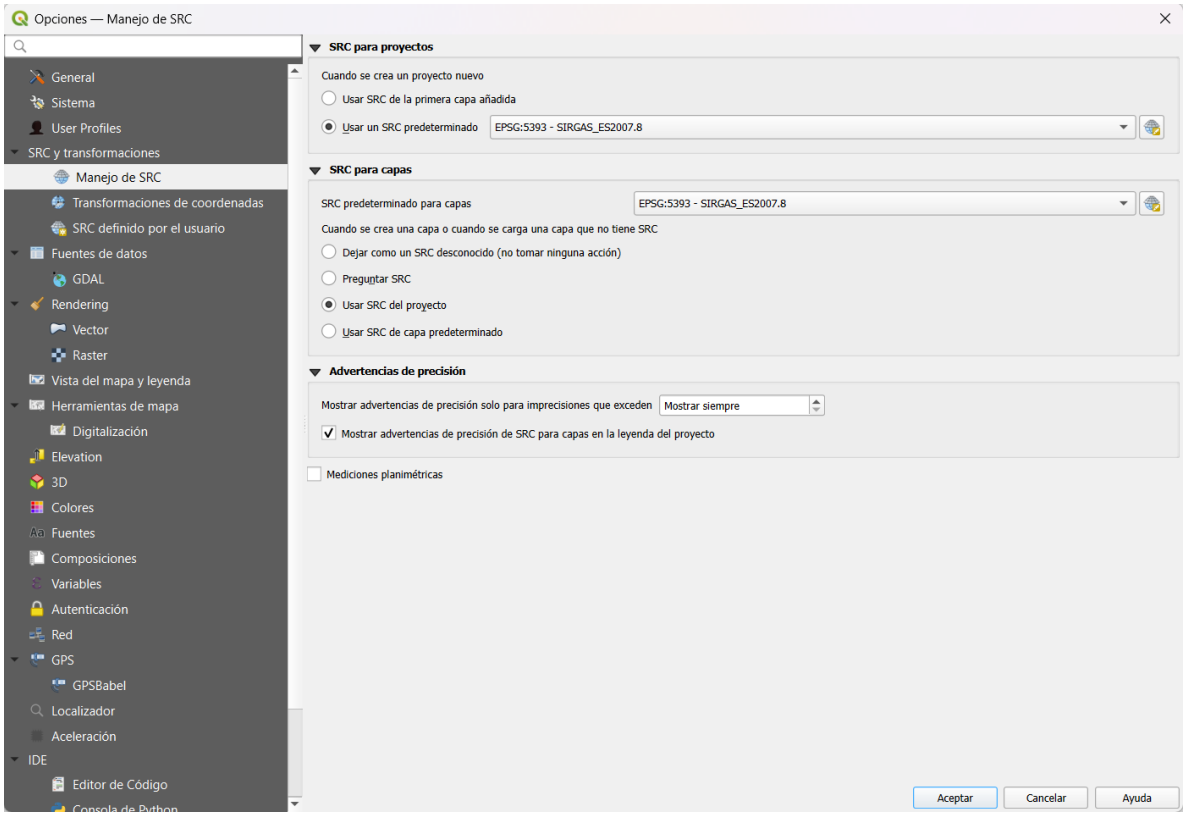


Imagen 142. Configuración del manejo del sistema de referencia para proyecto y capas.

Fuente: Elaboración propia

10.3 Creación de base de datos

Para la gestión y almacenamiento de la información catastral del proyecto, se optó por la creación de una Base de Datos GeoPackage, debido a que este formato permite manejar grandes volúmenes de información espacial y alfanumérica en un solo archivo, sin las limitaciones de tamaño y cantidad de

capas que presentan otros formatos. Además, el uso de GeoPackage facilita la organización del proyecto, la integridad de los datos y su posterior actualización dentro del entorno QGIS.

Para crear la base de datos, se utilizó el panel Navegador de QGIS. Dentro de este panel, se localizó la opción “GeoPackage”, sobre la cual se dio clic derecho y se seleccionó la opción “Crear base de datos”. Esta acción permite generar un archivo contenedor que posteriormente almacenará todas las capas catastrales del proyecto.

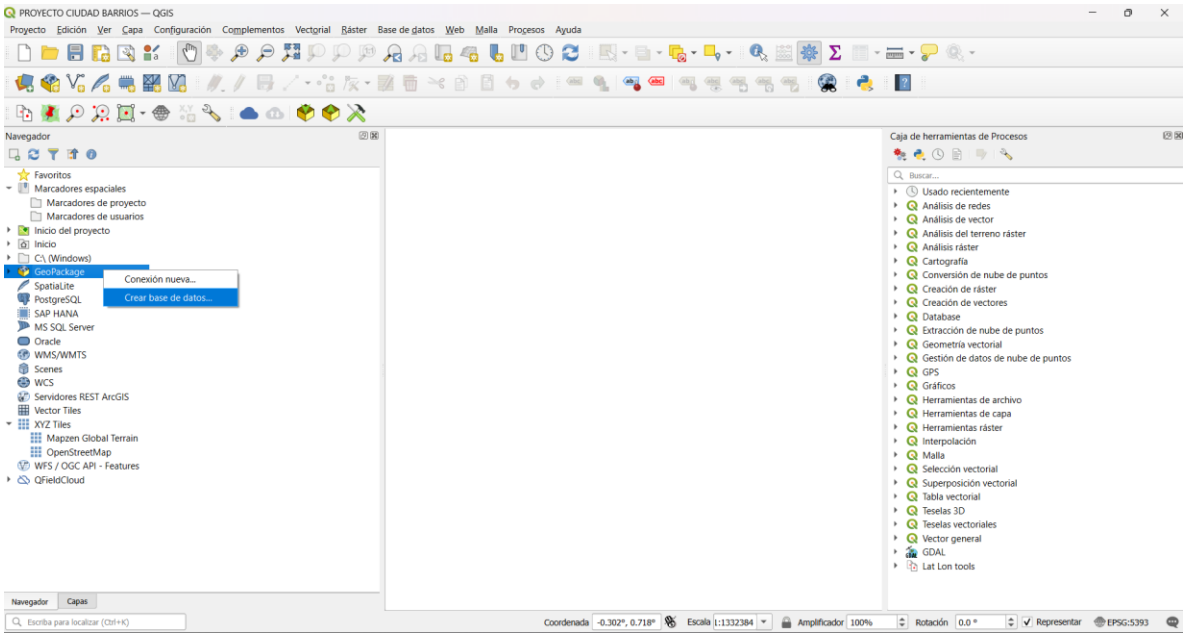


Imagen 143. Creación de una base de datos GeoPackage en QGIS

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, el programa solicitó definir la ruta de almacenamiento del archivo. En este caso, la base de datos se guardó dentro de la carpeta “QGIS” creada previamente en el apartado 6.1, con el fin de mantener una estructura ordenada y coherente del proyecto. En el campo Nombre, se asignó un nombre

relacionado directamente con el proyecto, facilitando su identificación dentro del sistema.

En esta misma ventana, QGIS solicita definir un tipo de geometría. Para esta etapa inicial, se seleccionó la opción “Ninguna geometría”, ya que la base de datos se creó únicamente como contenedor, y las capas vectoriales se incorporarán posteriormente de forma individual conforme avance el proceso de construcción del sistema catastral. Finalmente, se confirmó la creación de la base de datos dando clic en “Aceptar”.

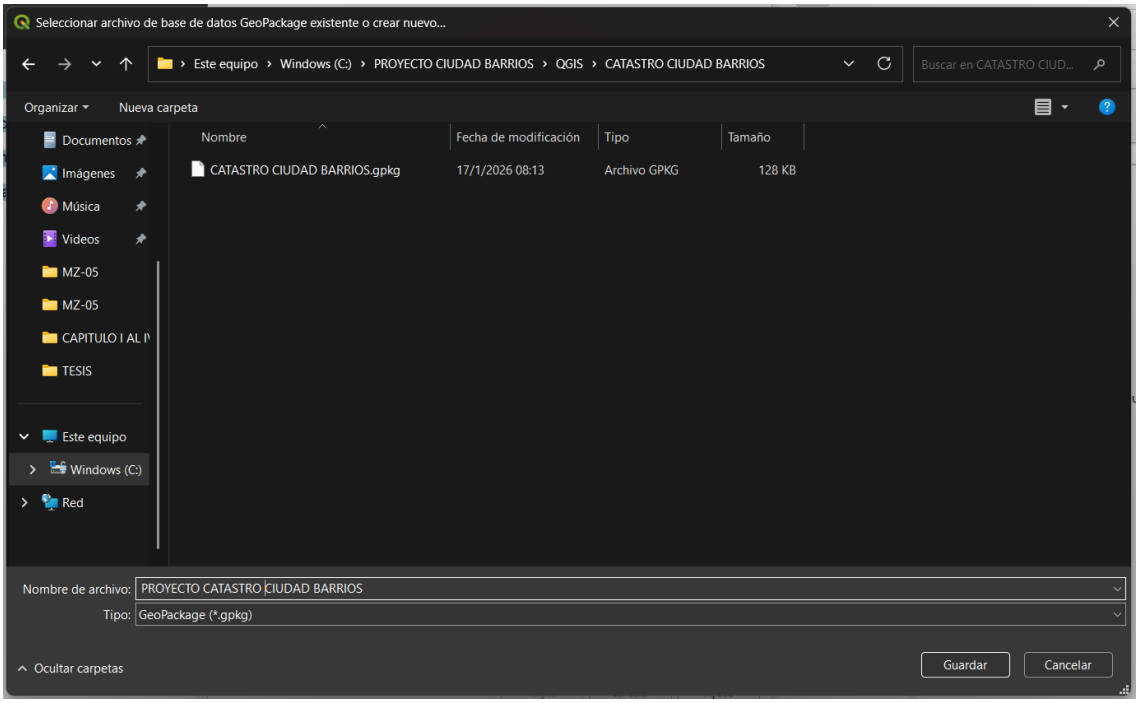


Imagen 144. Creación de una base de datos GeoPackage en QGIS

Fuente: Elaboración propia

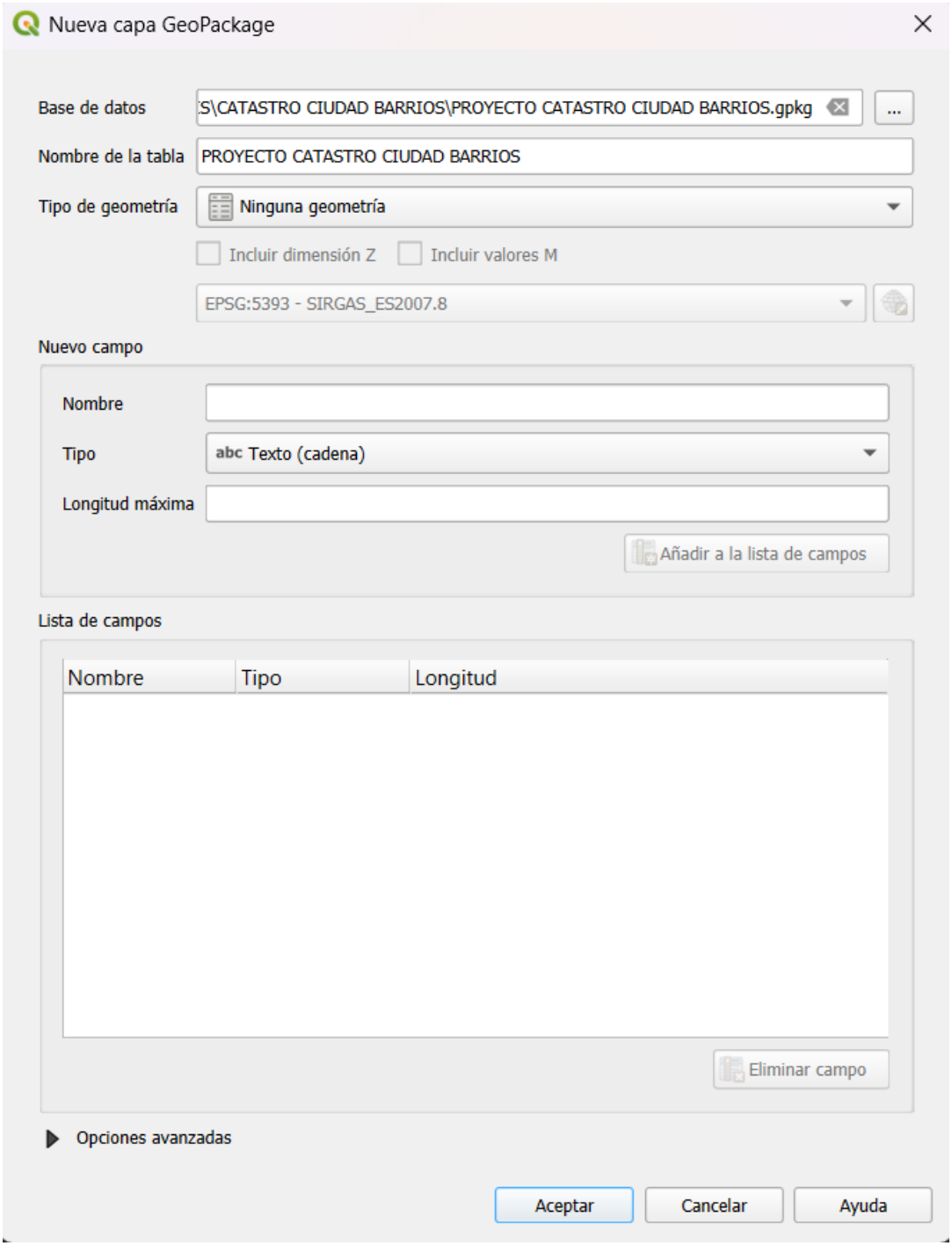


Imagen 145. Definición de parámetros iniciales de la base de datos GeoPackage

Fuente: Elaboración propia

10.4 Importación de datos y creación de tabla de atributos

En QGIS, el trabajo se organiza mediante **capas**, lo que permite gestionar y editar la información de forma independiente según su naturaleza (vectorial o ráster). Esta metodología facilita el control del proyecto, ya que cada tipo de información puede activarse, desactivarse o modificarse sin afectar al resto de los datos.

Como primer paso se procedió a la importación de la **ortofoto** generada durante el proceso de restitución fotogramétrica descrito en el Capítulo 9. Para ello, desde la barra de menú se seleccionó **"Capa"**, luego **"Añadir capa"** y **"Añadir capa ráster"**. En el apartado de conjunto de datos ráster, se buscó la ortofoto almacenada en la carpeta **ORTOFOTO** creada en el apartado 10.1 y se confirmó la operación dando clic en **"Añadir"**. Una vez cargada, se verificó que la ortofoto se visualizara correctamente en el área de trabajo.

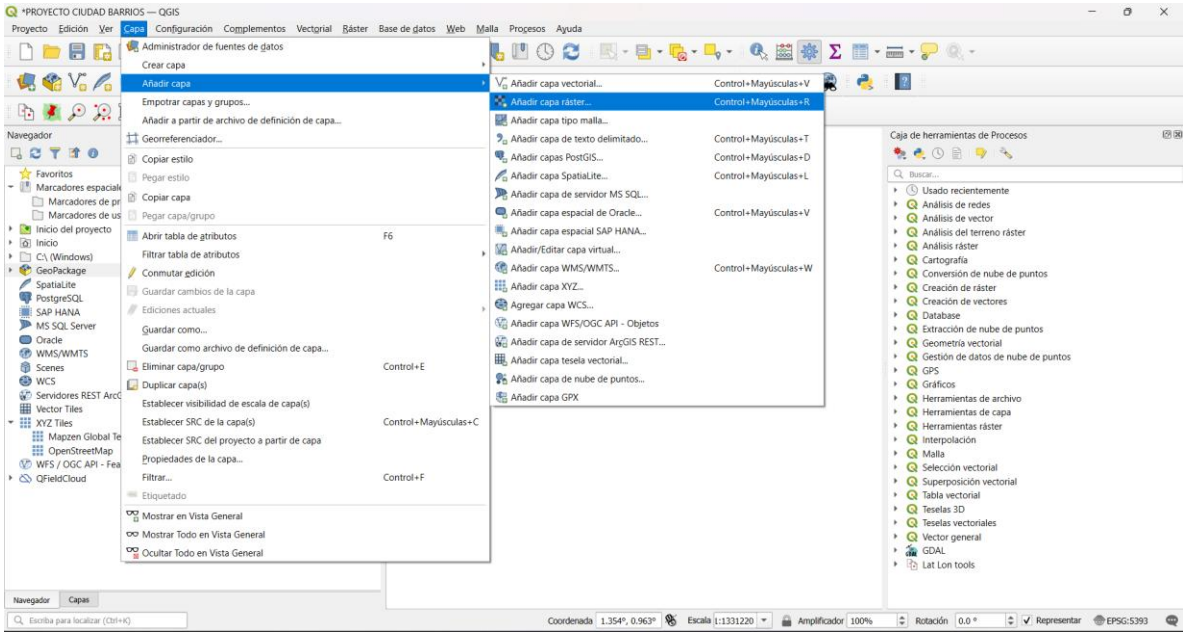


Imagen 146. Importación de ortofoto como capa ráster

Fuente: Elaboración propia

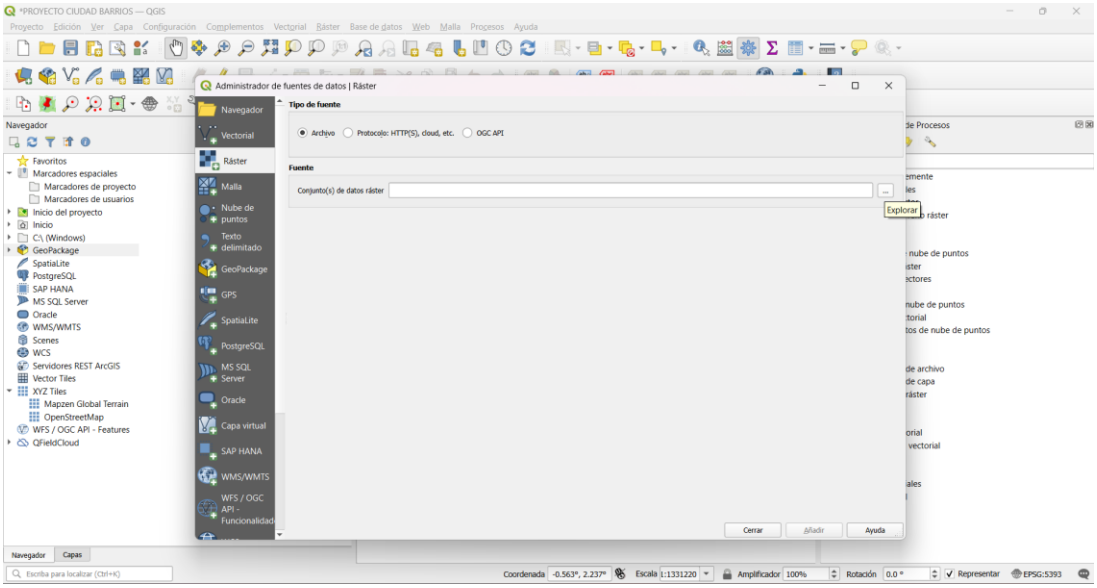


Imagen 147. Importación de ortofoto como capa ráster.

Fuente: Elaboración propia

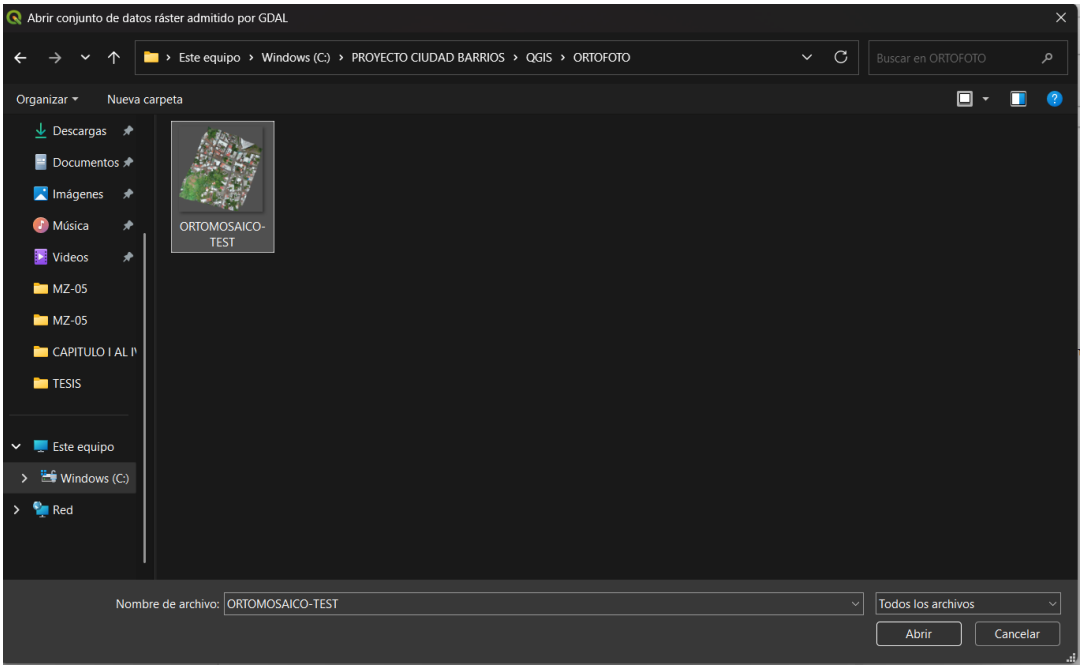


Imagen 148. Importación de ortofoto como capa ráster

Fuente: Elaboración propia

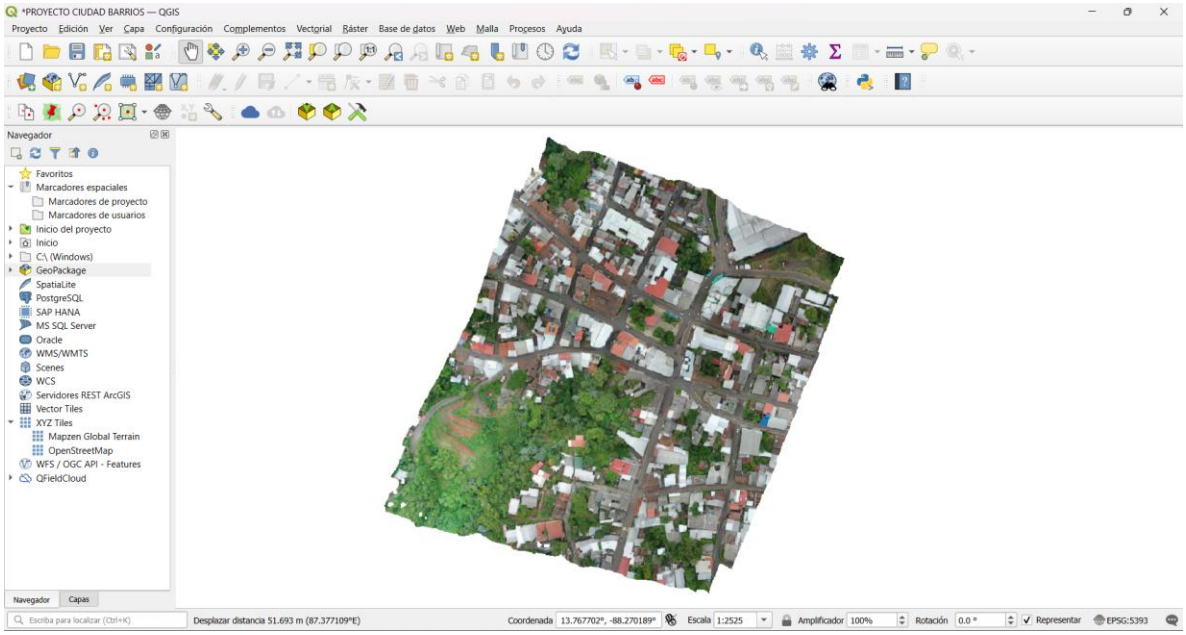


Imagen 149. Visualización de ortofoto georreferenciada en QGIS.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se importaron los **archivos vectoriales en formato DXF**, los cuales contienen la delimitación de los lotes previamente dibujados en Civil3D 2022. Este proceso se realizó de manera similar a la importación de la capa vectorial inicial, utilizando la ruta **"Capa" → "Añadir capa" → "Añadir capa vectorial"**, y seleccionando los archivos DXF almacenados en la carpeta correspondiente creada en el apartado 10.1. Una vez cargados, se pudo observar la geometría de las parcelas superpuesta sobre la ortofoto.

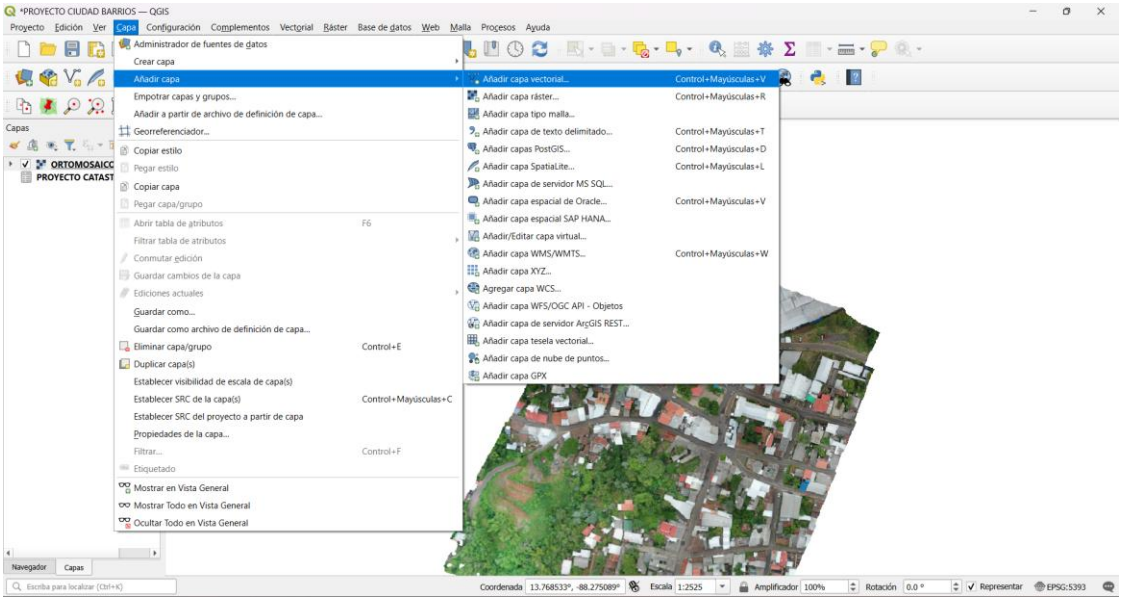


Imagen 150. Importación de archivos DXF de parcelas

Fuente: Elaboración propia

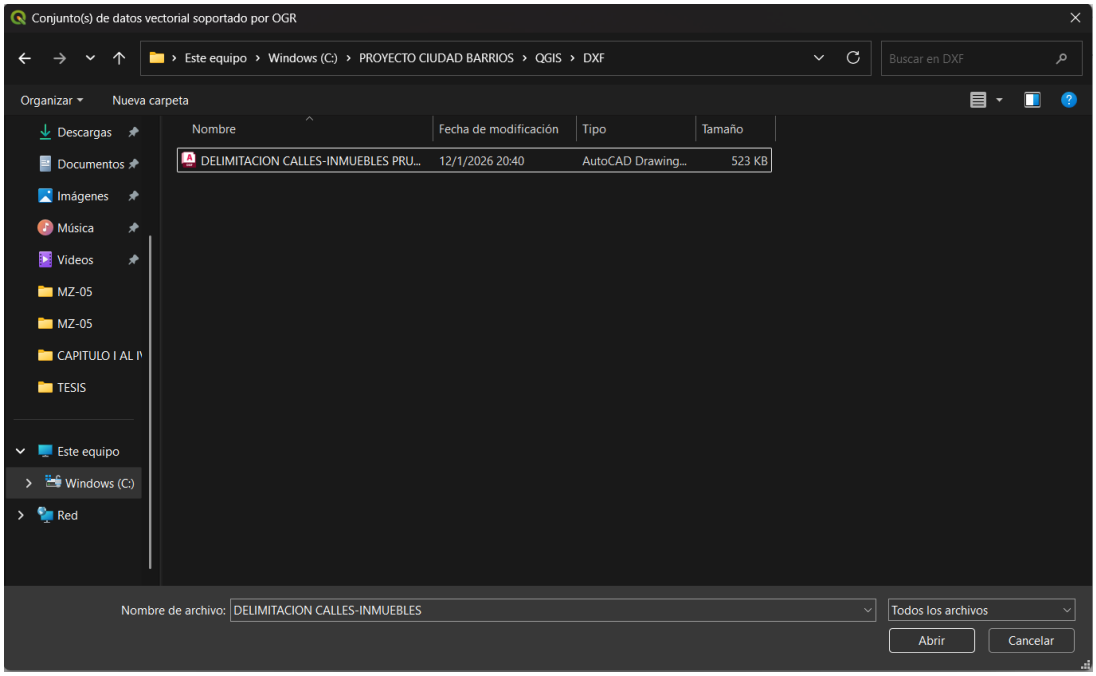


Imagen 151. Importación de archivos DXF de parcelas.

Fuente: Elaboración propia

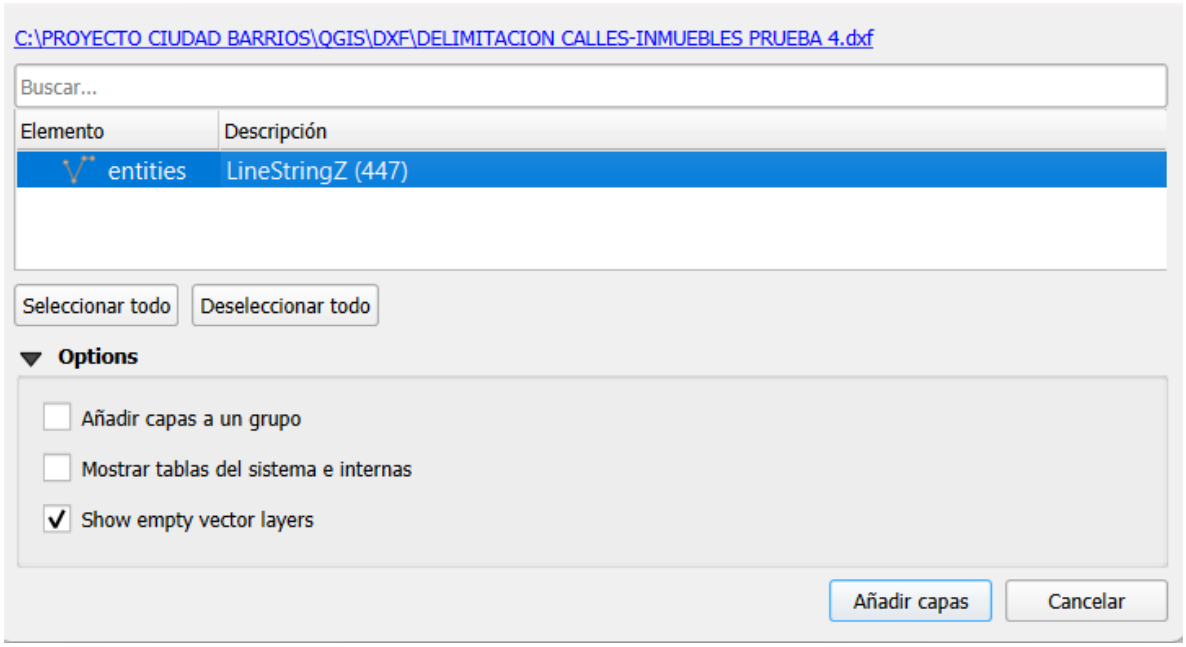


Imagen 152. Importación de archivos DXF de parcelas

Fuente: Elaboración propia

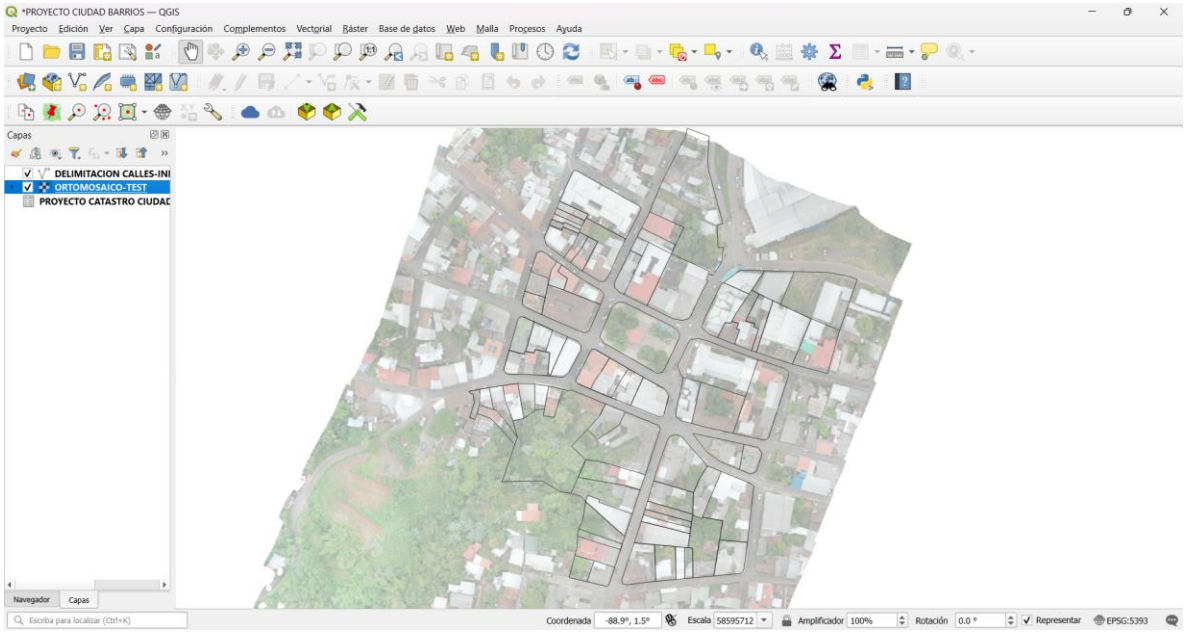


Imagen 153. Parcelas superpuestas sobre la ortofoto

Fuente: Elaboración propia

Una vez importadas las líneas de las parcelas, fue necesario convertirlas en **polígonos**, ya que la información catastral se gestiona a partir de geometrías poligonales. Para ello, se utilizó la herramienta **“Poligonizar”** disponible en la **Caja de herramientas de procesos**. En el buscador de dicha caja se escribió “Poligonizar” y se dio doble clic sobre la herramienta. En el cuadro de diálogo, dentro de la pestaña **Parámetros**, se seleccionó la capa de parcelas a poligonizar y se definió la ruta de salida utilizando la opción **“Guardar archivo”**, eligiendo una carpeta previamente creada en el apartado 10.1. Finalmente, se ejecutó el proceso dando clic en **“Ejecutar”** y luego en **“Cerrar”**, obteniéndose los polígonos de las parcelas de forma automática.

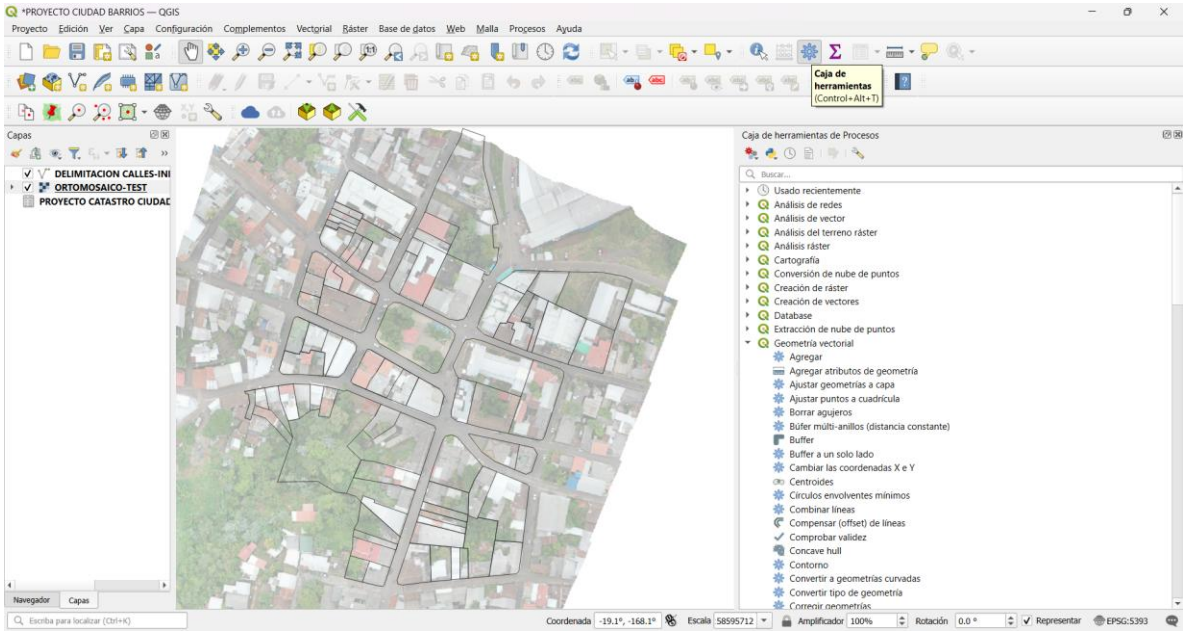


Imagen 154. Herramienta Poligonizar en la caja de herramientas de procesos

Fuente: Elaboración propia

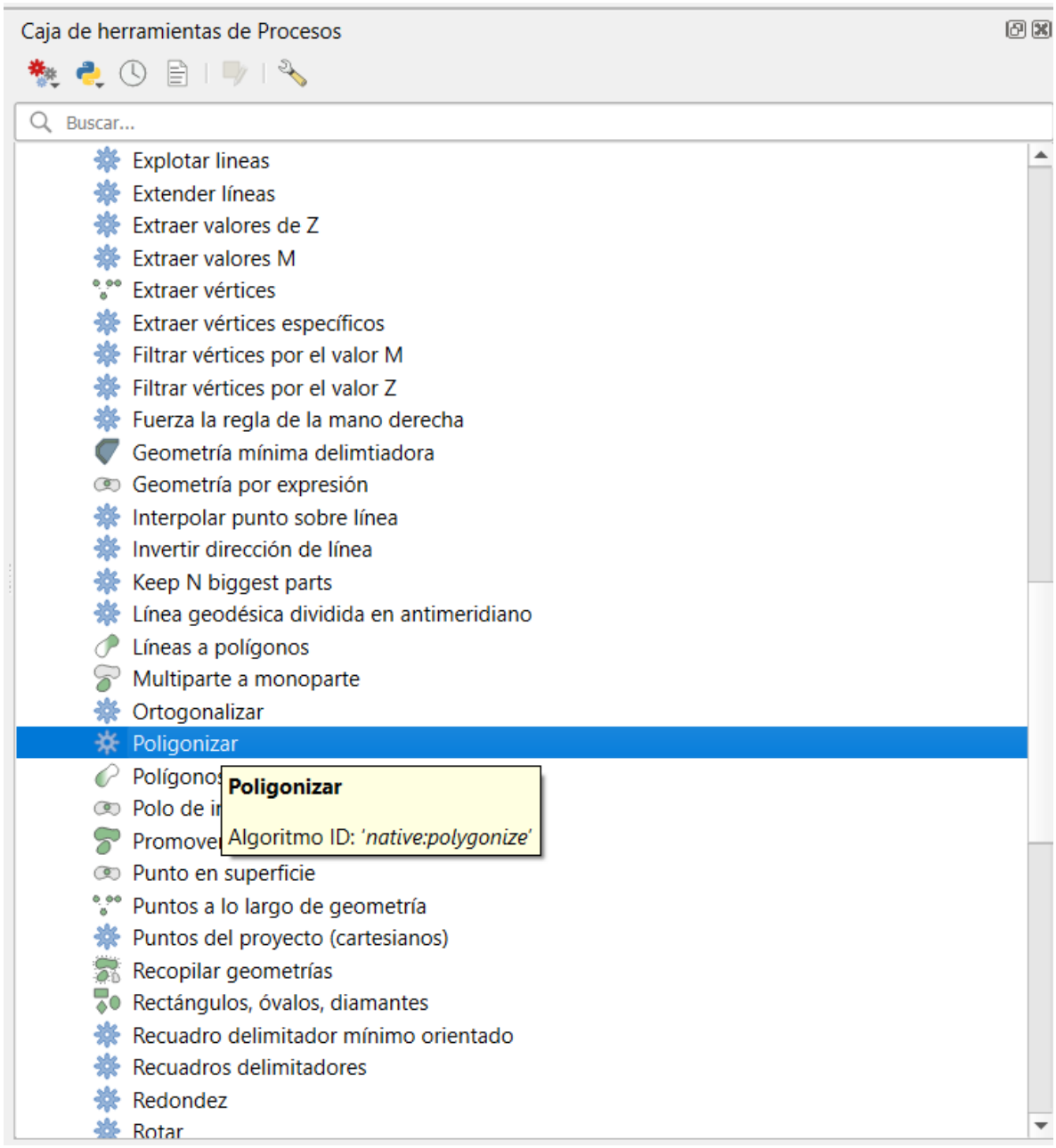


Imagen 155. Herramienta Poligonizar en la caja de herramientas de procesos

Fuente: Elaboración propia

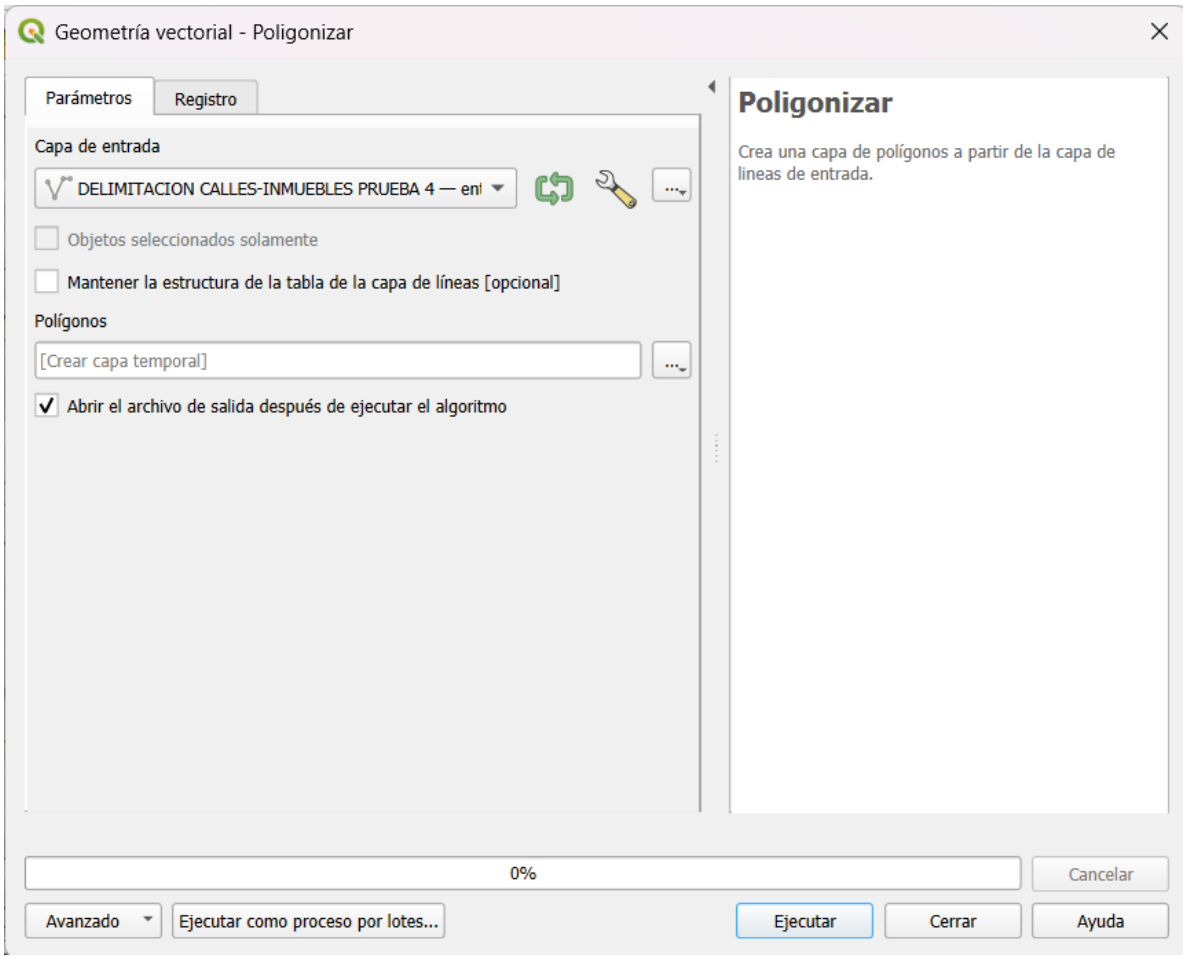


Imagen 156. Parámetros de ejecución de la herramienta Poligonizar

Fuente: Elaboración propia

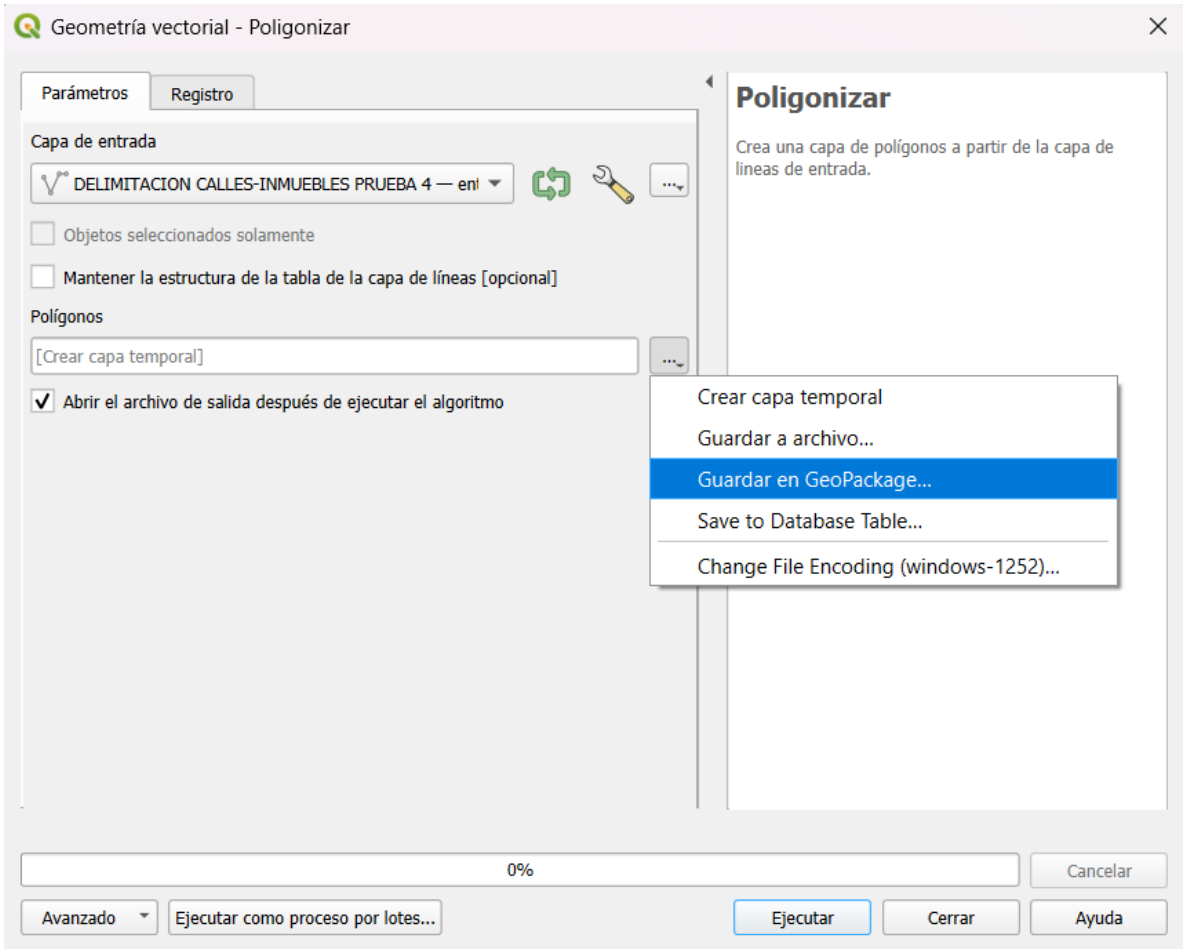


Imagen 157. Parámetros de ejecución de la herramienta Poligonizar

Fuente: Elaboración propia

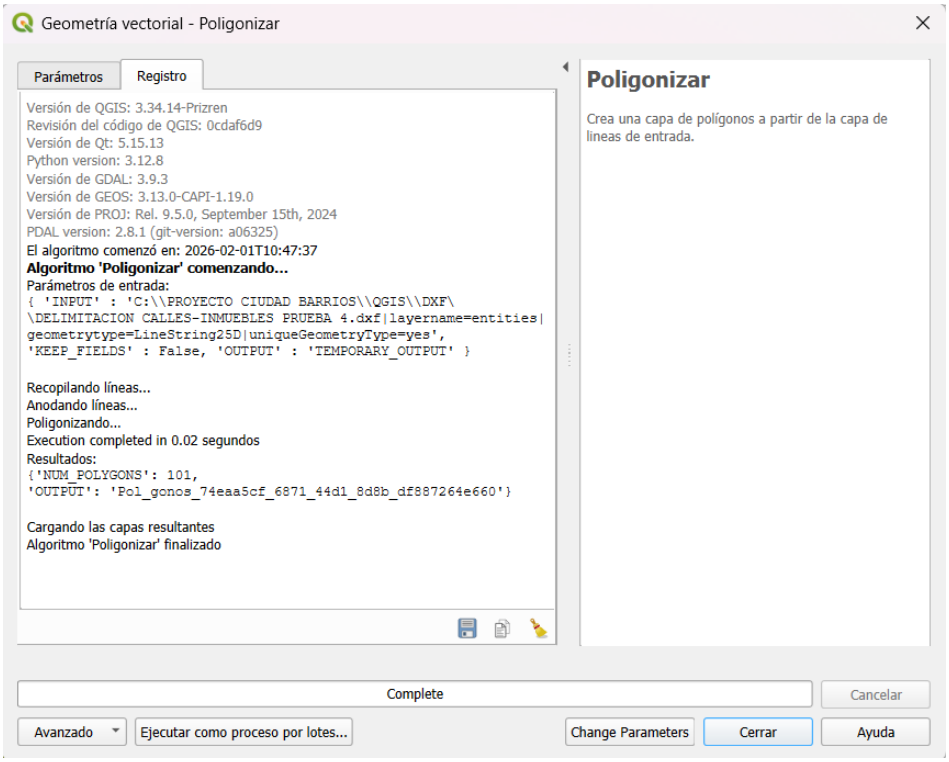


Imagen 158. Polígonos de parcelas generados automáticamente

Fuente: Elaboración propia.

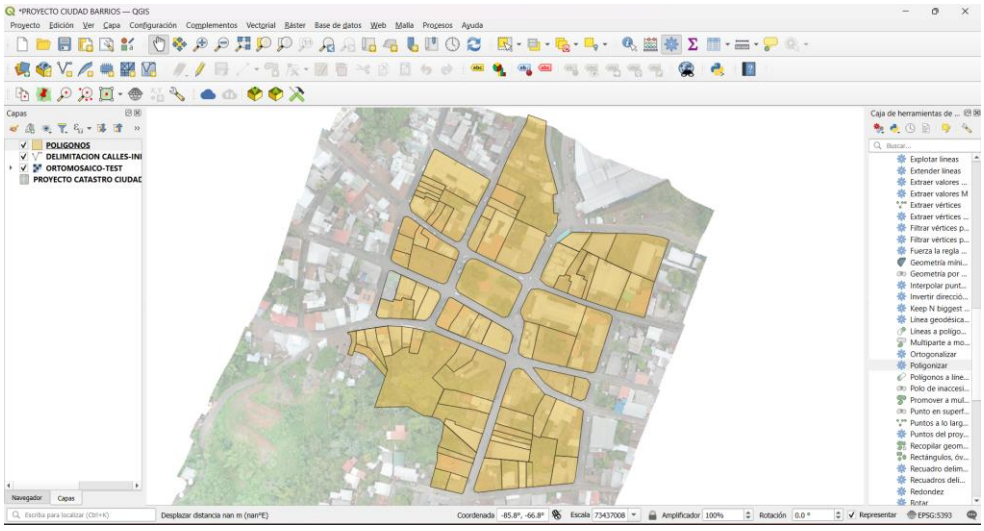


Imagen 159. Polígonos de parcelas generados automáticamente.

Fuente: Elaboración propia

Una vez almacenadas las parcelas dentro del GeoPackage, se procedió a la **creación de la tabla de atributos**, la cual contendrá la información catastral asociada a cada parcela. Para ello, se dio clic derecho sobre la **capa de polígonos** y se seleccionó la opción **"Abrir tabla de atributos"**. Posteriormente, se activó el modo edición mediante la opción **"Conmutar edición"** y se crearon nuevos campos utilizando la herramienta **"Campo nuevo"**, asignando el nombre y tipo de dato correspondiente a cada atributo que sería llenado.

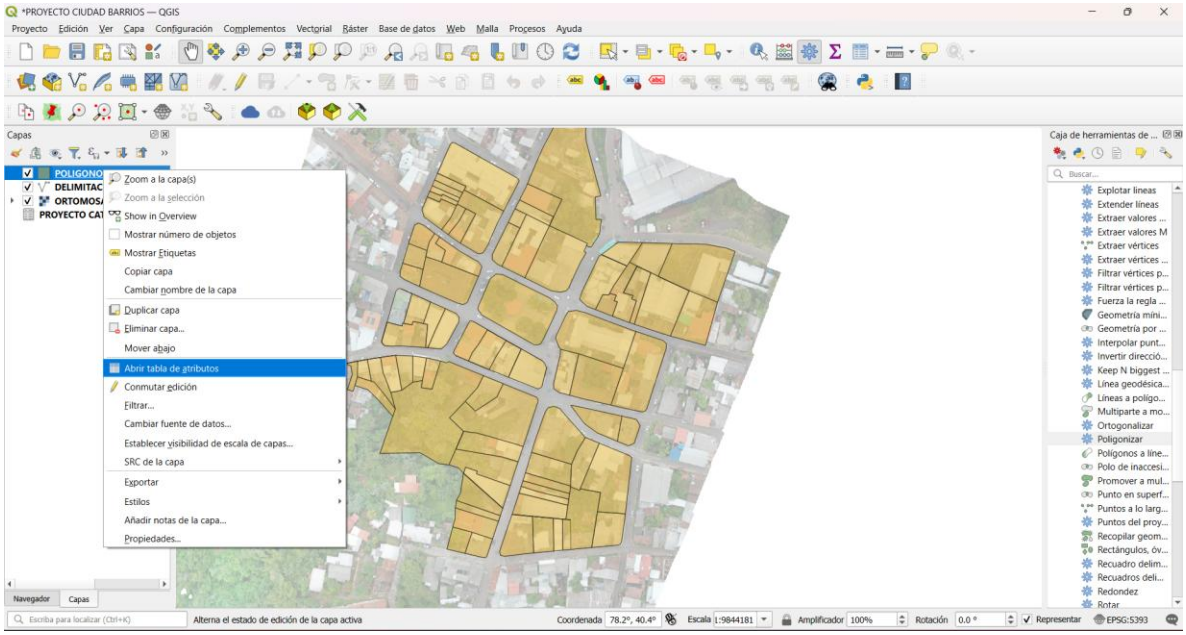


Imagen 160. Tabla de atributos de la capa de parcelas

Fuente: Elaboración propia

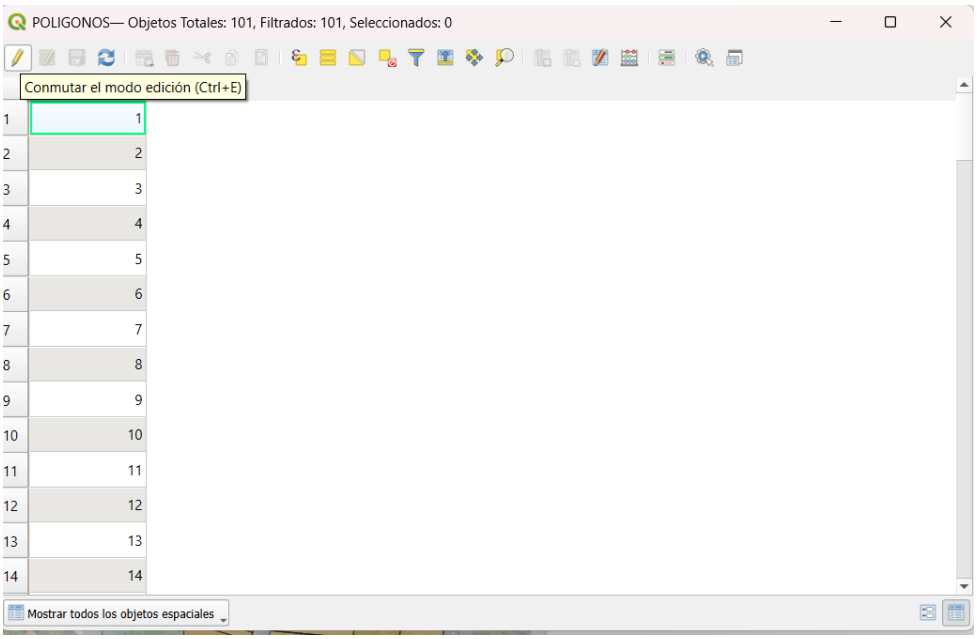


Imagen 161. Creación de campos en la tabla de atributos

Fuente: Elaboración propia

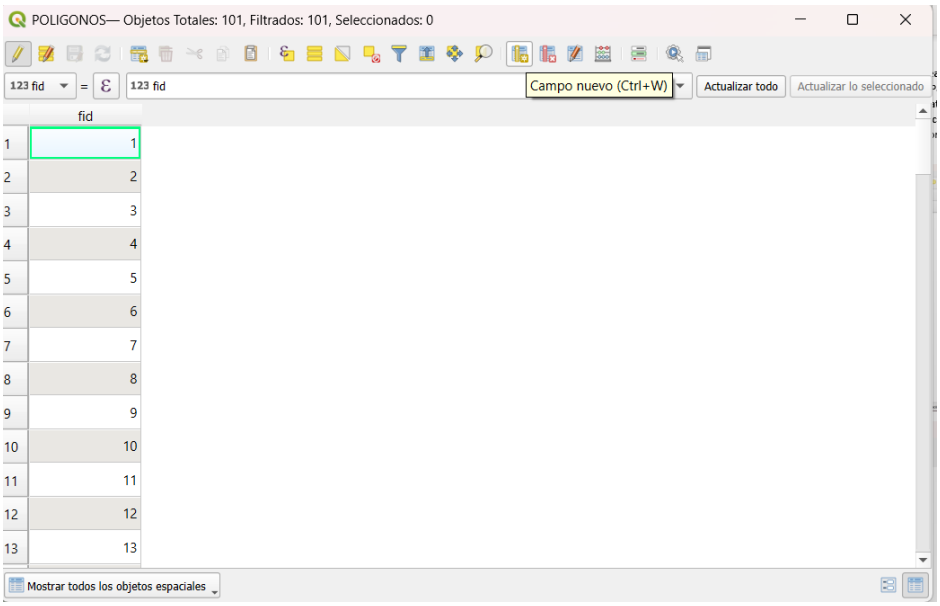


Imagen 162. Creación de campos en la tabla de atributos

Fuente: Elaboración propia

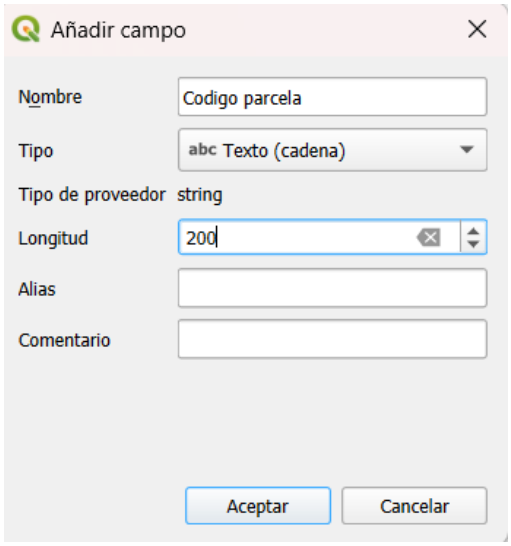


Imagen 163. Configuración de campos tipo adjunto en la capa vectorial

Fuente: Elaboración propia

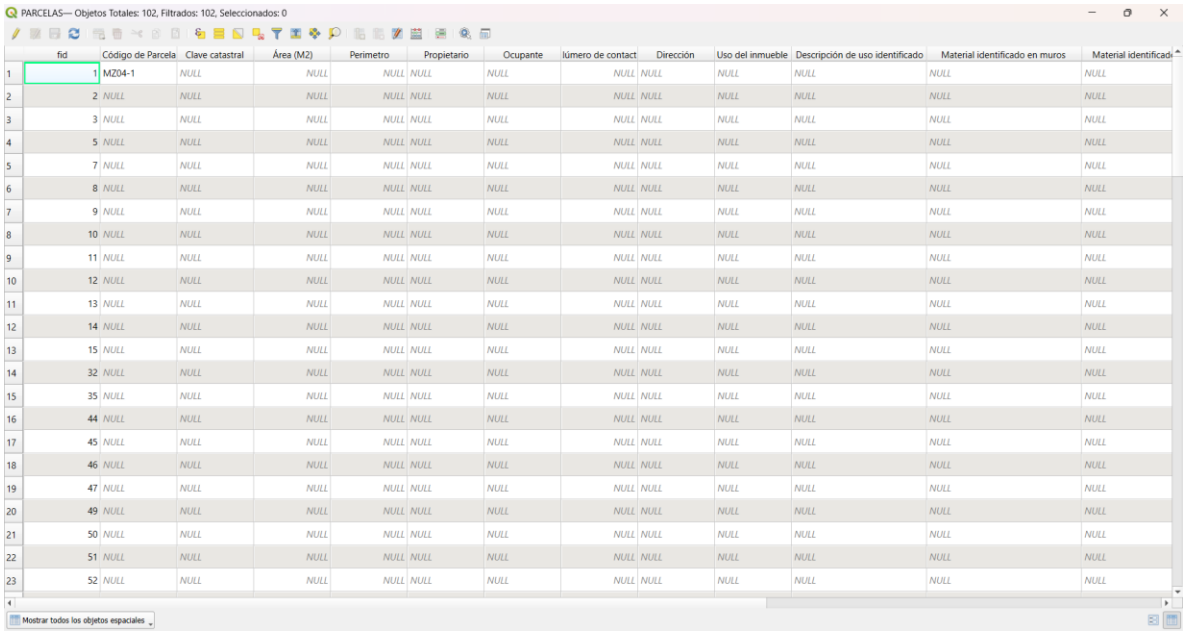


Imagen 164. Configuración de campos tipo adjunto en la capa vectorial

Fuente: Elaboración propia

Para los campos especiales destinados a **archivos adjuntos**, como descripciones técnicas o imágenes, se accedió a las **Propiedades de la capa** mediante clic derecho sobre la capa vectorial. En el apartado de **Formulario de atributos**, se seleccionó el campo correspondiente y, en el tipo de control, se configuró como **“Adjunto”**. En la opción de ruta, se estableció una **ruta predeterminada** apuntando a la carpeta creada en el apartado 10.1, según el tipo de archivo a asociar. En el caso de documentos, se habilitó la opción **“Usar hiperenlace”** en modo solo lectura, y para imágenes se seleccionó **“Integrated Document Viewer”** con tipo **“Elegir imagen”**. Finalizada la configuración, se confirmó con **“Aceptar”**.

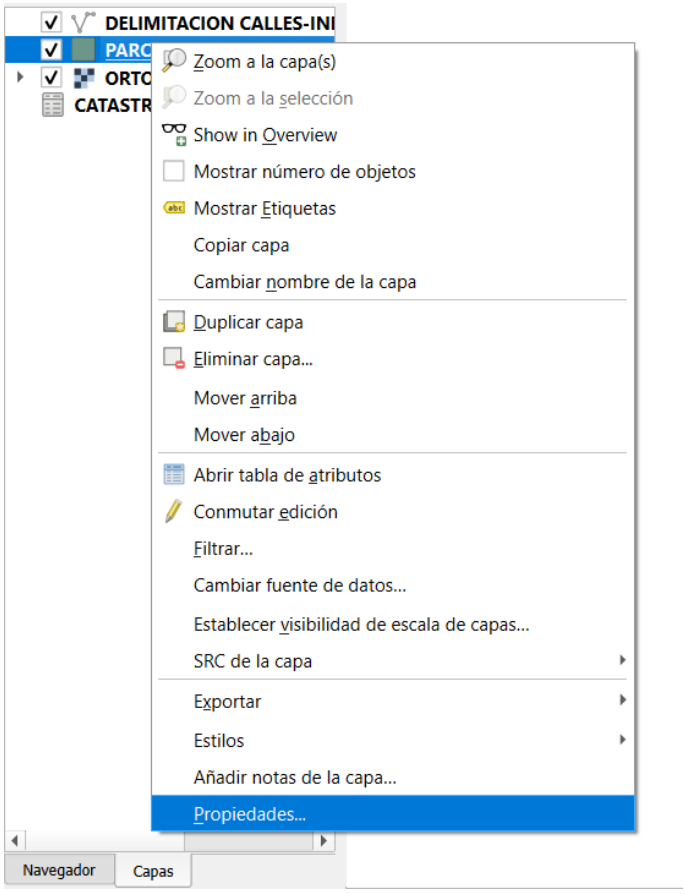


Imagen 165. Configuración de campos tipo adjunto en la capa vectorial

Fuente: Elaboración propia

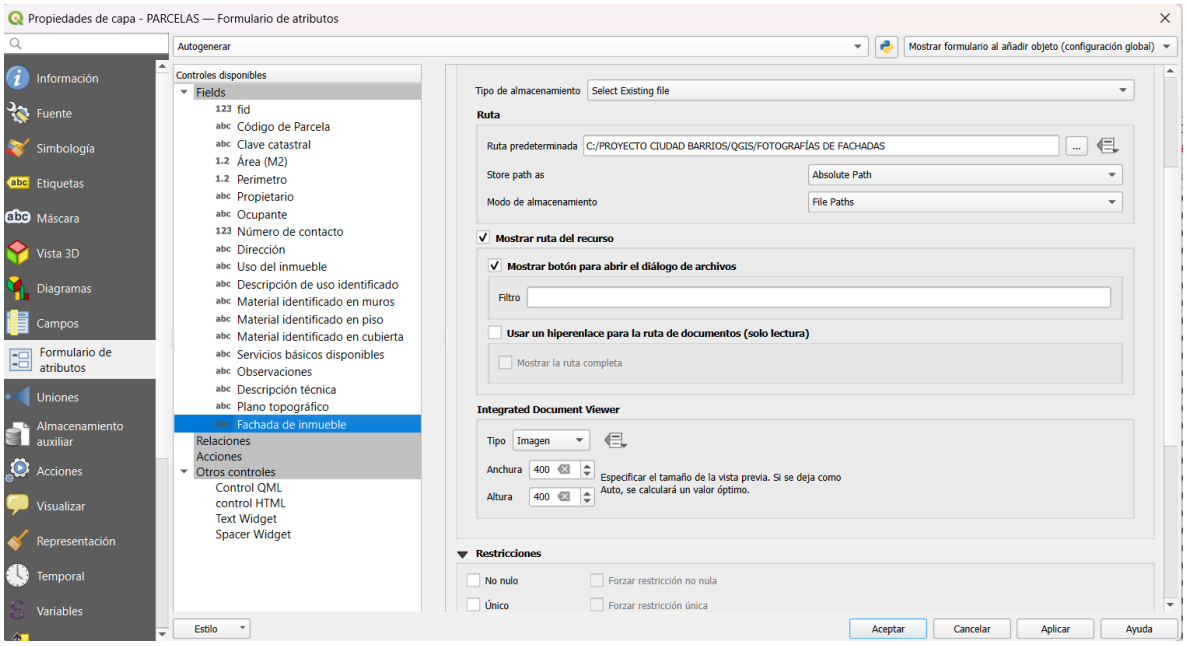


Imagen 166. Configuración de campos tipo adjunto en la capa vectorial.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con la opción **"Identificar objetos espaciales"** activa, se seleccionó cada parcela en el lienzo del proyecto y se procedió a llenar manualmente los campos de la tabla de atributos con la información catastral correspondiente. Al concluir el llenado de datos, se desactivó el modo edición mediante **"Conmutar edición"**, quedando la información almacenada y lista para su uso dentro del sistema de información catastral.

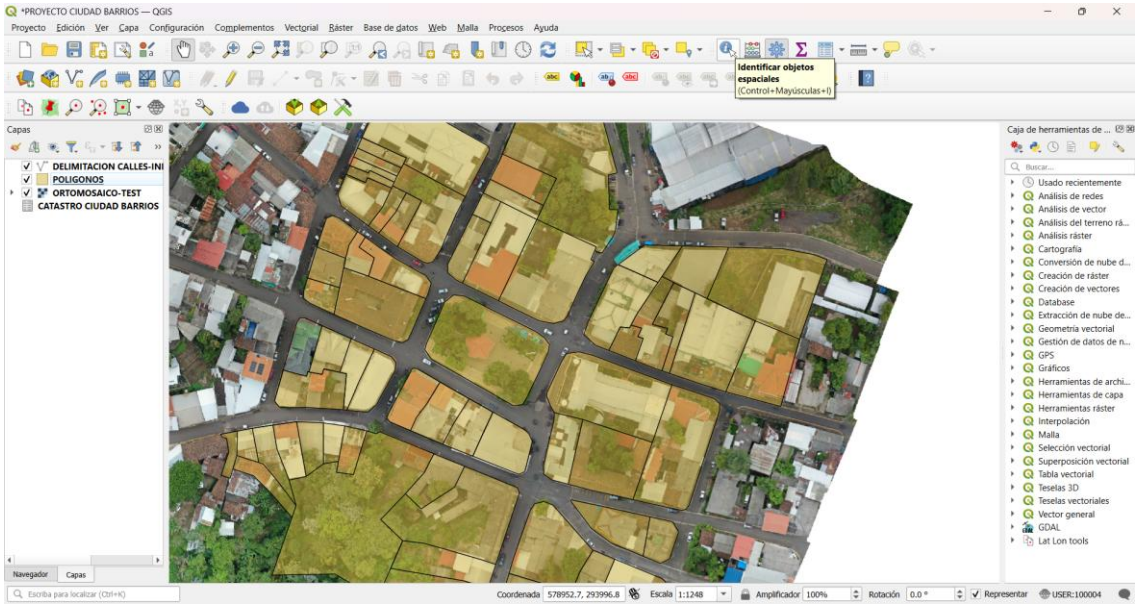


Imagen 167. Identificador objectos espaciales.

Fuente: Elaboración propia

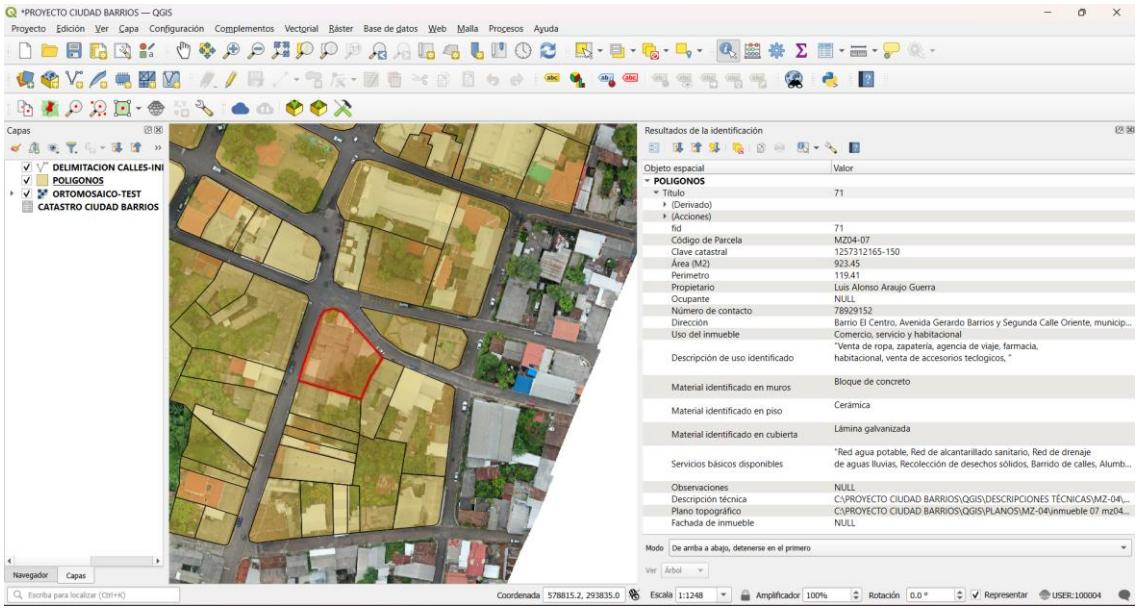


Imagen 168. Identificador objectos espaciales

Fuente: Elaboración propia

10.5 Modificación de formato de formulario

Con el fin de mejorar la visualización y organización de la información catastral asociada a cada parcela, se procede a la modificación del formato del formulario de atributos, permitiendo presentar los datos de manera ordenada mediante pestañas temáticas. Esta configuración facilita la consulta de la información y optimiza la interacción del usuario con la base de datos catastral.

Para iniciar, se realiza clic derecho sobre la capa vectorial que contiene la información catastral generada y completada en el apartado 6.4, y posteriormente se selecciona la opción “Propiedades”. Dentro de la ventana emergente, se accede a la sección “Formulario de atributos”, donde se configura el método de visualización de los campos. En el apartado “Seleccionar editor de atributos”, se elige la opción “Diseñador de arrastrar y soltar”, lo cual permite organizar los campos de forma gráfica e intuitiva.

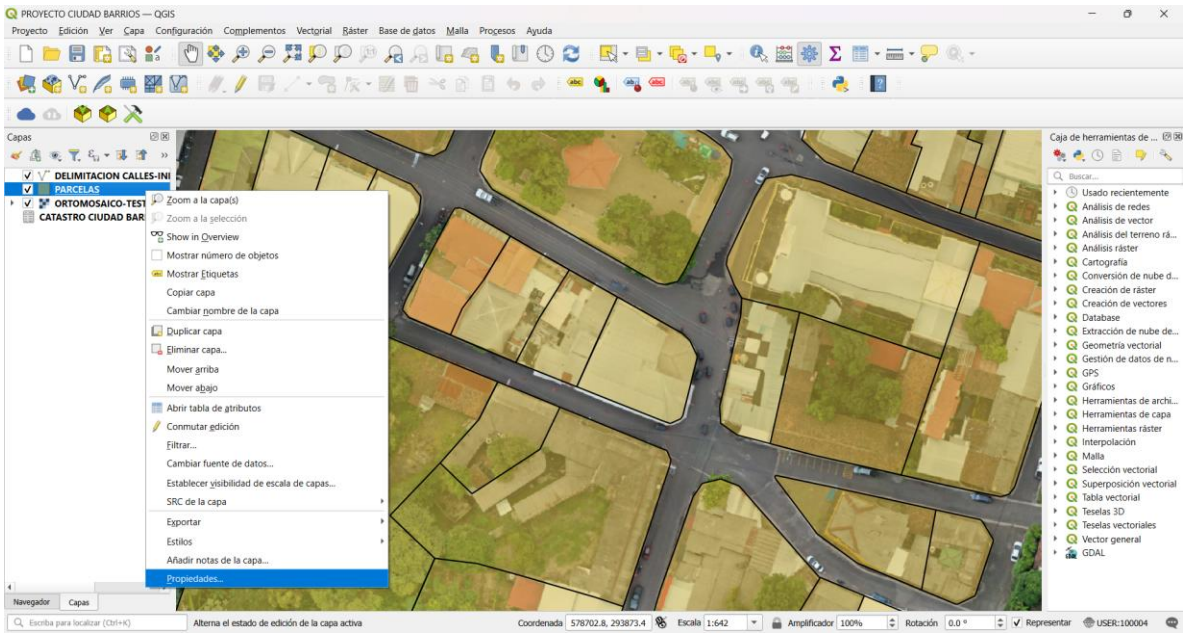


Imagen 169. Ventana propiedades

Fuente: Elaboración propia

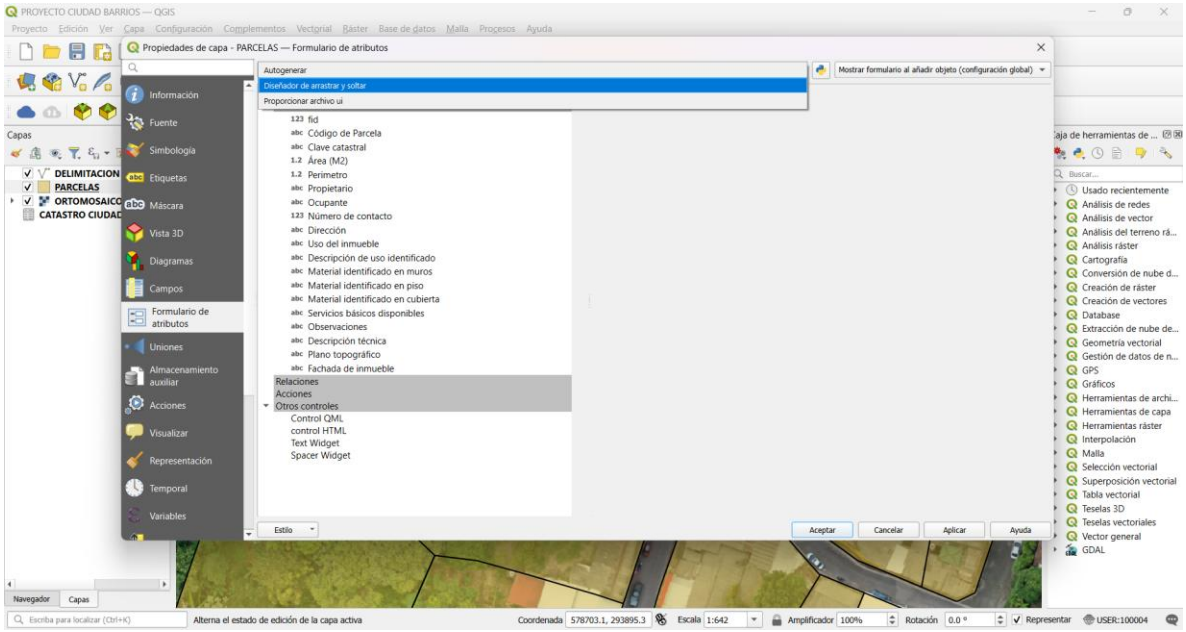


Imagen 170. Selección del diseñador de arrastrar y soltar en el formulario de atributos

Fuente: Elaboración propia

Una vez habilitado el diseñador, se procede a la creación de pestañas para agrupar la información. Para ello, se hace clic en el símbolo **“+”**, lo que despliega la ventana de configuración de la pestaña. En el campo **“Etiqueta”** se asigna el nombre correspondiente a la pestaña, y en **“Número de columnas”** se define la cantidad de columnas que se utilizarán para organizar los campos. En este proyecto, se crearon las siguientes pestañas: **Datos Generales**, **Datos Específicos**, **Descripciones Técnicas** y **Planos**. Finalizada la configuración, se selecciona la opción **“Aceptar”**.

Posteriormente, se arrastran los campos de la tabla de atributos hacia cada una de las pestañas creadas, organizándolos según el tipo de información que representan y el orden en que se desea que sean visualizados. Una vez completada la distribución de los campos, se da clic en **“Aplicar”** para guardar los cambios realizados.

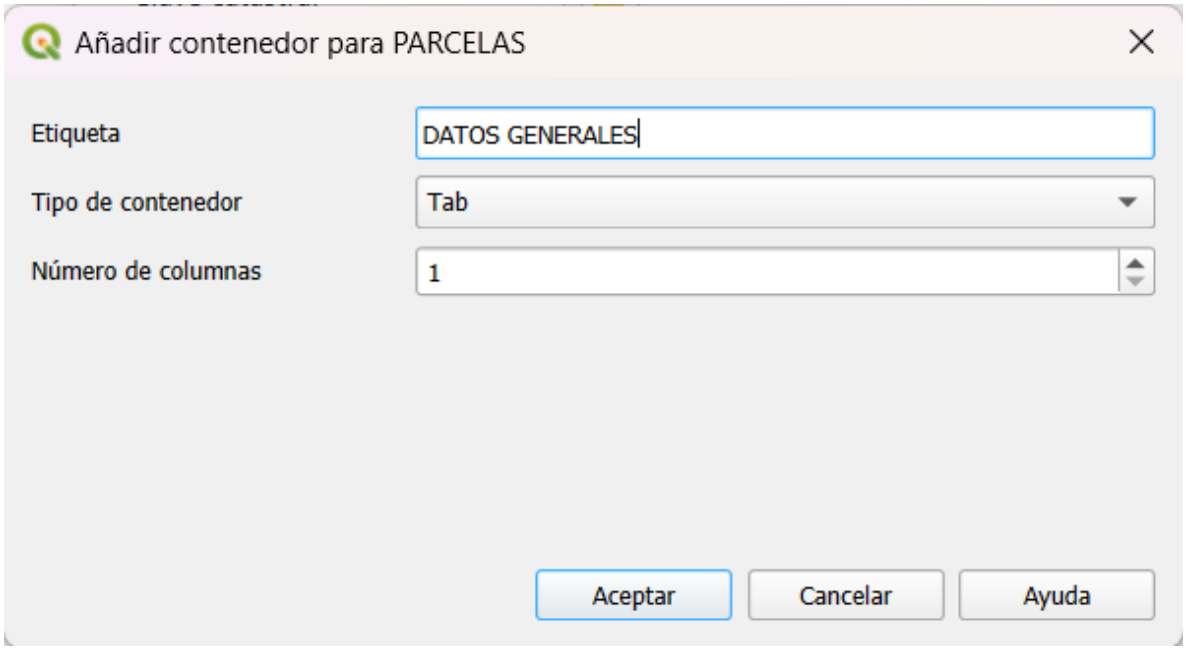


Imagen 171. Creación de pestañas en el formulario de atributos

Fuente: Elaboración propia

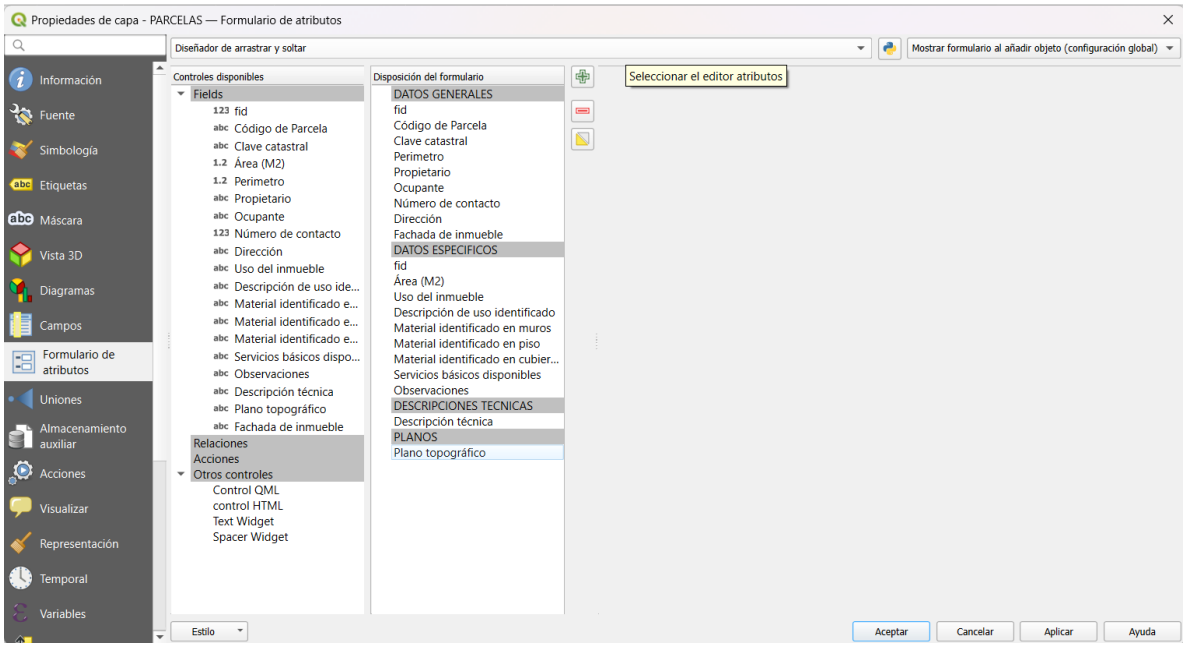


Imagen 172. Organización de campos dentro del formulario por pestañas

Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de conservar la configuración del formulario y facilitar su reutilización, se recomienda guardar el estilo creado. Para ello, dentro de la misma ventana de propiedades, se accede a la opción “Estilos” y se selecciona “Guardar estilo como”. En la ventana desplegada, se elige la opción “Guardar como predeterminado” en la base de datos local, y se confirma la acción haciendo clic en “Aceptar”.

Finalmente, para verificar el correcto funcionamiento del formulario configurado, se activa la herramienta “Identificar objetos espaciales” y se selecciona cualquiera de las parcelas dentro del área de estudio. Al hacerlo, se despliega el formulario de atributos mostrando la información catastral organizada en las pestañas previamente definidas, confirmando así que la configuración fue realizada de manera satisfactoria.

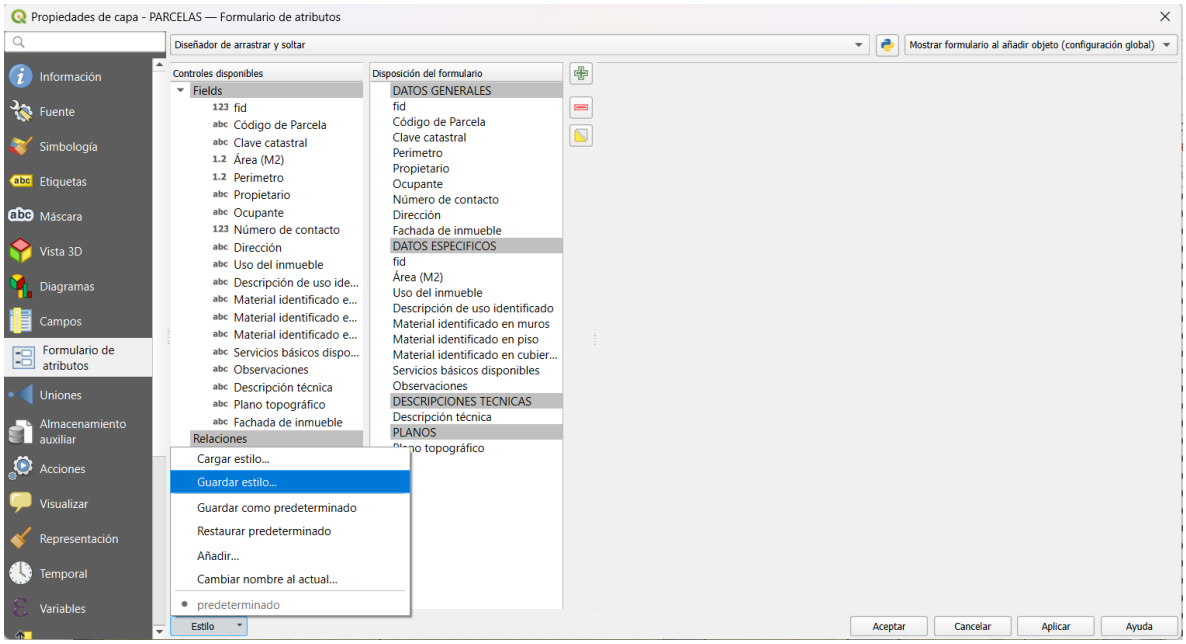


Imagen 173. Guardar estilos como.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO XI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

- El establecimiento de una red geodésica local vinculado al sistema de referencia oficial Lambert SIRGAS-ES2007 permitió obtener información espacial de alta precisión, constituyéndose como una base confiable para la elaboración de cartografía catastral actualizada en el distrito de Ciudad Barrios. La integración de tecnología GNSS y fotogrametría con drone demostró ser una metodología eficiente, precisa y técnicamente viable para aplicaciones catastrales urbanas.

- La incorporación de los datos generados en un Sistema de Información Geográfica (QGIS) facilitó la organización, análisis y gestión de la información catastral, fortaleciendo la capacidad de planificación territorial, delimitación de propiedades y toma de decisiones por parte de las autoridades locales, contribuyendo así al ordenamiento territorial y a la seguridad jurídica de los bienes inmuebles.

11.2 Recomendaciones

- Se recomienda a la municipalidad de Ciudad Barrios dar mantenimiento periódico a la red geodésica local establecida, así como capacitar al personal técnico en el uso de tecnologías GNSS, fotogrametría y SIG, con el fin de garantizar la actualización continua y correcta gestión de la información catastral.

- Es recomendable replicar la metodología aplicada en esta investigación en otros distritos y municipios del país que presenten deficiencias en su catastro, ya que el uso combinado de GNSS, drones y SIG constituye una alternativa moderna, eficiente y de alta precisión para el fortalecimiento de la gestión territorial a nivel nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Levantamiento catastral con dron y equipo GPS, vinculado a un Sistema de Información Geográfica y al Sistema de Referencia Geodésico Lambert Sirgas Es2007, de un sector del casco urbano de Victoria, Departamento De Cabañas, El Salvador. Autores: Blanca Lemus, Carlos Martínez, Gabriela Peraza, Franklin Rodas, Wilfredo Amaya, San Salvador 2023.

- Conceptos de Geodesia:
  https://www.ign.gob.ar/archivos/geodesia/sistemas_geodesicos.pdf
  Autor: Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional

- Manual y Configuración programa Agisoft metashape Profesional
  https://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-el salvador/topografia/manual-agisoft-procesamiento-para-fotogrametria/117459858
  Autor: Josué García

- Mavic 2 - Product Information - DJI. (s. f.). DJI Official.
  https://www.dji.com/global/mavic-2/info#specs
  Autor: Da Jiang Innovations (DJI)

- Amaya, W. (2023) TOPOGRAFÍA CON DRONES ASOCIADO A LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA CÓNICA CONFORMAR DE LAMBERT

- Amaya, W. (2023) MÓDULO 4 DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN TECNOLOGÍA GPS Y SENSORES REMOTOS.

- Fotogrametría con drones: ¿En qué consiste y como se realiza? https://konstruedu.com/es/blog/fotogrametria-con-drones-en-que-consiste-y-como-se-realiza.
  Autores: Konstruedu.

- Establecimiento de red geodésica y restitución fotogramétrica de bóveda de la quebrada arenal de Mejicanos ubicada en campus de Universidad de El Salvador. Autores: Edgard Velásquez, Diana Parada, Vania Cruz, Wilfredo Amaya, San Salvador 2022.

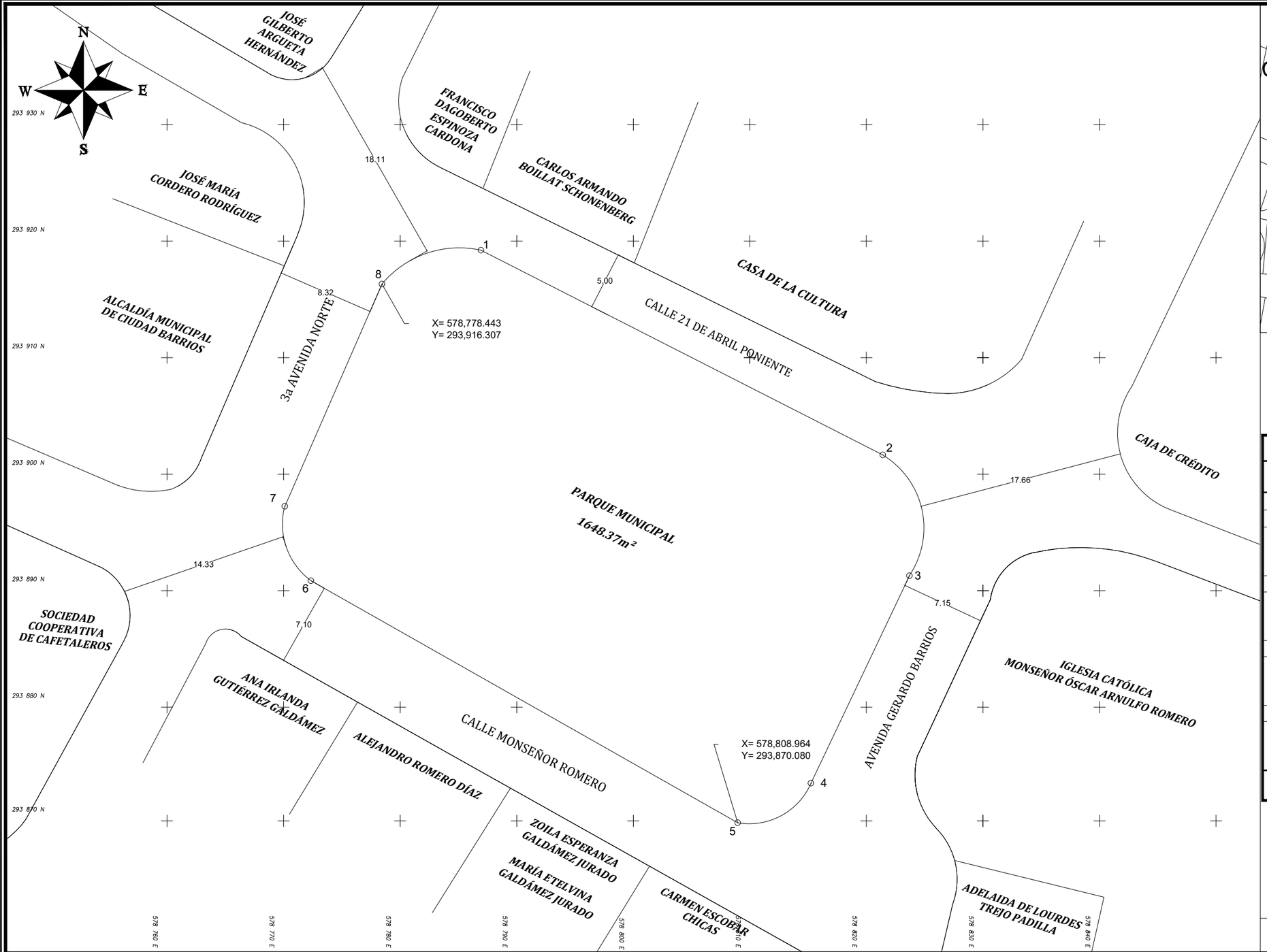
ANEXOS

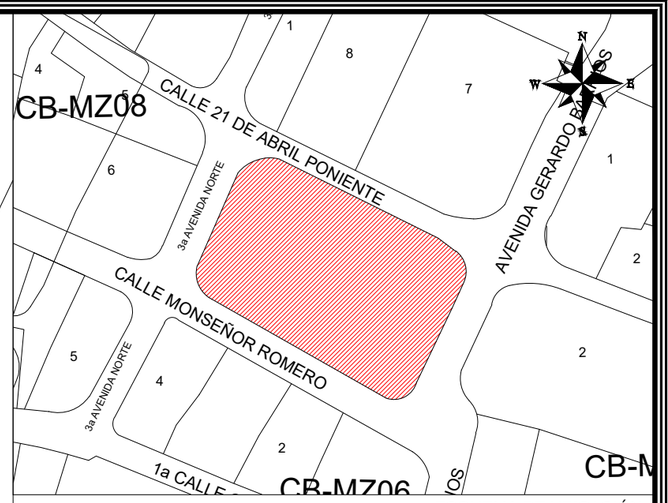
CODIGO DE MANZANA	NUMERO DE PARCELA	CODIGO DE MANZANA	NUMERO DE PARCELA
CB – MZ01	1		
CB – MZ02	1	CB – MZ05	7
CB – MZ02	2	CB – MZ05	8
CB – MZ02	3	CB – MZ05	9
CB – MZ02	4	CB – MZ06	1
CB – MZ03	1	CB – MZ06	2
CB – MZ03	2	CB – MZ06	3
CB – MZ04	1	CB – MZ06	4
CB – MZ04	2	CB – MZ07	1
CB – MZ04	3	CB – MZ07	2
CB – MZ04	4	CB – MZ07	3
CB – MZ04	5	CB – MZ07	4
CB – MZ04	6	CB – MZ07	5
CB – MZ04	7	CB – MZ08	1
CB – MZ04	8	CB – MZ08	2
CB – MZ04	9	CB – MZ08	3
CB – MZ04	10	CB – MZ08	4
CB – MZ04	11	CB – MZ08	5
CB – MZ04	12	CB – MZ08	6
CB – MZ04	13	CB – MZ09	1

CB – MZ04	14	CB – MZ09	2
CB – MZ05	1	CB – MZ09	3
CB – MZ05	2	CB – MZ09	4
CB – MZ05	3	CB – MZ09	5
CB – MZ05	4	CB – MZ09	6
CB – MZ05	5	CB – MZ09	7
CB – MZ05	6	CB – MZ09	8
CB – MZ09	9	CB – MZ09	9
CB – MZ10	1	CB – MZ11	1
CB – MZ10	2	CB – MZ11	2
CB – MZ10	3	CB – MZ11	3
CB – MZ10	4	CB – MZ11	4
CB – MZ10	5	CB – MZ11	5
CB – MZ10	6	CB – MZ11	6

Tabla 16. Identificación Catastral por Parcela

Fuente: Elaboración propia.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,919.215	578,786.935
1	2	S 62°59'08" E	38.69	2	293,901.643	578,821.402
2	3	S 12°26'58" E RADIO = 7.31	LONG. CUERDA=10.61 LONG. CURVA = 11.88	3	293,891.278	578,823.690
3	4	S 25°22'20" W	19.70	4	293,873.480	578,815.249
4	5	S 61°35'04" W RADIO = 5.78	LONG. CUERDA=7.15 LONG. CURVA = 7.70	5	293,870.080	578,808.964
5	6	N 60°25'51" W	42.09	6	293,890.849	578,772.358
6	7	N 19°21'28" W RADIO = 6.04	LONG. CUERDA=6.78 LONG. CURVA = 7.19	7	293,897.242	578,770.112
7	8	N 23°36'16" E	20.81	8	293,916.307	578,778.443
8	1	N 71°05'40" E RADIO = 8.63	LONG. CUERDA=8.98 LONG. CURVA = 9.44	1	293,919.215	578,786.935

PERÍMETRO = 157.49 m ÁREA = 1,648.37 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 01 CB-MZ 01

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ALCALDÍA MUNICIPAL DE CIUDAD BARRIOS (PARQUE MUNICIPAL)

CÓDIGO CATASTRAL: 1257312165-62

MATRICULA DEL INMUEBLE: N/A

DIBUJÓ: GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA: ABRIL 2026

ESCALA: 1:375

HOJA: 01/65

CORRELATIVO: PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: ALCALDÍA MUNICIPAL DE CIUDAD BARRIOS
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Calle 21 de Abril Poniente
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del Parque Municipal propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios y denominado Parque Central de Ciudad Barrios ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Calle veintiuno de Abril Poniente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de mil seiscientos cuarenta y ocho punto treinta y siete metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos diecinueve punto doscientos quince metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos ochenta y seis punto novecientos treinta y cinco metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y dos grados cincuenta y nueve minutos cero ocho segundos Este con una distancia de treinta y ocho punto sesenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Carlos Armando Boillat Schonenberg y el Casa de la Cultura propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Calle veintiuno de Abril Poniente con ancho de cinco metros de por medio.

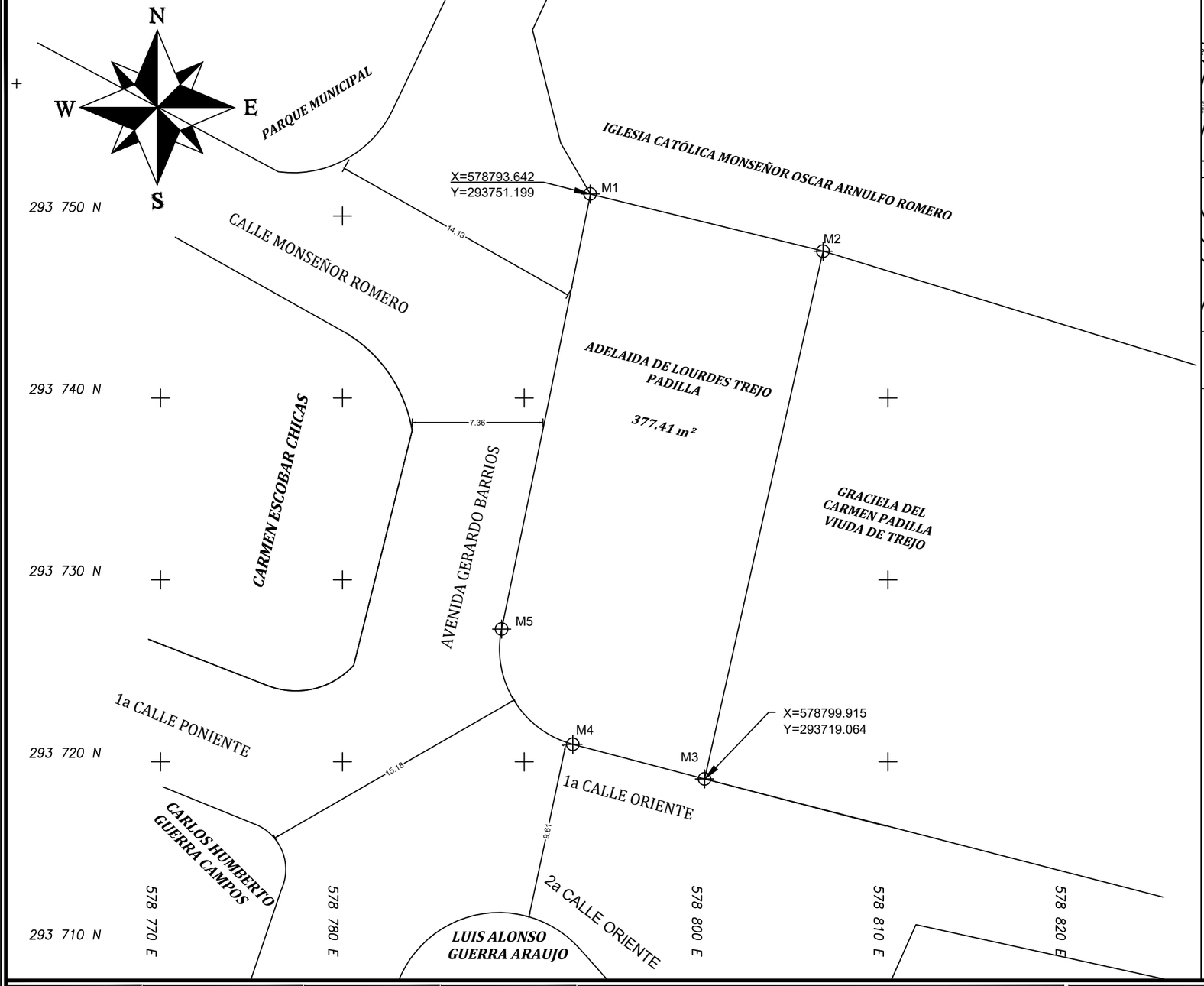
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con

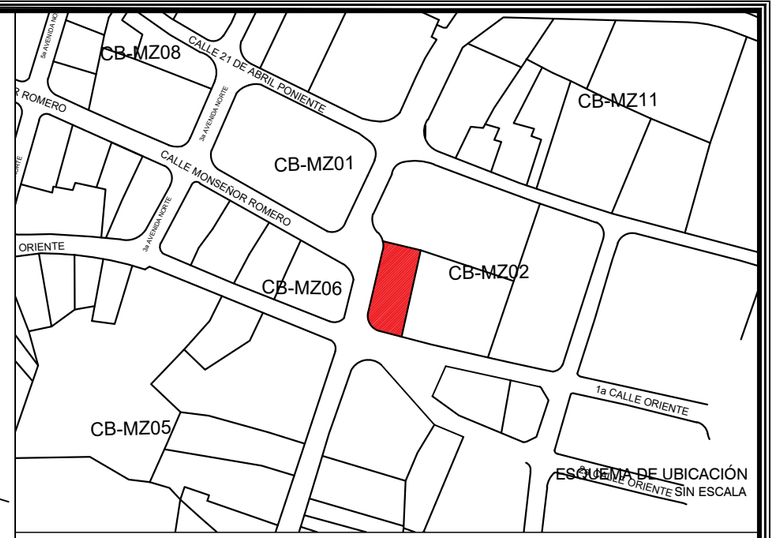
un rumbo para la cuerda de Sur doce grados veintiséis minutos cincuenta y ocho segundos Este con longitud de cuerda de diez punto sesenta y un metros, longitud de curva de once punto ochenta y ocho metros y un radio de siete punto treinta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Caja de Crédito con la intersección de la Calle Veintiuno de Abril y la Avenida Gerardo Barrios con un ancho de diecisiete punto sesenta y seis metros de por medio y la Iglesia Católica Monseñor Óscar Arnulfo Romero propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con Avenida Gerardo Barrios con ancho de siete punto quince metros de por medio; Tramo dos, Sur veinticinco grados veintidós minutos veinte segundos Oeste con una distancia de diecinueve punto setenta metros, colindando con inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Óscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con Avenida Gerardo Barrios con ancho de siete punto quince metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur sesenta y un grados treinta y cinco minutos cero cuatro segundos Oeste, longitud de cuerda de siete punto quince metros con una longitud de curva de siete punto setenta metros y un radio de cinco punto setenta y ocho metros colindando con inmueble propiedad de Adelaida de Lourdes Trejo Padilla el cual se ubica al norte y contiguo al inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Óscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María donde se interceptan la Avenida Gerardo Barrios y la Calle Monseñor Romero y colindando también con el inmueble propiedad de Carmen Escobar Chicas con Calle Monseñor Romero de siete punto diez metros de por medio; Tramo dos, Norte sesenta grados veinticinco minutos cincuenta y un segundos Oeste con una distancia de cuarenta y dos punto cero nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Carmen Escobar Chicas, inmueble propiedad de Zoila Esperanza Galdámez Jurado y María Etelvina

Galdámez Jurado, inmueble propiedad de Alejandro Romero Díaz y el inmueble propiedad de Ana Irlanda Gutiérrez Galdámez todos con Calle Monseñor Romero con siete punto diez metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte diecinueve grados veintiún minutos veintiocho segundos Oeste con longitud de cuerda de seis punto setenta y ocho metros, longitud de curva de siete punto diecinueve metros y un radio de seis punto cero cuatro metros colindando con inmueble propiedad de Ana Irlanda Gutiérrez Galdámez con Calle Monseñor Romero con siete punto diez metros de ancho de por medio y el inmueble propiedad de Sociedad Cooperativa de Cafetaleros con la intersección de la Calle Monseñor Romero y la Tercera Avenida Norte con catorce punto treinta y tres metros de por medio; Tramo dos, Norte veintitrés grados treinta y seis minutos dieciséis segundos Este con una distancia de veinte punto ochenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios y el inmueble propiedad de José María Cordero Rodríguez con Tercera Avenida Norte con ancho de ocho punto treinta y dos metros de por medio; Tramo tres, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte setenta y un grados cero cinco minutos cuarenta segundos Este con longitud de cuerda de ocho punto noventa y ocho metros, longitud de curva de nueve punto cuarenta y cuatro metros y un radio de ocho punto sesenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad José María Cordero Rodríguez con Tercera Avenida Norte con ancho de ocho punto treinta y dos metros de por medio y el inmueble propiedad de José Gilberto Argueta Hernández con la intersección de la Calle Veintiuno de Abril Poniente y la Tercera Avenida Norte con ancho de dieciocho punto once metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA(m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,751.199	578,793.642
1	2	S 66°14'47" E	13.18	2	293,748.073	578,806.436
2	3	S 12°40'10" W	29.73	3	293,719.064	578,799.915
3	4	N 75°19'00" W	7.48	4	293,720.961	578,792.677
4	5	N 31°44'16" W RADIO = 5.41	LONG. CURVA=8.22 LONG.CUERDA=7.45	5	293,727.300	578,788.756
5	1	N 11°32'23" E	24.40	1	293,751.199	578,793.639

PERÍMETRO = 83.01 m

ÁREA = 377.41 m2

..\..\..\LOOOG.jpeg

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ-2-1

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ADELAIDA DE LOURDES TREJO PADILLA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-64

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
NOVIEMBRE 2025

ESCALA:
1:200

HOJA:
12/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Adelaida de Lourdes Trejo Padilla
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y 1a Calle Oriente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

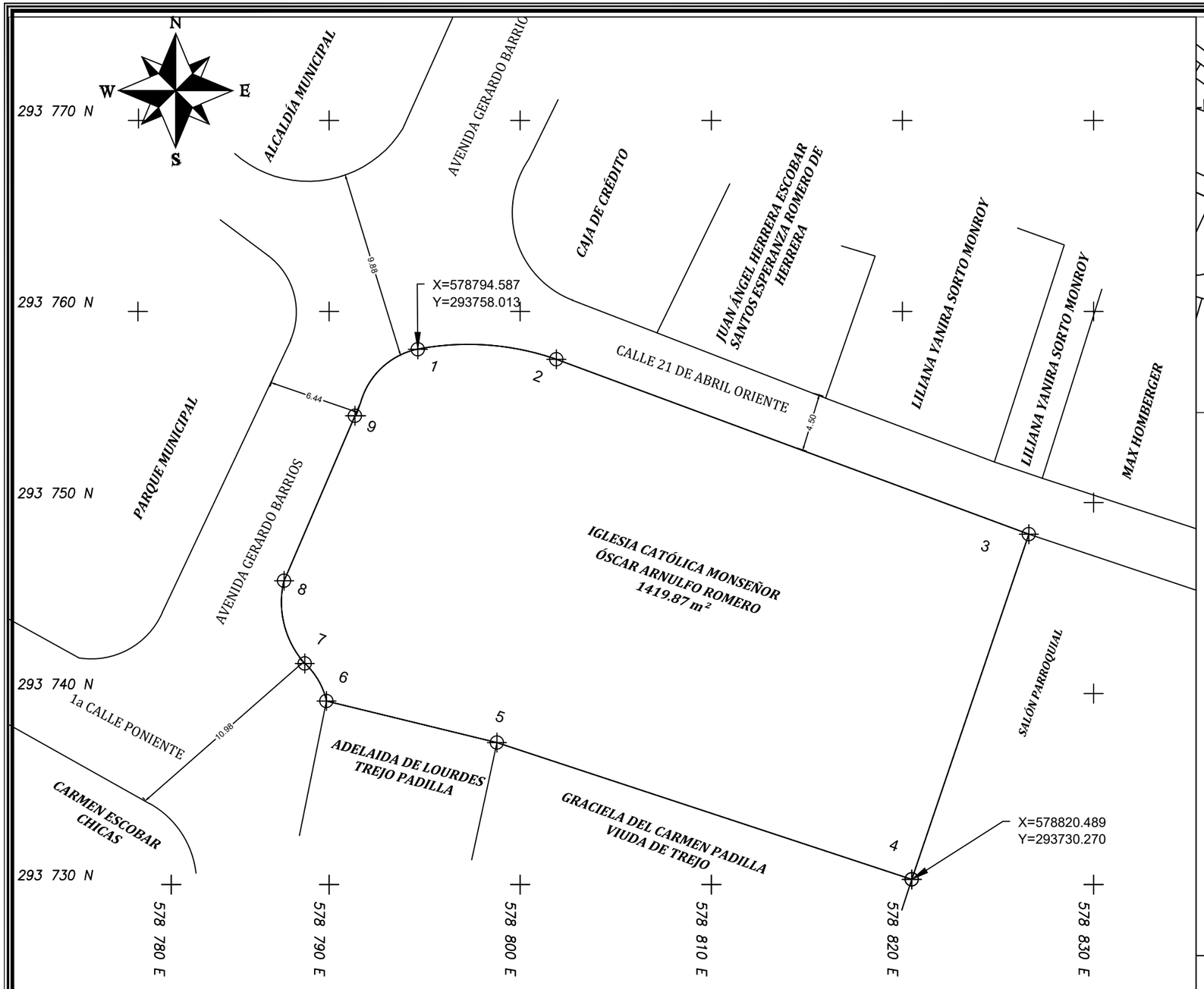
Descripción técnica del inmueble propiedad de Adelaida de Lourdes Trejo Padilla ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y 1a Calle Oriente y Avenida, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos setenta y siete punto cuarenta y un metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cincuenta y uno punto ciento noventa y nueve metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y tres punto seiscientos cuarenta y dos metros.

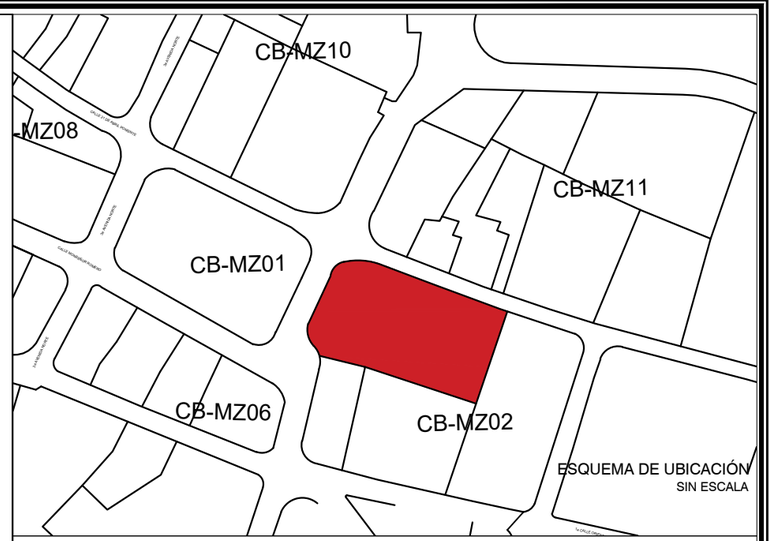
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y seis grados catorce minutos cuarenta y siete segundos Este con una distancia de trece punto dieciocho metros, colindando con inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Oscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur doce grados cuarenta minutos diez segundos Oeste con una distancia de veintinueve punto setenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Graciela del Carmen Padilla Viuda de Trejo con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y cinco grados diecinueve minutos cero segundos Oeste con una distancia de siete punto cuarenta y ocho metros, colindando con inmueble propiedad de Luis Alonso Araujo con intersección de Primera Calle Oriente y Segunda Calle Oriente con un ancho de nueve punto sesenta y un metros de por medio; Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte treinta y un grados cuarenta y cuatro minutos dieciséis segundos Oeste con una longitud de curva de ocho punto veintidós metros , longitud de cuerda siete punto cuarenta y cinco metros y un radio de cinco punto cuarenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Carlos Humberto Guerra Campos con la intersección de la Primera Calle Poniente y Avenida Gerardo Barrios con un ancho de quince punto dieciocho metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte once grados treinta y dos minutos veintitrés segundos Este con una distancia de veinticuatro punto cuarenta metros, colindando con inmueble propiedad de Carmen Escobar Chicas con Avenida Gerardo Barrios de siete punto treinta y seis metros de ancho de por medio y con el inmueble identificado como Parque Municipal propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con la intersección de Calle Monseñor Romero y la Avenida Gerardo Barrios con un ancho de catorce punto trece metros. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,758.013	578,794.587
1	2	S 85°56'12" E RADIO = 14.02	LONG. CUERDA=7.32 LONG. CURVA=7.41	2	293,757.494	578,801.889
2	3	S 69°41'16" E	26.36	3	293,748.342	578,826.615
3	4	S 18°43'27" W	19.08	4	293,730.270	578,820.489
4	5	N 71°44'23" W	22.86	5	293,737.432	578,798.780
5	6	N 76°14'47" W	9.18	6	293,739.614	578,789.867
6	7	N 30°05'32" W RADIO = 3.84	LONG. CUERDA=2.26 LONG. CURVA=2.36	7	293,738.752	578,786.123
7	8	N 14°03'17" W RADIO = 4.84	LONG. CUERDA= 4.46 LONG. CURVA=4.64	8	293,745.902	578,787.648
8	9	S 24°59'19" W	10.17	9	293,755.246	578,791.659
9	1	N 46°37'16" E RADIO = 3.95	LONG. CUERDA=4.03 LONG. CURVA=4.23	1	293,758.013	578,794.587

PERIMETRO = 106.22 m AREA = 1419.87 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ-2-2

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
DIÓCESIS DE LA IGLESIA CATÓLICA DE SANTIAGO DE MARÍA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-97

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
13/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María

LUGAR: Barrio el Centro, Avenida Gerardo Barrios y Calle 21 de Abril Oriente

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Oscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María ubicado en Barrio el Centro, Avenida Gerardo Barrios y Calle 21 de Abril Oriente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de mil cuatrocientos diecinueve punto ochenta y siete metros cuadrados, El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cincuenta y ocho punto cero trece metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y cuatro punto quinientos ochenta y siete metros.

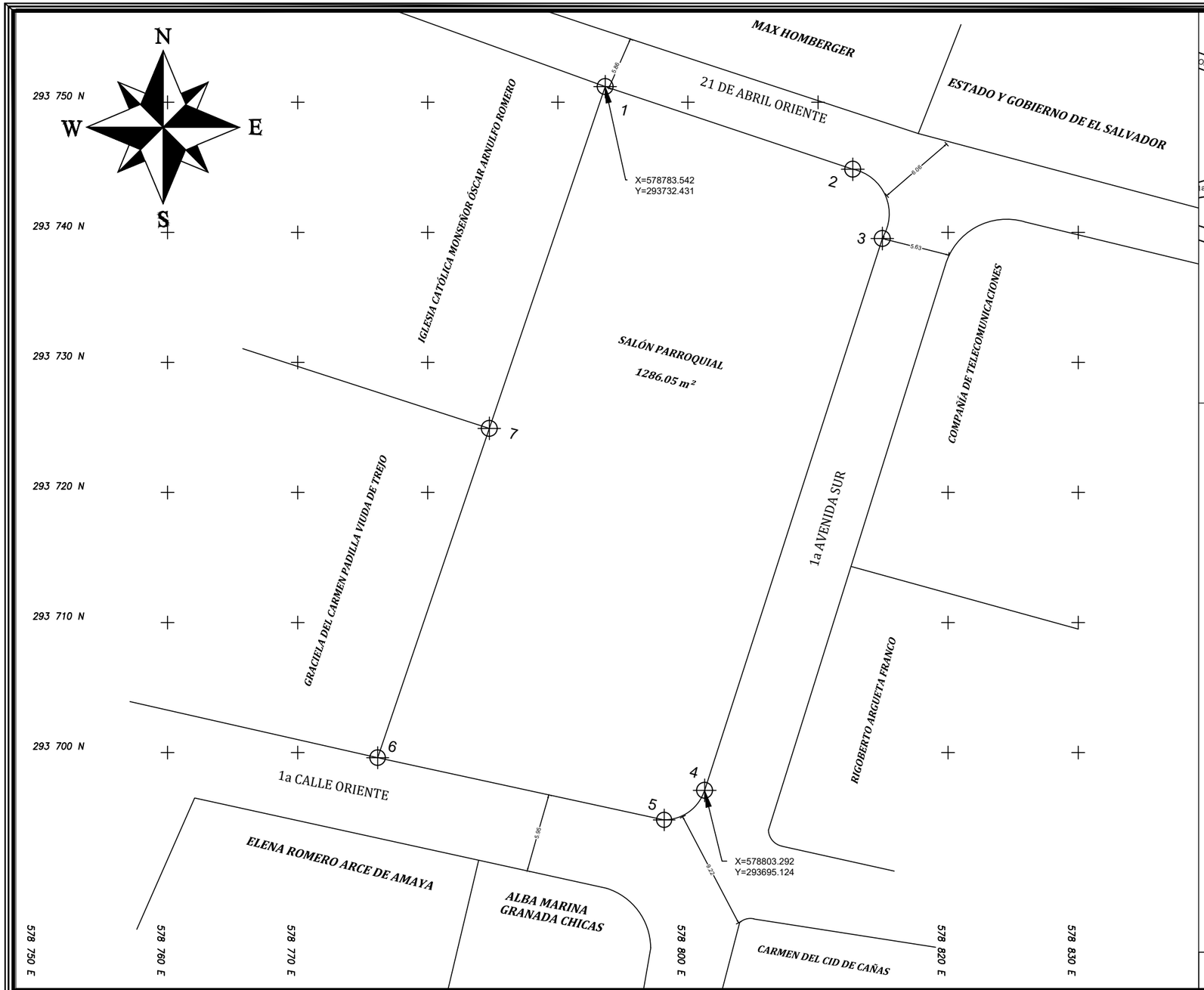
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda Sur ochenta y cinco grados cincuenta y seis minutos doce segundos Este con una longitud de curva de siete punto cuarenta y un metros y una longitud de cuerda de siete punto treinta y dos metros; y un radio de catorce punto cero dos metros, colindando con el inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con la intersección de la Avenida Gerardo Barrios y Calle Veintiuno de Abril Oriente con ancho de nueve punto ochenta y ocho metros y el inmueble identificado como Caja de Credito con Calle Veintiuno de Abril Oriente con un ancho de cuatro punto cincuenta metros de por medio; Tramo dos, Sur sesenta y nueve grados cuarenta y un minutos dieciséis segundos Este con una distancia de veintiseis punto treinta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Juan Angel Herrera Escobar y Santos Esperanza Romero de Herrera, inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy, inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy y el inmueble propiedad de Max Homberger todos con calle 21 de Abril Oriente con un ancho de cuatro punto cincuenta metros de por medio.

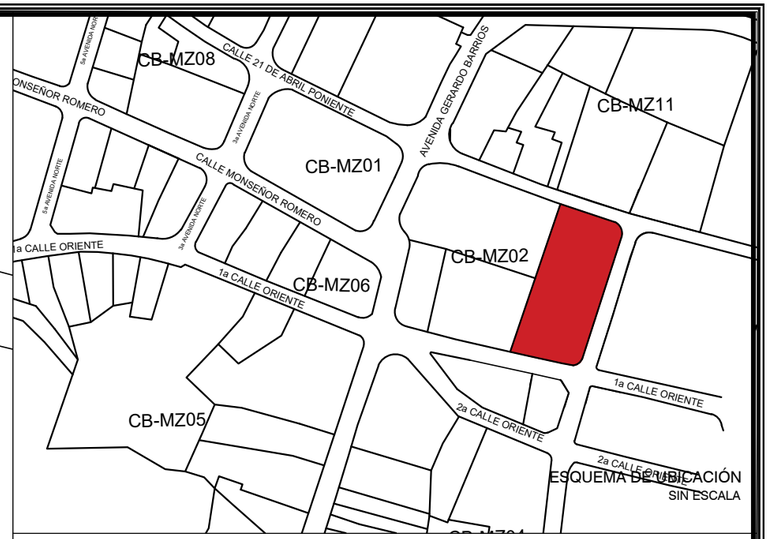
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur dieciocho grados cuarenta y tres minutos veintisiete segundos Oeste con una distancia de diecinueve punto cero ocho metros, colindando con Salón Parroquial inmbueble propiedad de Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y un grados cuarenta y cuatro minutos veintitrés segundos Oeste con una distancia de veintidós punto ochenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Graciela del Carmen Padilla Viuda de Trejo con pared de por medio ; Tramo dos, Norte setenta y seis grados catorce minutos cuarenta y siete segundos Oeste con una distancia de nueve punto dieciocho metros, colindando con inmueble propiedad de Adelaida de Lourdes Trejo Padilla con pared de por medio; Tramo tres, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte treinta grados cero cinco minutos treinta y dos segundos Oeste con una longitud de curva de dos punto treinta y seis metros, Longitud de cuerda dos punto veintiséis metros y un radio de tres punto ochenta y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Carmen Escobar Chicas con la intersección de la Avenida Gerardo Barrios y la Primera Calle Poniente con un ancho de diez punto noventa y ocho metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte catorce grados cero tres minutos diecisiete segundos Oeste con una longitud de curva de cuatro punto sesenta y cuatro metros, longitud de cuerda de cuatro punto cuarenta y seis metros y un radio de cuatro punto ochenta y cuatro metros; Tramo dos, Norte veinticuatro grados cincuenta y nueve minutos diecinueve segundos Oeste con una distancia de diez punto diecisiete metros, colindando ambos tramos con el inmueble identificado como Parque Municipal con Avenida Gerardo Barrios con un ancho de seis punto cuarenta y cuatro metros de por medio; Tramo tres, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte cuarenta y seis grados treinta

y siete minutos dieciseis segundos Este con una longitud de curva de cuatro punto veintitrés metros, longitud de cuerda de cuatro punto cero tres metros y un radio de tres punto noventa y cinco metros, colindando con el inmueble identificado como Parque Municipal con Avenida Gerardo Barrios con un ancho de seis punto cuarenta y cuatro metros de por medio, con el inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con la intersección de la Avenida Gerardo Barrios y la Calle 21 de Abril Oriente con un ancho de nueve punto ochenta y ocho metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,732.431	578,783.542
1	2	S 74°32'12" E	20.07	2	293,744.848	578,812.677
2	3	S 23°04'13" E RADIO= 3.50	LONG. CUERDA= 5.78 LONG. CURVA = 6.80	3	293,739.531	578,814.942
3	4	S 17°50' 20 " W	44.58	4	293,695.124	578,803.292
4	5	S 53°48'49" W RADIO =3.22	LONG. CUERDA=3.85 LONG. CURVA= 4.13	5	293,694.820	578,798.175
5	6	N 77°44'11 " W	22.54	6	293,699.608	578,776.148
6	7	N 18°43'27 " E	27.40	7	293,751.206	578,793.637
6	7	N 18°43'27 " E	27.40	1	293,751.217	578,793.626

PERÍMETRO = 152.60 m

ÁREA = 1,286.05 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ-2-3

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
DIÓCESIS DE LA IGLESIA CATÓLICA DE SANTIAGO DE MARÍA (SALÓN PARROQUIAL)

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-97

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
14/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María (Salón Parroquial)

LUGAR: Barrio El Centro, 1a Avenida Sur y Calle 21 de Abril Oriente

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del Inmueble Salón Parroquial propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María ubicado en Barrio El Centro, 1a Avenida Sur y Calle 21 de Abril Oriente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de un mil doscientos ochenta y seis punto cero cinco metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos treinta y dos punto cuatrocientos treinta y un metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos ochenta y tres punto quinientos cuarenta y dos metros.

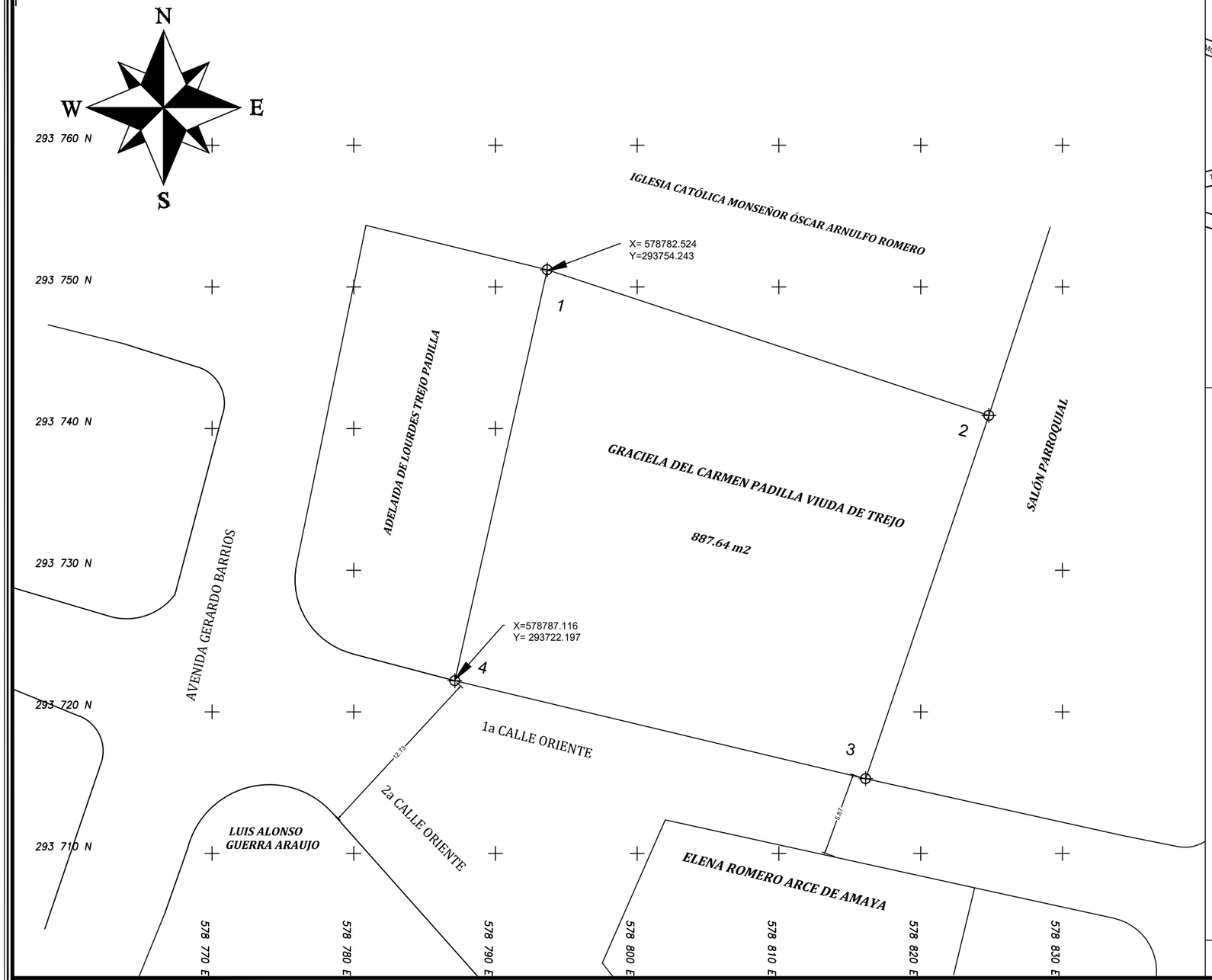
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y un grados treinta y dos minutos doce segundos Este con una distancia de veinte punto cero siete metros, colindando con inmueble propiedad de Max Homberger con Calle Veintiuno de Abril Oriente con cinco punto ochenta y seis metros de por medio; Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur veintitrés grados cero cuatro minutos trece segundos Este con una longitud de curva de seis punto ochenta metros, longitud de cuerda de cinco punto setenta y ocho metros y un radio de tres punto cincuenta metros, colindando con inmueble propiedad de Estado y Gobierno de El Salvador con Calle Veintiuno de Abril Oriente con un ancho de seis punto cero seis metros de por medio, con el inmueble propiedad de Compañía de Telecomunicaciones con la intersección de la Primera Avenida Sur y la Calle Veintiuno de Abril Oriente con ancho de seis punto cero seis metros de por medio.

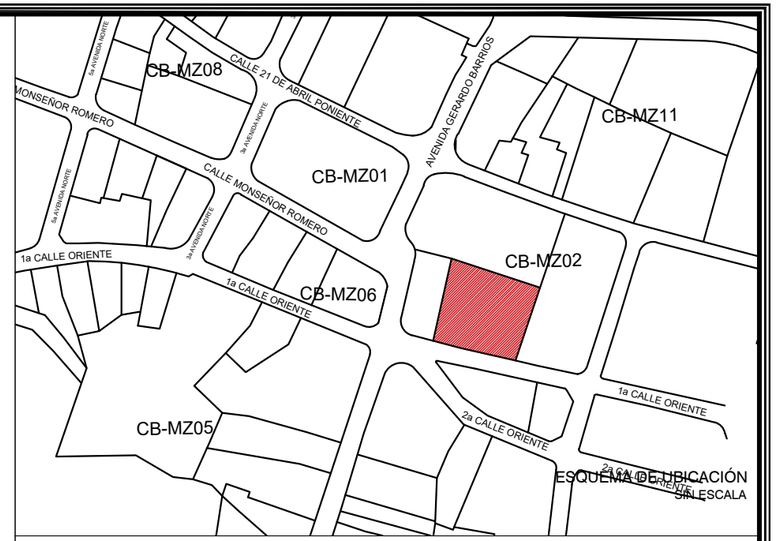
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur diecisiete grados cincuenta minutos veinte segundos Oeste con una distancia de cuarenta y cuatro punto cincuenta y ocho metros; colindado con inmueble propiedad de Compañía de Telecomunicaciones y el inmueble propiedad de Rigoberto Argueta Franco ambos con Primera Avenida Sur con ancho de cinco punto sesenta y tres metros de por medio; Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur cincuenta y tres grados cuarenta y ocho minutos cuarenta y nueve segundos Oeste con una longitud de curva de cuatro punto trece metros, longitud de cuerda de tres punto ochenta y cinco metros y un radio de tres punto veintidós metros, colindando con inmueble propiedad de Rigoberto Argueta Franco con Primera Avenida Sur con un ancho de cinco punto sesenta y tres metros de por medio, con el inmueble propiedad de Carmen del Cid de Cañas con la intersección de la Primera Avenida Sur y la Primera Calle Oriente de nueve punto veintidos metros de ancho de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y siete grados cuarenta y cuatro minutos once segundos Oeste con una distancia de veintidós puntos cincuenta y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Alba Marina Granada Chicas y inmueble propiedad de Elena Romero Arce de Amaya con Primera Calle Oriente de cinco punto noventa y cinco metros de ancho de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte dieciocho grados cuarenta y tres minutos veintisiete segundos Este con una distancia de veintisiete punto cuarenta metros, colindando con inmueble propiedad de Graciela del Carmen Padilla Viuda de Trejo con pared de por medio; Tramo dos, Norte dieciocho grados cuarenta y tres minutos veintisiete segundos Este con una distancia de veintisiete punto cuarenta metros, colindando con inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Oscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con pared

de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,754.243	578,782.524
1	2	S 71°44'23 " E	32.83	2	293,740.920	578,824.810
2	3	S 18°43'27" W	27.08	3	293,715.275	578,816.117
3	4	N 76°34'30 " W	29.82	4	293,722.197	578,787.116
4	1	N 12°40' 10 " E	29.73	1	293,751.206	578,793.637

PERÍMETRO = 119.45 m

ÁREA = 887.64 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ-2-4

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
GRACIELA DEL CARMEN PADILLA VIUDA DE TREJO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-63

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
15/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCION TECNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Graciela del Carmen Padilla Viuda de Trejo

LUGAR: Barrio el Centro, 1a Calle Oriente y 2a Calle Oriente

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Graciela del Carmen Padilla Viuda de Trejo ubicado en Barrio el Centro, 1a Calle Oriente y 2a Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ochocientos ochenta y siete punto sesenta y cuatro metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cincuenta y cuatro punto doscientos cuarenta y tres metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos ochenta y dos punto quinientos veinticuatro metros.

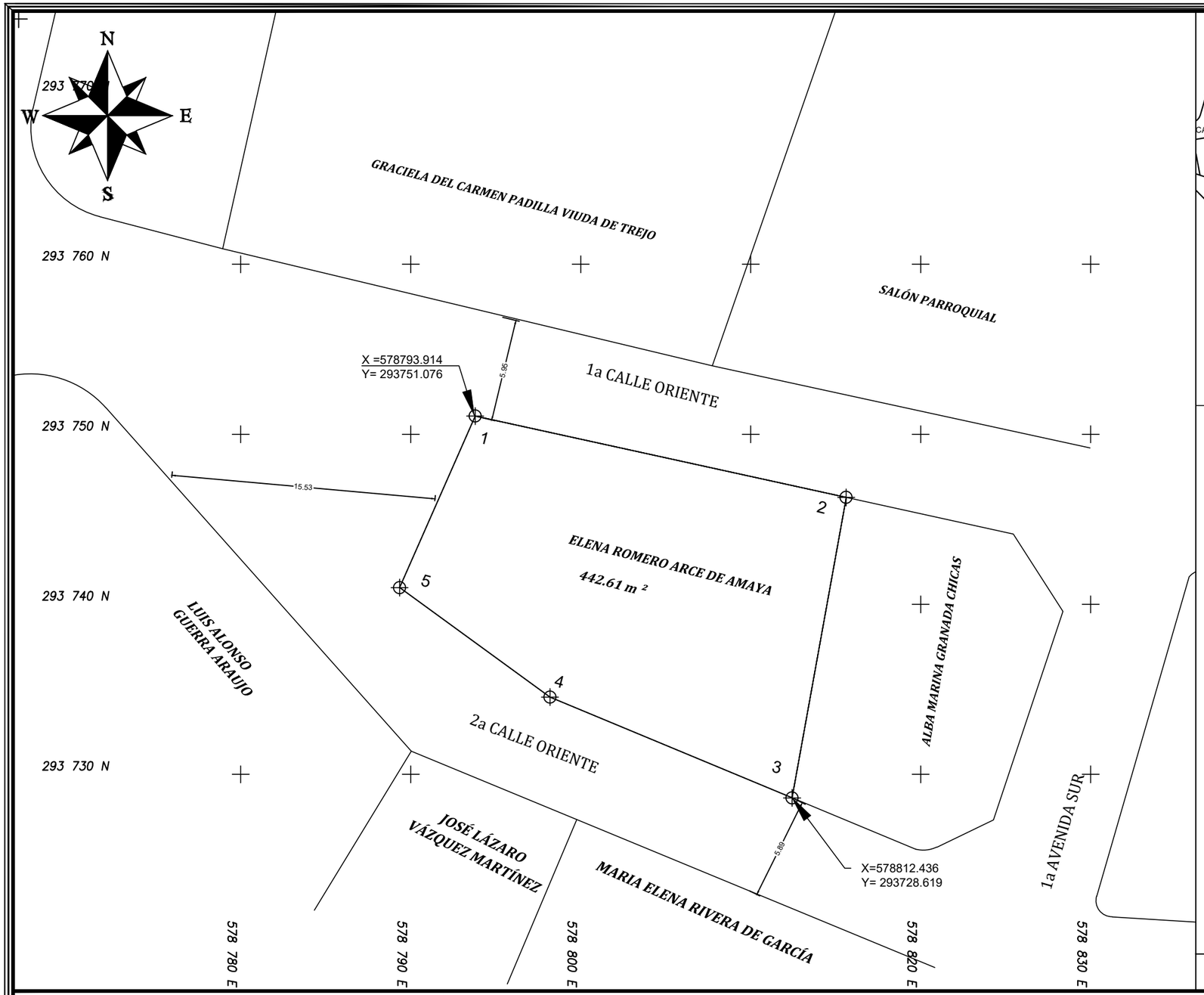
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y un grados cuarenta y cuatro minutos veintitrés segundos Este con una distancia de treinta y dos punto ochenta y tres metros, colindando con inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Oscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con pared de por medio.

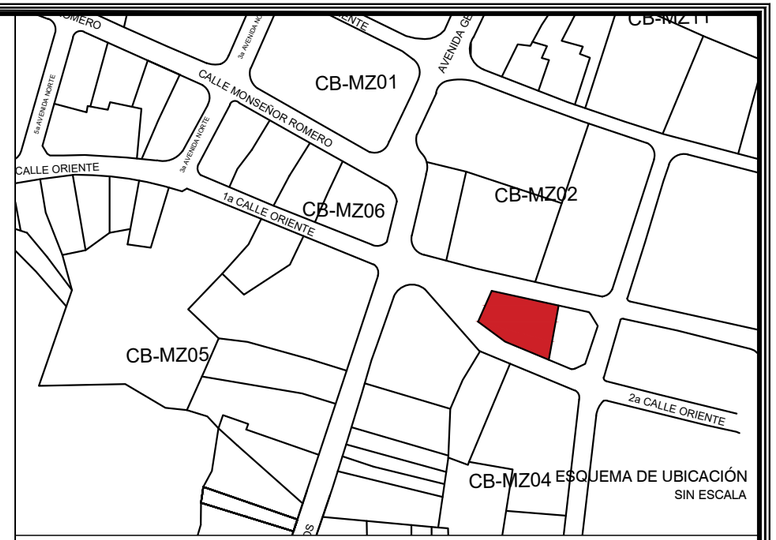
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur dieciocho grados cuarenta y tres minutos veintisiete segundos Oeste con una distancia de veintisiete punto cero ocho metros, colindando inmueble Salón Parroquial propiedad de Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y seis grados treinta y cuatro

minutos treinta segundos Oeste con una distancia de veintinueve punto ochenta y dos metros, colindando inmueble propiedad de Elena Romero Arce de Amaya con Primera Calle Oriente de cinco punto ochenta y siete metros de por medio , con el inmueble propiedad de Luis Alonso Guerra Araujo con la intersección de la Primera Calle Oriente y Segunda Calle Oriente con un ancho de doce punto setenta y tres metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte doce grados cuarenta minutos diez segundos Este con una distancia de veintinueve puntos setenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Adelaida de Lourdes Trejo Padilla con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,751.076	578,793.914
1	2	S 77°38'08 " E	22.35	2	293,746.291	578,815.622
2	3	S 10°13'13 " W	17.96	3	293,728.619	578,812.436
3	4	N 67°24'18" W	15.43	4	293,734.546	578,798.194
4	5	N 53°57'55" W	10.94	5	293,740.985	578,789.344
5	1	N 23°47'02" E	11.03	1	293,751.076	578,793.791

PERÍMETRO=77.70 m

ÁREA = 442.61 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ-3-1

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ELENA ROMERO ARCE DE AMAYA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-99

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
16/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Elena Romero Arce de Amaya
LUGAR: Barrio el Centro, 1a Calle Oriente y 2a Calle Oriente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

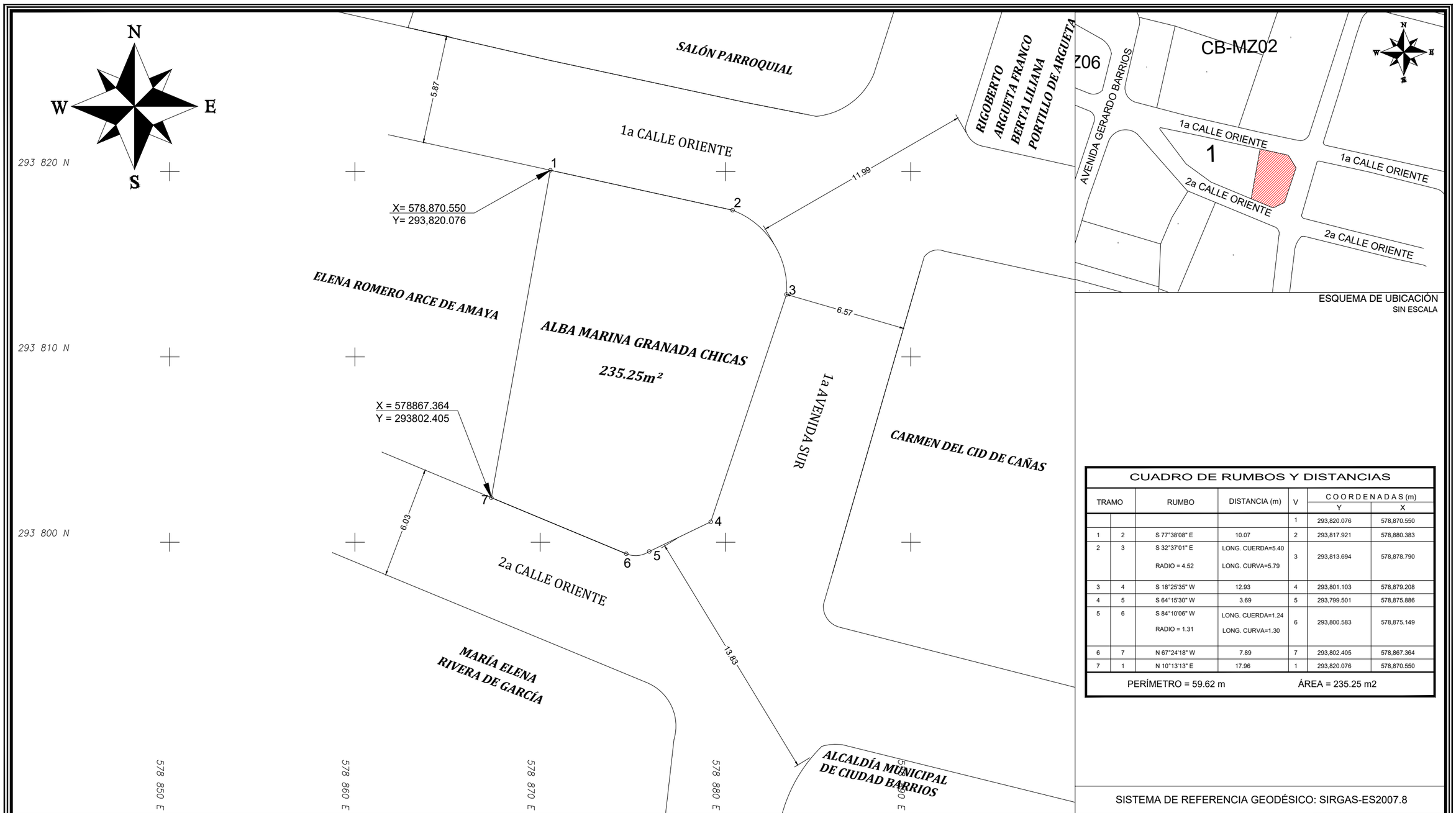
Descripción técnica del Inmueble propiedad de Elena Romero Arce de Amaya ubicado en Barrio el Centro, 1a Calle Oriente y 2a Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de cuatrocientos cuarenta y dos punto sesenta y un metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cincuenta y un punto cero setenta y seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y tres punto novecientos catorce metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y siete grados treinta y ocho minutos cero ocho segundos Este con una distancia de veintidós punto treinta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Graciela del Carmen Padilla Viuda de Trejo y con el inmueble Salón Parroquial propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María ambos con Primera Calle Oriente con un ancho de cinco punto noventa y cinco metros de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur diez grados trece minutos trece segundos Oeste con una distancia de diecisiete punto noventa y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Alba Marina Granada Chicas con pared de por medio .

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y siete grados veinticuatro minutos dieciocho segundos Oeste con una distancia de quince punto cuarenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de María Elena Rivera de García con Segunda Calle Oriente con un ancho de cinco punto ochenta y nueve metros de por medio; Tramo dos, Norte cincuenta y tres grados cincuenta y siete minutos cincuenta y cinco segundos Oeste con una distancia de diez punto noventa y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de José Lázaro Vásquez Martínez y con el inmueble propiedad de Luis Alonso Guerra Araujo ambos con Segunda Calle Oriente con un ancho de cinco punto ochenta y nueve metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Norte veintitrés grados cuarenta y siete minutos cero dos segundos Este con una distancia de once punto cero tres metros, colindando con inmueble propiedad de Luis Alonso Guerra Araujo con Segunda Calle Oriente con un ancho de quince punto cincuenta y tres metros de por medio.



ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,820.076	578,870.550
1	2	S 77°38'08" E	10.07	2	293,817.921	578,880.383
2	3	S 32°37'01" E RADIO = 4.52	LONG. CUERDA=5.40 LONG. CURVA=5.79	3	293,813.694	578,878.790
3	4	S 18°25'35" W	12.93	4	293,801.103	578,879.208
4	5	S 64°15'30" W	3.69	5	293,799.501	578,875.886
5	6	S 84°10'06" W RADIO = 1.31	LONG. CUERDA=1.24 LONG. CURVA=1.30	6	293,800.583	578,875.149
6	7	N 67°24'18" W	7.89	7	293,802.405	578,867.364
7	1	N 10°13'13" E	17.96	1	293,820.076	578,870.550

PERÍMETRO = 59.62 m ÁREA = 235.25 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 02 CB-MZ 03

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ALBA MARINA GRANADA CHICAS

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-100

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
17/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Alba Marina Granada Chicas

LUGAR: Barrio El Centro Entre Primera Avenida Sur y Primera Calle Oriente

MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del Inmueble propiedad de Alba Marina Granada Chicas ubicado en Barrio El Centro entre Primera Avenida Sur y Primera Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de doscientos treinta y cinco punto veinticinco metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos veinte punto cero setenta y seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos setenta punto quinientos cincuenta y cinco metros.

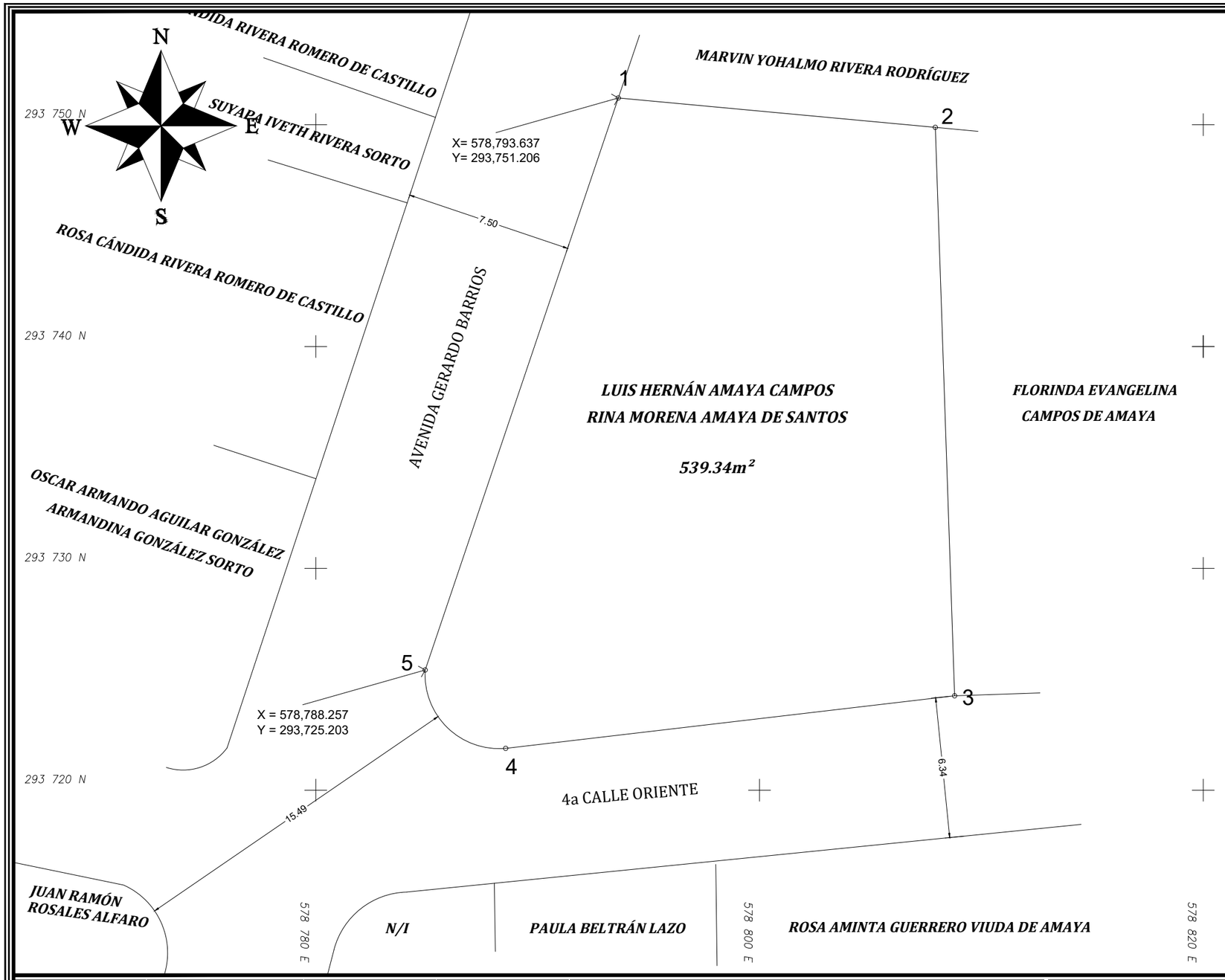
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y siete grados treinta y ocho minutos cero ocho segundos Este con una distancia de diez punto cero siete metros, colindando con el inmueble denominado Salón Parroquial propiedad de Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con Primera Calle Oriente con ancho de cinco punto ochenta y siete metros de por medio; Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur treinta y dos grados treinta y siete minutos cero un segundos Este, longitud de cuerda de cinco punto cuarenta metros con una longitud de curva de cinco punto setenta y nueve metros y un radio de cuatro punto cincuenta y dos metros, colindando con el inmueble denominado Salón Parroquial propiedad de Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con Primera Calle Oriente de cinco punto

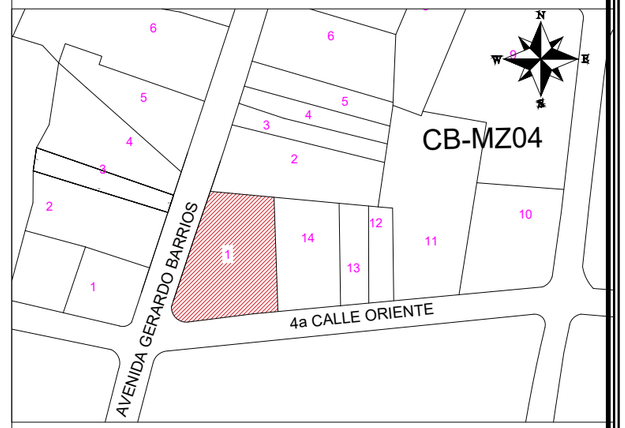
ochenta y siete metros de por medio y con el inmueble propiedad de Rigoberto Argueta Franco y Berta Liliana Portillo de Argueta con la intersección de la Primera Avenida Sur y la Primera Calle Oriente con un ancho de once punto noventa y nueve metros de por medio, así como también el inmueble propiedad de Carmen del Cid de Cañas con Primera Avenida Sur con seis punto cincuenta y siete metros de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con el siguiente rumbo y distancia: Tramo uno, Sur dieciocho grados veinticinco minutos treinta y cinco segundos Oeste con una distancia de doce punto noventa y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Carmen del Cid de Cañas con Primera Avenida Sur con ancho de seis punto cincuenta y siete metros de por medio. Tramo dos, Sur sesenta y cuatro grados quince minutos treinta segundos Oeste con una distancia de tres punto sesenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con la intersección de la Primera Avenida Sur y la Segunda Calle Oriente con ancho de trece punto ochenta y tres metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur ochenta y cuatro grados diez minutos cero seis segundos Oeste con longitud de cuerda de uno punto veinticuatro, longitud de curva de uno punto treinta metros y un radio de uno punto treinta y dos metros, colindando con inmueble propiedad de María Elena Rivera de García con segunda Calle Oriente con ancho de seis punto cero tres metros de por medio. Tramo dos, Norte sesenta y siete grados veinticuatro minutos dieciocho segundos Oeste con una distancia de siete punto ochenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de María Elena Rivera de García con Segunda Calle Oriente con ancho de seis punto cero tres metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte diez grados trece minutos trece segundos Este con una distancia de diecisiete punto noventa y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Elena Romero Arce de Amaya con Pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,751.206	578,793.637
1	2	S 84°41'49" E	14.35	2	293,749.879	578,807.926
2	3	S 01°56'30" E	25.64	3	293,724.255	578,808.794
3	4	S 83°19'17" W	20.37	4	293,721.886	578,788.559
4	5	N 45°45'21" W RADIO = 3.33	LONG. CUERDA=5.06 LONG. CURVA=5.75	5	293,725.203	578,788.257
5	1	N 18°39'05" E	27.22	1	293,751.206	578,793.637

PERÍMETRO = 93.33 m ÁREA = 539.34 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 01 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
LUIS HERNÁN AMAYA CAMPOS Y
RINA MORENA AMAYA DE SANTOS

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-188

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
18/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Luis Hernán Amaya Campos y Rina Morena Amaya de Santos
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y 4a Calle Oriente, Casa S/N
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

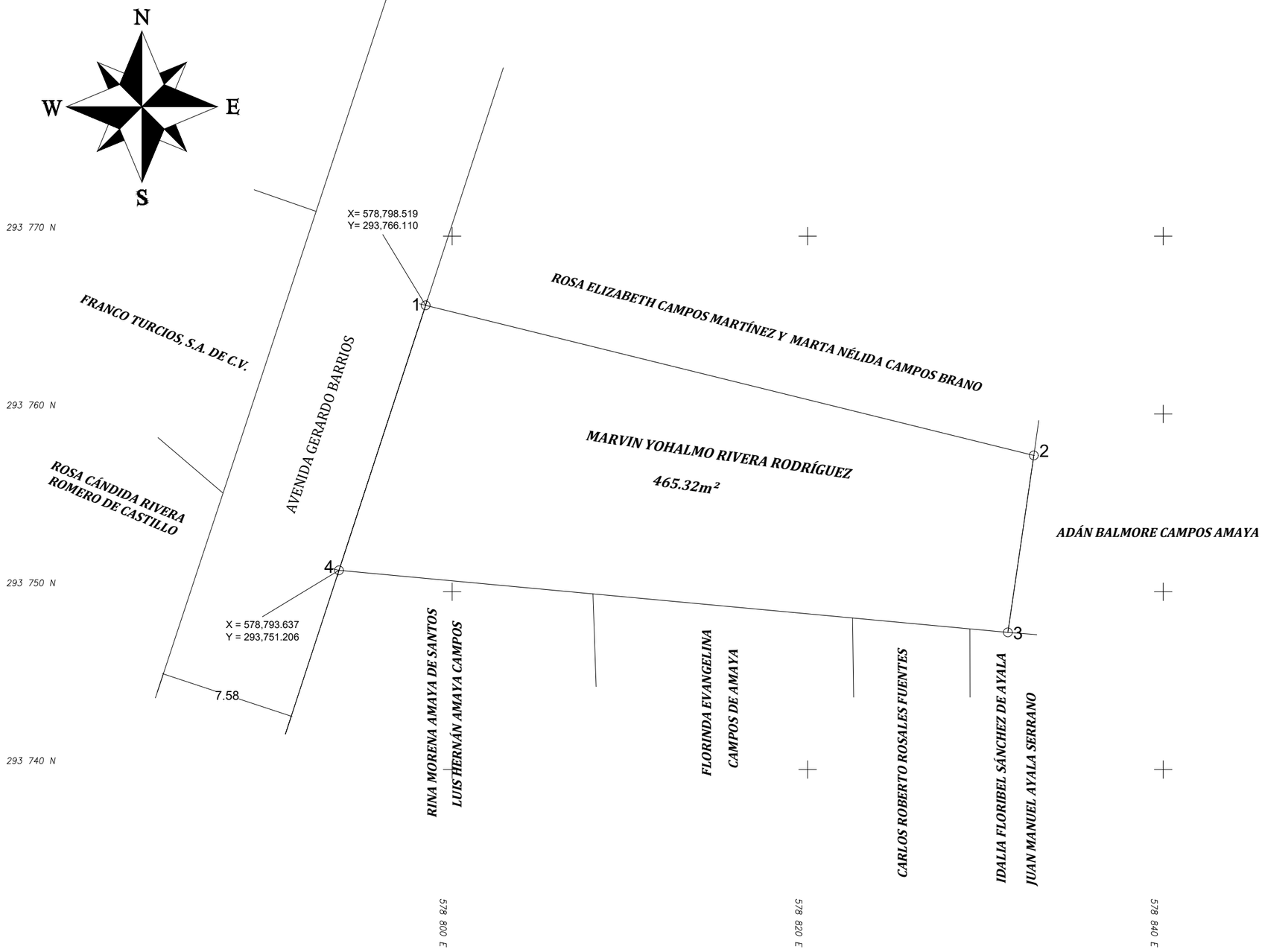
Descripción técnica del inmueble propiedad de Luis Hernán Amaya Campos y Rina Morena Amaya de Santos, ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Cuarta Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de quinientos treinta y nueve punto treinta y cuatro metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cincuenta y uno punto doscientos seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y tres punto seiscientos treinta y siete metros.

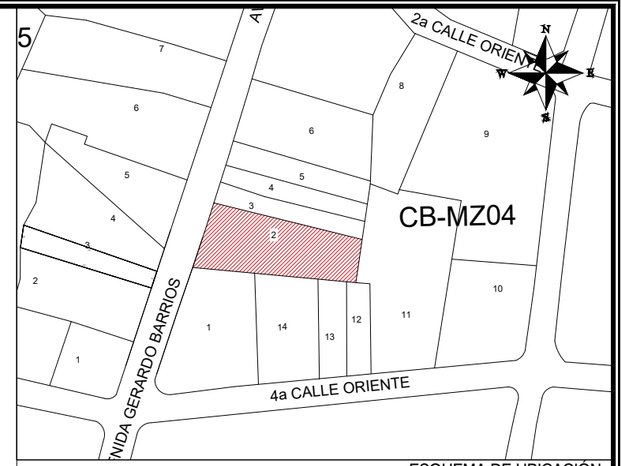
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y cuatro grados cuarenta y un minutos cuarenta y nueve segundos Este con una distancia de catorce punto treinta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Marvin Yohalmo Rivera Rodríguez con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero un grado cincuenta y seis minutos treinta segundos Este con una distancia de veinticinco punto sesenta y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Florinda Evangelina Campos de Amaya con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y tres grados diecinueve minutos diecisiete segundos Oeste con una distancia de veinte punto treinta y siete metros, colindando con el inmueble propiedad de Rosa Candida Guerrero Viuda de Amaya y el inmueble propiedad de Paula Beltran Lazo ambos con Cuarta Calle Oriente con ancho de seis punto treinta y cuatro de por medio; Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte cuarenta y cinco grados cuarenta y cinco minutos veintiún segundos Oeste con una longitud de cuerda de cinco punto cero seis metros, longitud de curva de cinco punto setenta y cinco metros y un radio de tres punto treinta y tres metros, colindando con inmueble de propietario no identificado con cuarta Calle Oriente de seis punto treinta y cuatro metros de ancho de por medio y el inmueble propiedad de Juan Ramón Rosales Alfaro con la intersección de la Avenida Gerardo Barrios y la Cuarta Calle Oriente con ancho de quince punto cuarenta y nueve metros.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte dieciocho grados treinta y nueve minutos cero cinco segundos Este con una distancia de veintisiete punto veintidós metros, colindando con inmueble propiedad de Oscar Armando Aguilar González y Armandina González Sorto, inmueble propiedad de Rosa Cándida Rivera Romero de Casillo, inmueble propiedad de Suyapa Iveth Rivera Sorto y el inmueble propiedad nuevamente de Rosa Candida Rivera Romero de Castillo con Avenida Gerardo Barrios de siete punto cincuenta metros de ancho de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,766.110	578,798.519
1	2	S 76°08'11" E	35.24	2	293,757.666	578,832.724
2	3	S 08°20'59" W	10.06	3	293,747.713	578,831.263
3	4	N 84°41'49" W	37.79	4	293,751.206	578,793.637
4	1	N 18°06'55" E	15.68	1	293,766.110	578,798.513

PERÍMETRO = 98.77 m ÁREA = 465.32 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:	ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL
PRESENTA:	BR. MARCELO GUERRERO BR. JOSÉ LUIS URÍAS BR. FERNANDO JOVEL BR. LEONARDO CASTILLO
DOCENTE:	ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA
CONTENIDO:	PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 02 CB-MZ 04
PROPIETARIO DEL INMUEBLE:	MARVIN YOHALMO RIVERA RODRÍGUEZ
CÓDIGO CATASTRAL:	1257312165-187
MATRICULA DEL INMUEBLE:	N/A
DIBUJÓ:	GRUPO DE TESIS
FIRMA Y SELLO DE APROBADO:	
FECHA	ABRIL 2026
ESCALA:	1:250
HOJA:	19/65
CORRELATIVO:	PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Marvin Yohalmo Rivera Rodríguez
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

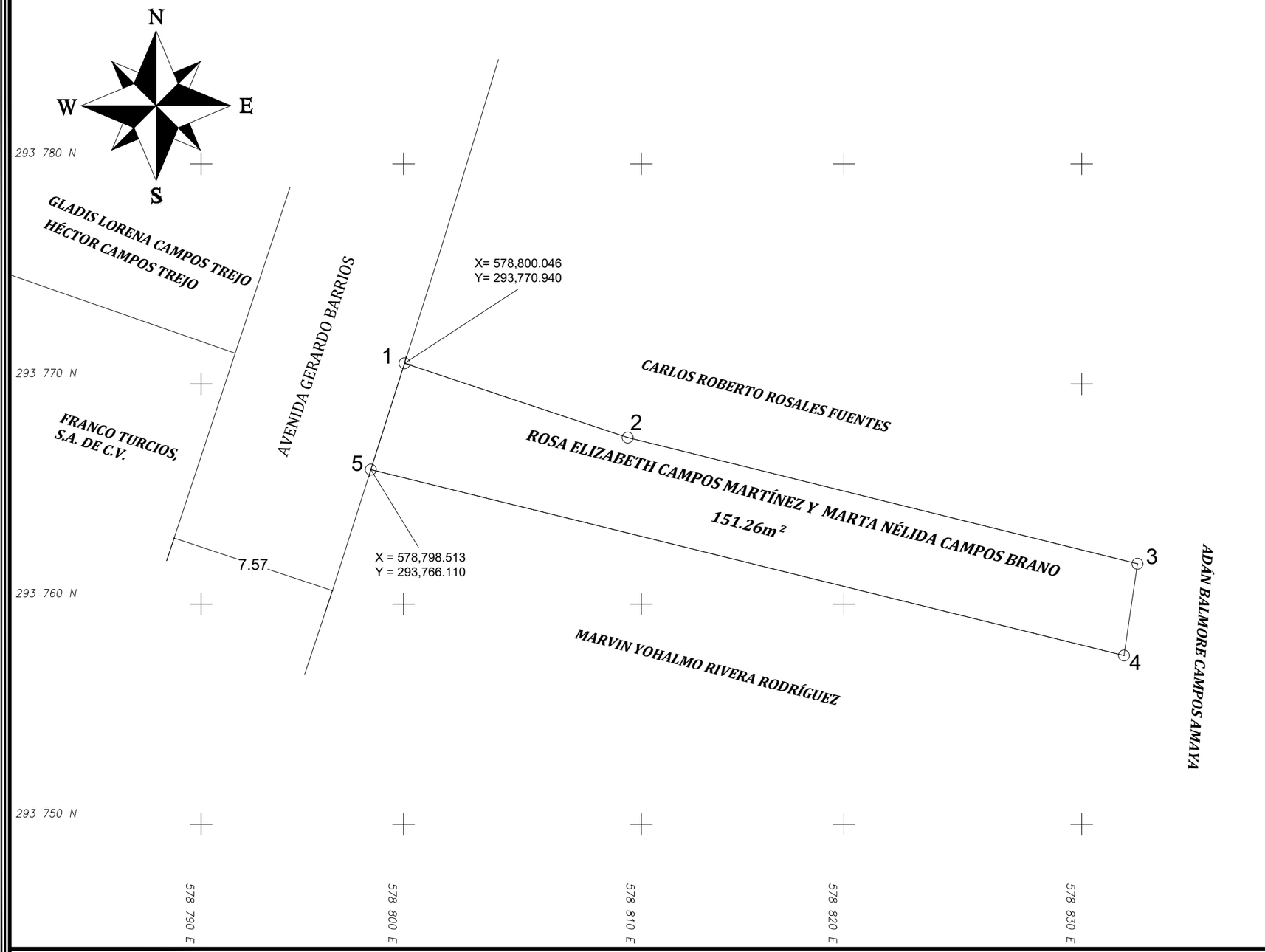
Descripción técnica del inmueble propiedad de Marvin Yohalmo Rivera Rodríguez ubicado en Barrio El Centro Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de cuatrocientos sesenta y cinco punto treinta y dos metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos sesenta y seis punto ciento diez metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y ocho punto quinientos diecinueve metros.

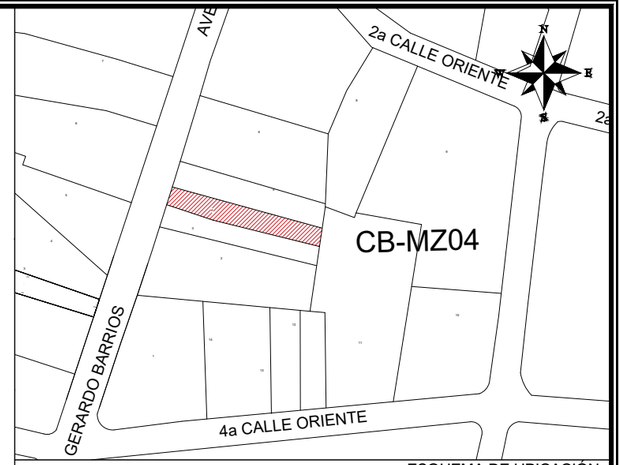
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y seis grados cero ocho minutos once segundos Este con una distancia de treinta y cinco punto veinticuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Rosa Elizabeth Campos Martínez y Marta Nélida Campos Brano con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero ocho grados veinte minutos cincuenta y nueve segundos Oeste con una distancia de diez punto cero seis metros, colindando con inmueble propiedad de Adán Balmore Campos Amaya con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte ochenta y cuatro grados cuarenta y un minutos cuarenta y nueve segundos Oeste con una distancia de treinta y siete punto setenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Idalia Floribel Sánchez de Ayala y Juan Manuel Ayala Serrano, inmueble propiedad de Carlos Roberto Rosales Fuentes, inmueble propiedad de Florinda Evangelina Campos de Amaya y el inmueble propiedad de Luis Hernán Amaya Campos y Rina Morena Amaya de Santos, todos con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte dieciocho grados cero seis minutos cincuenta y cinco segundos Este con una distancia de quince punto sesenta y ocho metros, colindando con inmueble propiedad de Rosa Cándida Rivera Romero de Castillo y el inmueble propiedad de FRANCO TURCIOS, S.A. DE C.V. con Avenida Gerardo Barrios de siete punto cincuenta y ocho metros de ancho de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m) Y	X
				1	293,770.940	578,800.046
1	2	S 71°35'14" E	10.68	2	293,767.567	578,810.180
2	3	S 76°05'53" E	23.85	3	293,761.835	578,833.336
3	4	S 08°20'59" W	4.21	4	293,757.666	578,832.724
4	5	N 76°08'11" W	35.24	5	293,766.110	578,798.513
5	1	N 17°36'17" E	5.07	1	293,770.940	578,800.046

PERÍMETRO = 79.05 m ÁREA = 151.26 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 03 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ROSA ELIZABETH CAMPOS MARTINEZ Y MARTA NÉLIDA CAMPOS BRANO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-155

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
20/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Rosa Elizabeth Campos Martínez y Marta Nélida Campos Brano
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

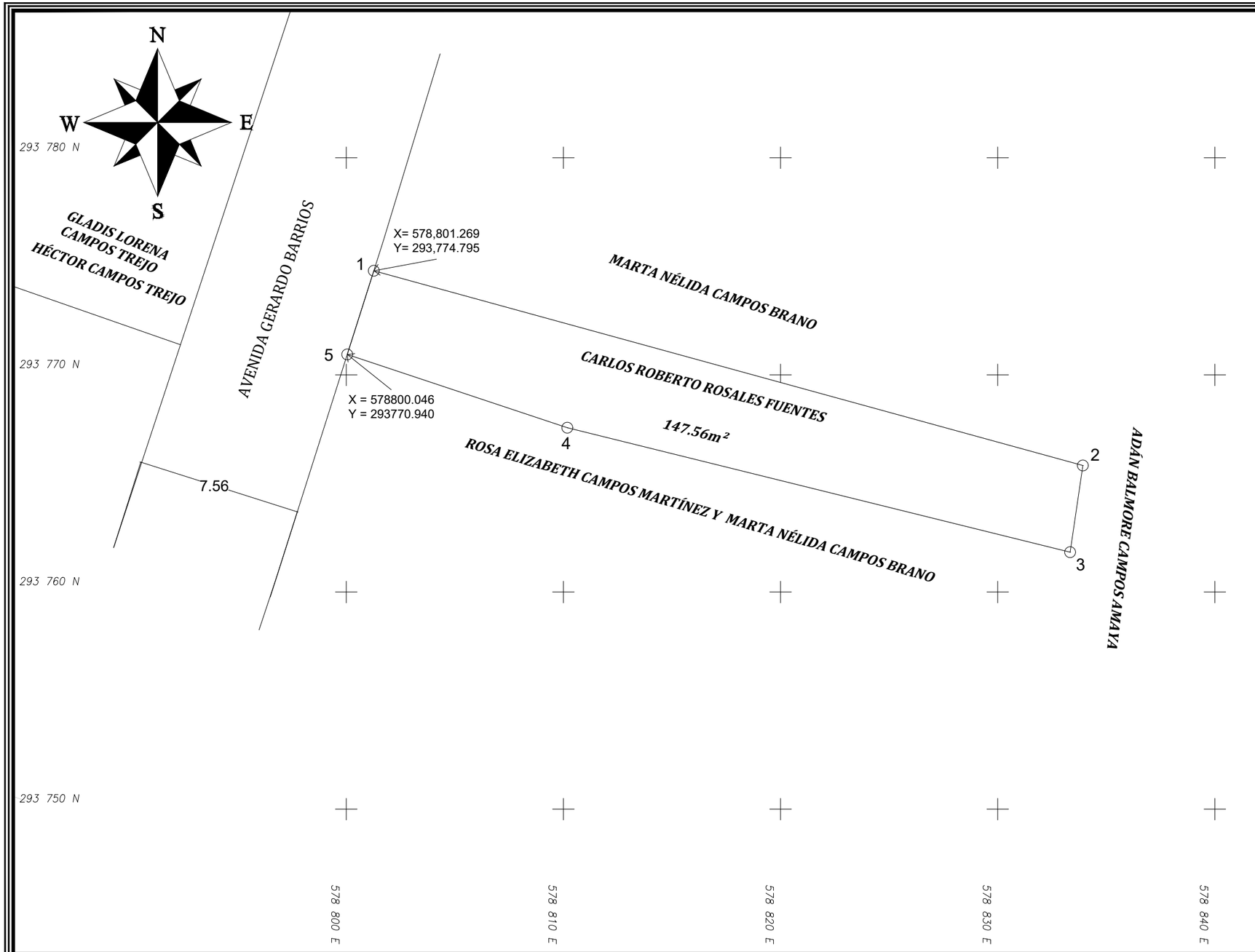
Descripción técnica del inmueble propiedad de Rosa Elizabeth Campos Martínez y Marta Nélida Campos Brano, ubicado en Barrio El Centro Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento cincuenta y uno punto veintiséis metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos setenta punto novecientos cuarenta metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos punto cero cuarenta y seis metros.

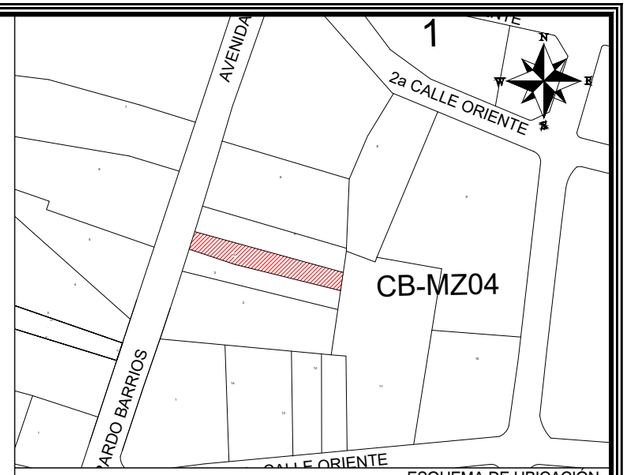
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y un grados treinta y cinco minutos catorce segundos Este con una distancia de diez punto sesenta y ocho metros; Tramo dos, Sur setenta y seis grados cero cinco minutos cincuenta y tres segundos Este con una distancia de veintitrés punto ochenta y cinco metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Carlos Roberto Rosales Fuentes con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero ocho grados veinte minutos cincuenta y nueve segundos Oeste con una distancia de cuatro punto veintiún metros, colindando con inmueble propiedad de Adán Balmore Campos Amaya con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y seis grados cero ocho minutos once segundos Oeste con una distancia de treinta y cinco punto veinticuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Marvin Yohalmo Rivera Rodríguez con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte diecisiete grados treinta y seis minutos diecisiete segundos Este con una distancia de cinco punto cero siete metros, colindando con inmueble propiedad de FRANCO TURCIOS, S.A. DE C.V. y el inmueble propiedad de Gladis Lorena Campos Trejo y Héctor Campos Trejo con Avenida Gerardo Barrios de siete punto treinta y nueve metro de ancho de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,774.795	578,801.269
1	2	S 74°38'43" E	33.86	2	293,765.829	578,833.922
2	3	S 08°20'59" W	4.04	3	293,761.835	578,833.336
3	4	N 76°05'53" W	23.85	4	293,767.567	578,810.180
4	5	N 71°35'14" W	10.68	5	293,770.940	578,800.046
5	1	N 17°36'17" E	4.04	1	293,774.795	578,801.269

PERÍMETRO = 76.48 m ÁREA = 147.56 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 04 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
CARLOS ROBERTO ROSALES FUENTES

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-219

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
21/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Carlos Roberto Rosales Fuentes
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

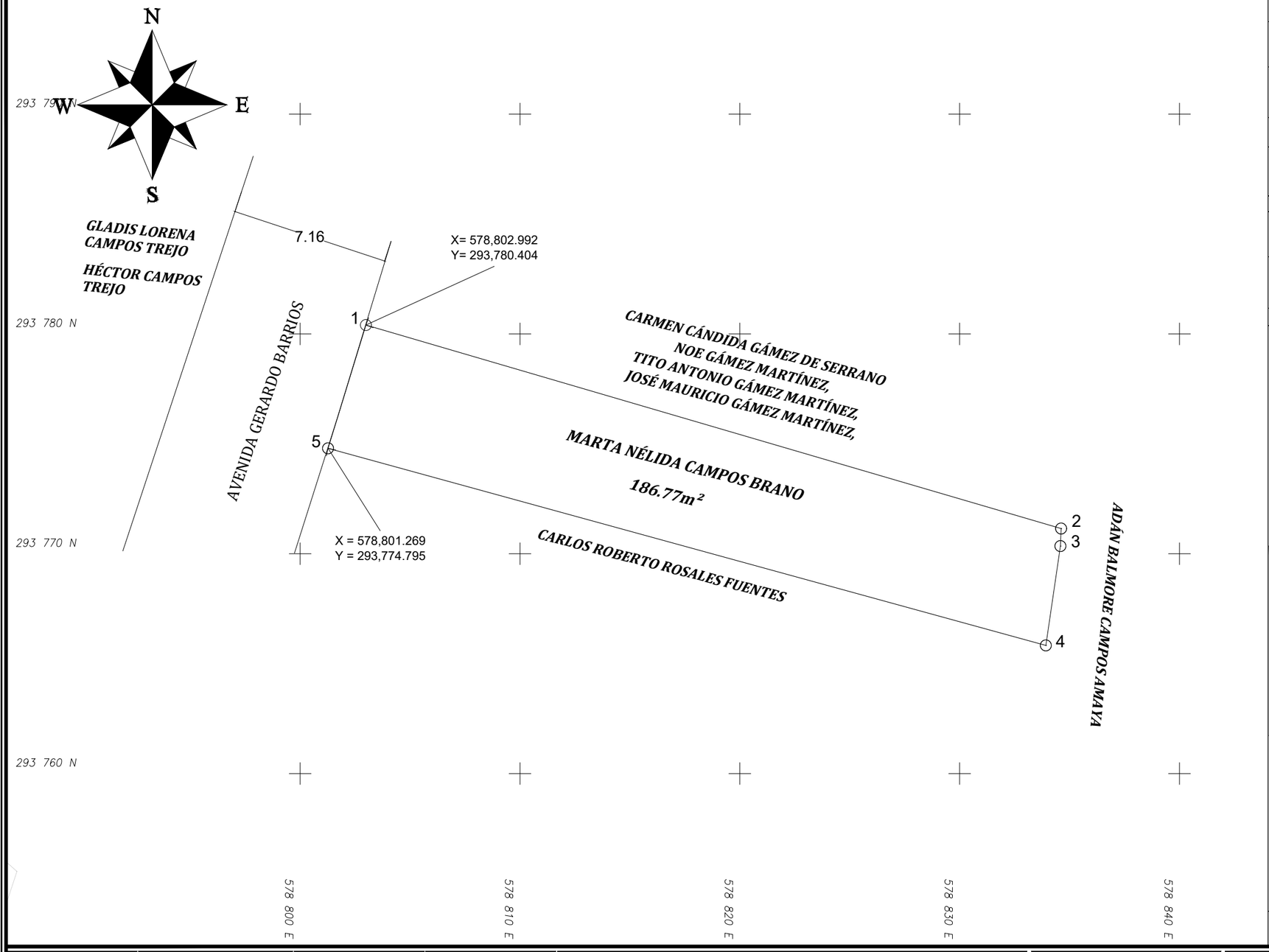
Descripción técnica del inmueble propiedad de Carlos Roberto Rosales Fuentes ubicado en Barrio El Centro Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento cuarenta y siete punto cincuenta y seis metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos setenta y cuatro punto setecientos noventa y cinco metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos uno punto doscientos sesenta y nueve metros.

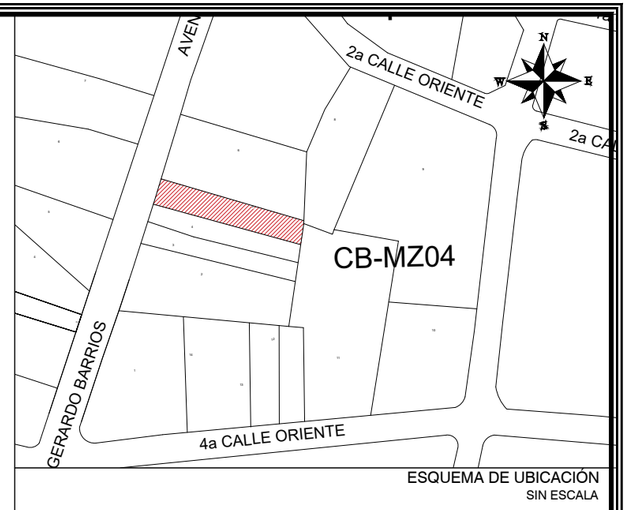
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y cuatro grados treinta y ocho minutos cuarenta y tres segundos Este con una distancia de treinta y tres punto ochenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Marta Nélida Campos Brano con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero ocho grados veinte minutos cincuenta y nueve segundos Oeste con una distancia de cuatro punto cero cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Adán Balmore Campos Amaya con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y seis grados cero cinco minutos cincuenta y tres segundos Oeste con una distancia de veintitrés punto ochenta y cinco metros; Tramo dos, Norte setenta y un grados treinta y cinco minutos catorce segundos Oeste con una distancia de diez punto sesenta y ocho metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Rosa Elizabeth Campos Martínez y Marta Nélida Campos Brano con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte diecisiete grados treinta y seis minutos diecisiete segundos Este con una distancia de cuatro punto cero cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Gladis Lorena Campos Trejo y Héctor Campos Trejo con Avenida Gerardo Barrios de siete punto cincuenta y seis metros de ancho de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,780.404	578,802.992
1	2	S 73°40'49" E	32.95	2	293,771.144	578,834.617
2	3	S 02°19'02" W	0.78	3	293,770.348	578,834.585
3	4	S 08°20'59" W	4.57	4	293,765.829	578,833.921
4	5	N 74°38'43" W	33.86	5	293,774.795	578,801.269
5	1	N 17°04'35" E	5.87	1	293,780.404	578,802.992

PERÍMETRO = 78.05 m ÁREA = 186.77 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMÉRICA — HACIA LA LIBERTAD — POR LA CULTURA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 05 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
MARTA NÉLIDA CAMPOS BRANO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-218

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
22/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Marta Nélida Campos Brano
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Marta Nélida Campos Brano ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento ochenta y seis punto setenta y siete metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos ochenta punto cuatrocientos cuatro metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos dos punto novecientos noventa y dos metros.

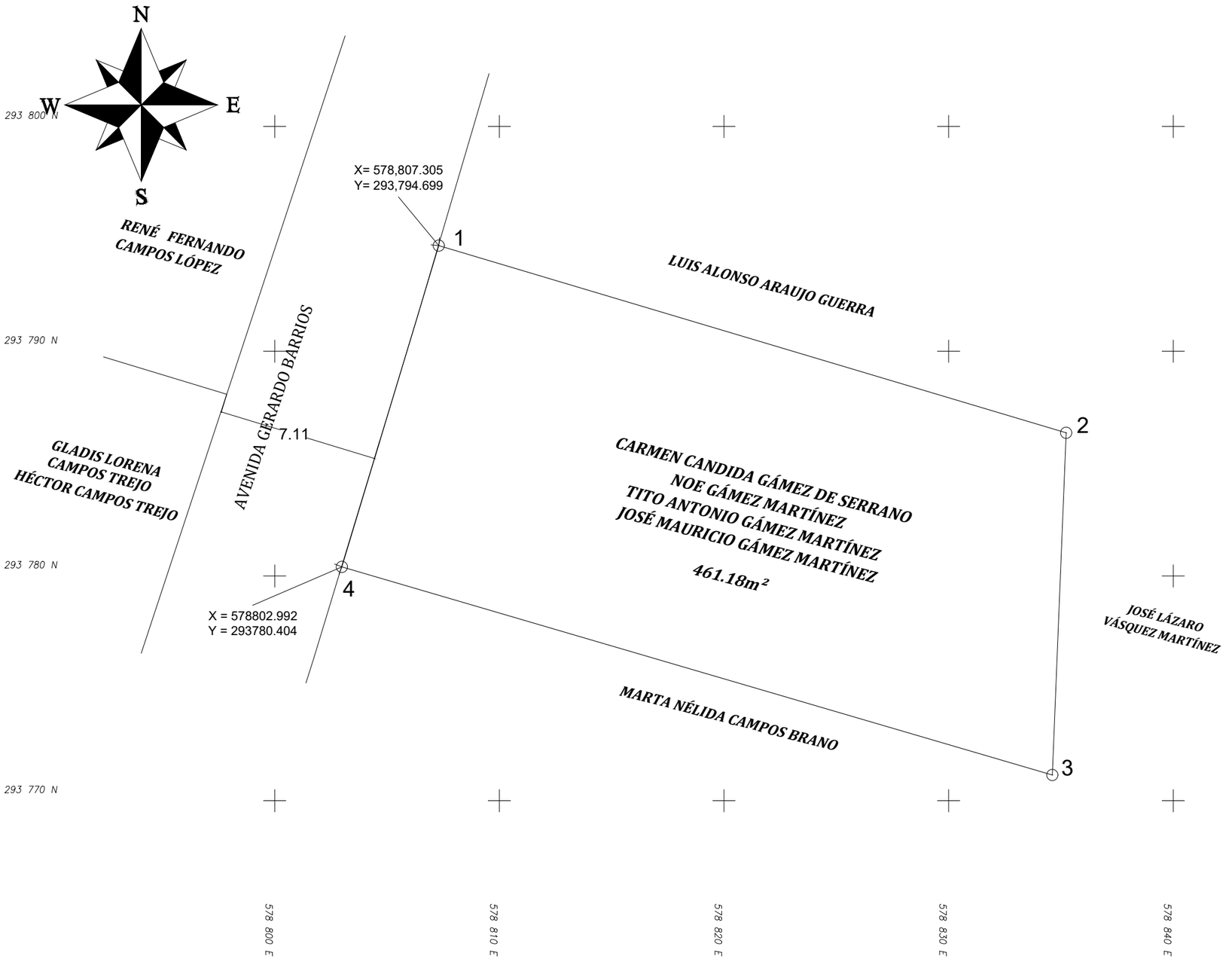
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y tres grados cuarenta minutos cuarenta y nueve segundos Este con una distancia de treinta y dos punto noventa y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Carmen Cándida Gámez de Serrano, Noé Gámez Martínez, Tito Antonio Gámez Martínez y José Mauricio Gámez Martínez con pared de por medio.

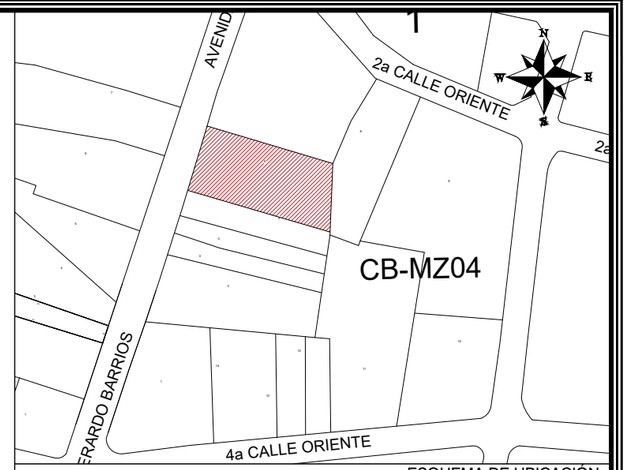
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero dos grados diecinueve minutos cero dos segundos Oeste con una distancia de punto ochenta metros; Tramo dos, Sur cero ocho grados veinte minutos cincuenta y

nueve segundos Oeste con una distancia de cuatro punto cincuenta y siete metros, ambos tramos colindando con inmueble propiedad de Adán Balmore Campos Amaya con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y cuatro grados treinta y ocho minutos cuarenta y tres segundos Oeste con una distancia de treinta y tres punto ochenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Carlos Roberto Rosales Fuentes con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte diecisiete grados cero cuatro minutos treinta y cinco segundos Este con una distancia de cinco punto ochenta y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Gladis Lorena Campos Trejo y Héctor Campos Trejo con Avenida Gerardo Barrios de siete punto dieciséis metros de ancho de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,794.699	578,807.305
1	2	S 73°23'31" E	29.14	2	293,786.369	578,835.233
2	3	S 02°19'02" W	15.24	3	293,771.144	578,834.617
3	4	N 73°40'49" W	32.95	4	293,780.404	578,802.992
4	1	N 16°47'29" E	14.93	1	293,794.699	578,807.306

PERÍMETRO = 92.17 m

ÁREA = 461.18 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 06 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
CARMEN CANDIDA GÁMEZ DE SERRATO, NOE GÁMEZ MARTÍNEZ TITO ANTONIO GÁMEZ MARTÍNEZ, JOSÉ MAURICIO GÁMEZ MARTÍNEZ

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-151

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
23/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Carmen Cándida Gámez de Serrano, Noé Gámez Martínez, Tito Antonio Gámez Martínez y José Mauricio Gámez Martínez
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Carmen Cándida Gámez de Serrano, Noé Gámez Martínez, Tito Antonio Gámez Martínez y José Mauricio Gámez Martínez ubicado en Barrio El Centro Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de cuatrocientos sesenta y uno punto dieciocho metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos noventa y cuatro punto seiscientos noventa y nueve metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos siete punto trecientos cinco metro.

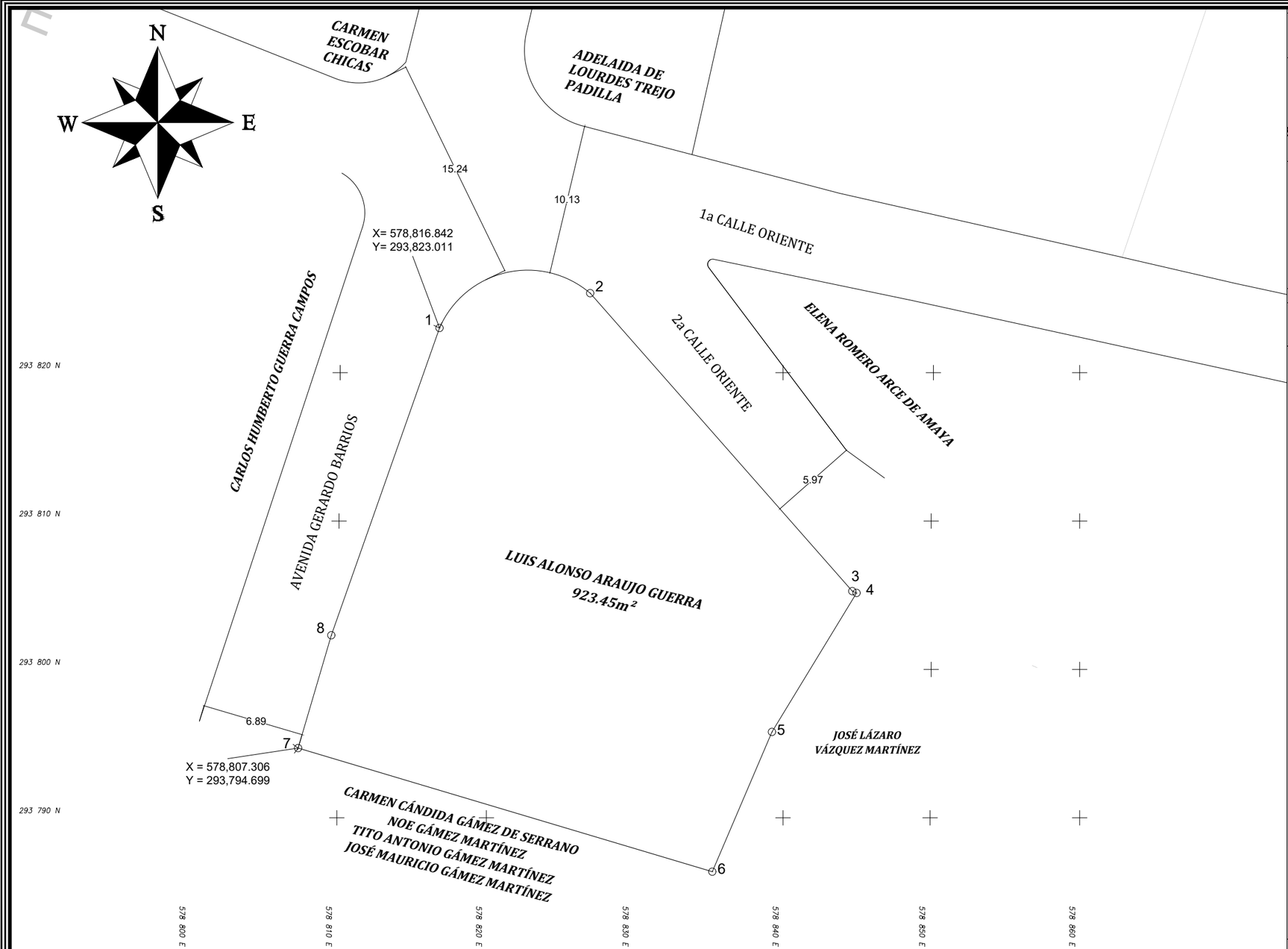
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y tres grados veintitrés minutos treinta y un segundos Este con una distancia de veintinueve punto catorce metros, colindando con inmueble propiedad de Luis Alonso Araujo Guerra con pared de por medio.

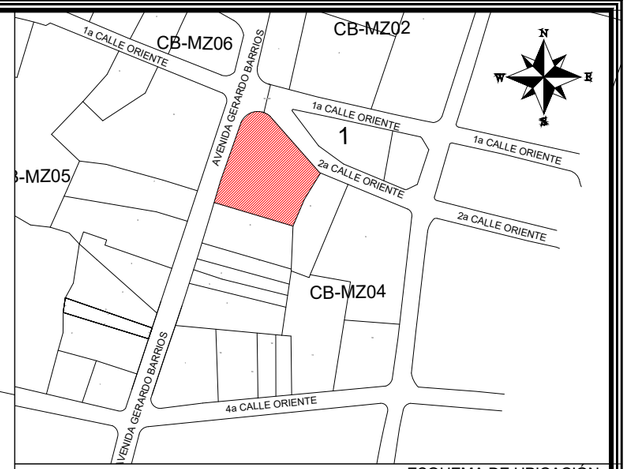
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero dos grados

diecinueve minutos cero dos segundos Oeste con una distancia de quince punto veinticuatro metros, colindando con inmueble propiedad de José Lázaro Vásquez Martínez con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y tres grados cuarenta minutos cuarenta y nueve segundos Oeste con una distancia de treinta y dos punto noventa y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Marta Nélida Campos Brano con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte dieciséis grados cuarenta y siete minutos veintinueve segundos Este con una distancia de catorce punto noventa y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Gladis Lorena Campos Trejo y Héctor Campos y el inmueble propiedad de René Fernando Campos López con Avenida Gerardo Barrios con ancho de siete punto once metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,823.011	578,816.842
1	2	N 77°00'26" E RADIO = 6.48	LONG. CUERDA=10.42 LONG. CURVA=12.11	2	293,820.423	578,822.788
2	3	S 41°20'59" E	26.75	3	293,805.274	578,844.671
3	4	S 67°32'28" E	0.31	4	293,805.154	578,844.961
4	5	S 31°21'36" W	10.97	5	293,795.790	578,839.255
5	6	S 23°06'60" W	10.24	6	293,786.369	578,835.2332
6	7	N 73°23'31" W	29.14	7	293,794.699	578,807.306
7	8	N 16°24'57" E	7.93	8	293,802.304	578,809.546
8	1	N 19°24'33" E	21.95	1	293,823.011	578,816.842

PERÍMETRO = 119.41 m ÁREA = 923.45 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 07 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
LUIS ALONSO ARAUJO GUERRA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-150

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
24/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Luis Alonso Araujo Guerra
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Luis Alonso Araujo Guerra ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Segunda Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de novecientos veintitrés punto cuarenta y cinco metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos veintitrés punto cero once metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos dieciséis punto ochocientos cuarenta y dos metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte setenta y siete grados cero cero minutos veintiséis segundos Este, longitud de cuerda de diez punto cuarenta y dos metros, longitud de curva de doce punto once metros y un radio de seis punto cuarenta y ocho metros, colindando con inmueble propiedad de Carmen Escobar Chicas con la intersección de la Avenida Gerardo Barrios y las Calles Primera Calle Oriente y Segunda Calle Oriente con una distancia de quince punto veinticuatro metros de por medio y con inmueble propiedad de Adelaida de Lourdes Trejo Padilla con la intersección de la Primera Calle Oriente y Segunda Calle Oriente con ancho de diez punto trece metros de por medio; Tramo dos,

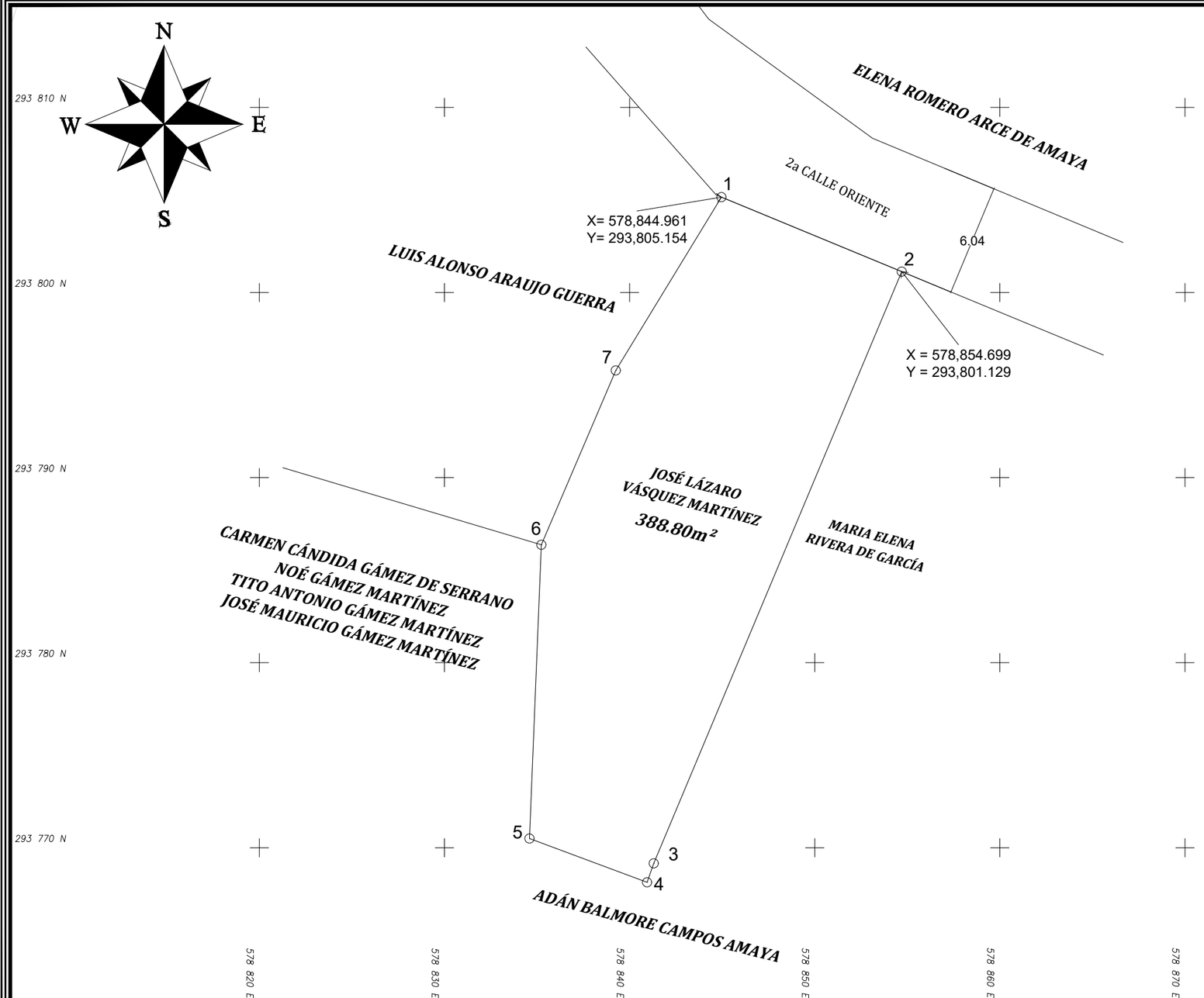
Sur cuarenta y un grados veinte minutos cincuenta y nueve segundos Este con una distancia de veintiséis punto setenta y cinco metros, Tramo tres, Sur sesenta y siete grados treinta y dos minutos veintiocho segundos Este con una distancia de punto treinta y un metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Elena Romero Arce de Amaya con segunda Calle Oriente con ancho de cinco punto noventa y siete metros de por medio.

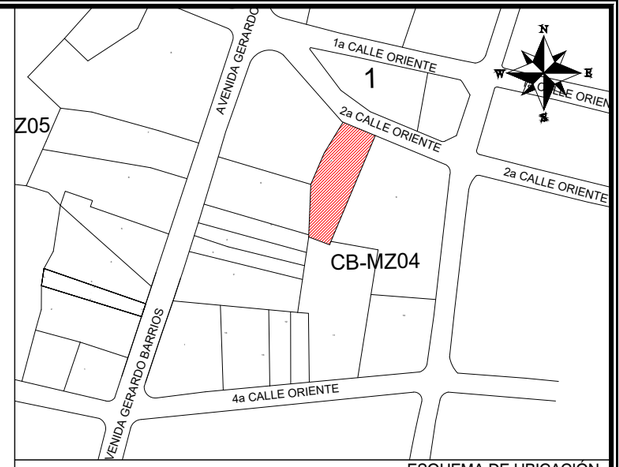
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur treinta y un grados veintiún minutos treinta y seis segundos Oeste con una distancia de diez punto noventa y siete metros; Tramo dos, Sur veintitrés grados cero siete minutos cero cero segundos Oeste con una distancia de diez punto veinticuatro metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de José Lázaro Vásquez Martínez con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y tres grados veintitrés minutos treinta y un segundos Oeste con una distancia de veintinueve punto catorce metros, colindando con inmueble propiedad de Carmen Cándida Gámez Serrano, Noe Gámez Martínez, Tito Antonio Gámez Martínez y José Mauricio Gámez Martínez con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte dieciséis grados veinticuatro minutos cincuenta y siete segundos Este con una distancia de siete punto noventa y tres metros; Tramo dos, Norte diecinueve grados veinticuatro minutos treinta y tres segundos Este con una distancia de veintiún punto noventa y cinco metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Carlos Humberto Guerra Campos con Avenida Gerardo Barrios con ancho de seis punto

ochenta y nueve metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,805.154	578,844.961
1	2	S 67°32'28" E	10.54	2	293,801.129	578,854.699
2	3	S 22°43'51" W	34.66	3	293,769.157	578,841.305
3	4	S 19°22'33" W	1.09	4	293,768.133	578,840.944
4	5	N 69°34'27" W	6.78	5	293,770.499	578,834.591
5	6	N 02°19'02" E	15.88	6	293,786.369	578,835.233
6	7	N 23°07'00" E	10.24	7	293,795.7900	578,839.2548
7	1	N 31°21'36" E	10.97	1	293,805.1537	578,844.9614

PERÍMETRO = 90.16 m

ÁREA = 388.80 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 08 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
JOSÉ LÁZARO VÁSQUEZ MARTÍNEZ

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-152

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:250

HOJA:
25/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: José Lázaro Vásquez Martínez

LUGAR: Barrio El Centro, 2a Calle Oriente

MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de José Lázaro Vásquez Martínez ubicado en Barrio El Centro, Segunda Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos ochenta y ocho punto ochenta metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos cinco punto ciento cincuenta y cuatro metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos cuarenta y cuatro punto novecientos sesenta y un metros.

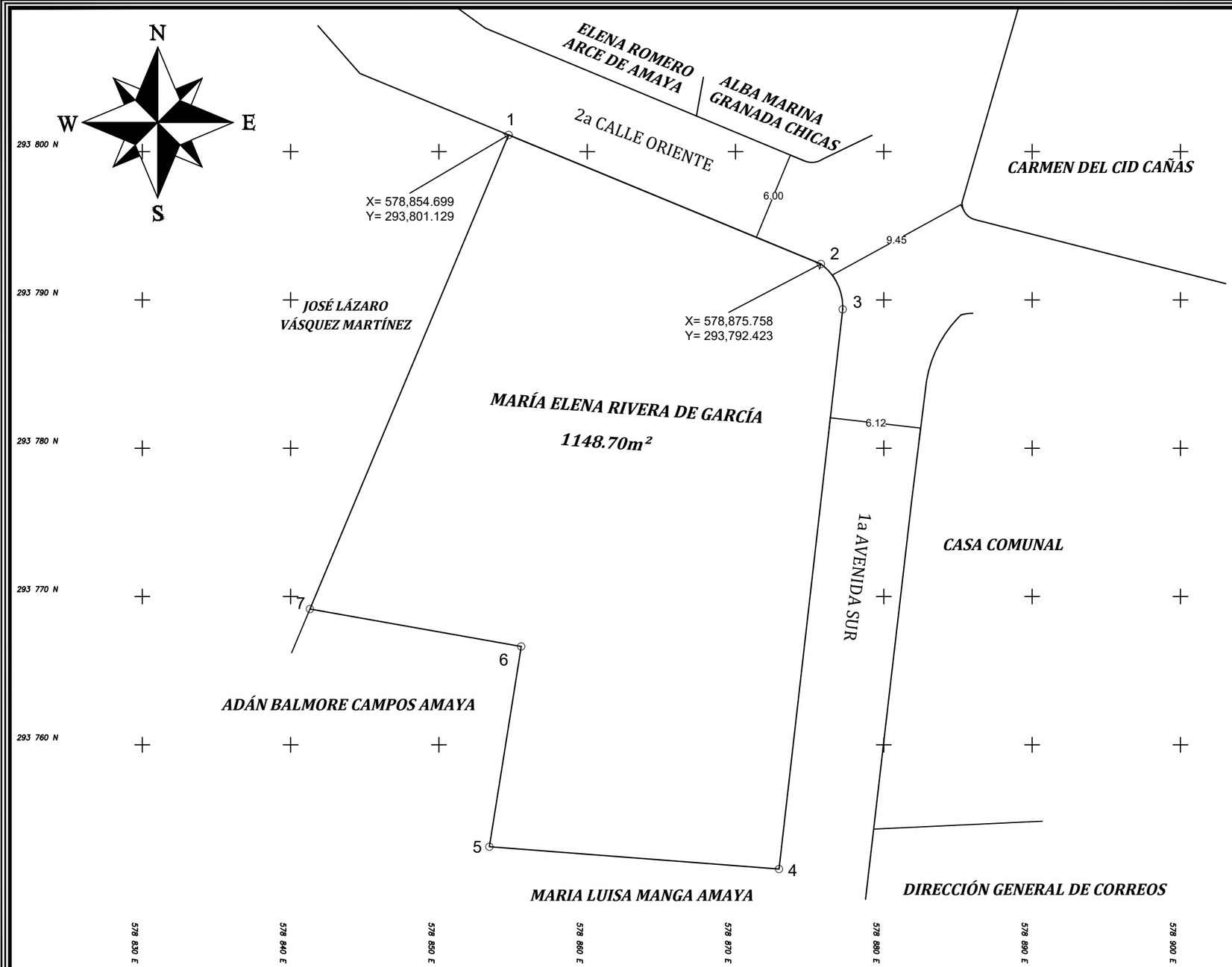
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y siete grados treinta y dos minutos veintiocho segundos Este con una distancia de diez punto cincuenta y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Elena Romero Arce de Amaya con Segunda Calle Oriente con ancho de seis punto cero cuatro metros de por medio.

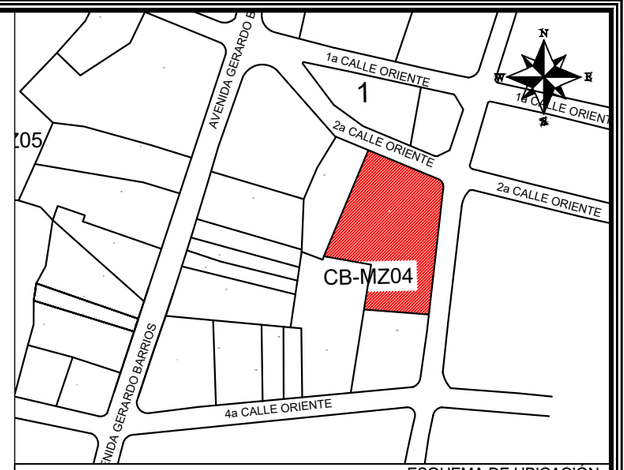
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veintidós grados cuarenta y tres minutos cincuenta y un segundos Oeste con una distancia de treinta y cuatro punto sesenta y seis metros; Tramo dos, Sur diecinueve grados veintidós minutos treinta y tres segundos Oeste con una distancia de uno punto

cero nueve metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de María Elena Rivera García con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y nueve grados treinta y cuatro minutos veintisiete segundos Oeste con una distancia de seis punto setenta y ocho metros, colindando con inmueble propiedad de Adán Balmore Campos Amaya con pared de por medio

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cero dos grados diecinueve minutos cero dos segundos Este con una distancia de quince punto ochenta y ocho metros, colindando con el inmueble propiedad de Carmen Cándida Gámez de Serrano, Noé Gámez Martínez, Tito Antonio Gámez Martínez y José Mauricio Gámez Martínez con pared de por medio. Tramo dos, Norte veintitrés grados cero siete minutos cero cero segundos Este con una distancia de diez punto veinticuatro metros; Tramo tres, Norte treinta y un grados veintiún minutos treinta y seis segundos Este con una distancia de diez punto noventa y siete metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Luis Alonso Araujo Guerra con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m) Y	X
				1	293,801.129	578,854.699
1	2	S 67°32'28" E	22.79	2	293,792.423	578,875.758
2	3	S 25°35'34" E RADIO = 3.57	LONG. CUERDA=3.39 LONG. CURVA=3.54	3	293,789.537	578,873.660
3	4	S 06°29'05" W	37.98	4	293,751.623	578,872.934
4	5	N 85°35'53" W	19.59	5	293,753.126	578,853.402
5	6	N 09°02'45" E	13.67	6	293,766.631	578,855.552
6	7	N 79°56'46" W	14.47	7	293,769.157	578,841.305
7	1	N 22°43'51" E	34.66	1	293,801.129	578,854.699

PERÍMETRO = 146.70 m ÁREA = 1,148.70 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 09 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
MARÍA ELENA RIVERA DE GARCÍA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-101

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:300

HOJA:
26/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: María Elena Rivera de García
LUGAR: Barrio El Centro, 2a Calle Oriente y 1a Avenida Sur
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de María Elena Rivera de García ubicado en Barrio El Centro 2a Calle Oriente y 1a Avenida Sur, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de mil ciento cuarenta y ocho punto setenta metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos un punto ciento veintinueve metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos cincuenta y cuatro punto seiscientos noventa y nueve metros.

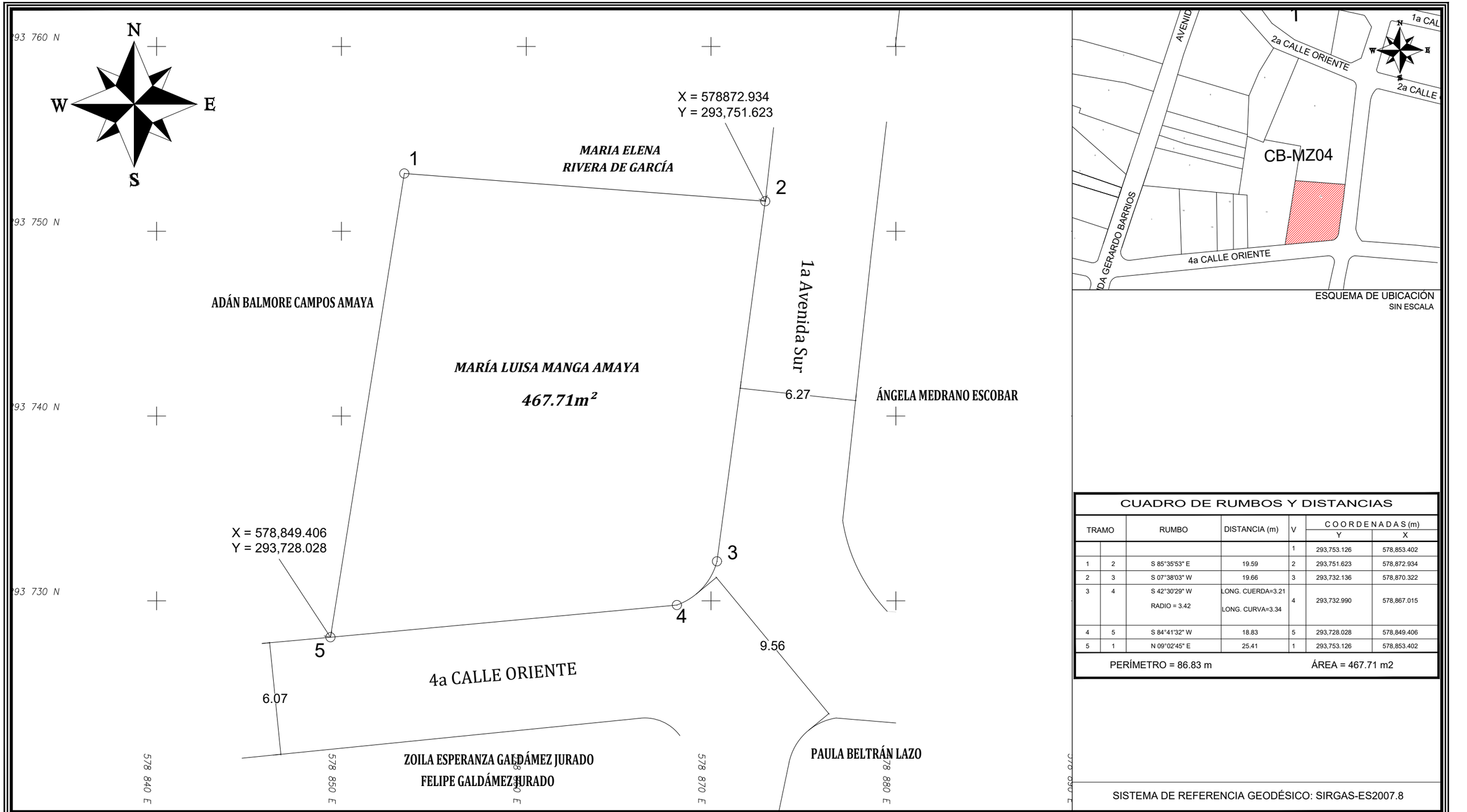
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y siete grados treinta y dos minutos veintiocho segundos Este con una distancia de veintidós punto setenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Elena Romero Arce de Amaya y el inmueble propiedad de Alba Marina Granada Chicas con Segunda Calle Oriente con seis metros de por medio; Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur veinticinco grados treinta y cinco minutos treinta y cuatro segundos Este y con longitud de cuerda de tres punto treinta y nueve metros, con una longitud de curva de tres punto cincuenta y cuatro metros, radio de tres punto cincuenta y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Carmen del Cid Cañas con intersección de Segunda Calle

Oriente y Primera Avenida Sur con una distancia de nueve punto cuarenta y cinco metros de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero seis grados veintinueve minutos cero cinco segundos Oeste con una distancia de treinta y siete punto noventa y ocho metros, colindando con inmueble denominado Casa Comunal propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios y el inmueble propiedad de Dirección General de Correos con Primera Avenida Sur con ancho de seis punto doce metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte ochenta y cinco grados treinta y cinco minutos cincuenta y tres segundos Oeste con una distancia de diecinueve punto cincuenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de María Luisa Manga Amaya con pared de por medio; Tramo dos, Norte cero nueve grados cero dos minutos cuarenta y cinco segundos Este con una distancia de trece punto sesenta y siete metros; Tramo tres, Norte setenta y nueve grados cincuenta y seis minutos cuarenta y seis segundos Oeste con una distancia de catorce punto cuarenta y siete metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Adán Balmore Campos Amaya con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintidós grados cuarenta y tres minutos cincuenta y un segundos Este con una distancia de treinta y cuatro punto sesenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de José Lázaro Vásquez Martínez con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.



ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,753.126	578,853.402
1	2	S 85°35'53" E	19.59	2	293,751.623	578,872.934
2	3	S 07°38'03" W	19.66	3	293,732.136	578,870.322
3	4	S 42°30'29" W RADIO = 3.42	LONG. CUERDA=3.21 LONG. CURVA=3.34	4	293,732.990	578,867.015
4	5	S 84°41'32" W	18.83	5	293,728.028	578,849.406
5	1	N 09°02'45" E	25.41	1	293,753.126	578,853.402

PERÍMETRO = 86.83 m ÁREA = 467.71 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 10 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
MARÍA LUISA MANGA AMAYA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-102

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
27/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: María Luisa Manga Amaya
LUGAR: Barrio El Centro, 4a Calle Oriente y 1a Avenida Sur
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

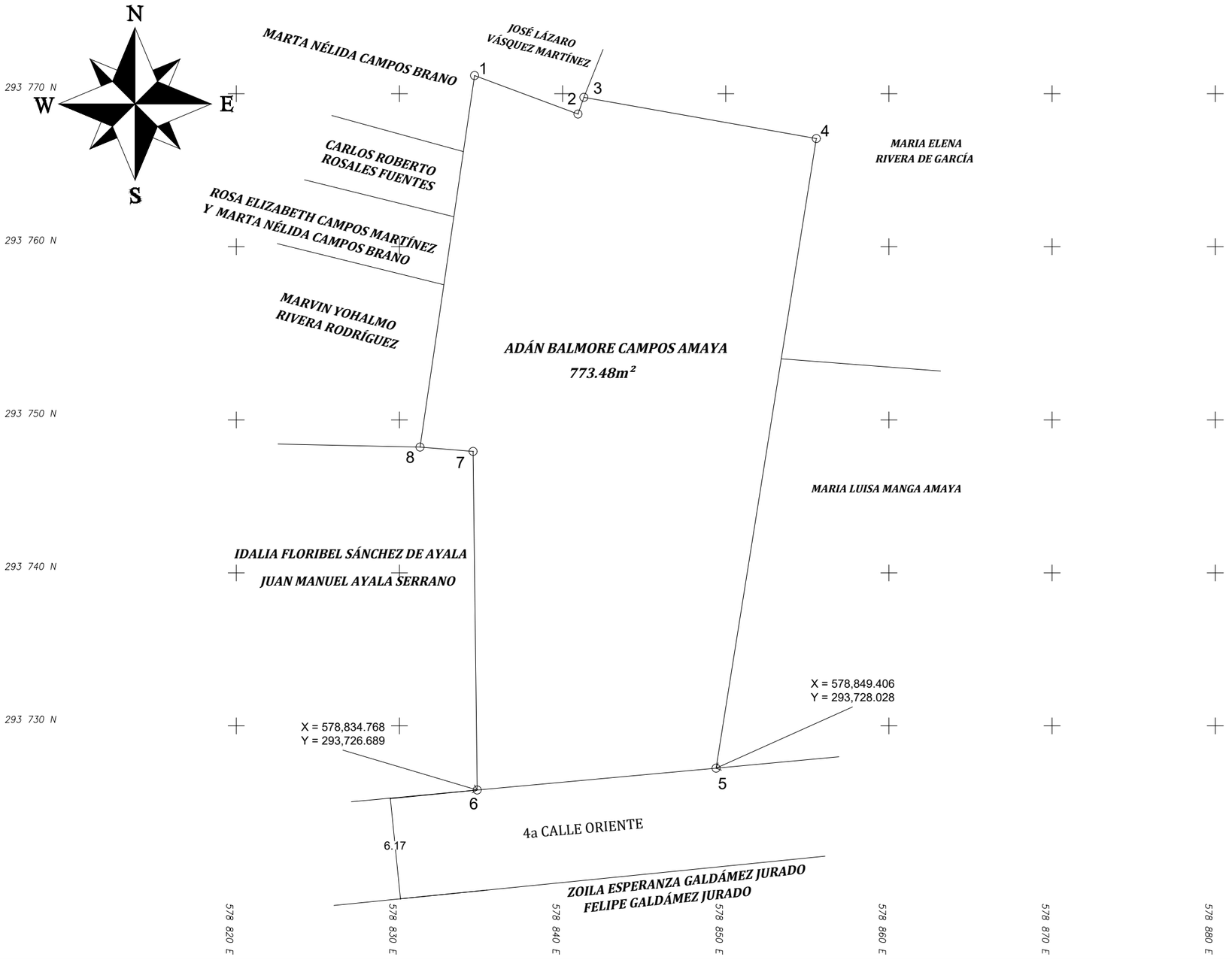
Descripción técnica del inmueble propiedad de María Luisa Manga Amaya ubicado en Barrio El Centro Cuarta Calle Oriente y Primera Avenida Sur, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de cuatrocientos sesenta y siete punto setenta y un metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cincuenta y tres punto ciento veintiséis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos cincuenta y tres punto cuatrocientos dos metros.

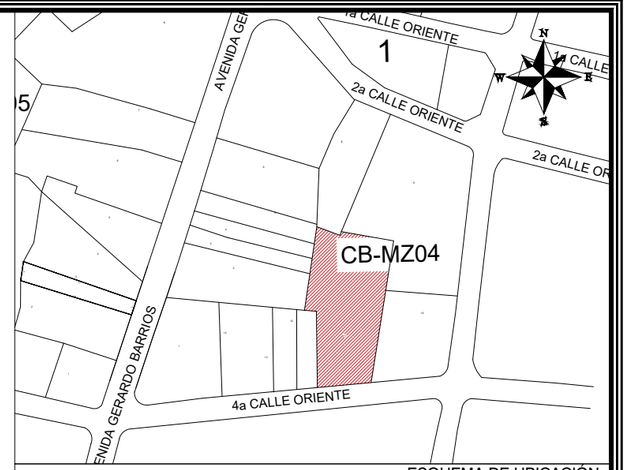
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y cinco grados treinta y cinco minutos cincuenta y tres segundos Este con una distancia de diecinueve punto cincuenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de María Elena Rivera de García con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero siete grados treinta y ocho minutos cero tres segundos Oeste con una distancia de diecinueve punto sesenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Ángela Medrano Escobar con Primera Avenida Sur con ancho de seis punto veintisiete metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur cuarenta y dos grados treinta minutos veintinueve segundos Oeste con longitud de cuerda de tres punto veintiún metros, longitud de curva de tres punto treinta y cuatro metros y un radio de tres punto cuarenta y dos metros, colindando con inmueble propiedad de Paula Beltrán Lazo mediante la intersección de la Primera Avenida Sur y la Cuarta Calle Oriente con una distancia de nueve punto cincuenta y seis metros de por medio; Tramo dos, Sur ochenta y cuatro grados cuarenta y un minutos treinta y dos segundos Oeste con una distancia de dieciocho punto ochenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Zoila Esperanza Galdámez Jurado y Felipe Galdámez Jurado con Cuarta Calle Oriente con ancho de seis punto siete metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cero nueve grados cero dos minutos cuarenta y cinco segundos Este con una distancia de veinticinco punto cuarenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Adán Balmore Campos Amaya con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,770.493	578,834.606
1	2	S 69°34'27" E	6.76	2	293,768.133	578,840.944
2	3	N 19°22'33" E	1.09	3	293,769.156	578,841.305
3	4	S 79°56'46" E	14.47	4	293,766.631	578,855.552
4	5	S 09°02'45" W	39.09	5	293,728.028	578,849.406
5	6	S 84°46'26" W	14.70	6	293,726.689	578,834.768
6	7	N 00°41'57" W	20.76	7	293,747.448	578,834.515
7	8	N 85°19'47" W	3.26	8	293,747.713	578,831.263
8	1	N 08°20'59" E	23.02	1	293,770.493	578,834.606

PERÍMETRO = 123.15 m ÁREA = 773.48 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 11 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ADÁN BALMORE CAMPOS AMAYA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-153

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:275

HOJA:
28/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Adán Balmore Campos Amaya

LUGAR: Barrio El Centro, 4a Calle Oriente

MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Adán Balmore Campos Amaya ubicado en Barrio El Centro Cuarta Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de setecientos setenta y tres punto cuarenta y ocho metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos setenta punto cuatrocientos noventa y tres metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos treinta y cuatro punto seiscientos seis metros.

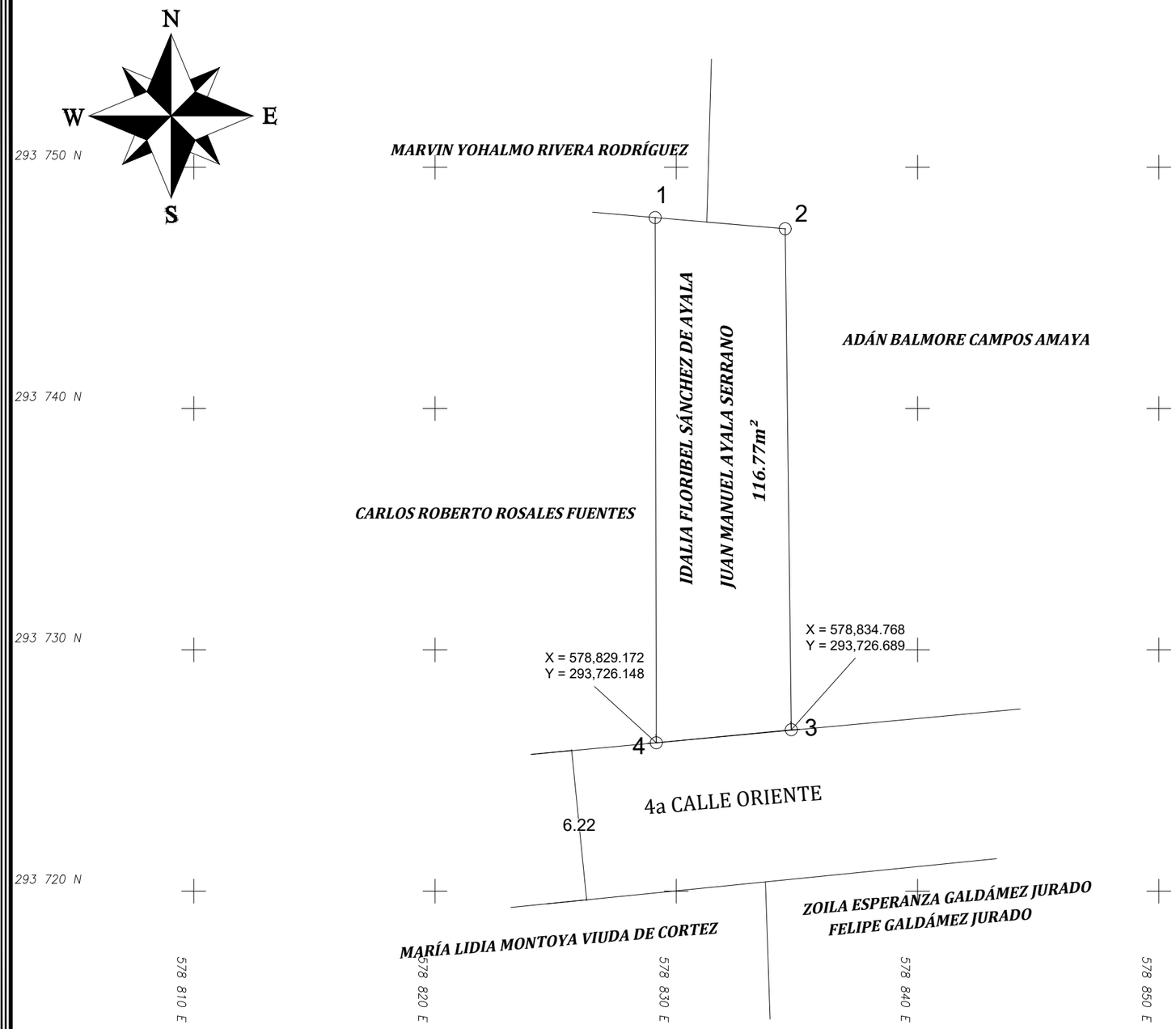
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y nueve grados treinta y cuatro minutos veintisiete segundos Este con una distancia de seis punto setenta y seis metros; Tramo dos, Norte diecinueve grados veintidós minutos treinta y tres segundos Este con una distancia de un punto cero nueve metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de José Lazaro Vasquez Martínez con pared de por medio; Tramo tres, Sur setenta y nueve grados cincuenta y seis minutos cuarenta y seis segundos Este con una distancia de catorce punto cuarenta y siete metros, colindando con inmueble propiedad de María Elena Rivera de García con pared de por medio.

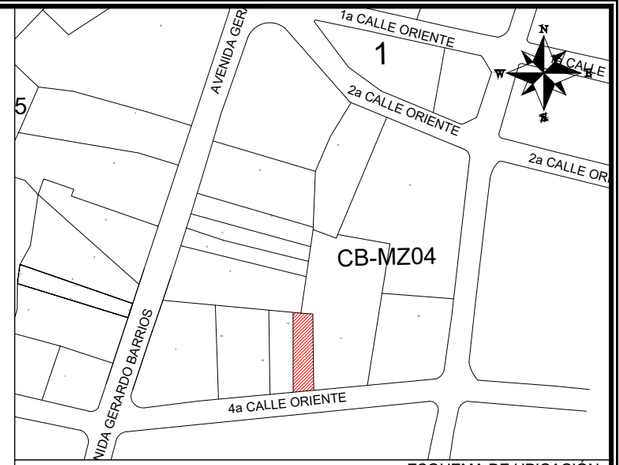
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero nueve grados cero dos minutos cuarenta y cinco segundos Oeste con una distancia de treinta y

nueve punto cero nueve metros, colindando con inmueble propiedad de María Elena Rivera de García y el inmueble propiedad de María Luisa Manga Amaya con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y cuatro grados cuarenta y seis minutos veintiséis segundos Oeste con una distancia de catorce punto setenta metros, colindando con inmueble propiedad de Zoila Esperanza Galdámez Jurado y Felipe Galdámez Jurado con Cuarta Calle Oriente con ancho de seis punto diecisiete metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cero cero grados cuarenta y un minutos cincuenta y siete segundos Oeste con una distancia de veinte punto setenta y seis metros; Tramo dos, Norte ochenta y cinco grados diecinueve minutos cuarenta y siete segundos Oeste con una distancia de tres punto veintiséis metros, colindando ambos tramos con el inmueble propiedad de Idalia Floribel Sánchez de Ayala y Juan Manuel Ayala Serrano con pared de por medio; Tramo tres, Norte cero ocho grados veinte minutos cincuenta y nueve segundos Este con una distancia de veintitrés punto cero dos metros, colindando con inmueble propiedad de Marvin Yohalmo Rivera Rodríguez, inmueble propiedad de Rosa Elizabeth Campos Martínez y Marta Nélida Campos Brano, inmueble propiedad de Carlos Roberto Rosales Fuentes y el inmueble propiedad de Marta Nélida Campos Brano con pared de por medio en todos los inmuebles. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,747.911	578,829.127
1	2	S 85°04'44" E	5.41	2	293,747.446	578,834.514
2	3	S 00°41'57" E	20.76	3	293,726.689	578,834.768
3	4	S 84°28'42" W	5.62	4	293,726.148	578,829.172
4	1	N 00°07'03" W	21.76	1	293,747.911	578,829.127

PERÍMETRO = 53.55 m ÁREA = 116.77 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR – CENTRO AMÉRICA	PROYECTO: ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL	PRESENTA: BR. MARCELO GUERRERO BR. JOSÉ LUIS URÍAS BR. FERNANDO JOVEL BR. LEONARDO CASTILLO	DOCENTE: ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA	CONTENIDO: PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 12 CB-MZ 04 PROPIETARIO DEL INMUEBLE: IDALIA FLORIBEL SANCHEZ DE AYALA Y JUAN MANUEL AYALA SERRANO	CÓDIGO CATASTRAL: 1257312165-200 MATRICULA DEL INMUEBLE: N/A DIBUJÓ: GRUPO DE TESIS	FIRMA Y SELLO DE APROBADO:	FECHA: ABRIL 2026 ESCALA: 1:200 HOJA: 29/65 CORRELATIVO: PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Idalia Floribel Sánchez de Ayala y Juan Manuel Ayala Serrano
LUGAR: Barrio El Centro, 4a Calle Oriente
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

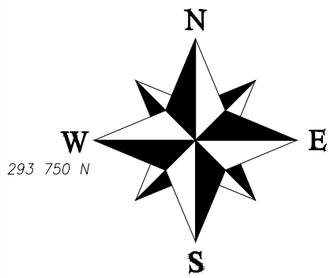
Descripción técnica del inmueble propiedad de Idalia Floribel Sánchez de Ayala y Juan Manuel Ayala Serrano ubicado en Barrio El Centro Cuarta Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento dieciséis punto setenta y siete metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cuarenta y siete punto novecientos once metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos veintinueve punto ciento veintisiete metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y cinco grados cero cuatro minutos cuarenta y cuatro segundos Este con una distancia de cinco punto cuarenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Marvin Yohalmo Rivera Rodríguez y el inmueble propiedad de Adán Balmore Campos Amaya con pared de por medio en ambos inmuebles.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero cero grados cuarenta y un minutos cincuenta y siete segundos Este con una distancia de veinte punto setenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Adán Balmore Campos Amaya con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y cuatro grados veintiocho minutos cuarenta y dos segundos Oeste con una distancia de cinco punto sesenta y dos metros, colindando con inmueble propiedad de Zoila Esperanza Galdámez Jurado y Felipe Galdámez Jurado y el inmueble propiedad de María Lidia Montoya Viuda de Cortez con Cuarta Calle Oriente con ancho de seis punto veintidós metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cero cero grados cero siete minutos cero tres segundos Oeste con una distancia de veintiún punto setenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Carlos Roberto Rosales Fuentes con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.



293 750 N

293 740 N

293 730 N

293 720 N

578 810 E

578 820 E

578 830 E

578 840 E

578 850 E

MARVIN YOHALMO RIVERA RODRÍGUEZ

FLORINDA EVANGELINA CAMPOS DE AMAYA

IDALIA FLORIBEL SÁNCHEZ DE AYALA
JUAN MANUEL AYALA SERRANO

CARLOS ROBERTO ROSALES FUENTES

144.49m²

1

2

3

4

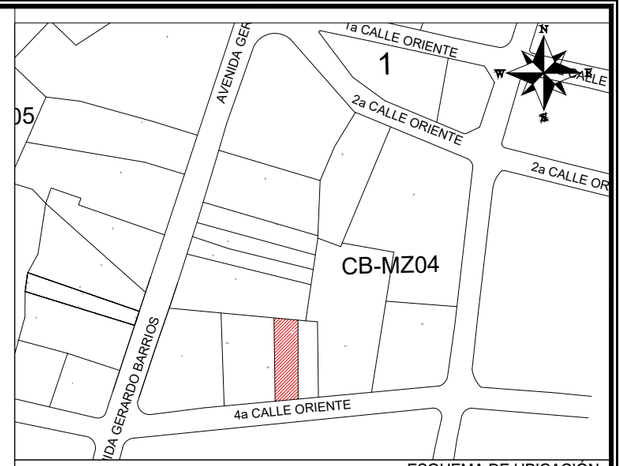
X = 578,822.851
Y = 293,725.560

X = 578,829.172
Y = 293,726.148

6.27

4a CALLE ORIENTE

MARÍA LIDIA MONTOYA VIUDA DE CORTEZ



ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,748.524	578,822.526
1	2	S 84°41'49" E	6.63	2	293,747.911	578,829.127
2	3	S 00°07'03" E	21.76	3	293,726.148	578,829.172
3	4	S 84°41'32" W	6.35	4	293,725.560	578,822.851
4	1	N 00°48'40" W	22.97	1	293,748.524	578,822.526

PERÍMETRO = 57.51 m

ÁREA = 144.49 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 13 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
CARLOS ROBERTO ROSALES FUENTES

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-221

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
30/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Carlos Roberto Rosales Fuentes
LUGAR: Barrio El Centro, 4a Calle Oriente
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Carlos Roberto Rosales Fuentes ubicado en Barrio El Centro Cuarta Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento cuarenta y cuatro punto cuarenta y nueve metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cuarenta y ocho punto quinientos veinticuatro metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos veintidós punto quinientos veintiséis metros.

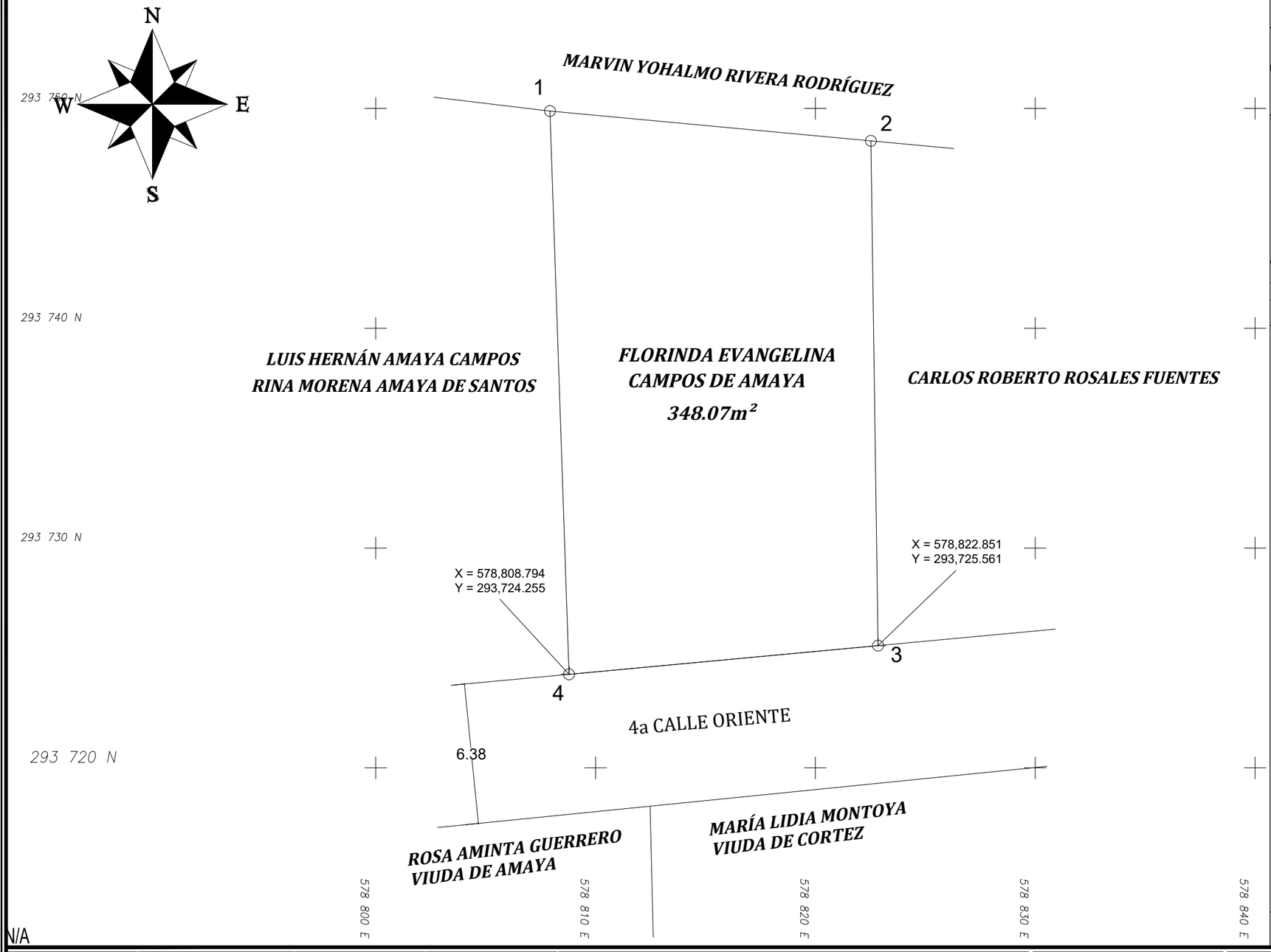
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y cuatro grados cuarenta y un minutos cuarenta y nueve segundos Este con una distancia de seis punto sesenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Marvin Yohalmo Rivera Rodríguez con pared de por medio.

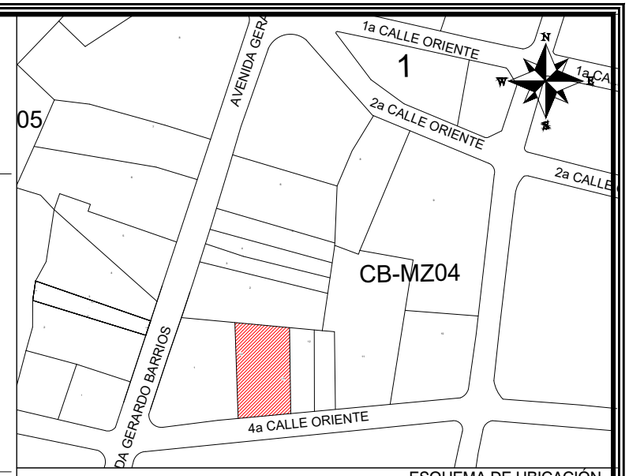
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero cero grados cero siete minutos cero tres segundos Este con una distancia de veintiún punto setenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Idalia Floribel Sánchez de Ayala y Juan Manuel Ayala Serrano con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y cuatro grados cuarenta y un minutos treinta y dos segundos Oeste con una distancia de seis punto treinta y cinco

metros, colindando con inmueble propiedad de María Lidia Montoya Viuda de Cortez con Cuarta Calle Oriente con ancho de seis punto veintisiete metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cero cero grados cuarenta y ocho minutos cuarenta segundos Oeste con una distancia de veintidós punto noventa y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Florinda Evangelina Campos de Amaya con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,749.879	578,807.925
1	2	S 84°41'49" E	14.66	2	293,748.524	578,822.525
2	3	S 00°48'40" E	22.97	3	293,725.561	578,822.851
3	4	S 84°41'32" W	14.12	4	293,724.255	578,808.794
4	1	N 01°56'30" W	25.64	1	293,749.879	578,807.925

PERÍMETRO = 77.38 m ÁREA = 348.07 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

N/A

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 14 CB-MZ 04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
FLORINDA EVANGELINA CAMPOS DE AMAYA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-154

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
30/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Florinda Evangelina Campos de Amaya
LUGAR: Barrio El Centro, 4a Calle Oriente
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

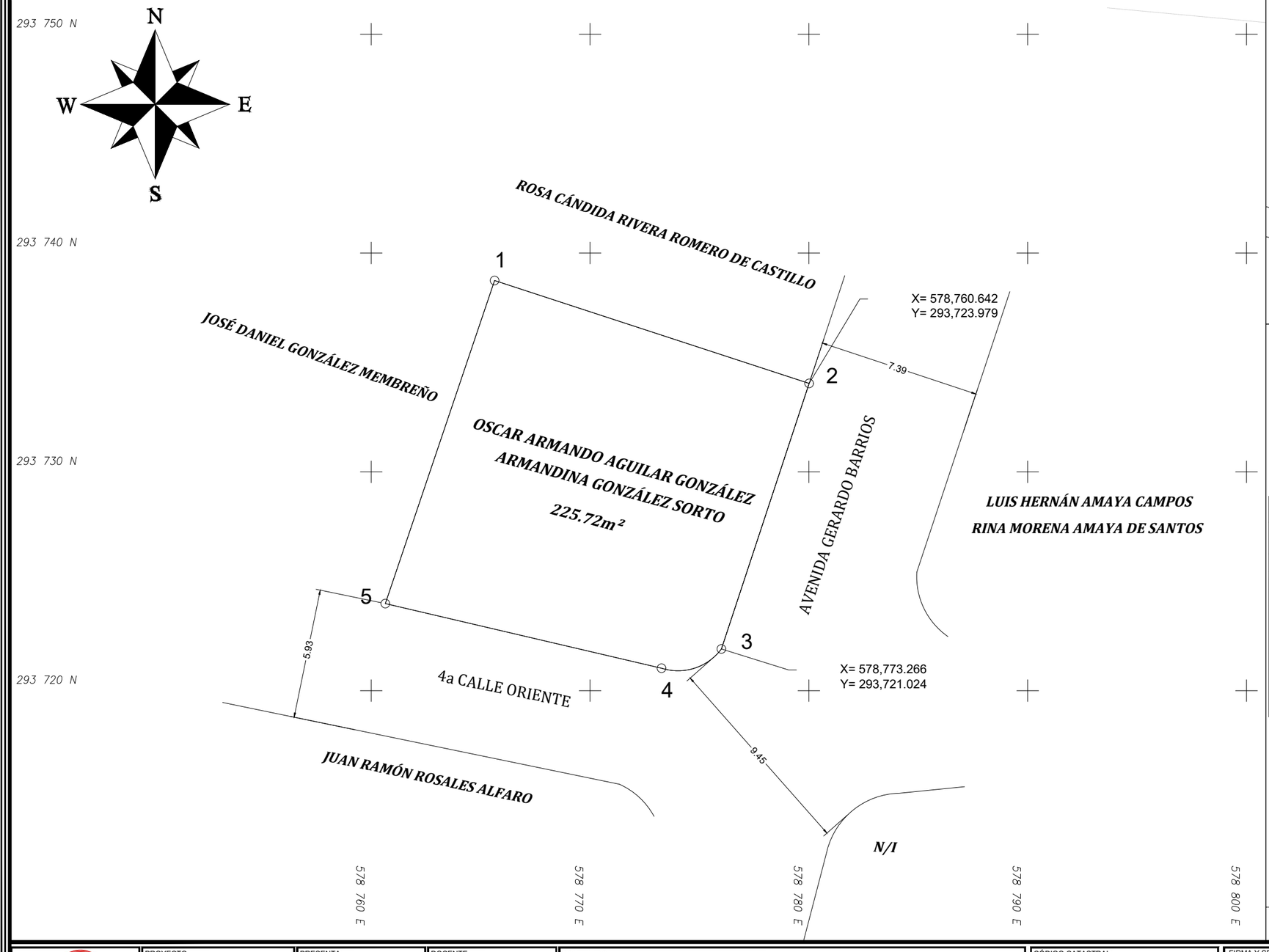
Descripción técnica del inmueble propiedad de Florinda Evangelina Campos de Amaya ubicado en Barrio El Centro Cuarta Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos cuarenta y ocho punto cero siete metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cuarenta y nueve punto ochocientos setenta y nueve metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos siete punto novecientos veinticinco metros.

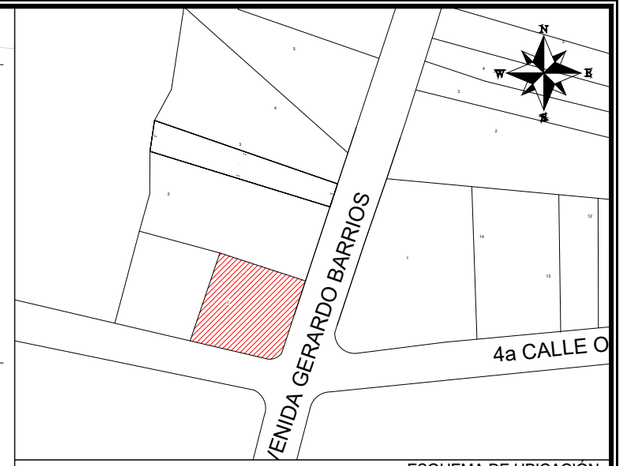
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y cuatro grados cuarenta y un minutos cuarenta y nueve segundos Este con una distancia de catorce punto sesenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Marvin Yohalmo Rivera Rodríguez con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero cero grados cuarenta y ocho minutos cuarenta segundos Este con una distancia de veintidós punto noventa y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Carlos Roberto Rosales Fuentes con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y cuatro grados cuarenta y un minutos treinta y dos segundos Oeste con una distancia de catorce punto doce metros, colindando con inmueble propiedad de María Lidia Montoya Viuda de Cortez y el inmueble propiedad de Rosa Aminta Guerrero Viuda de Amaya con Cuarta Calle Oriente con ancho de seis punto treinta y ocho metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cero un grados cincuenta y seis minutos treinta segundos Oeste con una distancia de veinticinco punto sesenta y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Luis Hernán Amaya campos y Rina Morena Amaya de Santos con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,738.743	578,765.637
1	2	S 18°41'22" W	15.59	2	293,723.979	578,760.642
2	3	S 76°49'41" E	12.97	3	293,721.024	578,773.266
3	4	N 72°09'32" E RADIO = 2.46	LONG. CUERDA=2.87 LONG. CURVA=3.07	4	293,723.370	578,774.021
4	5	N 18°16'53" E	12.78	5	293,734.039	578,780.011
5	1	N 71°52'50" W	15.12	1	293,738.743	578,765.637

PERÍMETRO = 59.52 m ÁREA = 225.72 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMÉRICA — HACIA LA LIBERTAD — POR LA CULTURA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 01 CB-MZ 05

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
OSACAR ARMANDO AGUILAR GONZALEZ
ARMANDINA GONZALEZ SORTO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-129

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
32/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Oscar Armando Aguilar González y Armandina González Sorto

LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y 4a Calle Oriente

MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del Inmueble propiedad de Oscar Armando Aguilar González y Armandina González Sorto ubicado en Barrio El Centro Avenida Gerardo Barrios y Cuarta Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de doscientos veinticinco punto setenta y dos metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos treinta y ocho punto setecientos cuarenta y tres metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos sesenta y cinco punto seiscientos treinta y siete metros.

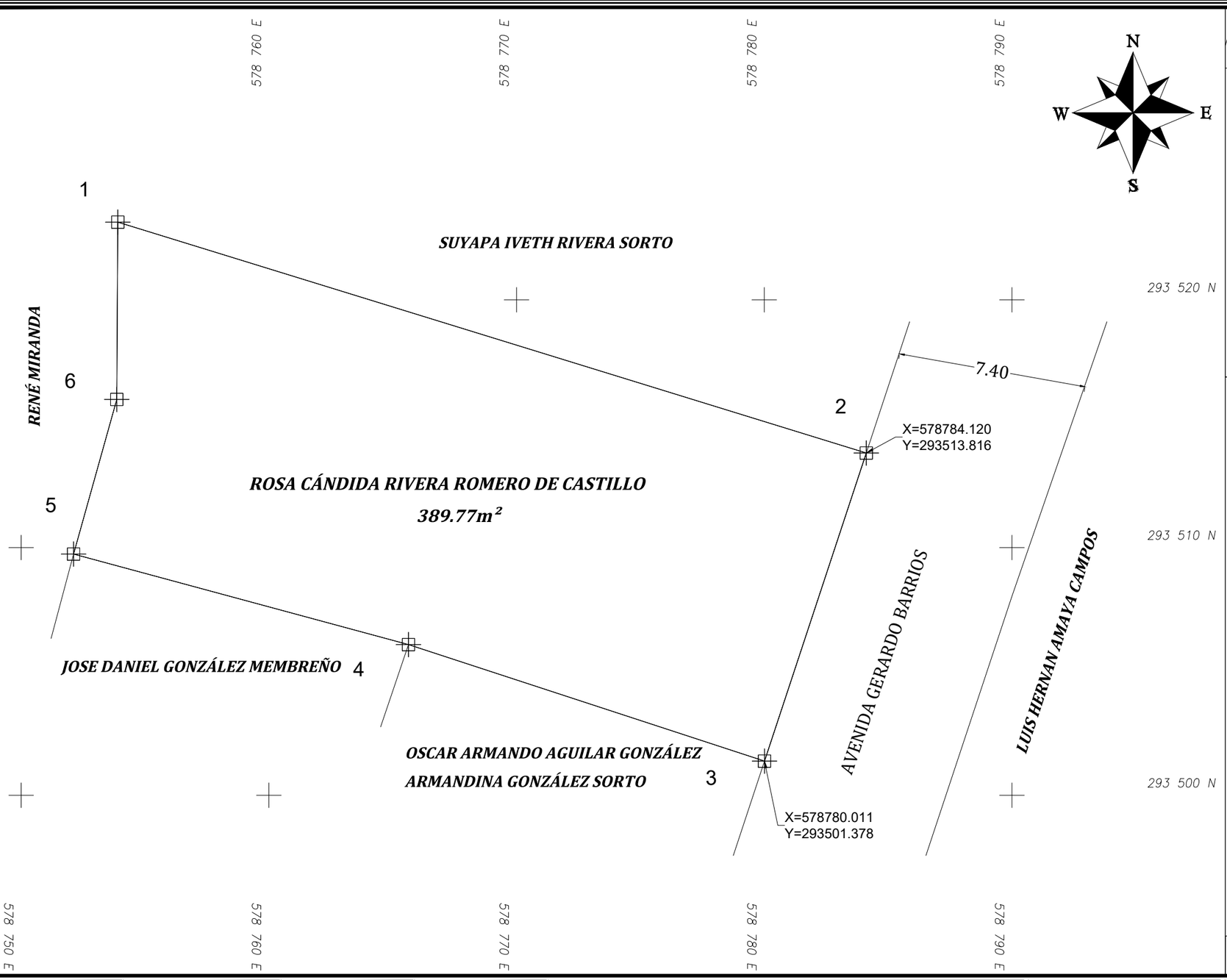
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur dieciocho grados cuarenta y un minutos veintidós segundos Oeste con una distancia de quince punto cincuenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Rosa Cándida Rivera Romero de Castillo con pared de por medio.

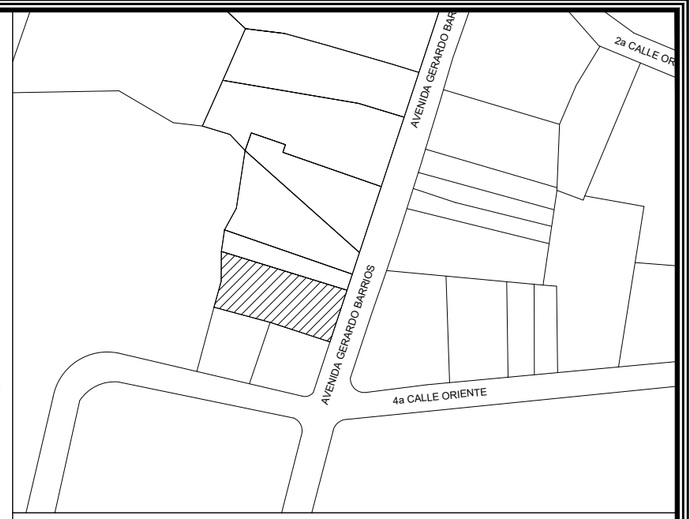
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y seis grados cuarenta y nueve minutos cuarenta y un segundos Este con una distancia de doce punto noventa y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Luis Hernán Amaya Campos y Rina Morena Amaya de Santos con Avenida Gerardo Barrios con ancho de siete punto treinta y nueve metros de por medio; Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de

Norte setenta y dos grados cero nueve segundos treinta y dos segundos Este, longitud de cuerda de dos punto ochenta y siete metros, longitud de curva de tres punto cero siete metros y un radio de dos punto cuarenta y seis metros, colindando con inmueble de propietario no identificado con la intersección de Avenida Gerardo Barrios y Cuarta Calle Oriente con ancho de nueve punto cuarenta y cinco metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte dieciocho grados dieciséis minutos cincuenta y tres segundos Este con una distancia de doce punto setenta y ocho metros, colindando con inmueble propiedad de Juan Ramón Rosales Alfaro con Cuarta Calle Oriente con ancho de cinco punto noventa y tres metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y un grados cincuenta y dos minutos cincuenta segundos Este con una distancia de quince punto doce metros, colindando con inmueble propiedad de José Daniel González Membreño con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,523.141	578,753.902
1	2	S 72°51'29" E	31.62	2	293,513.816	578,784.120
2	3	S 18°16'53" W	13.10	3	293,501.378	578,780.011
3	4	N 71°52'50" W	15.12	4	293,506.084	578,765.645
4	5	N 74°52'14" W	14.01	5	293,509.748	578,752.123
5	6	N 15°36'33" E	6.48	6	293,515.983	578,753.864
6	1	N 00°20'19" E	7.16	1	293,523.145	578,753.901

PERÍMETRO = 87.49 m ÁREA = 389.77 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMÉRICA — HACIA LA LIBERTAD — POR LA CULTURA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CBMZ05-02

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ROSA CÁNDIDA RIVERA ROMERO DE CASTILLO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-128

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
33/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Rosa Cándida Rivera Romero de Castillo
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, Casa S/N
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Rosa Candida Rivera Romero de Castillo ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos ochenta y nueve puntos setenta y siete metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil quinientos veintitrés punto ciento cuarenta y un metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos cincuenta y tres punto novecientos dos metros.

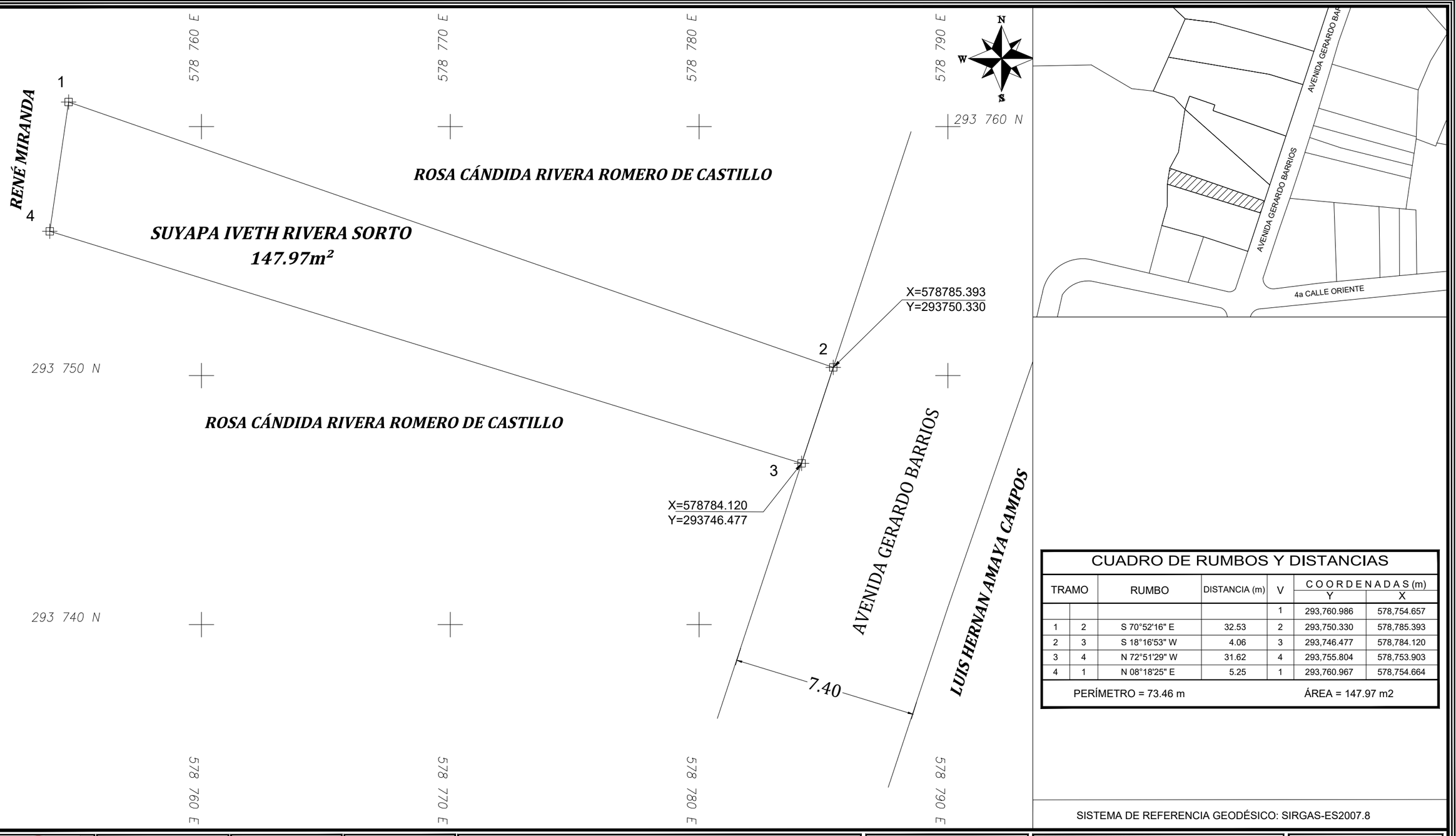
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y dos grados cincuenta y un minutos veintinueve segundos Este con una distancia de treinta y un punto sesenta y dos metros, colindando con inmueble propiedad de Suyapa Iveth Rivera Sorto con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur dieciocho grados dieciséis minutos cincuenta y tres segundos Oeste con una distancia de trece puntos diez metros, colindando con inmueble propiedad de Luis Hernán Amaya Campos con Avenida Gerardo Barrios de siete puntos cuarenta metros de ancho de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y un grados cincuenta y dos minutos cincuenta segundos Oeste con una distancia de quince punto doce metros,

colindando con inmueble propiedad de Oscar Amando Aguilar González y Armandina González Sorto con pared de por medio; Tramo dos, Norte setenta y cuatro grados cincuenta y dos minutos catorce segundos Oeste con una distancia de catorce punto cero un metros, colindando con inmueble propiedad de Jose Daniel González Membreño con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte quince grados treinta y seis minutos treinta y tres segundos Este con una distancia de seis punto cuarenta y ocho metros; Tramo dos, Norte cero cero grados veinte minutos diecinueve segundos Este con una distancia de siete punto dieciséis metros, colindando con inmueble propiedad de René Miranda, con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.



CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m) Y	X
				1	293,760.986	578,754.657
1	2	S 70°52'16" E	32.53	2	293,750.330	578,785.393
2	3	S 18°16'53" W	4.06	3	293,746.477	578,784.120
3	4	N 72°51'29" W	31.62	4	293,755.804	578,753.903
4	1	N 08°18'25" E	5.25	1	293,760.967	578,754.664

PERÍMETRO = 73.46 m

ÁREA = 147.97 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ05-03

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
SUYAPA IVETH RIVERA SORTO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-2-3

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
34/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Suyapa Iveth Rivera Sorto
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, Casa S/N
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Suyapa Iveth Rivera Sorto ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento cuarenta y siete punto noventa y siete metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos sesenta punto novecientos ochenta y seiscientos metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos cincuenta y cuatro punto Seiscientos cincuenta y siete metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta grados cincuenta y dos minutos dieciséis segundos Este con una distancia de treinta y dos punto cincuenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Rosa Cándida Rivera Romero de Castillo con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur dieciocho grados dieciséis minutos cincuenta y tres segundos Oeste con una distancia de cuatro punto cero seis metros, colindando con inmueble propiedad de Luis Hernán Amaya Campos con Avenida Gerardo Barrios de siete punto cuarenta metros de ancho de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y dos grados cincuenta y un minutos veintinueve segundos Oeste con una distancia de treinta y un punto sesenta y

dos metros, colindando con inmueble propiedad de Rosa Cándida Rivera Romero de Castillo con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cero ocho grados dieciocho minutos veinticinco segundos Este con una distancia de cinco punto veinticinco metros, colindando con inmueble propiedad de René Miranda con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.

293 780 N

578 770 E

578 780 E

578 790 E

578 800 E

N

W

E

S

293 770 N

293 760 N

293 750 N

293 740 N

578 760 E

578 770 E

578 780 E

578 790 E

578 800 E

1

2

3

4

5

FRANCO TURCIOS, S. A. DE C. V

RENÉ MIRANDA

ROSA CÁNDIDA RIVERA ROMERO DE CASTILLO

397.93m²

SUYAPA IVETH RIVERA SORTO

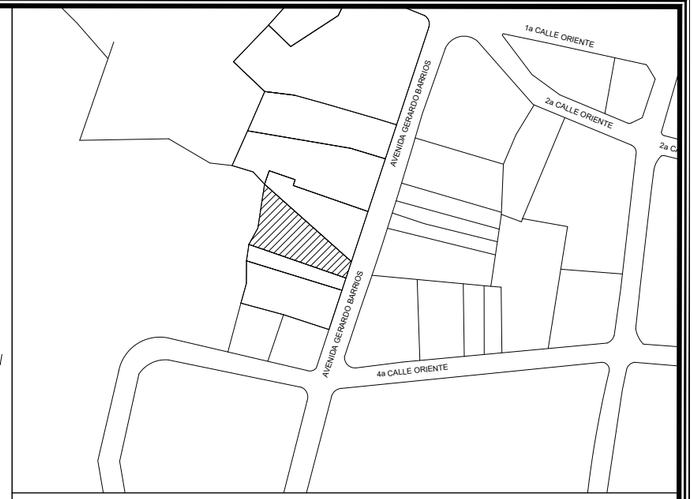
X= 578787.117
Y= 293755.547

X= 578785.393
Y= 293750.330

7.40

AVENIDA GERARDO BARRIOS

MARVIN YOHALMO RIVERA RODRIGUEZ



CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,780.046	578,759.623
1	2	S 48°18'07" E	36.83	2	293,755.547	578,787.117
2	3	S 18°16'53" W	5.49	3	293,750.330	578,785.393
3	4	N 70°52'16" W	32.53	4	293,760.987	578,754.658
4	5	N 28°41'27" E	5.91	5	293,766.168	578,757.501
5	1	N 08°40'52" E	14.04	1	293,780.056	578,759.622

PERÍMETRO = 94.80 m

ÁREA = 397.93 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMERICA — HACIA LA CIMA — POR LA LUNA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ05-04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ROSA CANDIDA RIVERA ROMERO DE CASTILLO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-2-4

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
35/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Rosa Cándida Rivera Romero de Castillo
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, Casa S/N
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble mueble propiedad de Rosa Cándida Rivera Romero de Castillo ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos noventa y siete punto noventa y tres metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos ochenta punto cuarenta y seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos cincuenta y nueve punto seiscientos veintitrés metros.

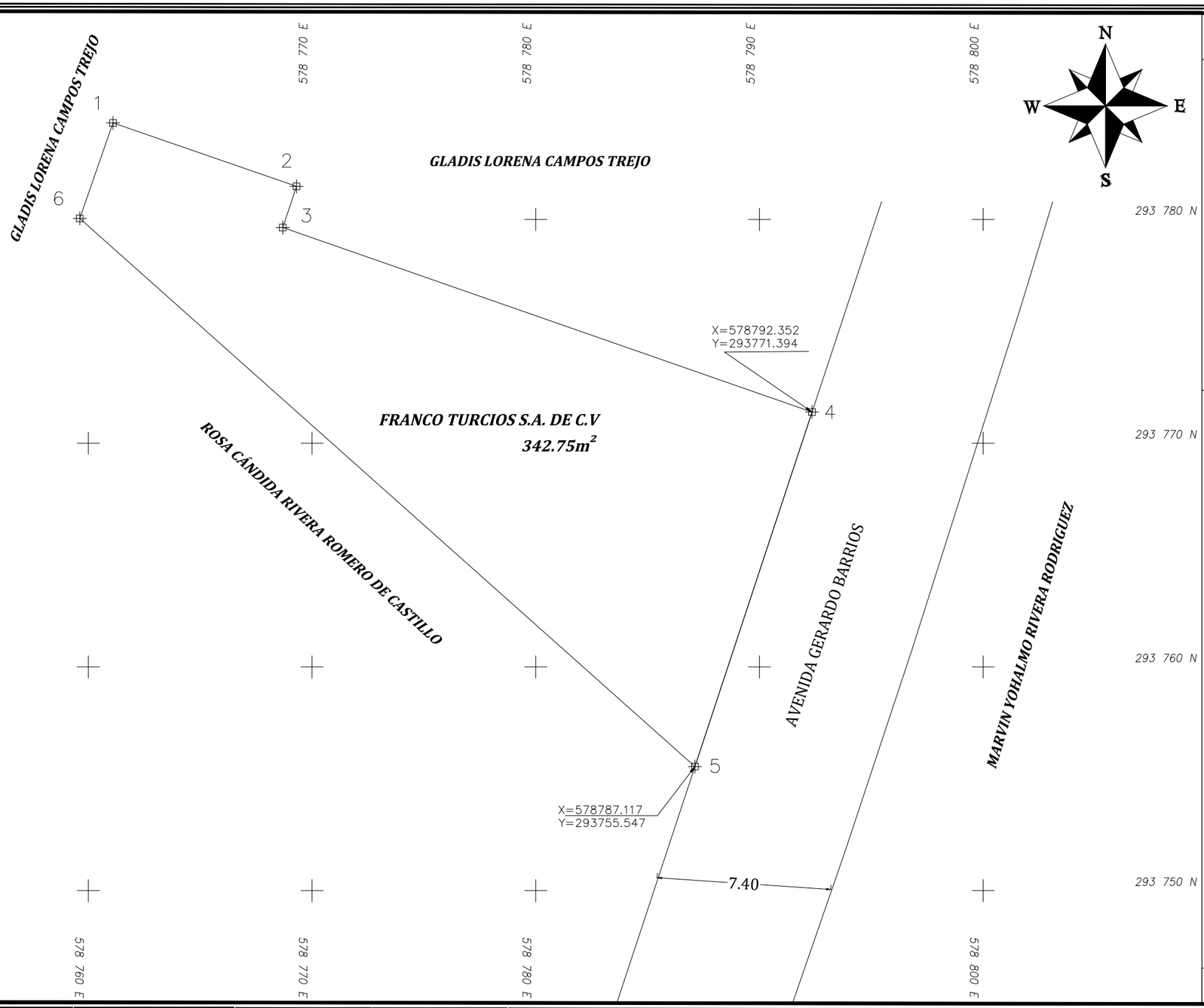
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cuarenta y ocho grados dieciocho minutos cero siete segundos Este con una distancia de treinta y seis punto ochenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Franco Turcios S.A DE C.V con pared de por medio.

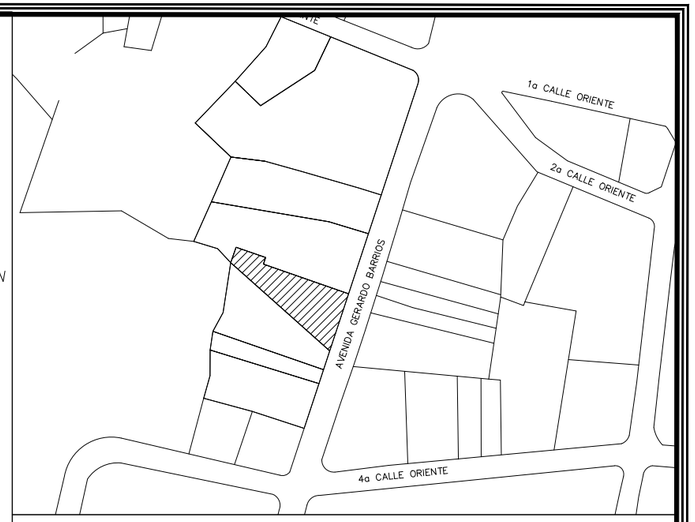
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur dieciocho grados dieciséis minutos cincuenta y tres segundos Oeste con una distancia de cinco punto cuarenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Marvin Yohalmo Rivera Rodríguez con Avenida Gerardo Barrios de siete punto cuarenta metros de ancho de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta grados cincuenta y dos

minutos dieciséis segundos Oeste con una distancia de treinta y dos punto cincuenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Suyapa Iveth Rivera Sorto con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintiocho grados cuarenta y un minutos veintisiete segundos Este con una distancia de cinco punto noventa y un metros; Tramo dos, Norte cero ocho grados cuarenta minutos cincuenta y dos segundos Este con una distancia de catorce punto cero cuatro metros, colindando ambos tramos con René Miranda con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,784.324	578,761.101
1	2	S 70°55'40" E	8.68	2	293,781.481	578,769.310
2	3	S 18°29'29" W	1.94	3	293,779.643	578,768.697
3	4	S 70°47'00" E	25.06	4	293,771.394	578,792.352
4	5	S 18°16'53" W	16.69	5	293,755.547	578,787.117
5	6	N 48°18'07" W	36.83	6	293,780.051	578,759.621
6	1	N 19°11'23" E	4.52	1	293,784.322	578,761.104

PERÍMETRO = 93.72 m

ÁREA = 342.75 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ05-05

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
FRANCO TURCIOS, S. A. DE C. V

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-19

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
36/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Franco Turcios S.A DE C.V
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, Casa S/N
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

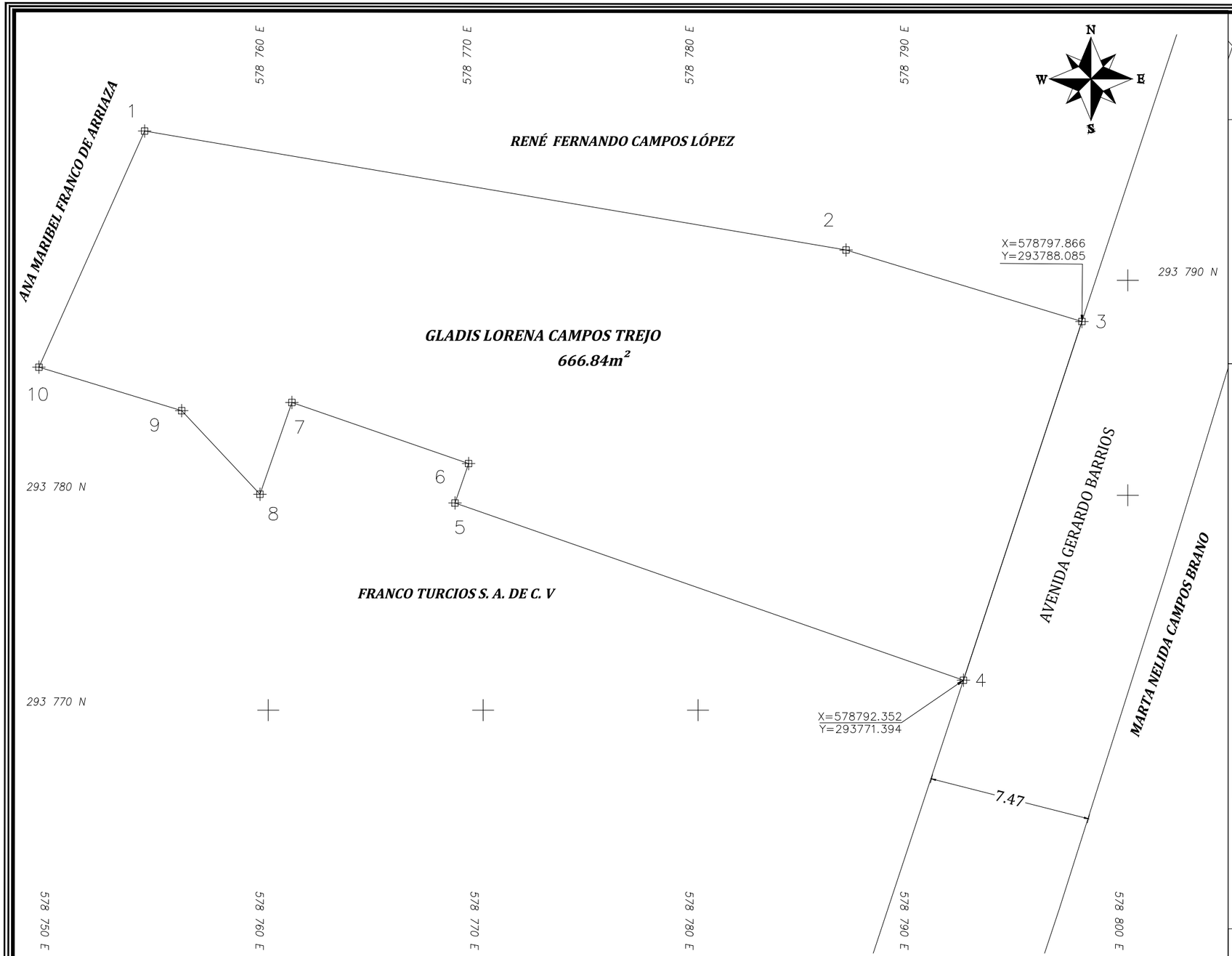
Descripción técnica del inmueble propiedad de Franco Turcios S.A DE C.V ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos cuarenta y dos punto setenta y cinco metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos ochenta y cuatro puntos trescientos veinticuatro metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos sesenta y uno punto ciento un metros.

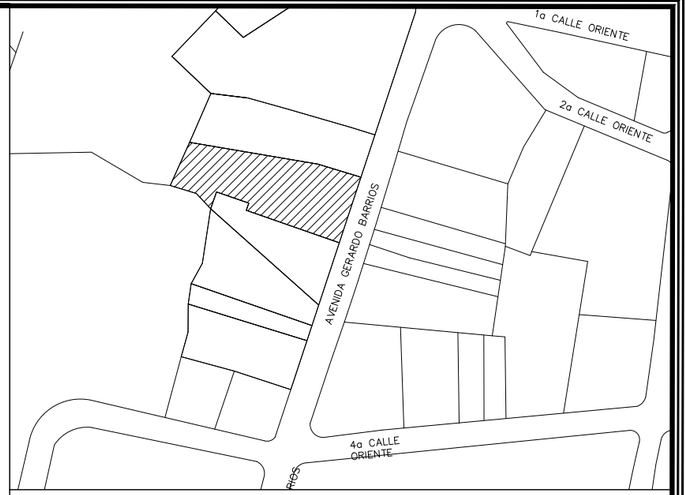
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta grados cincuenta y cinco minutos cuarenta y un segundos Este con una distancia de ocho punto sesenta y ocho metros; Tramo dos, Sur dieciocho grados veintinueve minutos veintinueve segundos Oeste con una distancia de un punto noventa y cuatro metros; Tramo tres, Sur setenta grados cuarenta y siete minutos cero cero segundos Este con una distancia de veinticinco punto cero seis metros, colindando todos los tramos con inmueble propiedad de Gladis Lorena Campos Trejo con pared de por medio .

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur dieciocho grados dieciséis minutos cincuenta y tres segundos Oeste con una distancia de dieciséis punto sesenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Marvin Yohalmo Rivera Rodríguez con Avenida Gerardo Barrios de siete punto cuarenta metros de ancho de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cuarenta y ocho grados dieciocho minutos cero siete segundos Oeste con una distancia de treinta y seis punto ochenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Rosa Cándida Rivera Romero de Castillo con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte diecinueve grados once minutos veintitrés segundos Este con una distancia de cuatro puntos cincuenta y dos metros, colindando con inmueble propiedad de Gladis Lorena Campos Trejo con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,796.946	578,754.251
1	2	S 80°22'35" E	33.11	2	293,791.411	578,786.891
2	3	S 73°08'00" E	11.47	3	293,788.085	578,797.866
3	4	S 18°16'53" W	17.58	4	293,771.394	578,792.352
4	5	N 70°46'60" W	25.06	5	293,779.643	578,768.690
5	6	N 19°04'19" E	1.94	6	293,781.487	578,769.333
6	7	N 70°55'41" W	8.70	7	293,784.325	578,761.101
7	8	S 19°11'23" W	4.52	8	293,780.051	578,759.621
8	9	N 43°08'10" W	5.33	9	293,783.942	578,755.971
9	10	N 73°02'43" W	6.94	10	293,785.965	578,749.337
10	1	N 24°06'46" E	12.04	1	293,796.954	578,754.251

PERÍMETRO = 126.68 m2 ÁREA = 666.84 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ05-06

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
GLADIS LORENA CAMPOS TREJO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-127

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
37/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Gladis Lorena Campos Trejo
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, Casa S/N
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

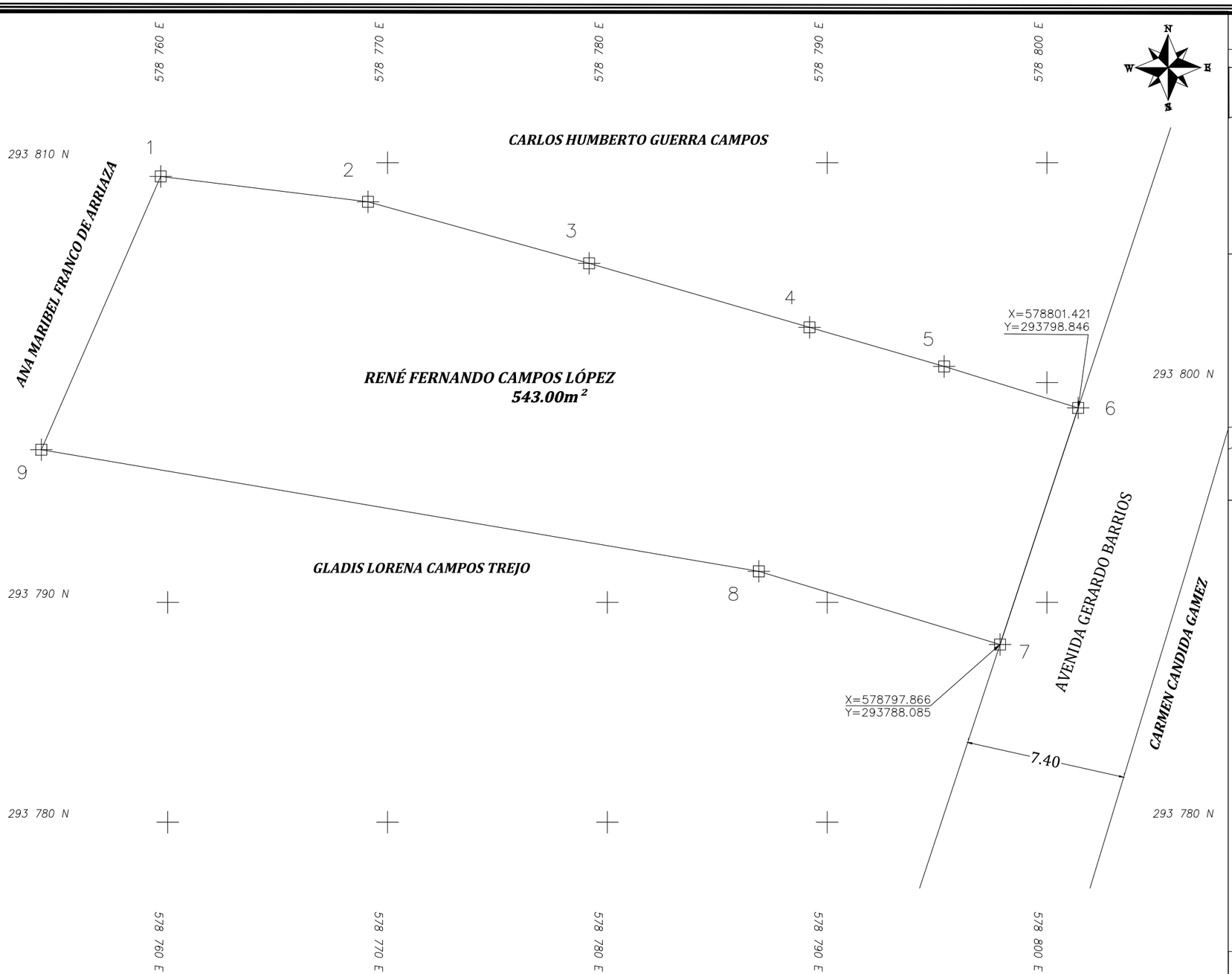
Descripción técnica del inmueble propiedad de Gladis Lorena Campos Trejo ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de seiscientos sesenta y seis punto ochenta y cuatro metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos noventa y seis punto novecientos cuarenta y seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos cincuenta y cuatro punto doscientos cincuenta y un metros.

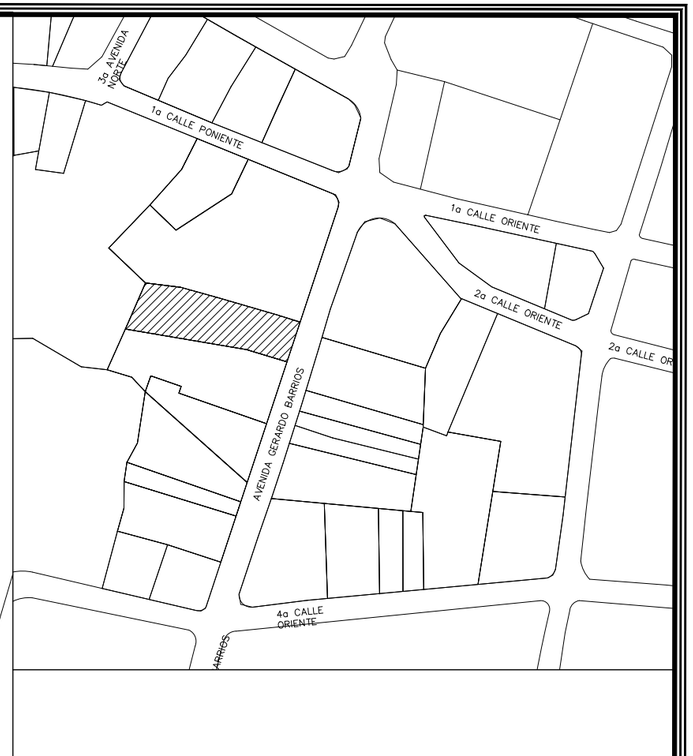
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta grados veintidós minutos treinta y cinco segundos Este con una distancia de treinta y tres punto once metros; Tramo dos, Sur setenta y tres grados cero ocho minutos cero cero segundos Este con una distancia de once punto cuarenta y siete metros; ambos tramos colindando con inmueble propiedad de René Fernando Campos López con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur dieciocho grados dieciséis minutos cincuenta y tres segundos Oeste con una distancia de diecisiete punto cincuenta y ocho metros, colindando con Marta Nélida Campos Brano con Avenida Gerardo Barrios de siete punto cuarenta y siete metros de ancho de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por seis tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta grados cuarenta y siete minutos cero cero segundos Oeste con una distancia de veinticinco punto cero seis metros; Tramo dos, Norte diecinueve grados cero cuatro minutos diecinueve segundos Este con una distancia de un punto noventa y cuatro metros; Tramo tres, Norte setenta grados cincuenta y cinco minutos cuarenta y un segundos Oeste con una distancia de ocho punto setenta metros; Tramo cuatro, Sur diecinueve grados once minutos veintitrés segundos Oeste con una distancia de cuatro punto cincuenta y dos metros; Tramo cinco, Norte cuarenta y tres grados cero ocho minutos cero nueve segundos Oeste con una distancia de cinco punto treinta y tres metros; Tramo seis, Norte setenta y tres grados cero dos minutos cuarenta y tres segundos Oeste con una distancia de seis punto noventa y cuatro metros, colindando todos los tramos con inmueble propiedad de Franco Turcios S.A DE C.V con pared de por medio .

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veinticuatro grados cero seis minutos cuarenta y seis segundos Este con una distancia de doce punto cero cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Ana Maribel Franco de Arriaza con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,809.381	578,759.676
1	2	S 83°01'37" E	9.50	2	293,808.221	578,769.11
2	3	S 74°26'45" E	10.44	3	293,805.422	578,779.17
3	4	S 73°48'59" E	10.44	4	293,802.514	578,789.20
4	5	S 73°48'59" E	6.38	5	293,800.743	578,795.33
5	6	S 72°47'11" E	6.38	6	293,798.846	578,801.421
6	7	S 18°16'53" W	11.33	7	293,788.085	578,797.866
7	8	N 73°08'00" W	11.47	8	293,791.413	578,786.876
8	9	N 80°22'35" W	33.11	9	293,796.951	578,754.251
9	1	N 23°36'20" E	13.56	1	293,809.378	578,759.679

PERÍMETRO = 112.62 m2 ÁREA = 543.00 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ05-07

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
RENÉ FERNANDO CAMPOS LÓPEZ

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-15

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
38/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: René Fernando Campos López
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, Casa S/N
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de René Fernando Campos López ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de quinientos cuarenta y tres punto cero metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos nueve punto trescientos ochenta y un metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos cincuenta y nueve punto seiscientos setenta y seis metros.

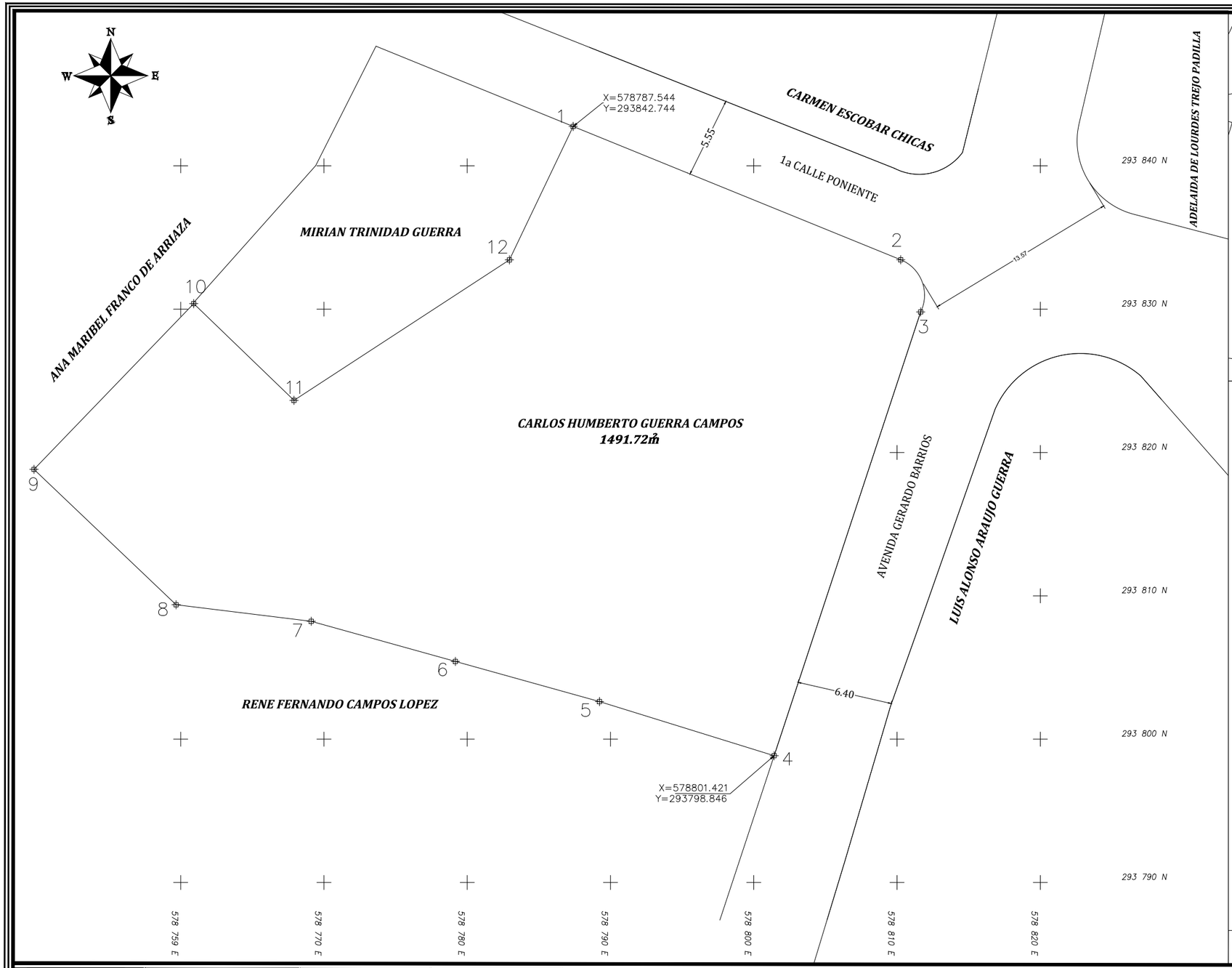
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por cinco tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y tres grados cero un minutos treinta y siete segundos Este con una distancia de nueve punto cincuenta metros; Tramo dos, Sur setenta y cuatro grados veintiséis minutos cuarenta y cinco segundos Este con una distancia de diez punto cuarenta y cuatro metros; Tramo tres, Sur setenta y tres grados cuarenta y ocho minutos cincuenta y nueve segundos Este con una distancia de diez punto cuarenta y cuatro metros; Tramo cuatro, Sur setenta y tres grados cuarenta y ocho minutos cincuenta y nueve segundos Este con una distancia de seis punto treinta y ocho metros; Tramo cinco, Sur setenta y dos grados cuarenta y siete minutos once segundos Este con una distancia de seis punto treinta y ocho metros, colindando todos los tramos con inmueble propiedad de Carlos Humberto Guerra Campos con pared de por medio.

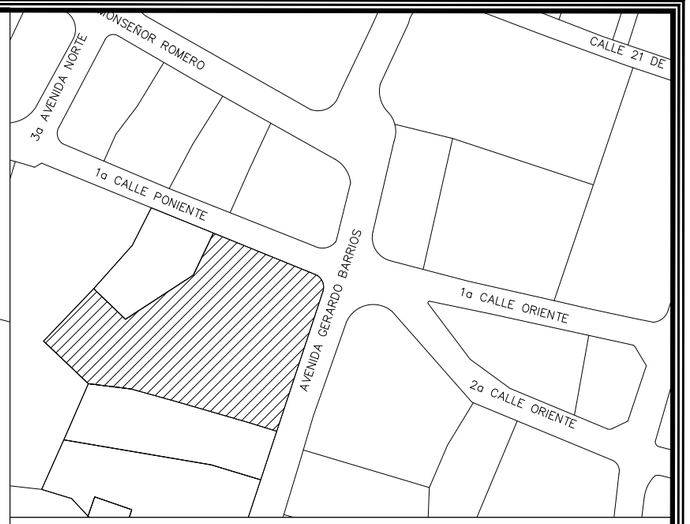
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur dieciocho grados dieciséis minutos

cincuenta y tres segundos Oeste con una distancia de once punto treinta y tres metros, colindando con Carmen Cándida Gámez de Serrano, Noe Gámez Martínez, Tito Antonio Gámez Martínez y José Mauricio Gámez Martínez con Avenida Gerardo Barrios de siete punto cuarenta metros de ancho de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y tres grados cero ocho minutos cero cero segundos Oeste con una distancia de once punto cuarenta y siete metros; Tramo dos, Norte ochenta grados veintidós minutos treinta y cinco segundos Oeste con una distancia de treinta y tres punto once metros; ambos tramos colindando con inmueble propiedad de Gladis Lorena Campos Trejo con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintitrés grados treinta y seis minutos veinte segundos Este con una distancia de trece punto cincuenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Ana Maribel Franco de Arriaza con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,842.744	578,787.544
1	2	S 67°52'02" E	24.68	2	293,833.445	578,810.257
2	3	S 20°54'42" E RADIO = 3.08	LONG.CUERDA = 3.90 LONG. CURVA = 4.22	3	293,829.804	578,811.648
3	4	S 18°16'53" W	32.60	4	293,798.846	578,801.421
4	5	N 72°47'11" W	12.76	5	293,802.623	578,789.234
5	6	N 74°26'45" W	10.44	6	293,805.424	578,779.174
6	7	N 74°26'46" W	10.44	7	293,808.222	578,769.110
7	8	N 83°01'37" W	9.50	8	293,809.384	578,759.686
8	9	N 46°24'06" W	13.70	9	293,818.821	578,749.762
9	10	N 43°46'29" E	16.06	10	293,830.390	578,760.916
10	11	S 46°02'43" E	9.77	11	293,823.642	578,767.912
11	12	N 56°54'10" E	17.94	12	293,833.440	578,782.943
12	1	N 25°33'24" E	10.32	1	293,842.741	578,787.394

PERÍMETRO = 172.55 m2

ÁREA = 1,491.72 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMERICA — PATRIA LIBERTAD — CIENCIA Y CULTURA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ05-08

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
CARLOS HUMBERTO GUERRA CAMPOS

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-125

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:300

HOJA:
39/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Carlos Humberto Guerra Campos
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Primera Calle Poniente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Carlos Humberto Guerra Campos ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Primera Calle Poniente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de un mil cuatrocientos noventa y uno punto setenta y dos metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos cuarenta y dos punto setecientos cuarenta y cuatro metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos ochenta y siete punto quinientos cuarenta y cuatro metros.

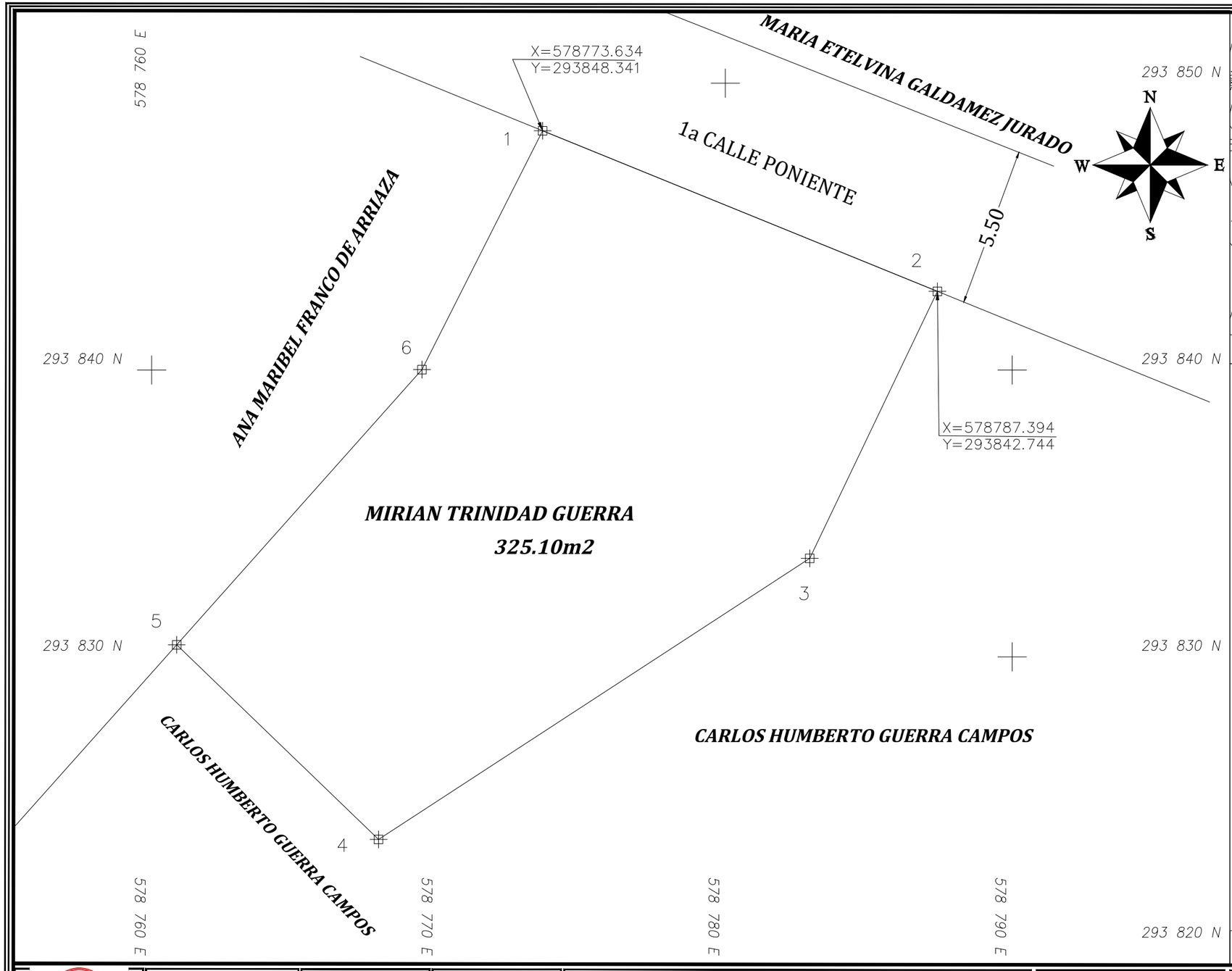
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y siete grados cincuenta y dos minutos cero dos segundos Este con una distancia de veinticuatro punto sesenta y ocho metros, colindando con inmueble propiedad de Carmen Escobar Chicas con Primera Calle Poniente de cinco punto cincuenta y cinco metros de ancho de por medio.

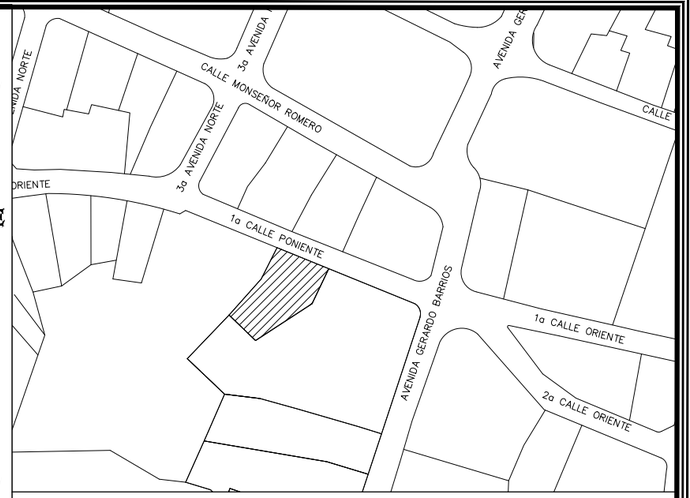
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur veinte grados cincuenta y cuatro minutos cuarenta y dos segundos Este con una longitud de cuerda de tres punto noventa metros; con una longitud de curva de cuatro punto veintidós metros; y un radio de tres punto cero ocho metros colindando con inmueble propiedad de Adelaida de Lourdes Trejo Padilla con la intersección de la Avenida Gerardo Barrios y Primera Calle Oriente con ancho de Trece punto cincuenta y siete metros; Tramo dos, Sur dieciocho grados dieciséis minutos cincuenta y tres

segundos Oeste con una distancia de treinta y dos punto sesenta metros, colindando con inmueble propiedad de Luis Alonso Araujo Guerra con Avenida Gerardo Barrios calle de seis punto cuarenta metros de ancho de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por cinco tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y dos grados cuarenta y siete minutos once segundos Oeste con una distancia de doce punto setenta y seis metros; Tramo dos, Norte setenta y cuatro grados veinte seis minutos cuarenta y seis segundos Oeste con una distancia de diez punto cuarenta y cuatro; Tramo tres, Norte setenta y cuatro grados veintiséis minutos cuarenta y cinco segundos Oeste con una distancia de diez punto cuarenta y cuatro metros; Tramo cuatro, Norte ochenta y tres grados cero un minutos treinta y siete segundos Oeste con una distancia de nueve punto cincuenta metros; Tramo cinco, Norte cuarenta y seis grados veinticuatro minutos cero seis segundos Oeste con una distancia de trece punto setenta metros, colindando todos los tramos con inmueble propiedad de Rene Fernando Campos López con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por cuatro tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cuarenta y tres grados cuarenta y seis minutos veintinueve segundos Este con una distancia de dieciséis punto cero seis metros colindando con inmueble propiedad de Ana Maribel Franco de Arriaza con pared de por medio; Tramo dos, Sur cuarenta y seis grados cero dos minutos cuarenta y tres segundos Este con una distancia de nueve punto setenta y siete metros; Tramo tres, Norte cincuenta y seis grados cincuenta y cuatro minutos diez segundos Este con una distancia de diecisiete punto noventa y cuatro metros; Tramo cuatro, Norte veinticinco grados treinta y tres minutos veinticuatro segundos Este con una distancia de diez punto treinta y dos metros; Los tramos dos, tres y cuatro colindan con inmueble propiedad de Mirian Trinidad Guerra con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m) Y	X
				1	293,848.341	578,773.634
1	2	S 67°52'02" E	14.86	2	293,842.744	578,787.394
2	3	S 25°33'24" W	10.32	3	293,833.443	578,782.940
3	4	S 56°54'10" W	17.94	4	293,823.672	578,767.912
4	5	N 46°02'43" W	9.77	5	293,830.426	578,760.877
5	6	N 41°42'22" E	12.85	6	293,840.021	578,769.421
6	1	N 26°47'58" E	9.33	1	293,848.345	578,773.632

PERÍMETRO = 78.08 m

ÁREA = 325.10 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ05-09

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
MIRIAN TRINIDAD GUERRA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-124

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:150

HOJA:
40/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Mirian Trinidad Guerra
LUGAR: Barrio El Centro, Primera Calle Poniente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble mueble propiedad de Mirian Trinidad Guerra ubicado en Barrio El Centro, Primera Calle Poniente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos veinticinco punto diez metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos cuarenta y ocho punto trescientos cuarenta y un metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos setenta y tres punto seiscientos treinta y cuatro metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y siete grados cincuenta y dos minutos cero dos segundos Este con una distancia de catorce punto ochenta y seis metros, colindando con María Etelvina Galdámez Jurado con primera calle poniente de cinco punto cincuenta y cinco metros de ancho de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veinticinco grados treinta y tres minutos veinticuatro segundos Oeste con una distancia de diez punto treinta y dos metros; Tramo dos, Sur cincuenta y seis grados cincuenta y cuatro minutos diez segundos Oeste con una distancia de diecisiete punto noventa y cuatro metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Carlos Humberto Campo Guerra con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cuarenta y seis grados cero dos minutos cuarenta y tres segundos Oeste con una distancia de nueve punto setenta y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Carlos Humberto Guerra Campos con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cuarenta y un grados cuarenta y dos minutos veintidós segundos Este con una distancia de doce punto ochenta y cinco metros; Tramo dos, Norte veintiséis grados cuarenta y siete minutos cincuenta y ocho segundos Este con una distancia de nueve punto treinta y tres metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Ana Maribel Franco de Arriaza con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.

578 790 E

578 820 E

PARQUE MUNICIPAL

CALLE MONSEÑOR ROMEO

X=578800.111
Y=293867.081

293 865 N

MARIA ETELVINA GALDAMEZ JURADO

CARMEN ESCOBAR CHICAS
AREA=454.82 m2

12.27

293 849 N

X=578791.080
Y=293847.254

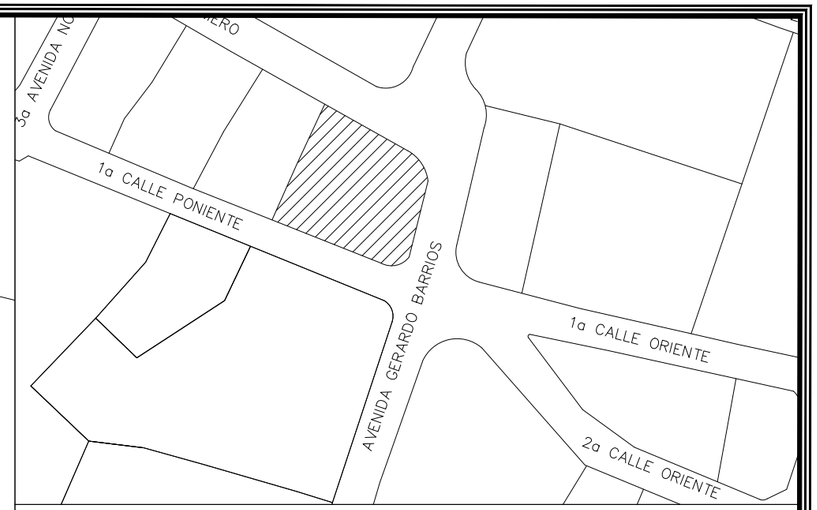
AVENIDA GERARDO BARRIOS

ADELAIDA DE LOURDES TREJO PADILLA

1A CALLE PONIENTE

CARLO HUMBERTO GUERRA CAMPOS

293 835 N



CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,867.081	578,800.111
1	2	S 60°41'16" E	16.33	2	293,859.090	578,814.322
2	3	S 33°28'07" E RADIO = 6.82	LONG.CUERDA = 6.25 LONG. CURVA = 6.48	3	293,853.887	578,817.794
3	4	S 13°57'23" W	13.35	4	293,840.926	578,814.574
4	5	S 77°01'37" W RADIO = 3.75	LONG.CUERDA = 4.88 LONG. CURVA = 5.31	5	293,839.832	578,809.823
5	6	N 68°22'22" W	20.15	6	293,847.254	578,791.080
6	1	N 24°28'35" E	21.78	1	293,867.081	578,800.074

PERÍMETRO = 108.89 m ÁREA = 454.82 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMERICA — HACIA LA LIBERTAD — POR LA CULTURA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ06-01

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
CARMEN ESCOBAR CHICAS

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-66

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
40/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Carmen Escobar Chicas

LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, Primera Calle Poniente y Calle Monseñor Romero

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

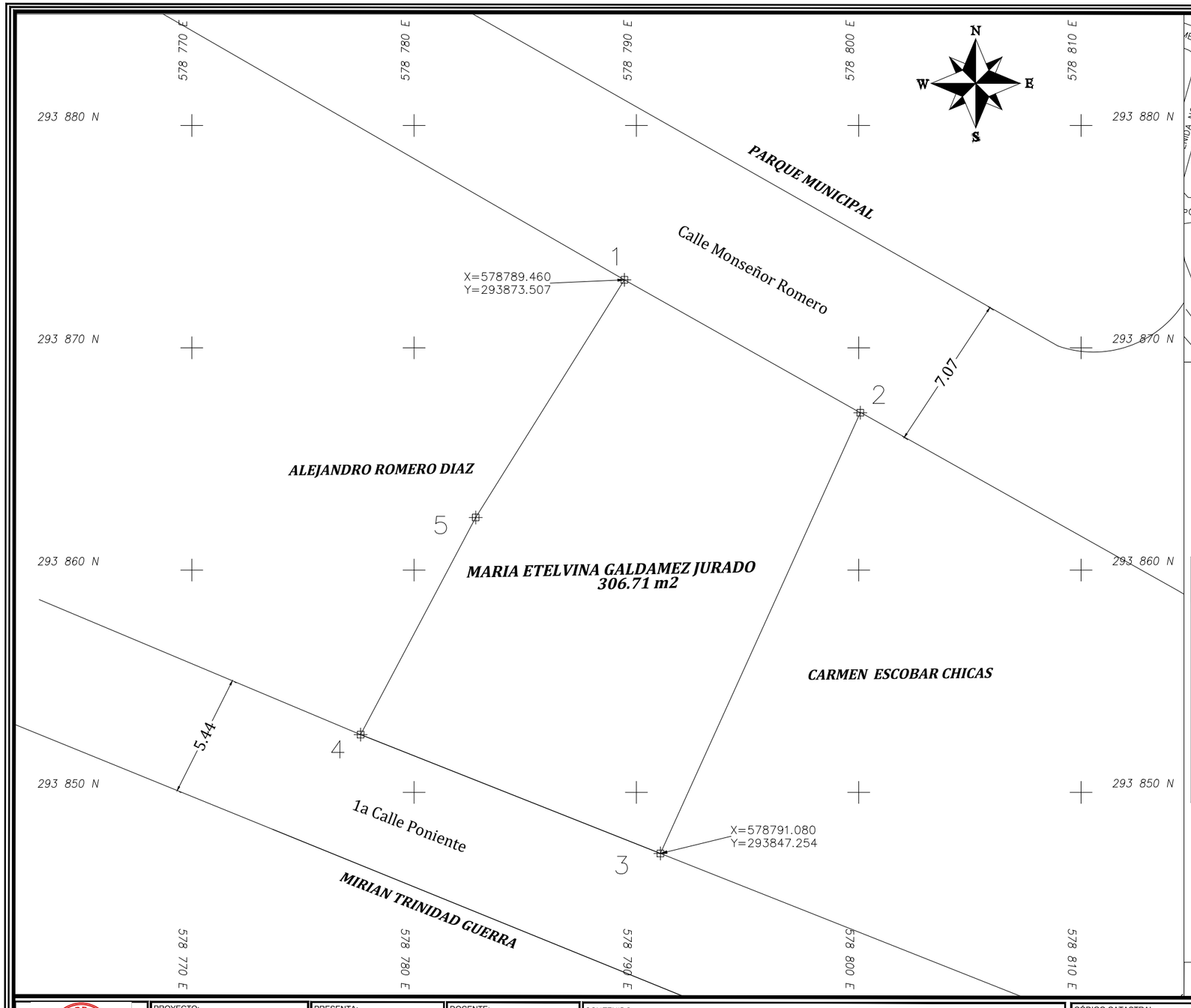
Descripción técnica del inmueble propiedad de Carmen Escobar Chicas ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, Primera Calle Poniente y Calle Monseñor Romero municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de cuatrocientos cincuenta y cuatro punto sesenta y dos metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos sesenta y siete punto ochenta y un metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil ochocientos punto ciento once metros.

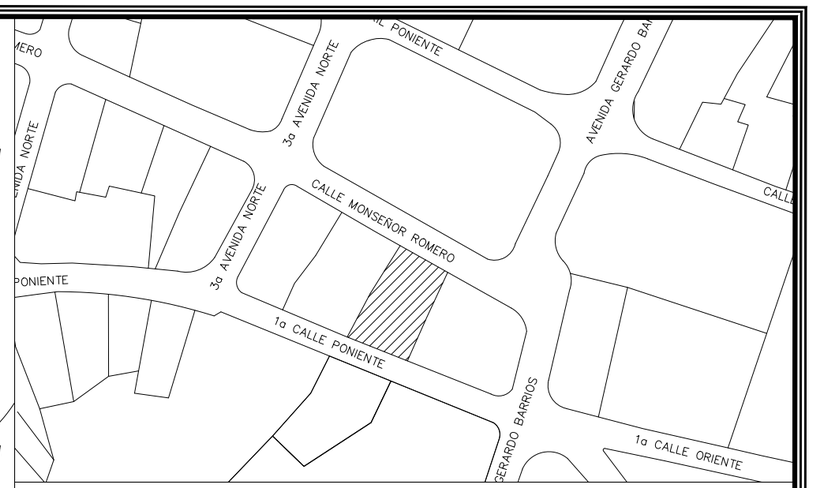
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta grados cuarenta y un minutos dieciséis segundos Este con una distancia de dieciséis punto treinta y tres metros, colindando con Parque Municipal inmueble propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Calle Monseñor Romero de seis punto noventa y ocho metros de ancho de por medio. Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur treinta y tres grados veintiocho minutos cincuenta y siete segundos Este con una longitud de cuerda de seis punto veinticinco metros; con una longitud de curva de seis punto cuarenta y ocho metros y un radio de seis punto ochenta y dos metros, colindando con inmueble propiedad de Adelaida de Lourdes Trejo Padilla con la intersección de la Avenida Gerardo Barrios y Calle Monseñor Romero con ancho de Doce punto veintisiete metros

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur trece grados cincuenta y siete minutos veintitrés segundos Oeste con una distancia de trece punto treinta y cinco metros colindando con Adelaida de Lourdes Trejo Padilla Tercera Avenida Gerardo Barrios de siete punto cuarenta y cuatro metros de ancho de por medio.; Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur setenta y siete grados un minuto treinta y siete segundos Oeste segundos Este con una longitud de cuerda de cuatro punto ochenta y ocho metros; con una longitud de curva de cinco punto treinta y un metros y un radio de tres punto setenta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Luis Alonso Araujo Guerra con la intersección de la Avenida Gerardo Barrios y Primera Calle Oriente con ancho de quince punto cincuenta y siete metros

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y ocho grados veintidós minutos veintidós segundos Oeste con una distancia de veinte punto quince metros, colindando con Carlos Humberto Guerra Campos con Primera calle Poniente de cinco punto sesenta y seis metros de ancho de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veinticuatro grados veintiocho minutos treinta y cinco segundos Este con una distancia de veintiún punto setenta y ocho metros, colindando con María Etelvina Galdámez Jurado con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,873.507	578,789.460
1	2	S 60°36'38" E	12.18	2	293,867.081	578,800.071
2	3	S 24°23'45" W	21.77	3	293,847.254	578,791.080
3	4	N 68°22'22" W	14.51	4	293,852.603	578,777.601
4	5	N 27°55'22" E	11.05	5	293,862.372	578,782.773
5	1	N 32°02'08" E	12.61	1	293,873.060	578,789.462

PERÍMETRO = 72.12 m2

ÁREA = 306.71 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ06-02

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
MARIA ETELVINA GALDAMEZ JURADO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-66

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
41/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: María Etelvina Galdámez Jurado
LUGAR: Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Primera Calle Poniente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de María Etelvina Galdámez Jurado ubicado en Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Primera Calle Poniente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos seis punto setenta y un metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos setenta y tres punto quinientos siete metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos ochenta y nueve punto cuatrocientos sesenta metros.

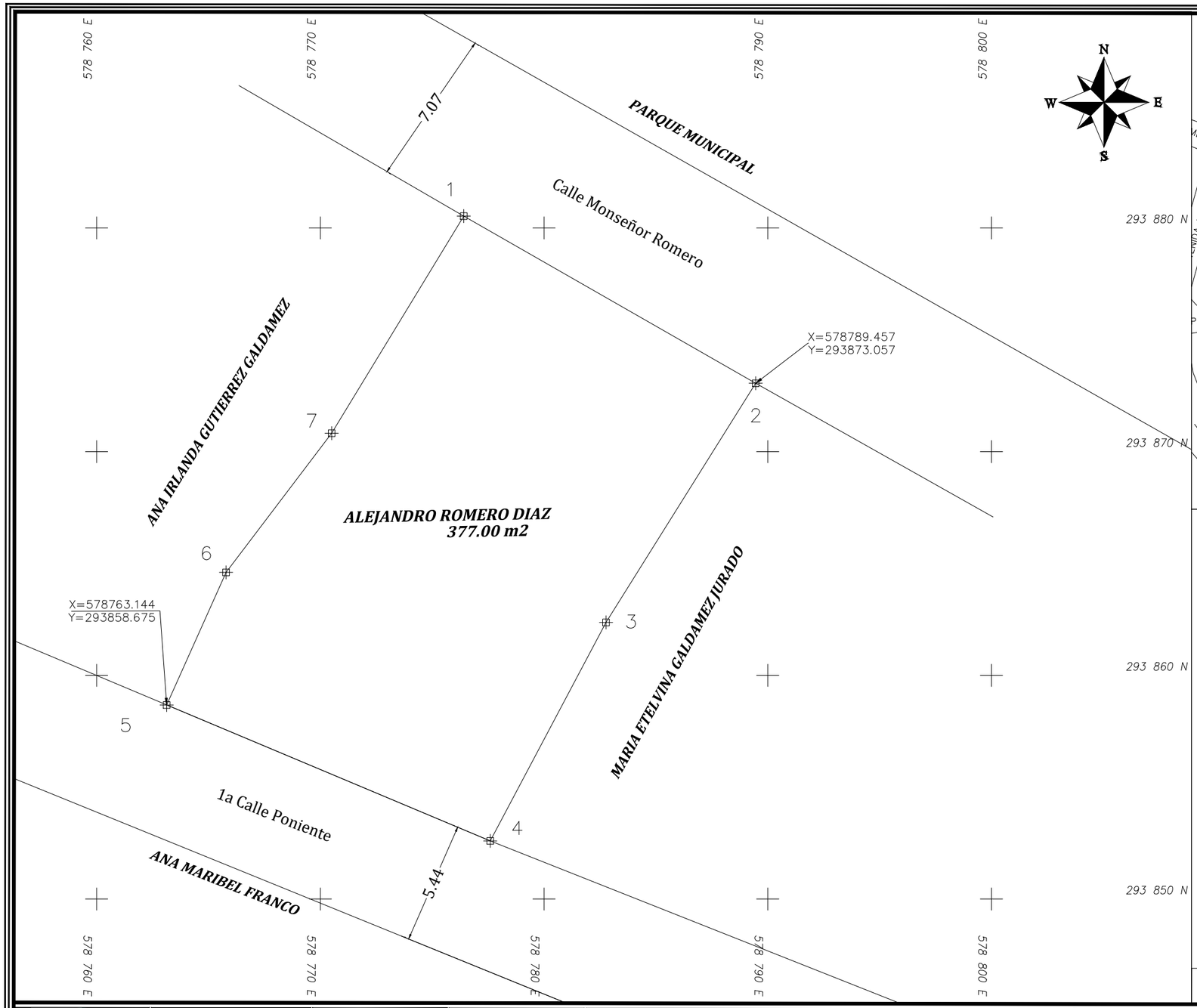
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta grados treinta y seis minutos treinta y ocho segundos Este con una distancia de doce punto dieciocho metros, colindando con Parque Municipal inmueble propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Calle Monseñor Romero de siete punto cero siete metros de ancho de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veinticuatro grados veintitrés minutos cuarenta y cinco segundos Oeste con una distancia de veintiún punto setenta y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Carmen Escobar Chicas con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y ocho grados veintidós

minutos veintidós segundos Oeste con una distancia de catorce punto cincuenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Mirian Trinidad Guerra con primera Calle Poniente de cinco punto cuarenta y cuatro metros de ancho de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintisiete grados cincuenta y cinco minutos veintidós segundos Este con una distancia de once punto cero cinco metros; Tramo dos, Norte treinta y dos grados cero dos minutos cero ocho segundos Este con una distancia de doce punto sesenta y un metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Alejandro Romero Diaz con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.



CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,880.530	578,776.411
1	2	S 60°12'00" E	15.04	2	293,873.057	578,789.457
2	3	S 32°02'08" W	12.61	3	293,862.371	578,782.771
3	4	S 27°55'22" W	11.05	4	293,852.603	578,777.605
4	5	N 67°13'03" W	15.69	5	293,858.675	578,763.144
5	6	N 24°07'21" E	6.49	6	293,864.605	578,765.799
6	7	N 37°11'13" E	7.81	7	293,870.837	578,770.512
7	1	N 31°19'00" E	11.36	1	293,880.535	578,776.411

PERÍMETRO = 80.05 m

ÁREA = 377.00 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ06-03

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ALEJANDRO ROMERO DIAZ

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-67

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
NOVIEMBRE 2025

ESCALA:
1:200

HOJA:
44/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Alejandro Romero Diaz
LUGAR: Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Primera Calle Poniente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Alejandro Romero Diaz ubicado en Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Primera Calle Poniente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos setenta y siete punto cero metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos ochenta punto quinientos treinta metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos setenta y seis punto cuatrocientos once metros.

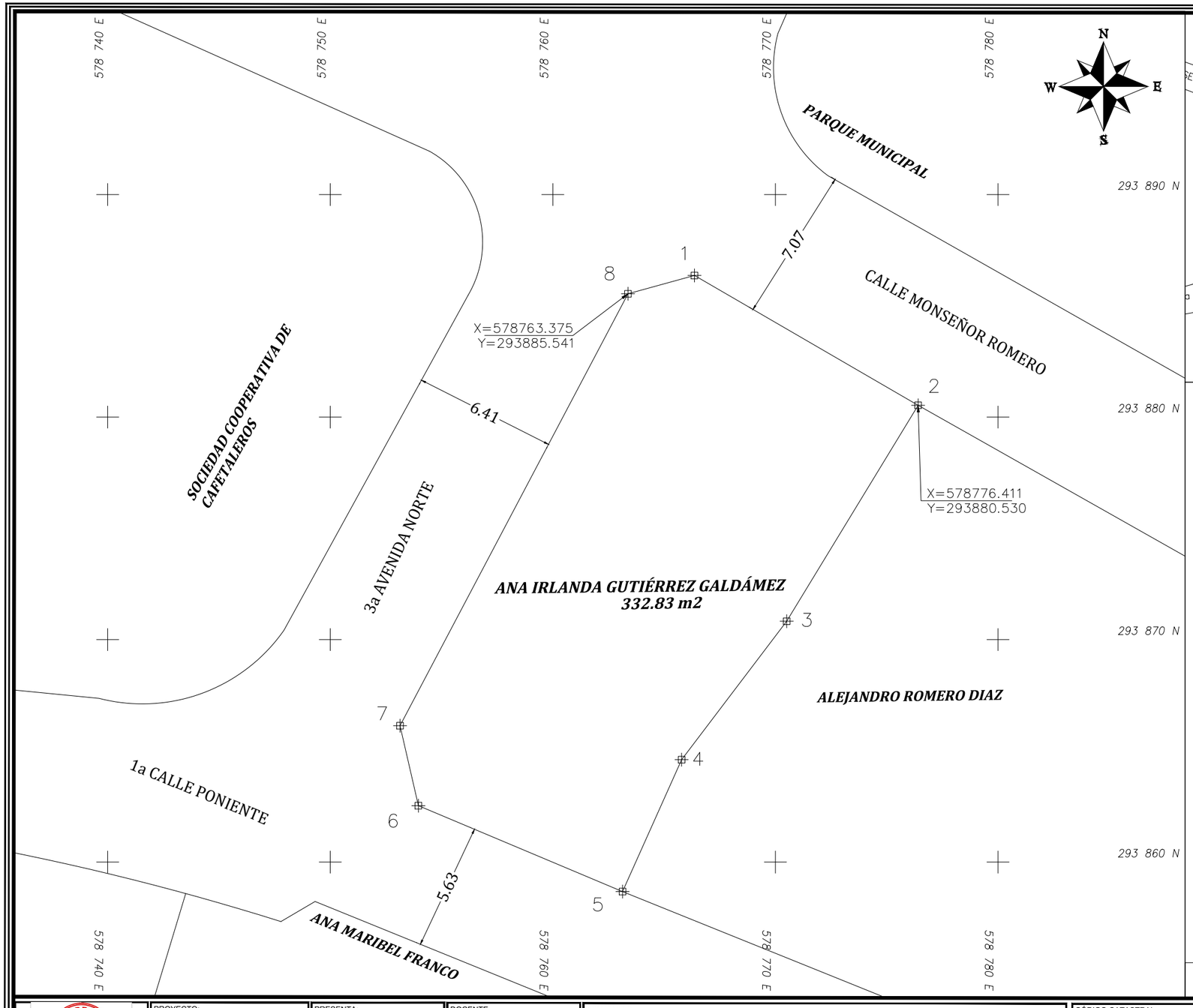
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta grados doce minutos cero cero segundos Este con una distancia de quince punto cero cuatro metros, colindando con Parque Municipal inmueble propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Calle Monseñor Romero de siete punto cero siete metros de ancho de por medio.

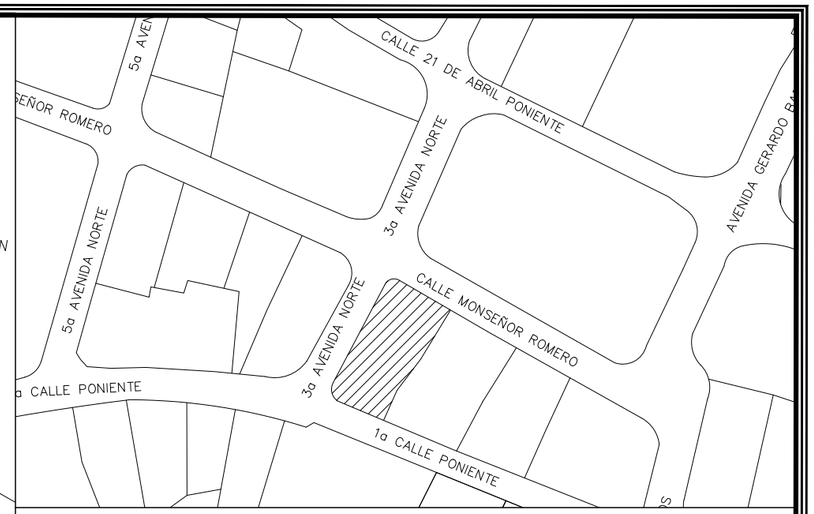
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur treinta y dos grados cero dos minutos cero ocho segundos Oeste con una distancia de doce punto sesenta y un metros; Tramo dos, Sur veintisiete grados cincuenta y cinco minutos veintidós segundos Oeste con una distancia de once punto cero cinco metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de María Etelvina Galdámez Jurado con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y siete grados trece minutos

cero tres segundos Oeste con una distancia de quince punto sesenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Ana Maribel Franco De Arriaza con Primera Calle Poniente de cinco punto cuarenta y cuatro metros de ancho de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veinticuatro grados cero siete minutos veintiún segundos Este con una distancia de seis punto cuarenta y nueve metros; Tramo dos, Norte treinta y siete grados once minutos trece segundos Este con una distancia de siete punto ochenta y un metros; Tramo tres, Norte treinta y un grados diecinueve minutos cero cero segundos Este con una distancia de once punto treinta y seis metros, colindando todos los tramos con Ana Irlanda Gutiérrez Galdámez con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,886.361	578,766.363
1	2	S 59°51'18" E	11.62	2	293,880.530	578,776.411
2	3	S 31°19'00" W	11.36	3	293,870.832	578,770.510
3	4	S 37°11'13" W	7.81	4	293,864.605	578,765.790
4	5	S 24°07'21" W	6.49	5	293,858.682	578,763.136
5	6	N 67°10'18" W	9.95	6	293,862.541	578,753.964
6	7	N 12°55'21" W	3.69	7	293,866.133	578,753.144
7	8	N 27°48'45" E	21.95	8	293,885.541	578,763.375
8	1	N 74°35'27" E	3.10	1	293,886.365	578,766.355

PERÍMETRO = 75.97 m

ÁREA = 332.83 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ06-04

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ANA IRLANDA GUTIÉRREZ GALDÁMEZ

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-68

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
45/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Ana Irlanda Gutiérrez Galdámez
LUGAR: Barrio El Centro, Tercera Avenida Norte, Calle Monseñor Romero y Primera Calle Poniente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble denominado Inmueble propiedad de Ana Irlanda Gutiérrez Galdámez ubicado en Barrio El Centro, Tercera Avenida Norte, Calle Monseñor Romero y Primera Calle Poniente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos treinta y dos punto ochenta y tres metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos ochenta y seis trescientos sesenta y un metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos sesenta y seis punto trescientos sesenta y tres metros.

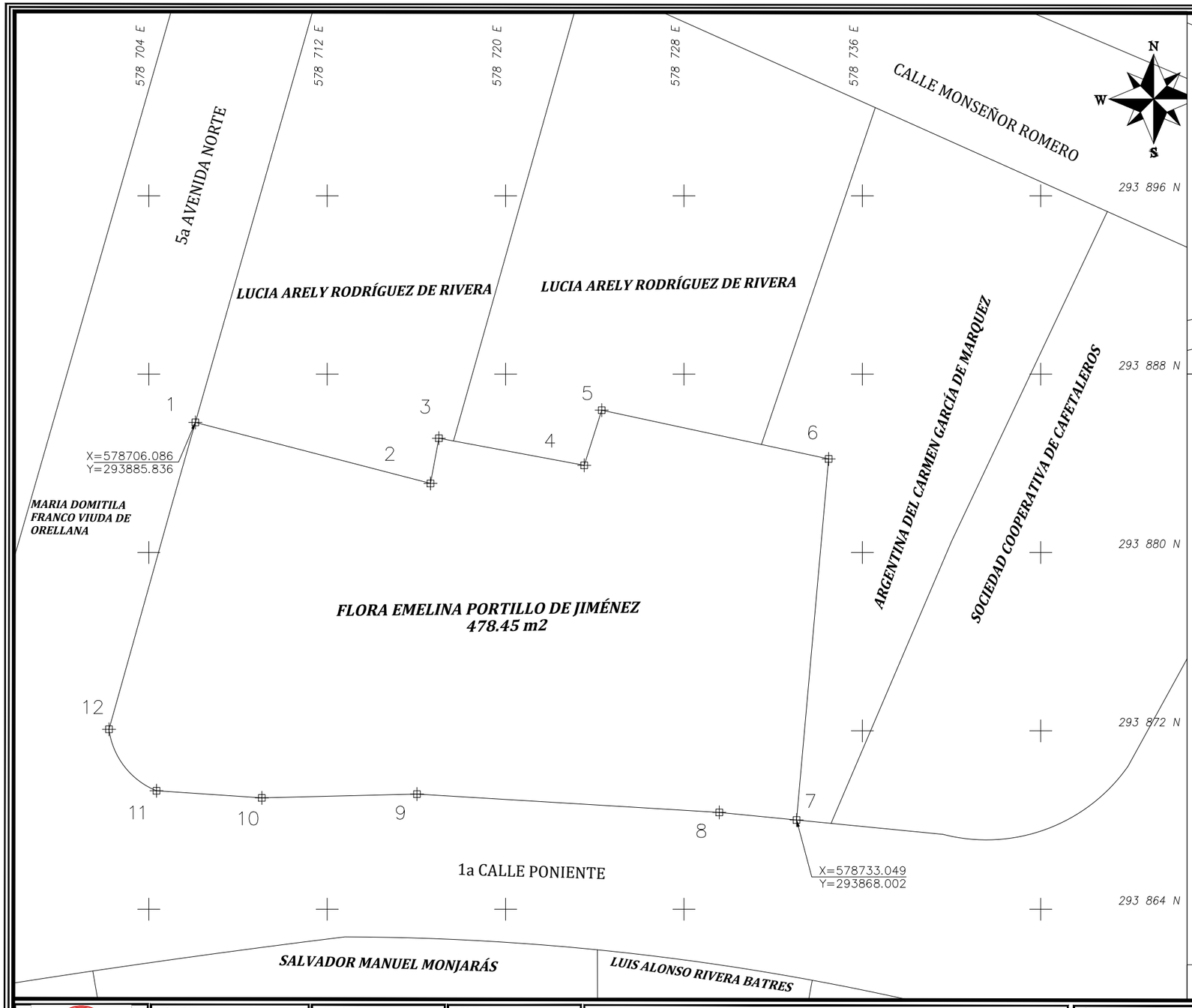
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cincuenta y nueve grados cincuenta y un minutos dieciocho segundos Este con una distancia de once punto sesenta y dos metros, colindando con Parque Municipal inmueble propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Calle Monseñor Romero de siete punto cero siete metros de ancho de por medio.

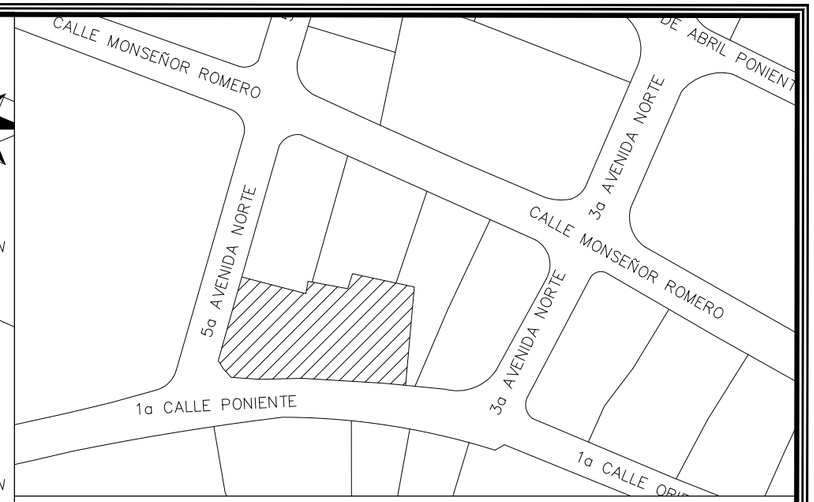
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur treinta y un grados diecinueve minutos cero segundos Oeste con una distancia de once punto treinta y seis metros; Tramo dos, Sur treinta y siete grados once minutos trece segundos Oeste con una distancia de siete punto ochenta y un metros; Tramo tres, Sur veinticuatro grados siete minutos veintiún segundos Oeste con una distancia de seis punto cuarenta y nueve

metros, colindando todos los tramos con inmueble propiedad de Alejandro Romero Diaz con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y siete grados diez minutos dieciocho segundos Oeste con una distancia de nueve punto noventa y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Ana Maribel Franco De Arriaza con Primera Calle Poniente de cinco punto sesenta y tres metros de ancho de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte doce grados cincuenta y cinco minutos veintiún segundos Oeste con una distancia de tres punto sesenta y nueve metros; Tramo dos, Norte veintisiete grados cuarenta y ocho minutos cuarenta y cinco segundos Este con una distancia de veintiún punto noventa y cinco metros; Tramo tres, Norte setenta y cuatro grados treinta y cinco minutos veintisiete segundos Este con una distancia de tres punto diez metros, colindando todos los tramos con inmueble propiedad de Sociedad Cooperativa de Cafetaleros con Tercera Avenida norte de seis punto cuarenta y uno metros de ancho de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,885.836	578,706.086
1	2	S 75°26'56" E	10.89	2	293,884.203	578,734.501
2	3	S 10°33'30" E	2.06	3	293,868.001	578,733.055
3	4	S 79°26'30" E	6.63	4	293,868.344	578,729.584
4	5	N 17°34'55" E	2.60	5	293,869.168	578,716.032
5	6	S 77°52'13" E	10.41	6	293,869.313	578,704.351
6	7	S 05°04'38" W	16.26	7	293,868.002	578,733.049
7	8	N 84°24'06" W	3.48	8	293,882.133	578,705.031
8	9	N 86°31'53" W	13.58	9	293,885.844	578,706.091
9	10	S 88°36'11" W	6.96	10	293,883.101	578,716.632
10	11	N 86°08'03" W	4.73	11	293,885.131	578,717.011
11	12	N 37°41'55" W RADIO = 3.45	LONG. CUERDA= 3.23 LONG. CURVA = 3.50		293,872.072	578,702.212
12	1	S 15°42'39" E	14.30	1	293,885.844	578,706.092

PERÍMETRO = 95.41 m2

ÁREA = 478.45 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR CENTRO AMERICA	PROYECTO: ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL	PRESENTA: BR. FERNANDO JOVEL BR. MARCELO GUERRERO BR. JOSÉ LUIS URÍAS BR. LEONARDO CASTILLO	DOCENTE: ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA	CONTENIDO: PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ07-01 PROPIETARIO DEL INMUEBLE: FLORA EMELINA PORTILLO DE JIMÉNEZ	CÓDIGO CATASTRAL: 1257312165-72 MATRICULA DEL INMUEBLE: N/A DIBUJÓ: GRUPO DE TESIS	FIRMA Y SELLO DE APROBADO:	FECHA: ABRIL 2026 ESCALA: 1:200 HOJA: 46/65 CORRELATIVO: PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Flora Emelina Portillo De Jiménez
LUGAR: Barrio El Centro, Primera Calle Poniente y Quinta Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Flora Emelina Portillo De Jiménez ubicado en Barrio El Centro, Primera Calle Poniente y Quinta Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de cuatrocientos setenta y ocho punto cuarenta y cinco metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos ochenta y cinco punto ochocientos treinta y seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos seis punto ochenta y seis metros.

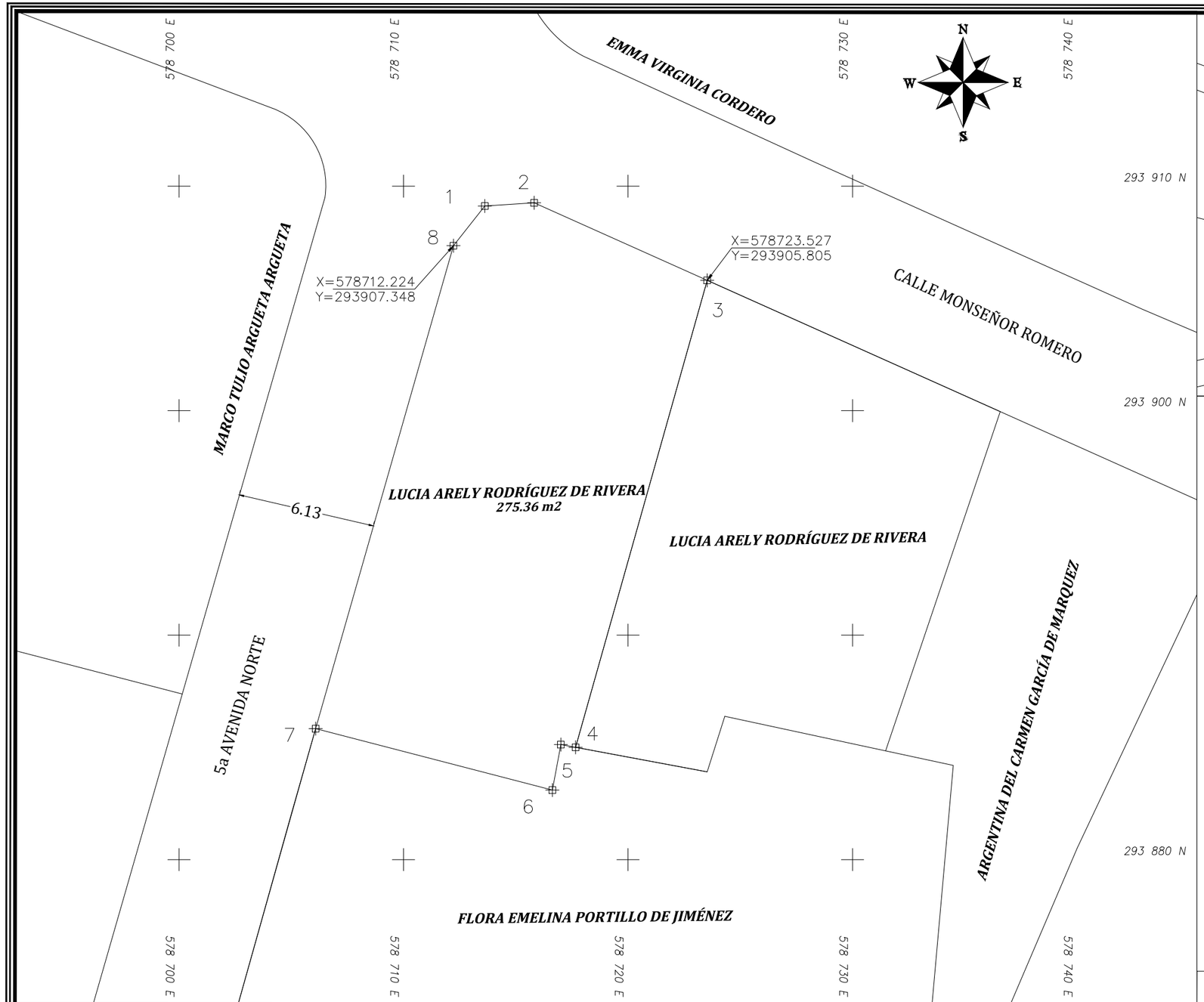
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por cinco tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y cinco grados veintiséis minutos cincuenta y seis segundos Este con una distancia de diez punto ochenta y nueve metros; Tramo dos, Norte diez grados treinta y tres minutos treinta segundos Este con una distancia de dos punto cero seis metros, colindando con inmueble propiedad de Lucia Arely Rodríguez De Rivera con pared de por medio; Tramo tres, Sur setenta y nueve grados veintiséis minutos treinta segundos Este con una distancia de seis punto sesenta y tres metros; Tramo cuatro, Norte diecisiete grados treinta y cuatro minutos cincuenta y cinco segundos Este con una distancia de dos punto sesenta metros colindando con inmueble propiedad de Lucia Arely Rodríguez De Rivera con pared de por medio; Tramo cinco, Sur setenta y siete grados cincuenta y dos minutos trece segundos Este con una distancia de diez punto cuarenta y un metros, colindando con inmuebles propiedad de Lucia Arely Rodríguez De Rivera Y Argentina del Carmen García de Márquez con pared de por medio .

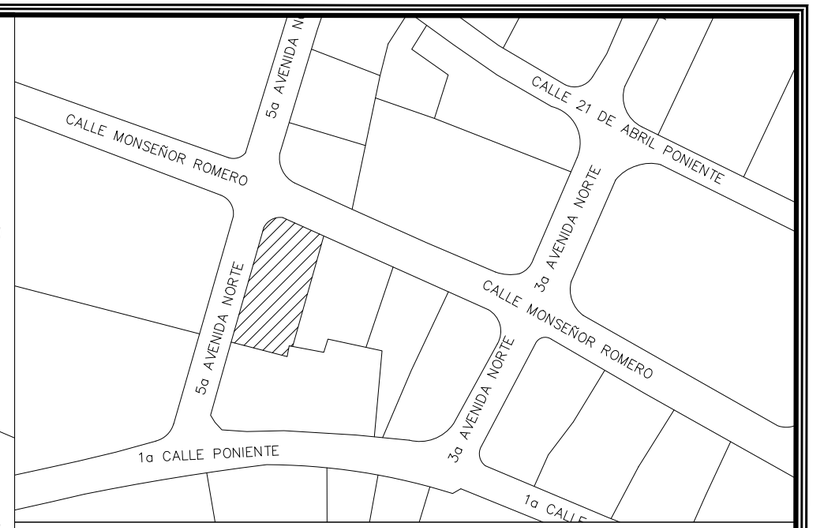
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cinco grados cero cuatro minutos treinta y ocho segundos Oeste con una distancia de dieciséis punto veintiséis metros, colindando con inmueble propiedad de Argentina del Carmen García De Márquez, con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por cinco tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte ochenta y cuatro grados veinticuatro minutos seis segundos Oeste con una distancia de tres punto cuarenta y ocho metros colindando con inmueble propiedad de Luis Alonso Rivera Batres con Primera Calle Poniente de seis punto cuarenta metros de ancho de por medio; Tramo dos, Norte ochenta y seis grados treinta y un minutos cincuenta y tres segundos Oeste con una distancia de trece punto cincuenta y ocho metros; Tramo tres, Sur ochenta y ocho grados treinta y seis minutos once segundos Oeste con una distancia de seis punto noventa y seis metros; Tramo cuatro, Norte ochenta y seis grados ocho minutos tres segundos Oeste con una distancia de cuatro punto setenta y tres metros; Los tramos comprendidos entre el punto dos y el punto cuatro colindando con inmueble propiedad de Salvador Manuel Monjarás Sorto Primera Calle Poniente de seis punto cuarenta metros de ancho de por medio; Tramo cinco, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte treinta y siete grados cuarenta y un minutos cincuenta y cinco segundos Oeste con una longitud de cuerda de tres punto veintitrés metros; con una longitud de curva de tres punto cincuenta metros y un radio de tres punto cuarenta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Salvador Manuel Monjarás Sorto con la intersección de Primera Calle Poniente y Quinta Avenida Norte con ancho de seis punto cuarenta metros de ancho de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte quince grados cuarenta y dos minutos treinta y nueve segundos Este con una distancia de catorce punto treinta metros, colindando con inmueble propiedad de María Domitila Franco Viuda De Orellana con Quinta Avenida norte calle de síes punto veinte metros de ancho de por

medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,909.126	578,713.623
1	2	N 86°17'36" E	2.20	2	293,905.805	578,723.527
2	3	S 65°51'58" E	8.45	3	293,885.001	578,717.674
3	4	S 15°44'21" W	21.61	4	293,885.133	578,717.012
4	5	N 79°26'30" W	0.67	5	293,883.105	578,716.633
5	6	S 10°33'30" W	2.06	6	293,885.844	578,706.094
6	7	N 75°26'56" W	10.89	7	293,907.348	578,712.224
7	8	N 15°55'32" E	22.37	8	293,909.123	578,713.624
8	1	N 38°18'32" E	2.25	1	293,909.264	578,715.822

PERÍMETRO = 70.51 m

ÁREA = 275.36 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ07-02

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
LUCIA ARELY RODRÍGUEZ DE RIVERA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-69

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
47/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Lucia Arely Rodríguez de Rivera
LUGAR: Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Quinta Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Lucia Arely Rodríguez de Rivera ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios , departamento de San Miguel, con una extensión superficial de doscientos setenta y cinco punto treinta y seis metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos nueve punto ciento veintiséis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos trece punto seiscientos veintitrés metros.

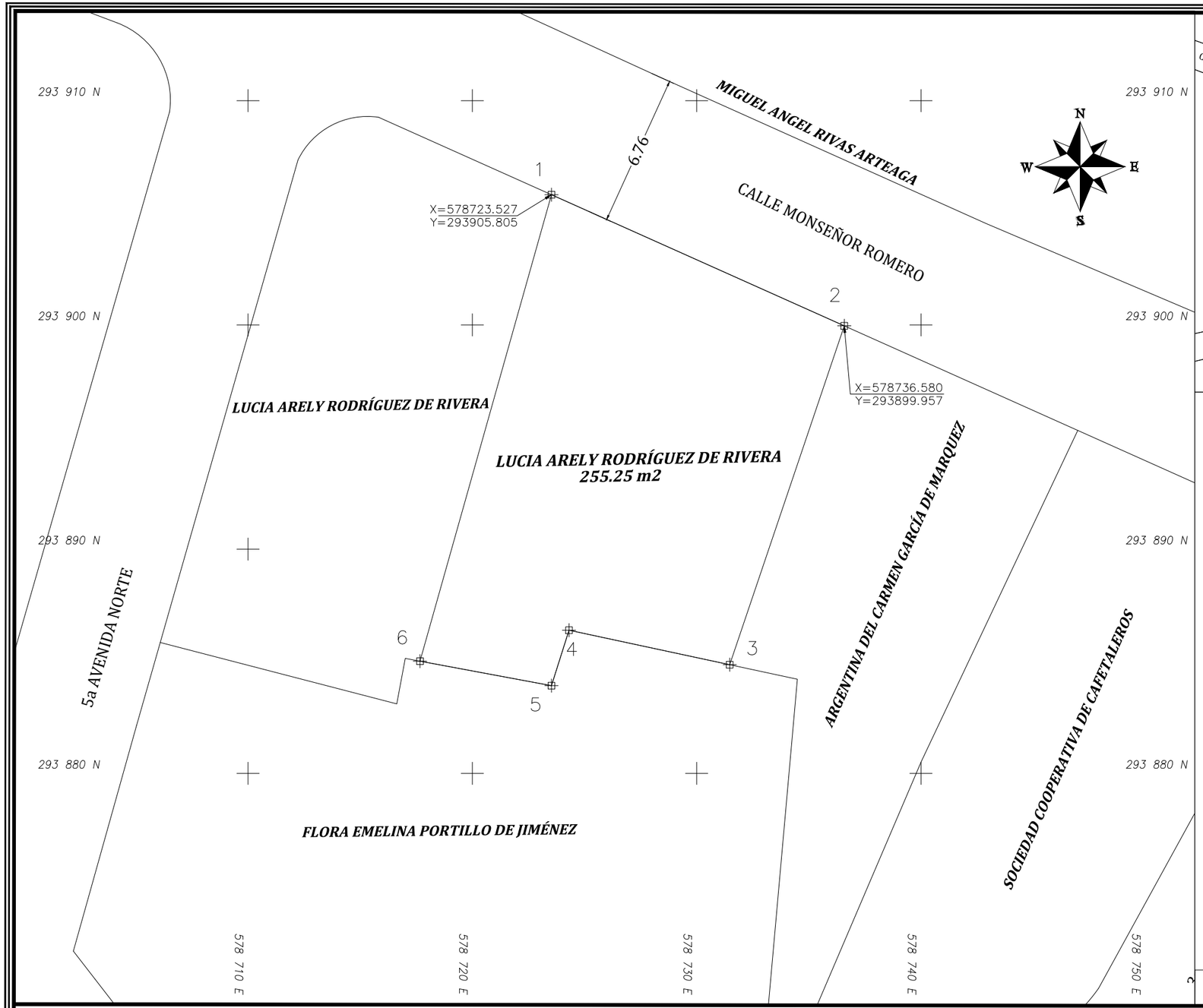
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte ochenta y seis grados diecisiete minutos treinta y seis segundos Este con una distancia de dos punto veinte metros; Tramo dos, sur sesenta y cinco grados cincuenta y un minutos cincuenta y ocho segundos Este con una distancia de ocho punto cuarenta y cinco metros, colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Emma Virginia Cordero con Calle Monseñor Romero de siete punto cero siete metros de ancho de por medio.

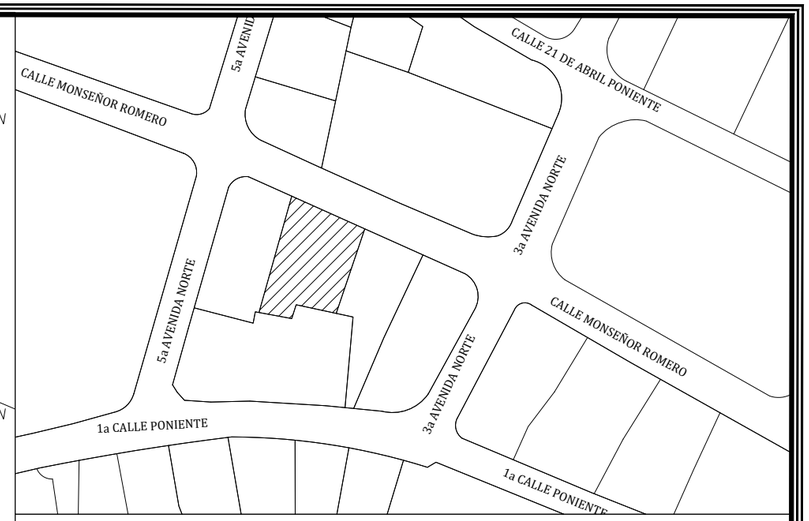
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur quince grados cuarenta y cuatro minutos veintiún segundos Oeste con una distancia de veintiún punto sesenta y un metros, colindando con Lucia Arely Rodríguez de Rivera con pared de por medio; Tramo dos, Norte setenta y nueve grados veintiséis minutos treinta segundos Oeste con una distancia de punto sesenta y siete metros; Tramo tres, Sur diez grados treinta y tres minutos treinta segundos Oeste con una distancia de dos punto cero seis metros,

colindando ambos tramos con inmueble propiedad de Flora Emelina Portillo de Jiménez con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y cinco grados veintiséis minutos cincuenta y seis segundos Oeste con una distancia de diez punto ochenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Flora Emelina Portillo de Jiménez con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte quince grados cincuenta y cinco minutos treinta y dos segundos Este con una distancia de veintidós punto treinta y siete metros colindando con inmueble propiedad de Marco Tulio Argueta Argueta con Quinta Avenida Norte de seis punto trece metros de ancho de por medio; Tramo dos, Norte treinta y ocho grados dieciocho minutos treinta y un segundos Este con una distancia de dos punto veinticinco metros. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,905.805	578,723.527
1	2	S 65°51'58" E	14.30	2	293,899.957	578,736.580
2	3	S 18°40'20" W	15.95	3	293,884.862	578,731.476
3	4	N 77°52'13" W	7.33	4	293,886.390	578,724.310
4	5	S 17°34'55" W	2.60	5	293,883.914	578,723.534
5	6	N 79°26'30" W	5.96	6	293,885.007	578,717.678
6	1	N 15°44'21" E	21.61	1	293,905.806	578,723.533

PERÍMETRO = 67.75 m ÁREA = 255.25 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. FERNANDO JOVEL
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ07-03

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
LUCIA ARELY RODRÍGUEZ DE RIVERA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-181

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
47/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Lucia Arely Rodríguez de Rivera
LUGAR: Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero.
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

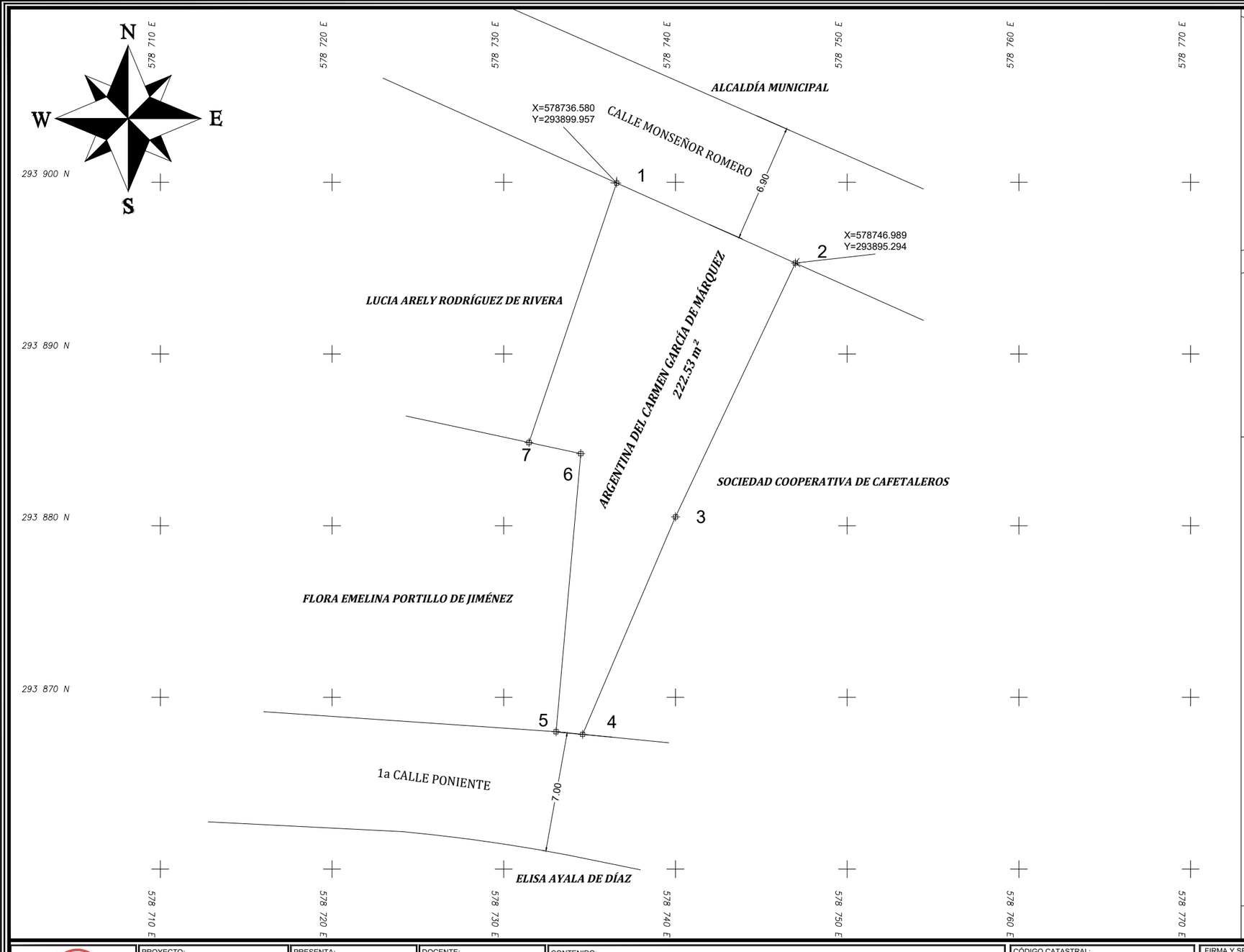
Descripción técnica del inmueble propiedad de Lucia Arely Rodríguez de Rivera ubicado en Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de doscientos cincuenta y cinco punto veinticinco metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos cinco punto ochocientos cinco metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos veintitrés punto quinientos veintisiete metros.

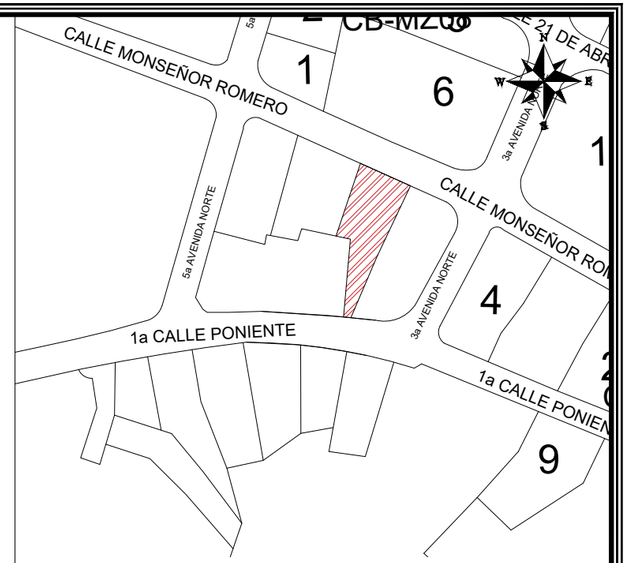
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y cinco grados cincuenta y un minutos cincuenta y ocho segundos Este con una distancia de catorce puntos treinta metros, colindando con Miguel Angel Rivas Arteaga con Calle Monseñor Romero de seis punto sesenta y seis metros de ancho de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur dieciocho grados cuarenta minutos veinte segundos Oeste con una distancia de quince punto noventa y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Argentina del Carmen García de Márquez con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y siete grados cincuenta y dos minutos trece segundos Oeste con una distancia de siete punto treinta y tres metros; Tramo dos, Sur diecisiete grados treinta y cuatro minutos cincuenta y cinco segundos Oeste con una distancia de dos punto sesenta metros; Tramo tres, Norte setenta y nueve grados veintiséis minutos treinta segundos Oeste con una distancia de cinco punto noventa y seis metros, colindando todos los tramos con inmueble propiedad de Flora Emelina Portillo de Jiménez con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte quince grados cuarenta y cuatro minutos veintiún segundos Este con una distancia de veintiún punto sesenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Lucia Arely Rodríguez de Rivera con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,899.957	578,736.580
1	2	S 65°51'58" E	11.41	2	293,895.294	578,746.989
2	3	S 25°17'08" W	16.35	3	293,880.514	578,740.007
3	4	S 23°08'08" W	13.77	4	293,867.851	578,734.596
4	5	N 84°55'22" W	1.55	5	293,867.988	578,733.048
5	6	N 05°04'38" E	16.27	6	293,884.197	578,734.488
6	7	N 77°52'13" W	3.08	7	293,884.845	578,731.473
7	1	N 18°40'20" E	15.95	1	293,899.957	578,736.580

PERÍMETRO = 78.39 m ÁREA = 222.53 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 04 MZ-07

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ARGENTINA DEL CARMEN GARCÍA DE MÁRQUEZ

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/70

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:250

HOJA:
49/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Argentina del Carmen García de Marquéz
LUGAR: Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del Inmueble propiedad de Argentina del Carmen García de Marquéz ubicado en Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de doscientos veintidós punto cincuenta y tres metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos noventa y nueve punto novecientos cincuenta y siete metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos treinta y seis punto quinientos ochenta metros.

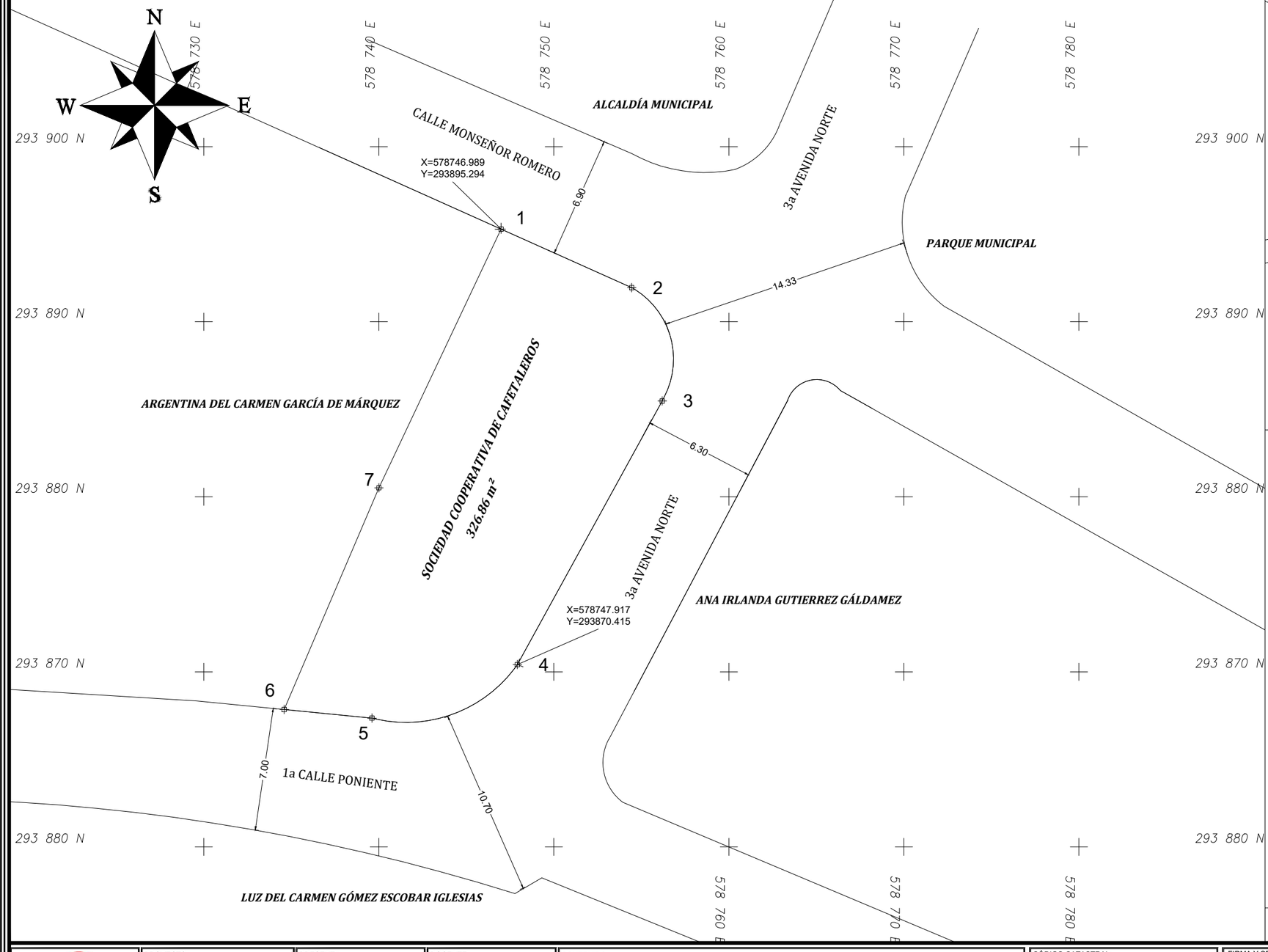
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y cinco grados cincuenta y un minutos cincuenta y ocho segundos Este con una distancia de once punto cuarenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con Calle Monseñor Romero de seis punto noventa metros de ancho de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veinticinco grados diecisiete minutos cero ocho segundos Oeste con una distancia de dieciséis punto treinta y cinco metros; Tramo dos, Sur veintitrés grados cero ocho minutos cero ocho segundos Oeste con una distancia de trece punto setenta y siete

metros, colindando con inmueble propiedad de la Sociedad Cooperativa de Cafetaleros con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte ochenta y cuatro grados cincuenta y cinco minutos veintidós segundos Oeste con una distancia de uno punto cincuenta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Elisa Ayala de Díaz con Primera Calle Poniente de siente punto cero metros de ancho de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cero cinco grados cero cuatro minutos treinta y ocho segundos Este con una distancia de dieciséis punto veintisiete metros; Tramo dos, Norte setenta y siete grados cincuenta y dos minutos trece segundos Oeste con una distancia de tres punto cero ocho metros, colindando con inmueble propiedad de Flora Emelina Portillo de Jiménez con pared de por medio. Tramo tres, Norte dieciocho grados cuarenta minutos veinte segundos Este con una distancia de quince punto noventa y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Lucía Arely Rodríguez de Rivera con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.



ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,895.294	578,746.989
1	2	S 65°51'58" E	8.17	2	293,891.952	578,754.448
2	3	S 15°04'18" E RADIO = 4.69	LONG. CUERDA = 6.71 LONG. CURVA = 7.48	3	293,885.475	578,756.192
3	4	S 28°47'22" W	17.18	4	293,870.415	578,747.917
4	5	S 69°48'25" W RADIO = 7.76	LONG. CUERDA = 8.85 LONG. CURVA = 9.42	5	293,867.359	578,739.608
5	6	N 84°24'06" W	5.04	6	293,867.851	578,734.596
6	7	N 23°08'08" E	13.75	7	293,880.498	578,740.000
7	1	N 25°16'60" E	16.36	1	293,895.294	578,746.989

PERÍMETRO = 77.41 m ÁREA = 326.86 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO: ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA: BR. MARCELO GUERRERO; BR. JOSÉ LUIS URÍAS; BR. FERNANDO JOVEL; BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE: ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO: PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 05 MZ 07

PROPIETARIO DEL INMUEBLE: SOCIEDAD COOPERATIVA DE CAFETALEROS

CÓDIGO CATASTRAL: 1257312165/71

MATRICULA DEL INMUEBLE: -

DIBUJÓ: GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA: ABRIL 2026

ESCALA: 1:250

HOJA: 50/79

CORRELATIVO: PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Sociedad Cooperativa de Cafetaleros

LUGAR: Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Tercera Avenida Norte

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de la Sociedad Cooperativa de Cafetaleros ubicado en Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Tercera Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos veintiséis punto ochenta y seis metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil ochocientos noventa y cinco punto doscientos noventa y cuatro metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos cuarenta y seis punto novecientos ochenta y nueve metros.

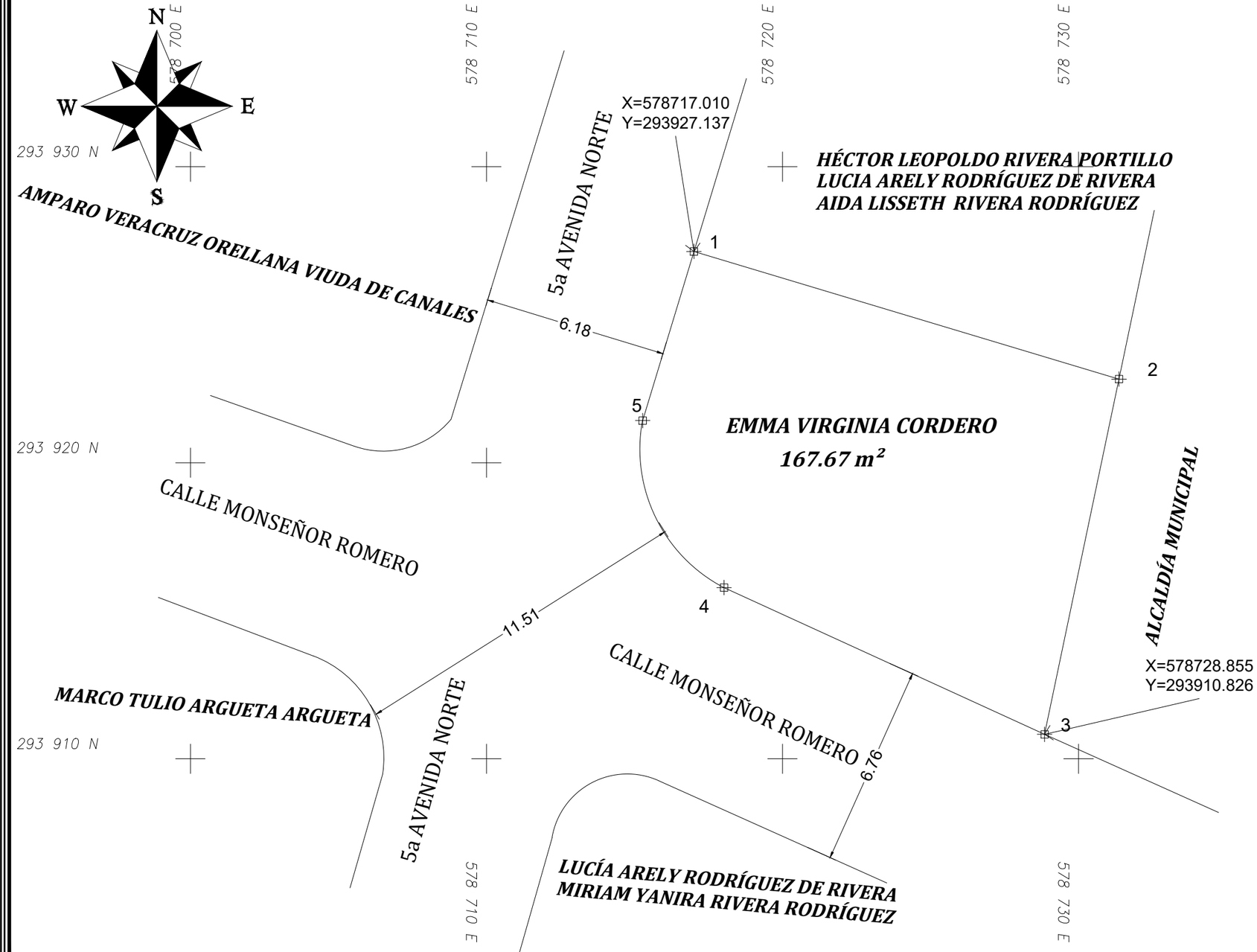
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y cinco grados cincuenta y un minutos cincuenta y ocho segundos Este con una distancia de ocho punto diecisiete metros, colindando con inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con Calle Monseñor Romero de seis punto noventa metros de ancho de por medio.

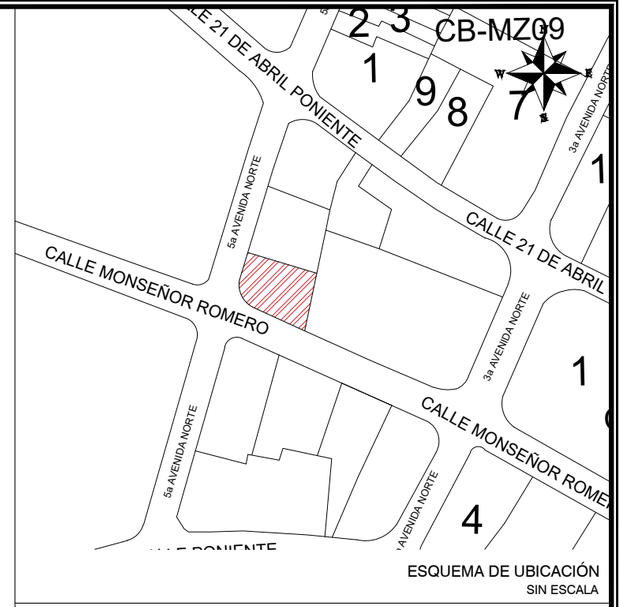
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur quince grados cero cuatro minutos dieciocho segundos Este con una longitud de curva de siete punto cuarenta y ocho metros y un radio de cuatro punto sesenta y nueve metros, colindando con Parque

Municipal propiedad de Alcaldía de Municipal de Ciudad Barrios con la intersección de la Calle Monseñor Romero y la Tercera Avenida Norte con ancho de catorce punto treinta y tres metros de por medio. Tramo dos, Sur veintiocho grados cuarenta y siete minutos veintidós segundos Oeste con una distancia de diecisiete punto dieciocho metros, colindando con inmueble propiedad de Ana Irlanda Gutiérrez Galdámez con Tercera Avenida Norte con ancho de seis punto treinta metros de por medio. Tramo tres, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur sesenta y nueve grados cuarenta y ocho minutos veinticinco segundos Oeste con una longitud de curva de nueve punto cuarenta y dos metros y un radio de siete punto setenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Luz del Carmen Gómez Escobar Iglesias con la intersección de la Primera Calle Poniente y Tercera Avenida Norte con ancho de diez punto setenta metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte ochenta y cuatro grados veinticuatro minutos cero seis segundos Oeste con una distancia de cinco punto cero cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Luz del Carmen Gómez Escobar Iglesias con Primera Calle Poniente con ancho de siete punto cero metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintitrés grados cero ocho minutos cero ocho segundos Este con una distancia de trece punto setenta y cinco metros; Tramo dos, Norte veinticinco grados dieciséis minutos sesenta segundos Este con una distancia de dieciséis punto treinta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Argentina del Carmen García de Márquez con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,927.137	578,717.010
1	2	S 73°17'26" E	14.99	2	293,922.826	578,731.368
2	3	S 11°49'41" W	12.26	3	293,910.826	578,728.855
3	4	N 65°24'01" W	11.91	4	293,915.783	578,718.027
4	5	N 25°58'46" W RADIO = 5.28	LONG. CUERDA = 6.27 LONG. CURVA = 6.72	5	293,921.424	578,715.278
5	1	N 16°51'43" E	5.97	1	293,927.137	578,717.010

PERÍMETRO = 51.85 m ÁREA = 167.67 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 01 MZ-08

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
EMMA VIRGINIA CORDERO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/54

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:150

HOJA:
51/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Emma Virginia Cordero
LUGAR: Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Quinta Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

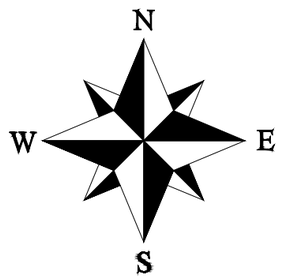
Descripción técnica del inmueble propiedad de Emma Virginia Cordero ubicado en Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Quinta Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento sesenta y siete punto sesenta y siete metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos veintisiete punto ciento treinta siete metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos diecisiete punto cero diez metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta y tres grados diecisiete minutos veintiséis segundos Este con una distancia de catorce punto noventa y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Héctor Leopoldo Rivera Portillo, Lucía Arely Rodríguez de Rivera y Aida Lisseth Rivera Rodríguez con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur once grados cuarenta y nueve minutos cuarenta y un segundos Oeste con una distancia de doce punto veintiséis metros, colindando con inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y cinco grados veinticuatro minutos cero un segundos Oeste con una distancia de once punto noventa y un metros, colindando con inmueble Lucía Arely Rodríguez de Rivera y Miriam Yanira Rivera Rodríguez con Calle Monseñor Romero con ancho de seis punto setenta y seis metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte veinticinco grados cincuenta y ocho minutos cuarenta y seis segundos Oeste con una longitud de curva de seis punto setenta y dos metros y un radio de cinco punto veintiocho metros, colindando con inmueble propiedad de Marco Tulio Argueta Argueta con intersección de Quinta Avenida Norte y Calle Monseñor Romero con ancho de once punto cincuenta y un metros de por medio. Tramo dos, Norte dieciséis grados cincuenta y un minutos cuarenta y tres segundos Este con una distancia de cinco punto noventa y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Amparo Veracruz Orellana Viuda de Canales con Quinta Avenida Norte de seis punto dieciocho metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.



578 710 E | 578 720 E | 578 730 E | 578 740 E

293 940 N

293 930 N

293 920 N

X=578721.202
Y=293940.967

1

2

3

4

HÉCTOR LEOPOLDO RIVERA PORTILLO
SUYAPA IVETH RIVERA SORTO

AMPARO VERACRUZ ORELLANA
VIUDA DE CANALES

5a AVENIDA NORTE

6.18

HÉCTOR LEOPOLDO RIVERA PORTILLO
LUCIA ARELY RODRÍGUEZ DE RIVERA
AIDA LISSETH RIVERA RODRÍGUEZ
200.19 m²

ALCALDÍA MUNICIPAL

EMMA VIRGINIA CORDERO

X=578731.368
Y=293922.826

ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,940.967	578,721.202
1	2	S 68°54'57" E	13.85	2	293,935.985	578,734.122
2	3	S 11°49'09" W	13.44	3	293,922.826	578,731.368
3	4	N 73°17'26" W	14.99	4	293,927.137	578,717.010
4	1	N 16°51'43" E	14.45	1	293,940.967	578,721.202
PERÍMETRO = 56.73 m			ÁREA = 200.19 m2			

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMÉRICA — HACIA LA LIBERTAD — POR LA CULTURA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 02 MZ-08

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
HECTOR LEOPOLDO RIVERA PORTILLO
LUCIA ARELY RODRIGUEZ DE RIVERA
AIDA LISSETH RIVERA RODRIGUEZ

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/178

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:150

HOJA:
52/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Héctor Leopoldo Rivera Portillo, Lucía Arely Rodríguez de Rivera y Aida Lisseth Rivera Rodríguez
LUGAR: Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Héctor Leopoldo Rivera Portillo, Lucía Arely Rodríguez de Rivera y Aida Lisseth Rivera Rodríguez ubicado en Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de doscientos punto diecinueve metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos cuarenta punto novecientos sesenta y siete metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos veintiún punto doscientos dos metros.

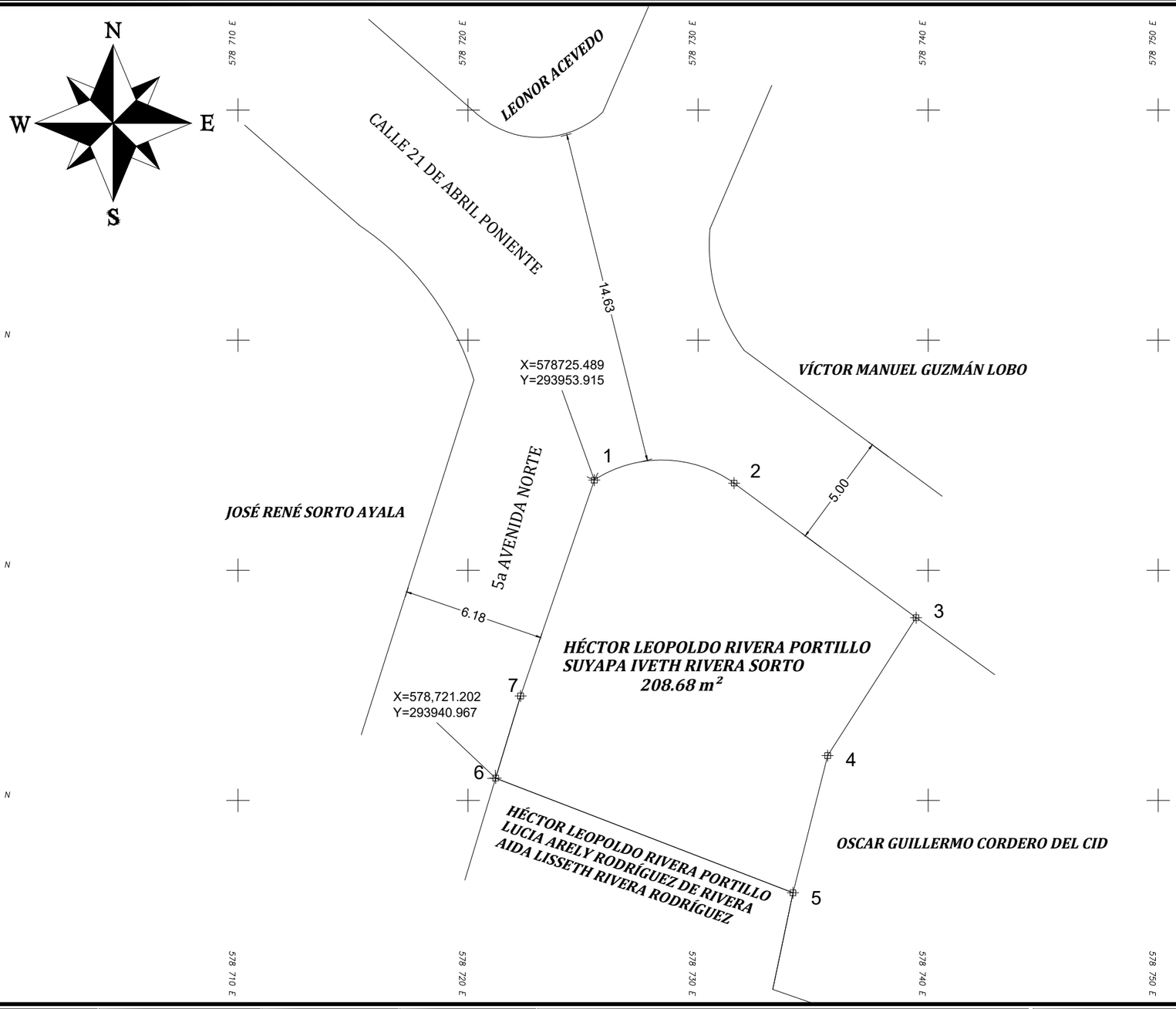
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y ocho grados cincuenta y cuatro minutos cincuenta y siete segundos Este con una distancia de trece punto ochenta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Héctor Leopoldo Rivera Portillo y Suyapa Iveth Rivera Sorto con pared de por medio.

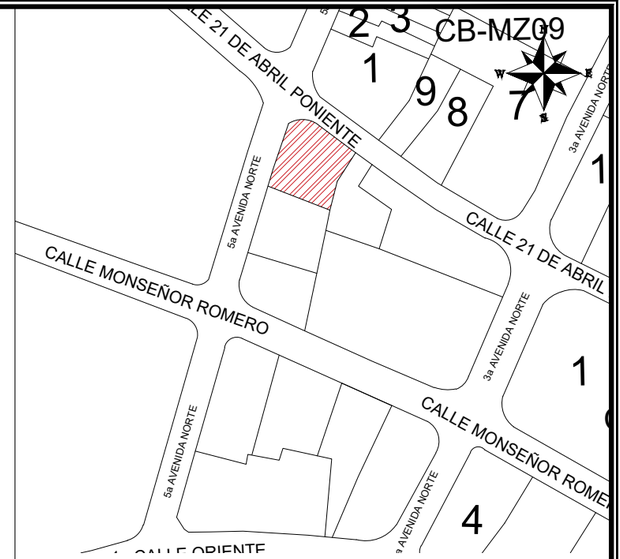
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur once grados cuarenta y nueve minutos cero nueve segundos Oeste con una distancia de trece punto

cuarenta y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y tres grados diecisiete minutos veintiséis segundos Oeste con una distancia de catorce punto noventa y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Emma Virginia Cordero con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte dieciséis grados cincuenta y un minutos cuarenta y tres segundos Este con una distancia de catorce punto cuarenta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Amparo Veracruz Orellana Viuda de Canales con Quinta Avenida Norte con ancho de seis punto dieciocho metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,953.915	578,725.489
1	2	S 88°47'42" E RADIO = 5.43	LONG. CUERDA = 6.07 LONG. CURVA = 6.45	2	293,953.788	578,731.563
2	3	S 53°30'44" E	9.84	3	293,947.939	578,739.470
3	4	S 32°39'04" W	7.12	4	293,941.945	578,735.629
4	5	S 14°11'39" W	6.15	5	293,935.985	578,734.122
5	6	N 68°54'57" W	13.85	6	293,940.967	578,721.202
6	7	N 16°51'43" E	3.73	7	293,944.536	578,722.283
7	1	N 18°52'09" E	9.91	1	293,953.915	578,725.489

PERÍMETRO = 57.04 m ÁREA = 208.68 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 03 MZ - 08

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
HECTOR LEOPOLDO RIVERA PORTILLO
SUYAPA IVETH RIVERA SORTO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/50

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
53/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Héctor Leopoldo Rivera Portillo y Suyapa Iveth Rivera Sorto

LUGAR: Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente y Quinta Avenida Norte

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Héctor Leopoldo Rivera Portillo y Suyapa Iveth Rivera Sorto ubicado en Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente y Quinta Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de doscientos ocho punto sesenta y ocho metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos cincuenta y tres punto novecientos quince metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos veinticinco punto cuatrocientos ochenta y nueve metros.

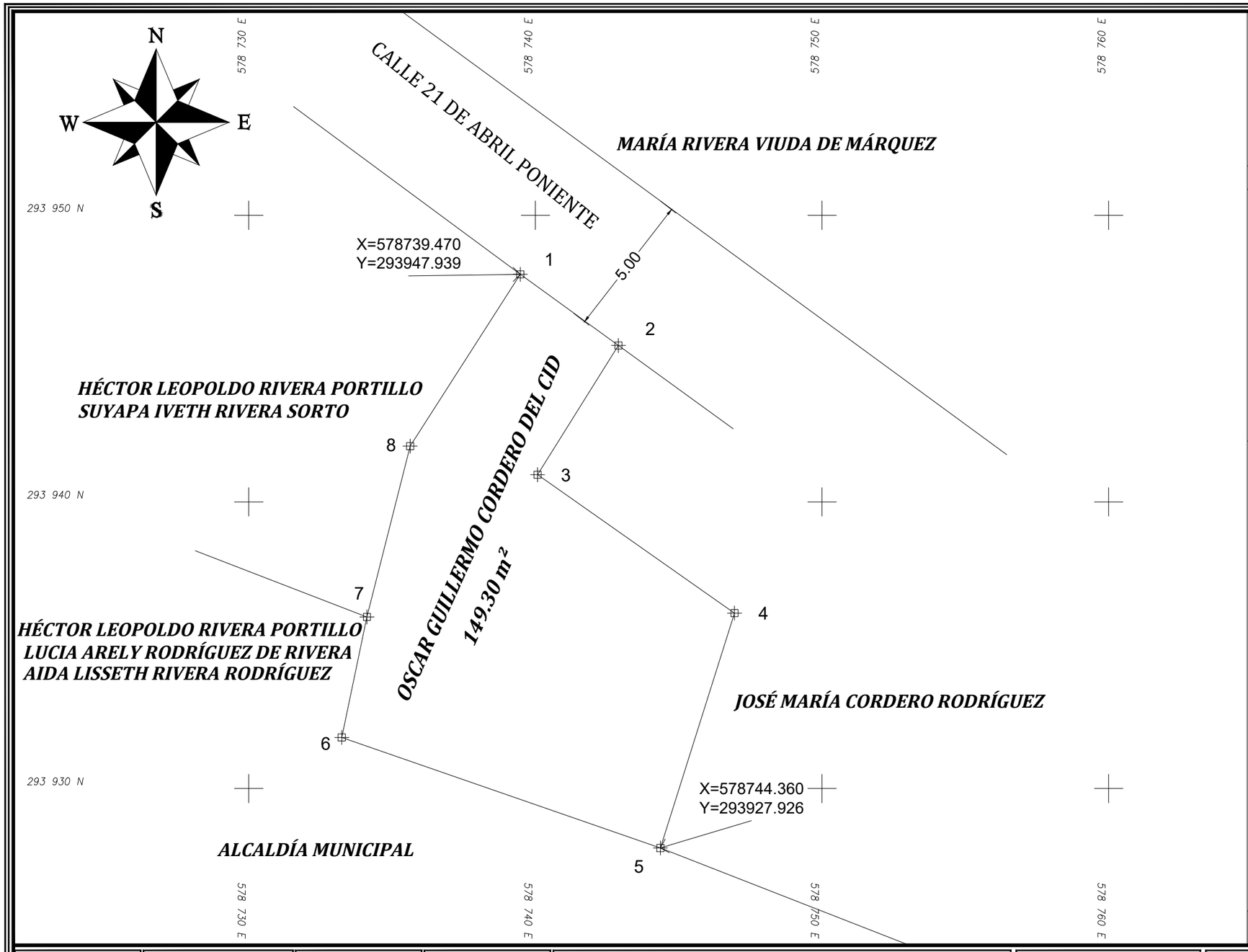
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur ochenta y ocho grados cuarenta y siete minutos cuarenta y dos segundos Este con una longitud de curva de seis punto cuarenta y cinco metros y un radio de cinco punto cuarenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Leonor Acevedo con intersección de la Calle Veintiuno de Abril Poniente y Quinta Avenida Norte con ancho de catorce punto sesenta y tres metros de por medio. Tramo dos, Sur cincuenta y tres grados treinta minutos cuarenta y cuatro segundos Este con una distancia de nueve punto ochenta y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Víctor Manuel Guzmán

Lobo con Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de cinco punto cero metros de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur treinta y dos grados treinta y nueve minutos cero cuatro segundos Oeste con una distancia de siete punto doce metros; Tramo dos, Sur catorce grados once minutos treinta y nueve segundos Oeste con una distancia de seis punto quince metros, colindando con inmueble propiedad de Oscar Guillermo Cordero del Cid con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y ocho grados cincuenta y cuatro minutos cincuenta y siete segundos Oeste con una distancia de trece punto ochenta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Héctor Leopoldo Rivera Portillo, Lucía Arely Rodríguez de Rivera y Aida Lisseth Rivera Rodríguez con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte dieciséis grados cincuenta y un minutos cuarenta y tres segundos Este con una distancia de tres punto setenta y tres metros; Tramo dos, Norte dieciocho grados cincuenta y dos minutos cero nueve segundos Este con una distancia de nueve punto noventa y un metros, colindando con inmueble propiedad de José René Sorto Ayala con Quinta Avenida Norte con ancho de seis punto dieciocho metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.



ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,947.939	578,739.470
1	2	S 54°03'25" E	4.23	2	293,945.456	578,742.895
2	3	S 32°01'05" W	5.32	3	293,940.947	578,740.075
3	4	S 54°54'55" E	8.40	4	293,936.120	578,746.947
4	5	S 17°31'21" W	8.59	5	293,927.926	578,744.360
5	6	N 70°52'01" W	11.77	6	293,931.783	578,733.244
6	7	N 11°48'01" E	4.29	7	293,935.985	578,734.122
7	8	N 14°11'39" E	6.15	8	293,941.945	578,735.629
8	1	N 32°39'04" E	7.12	1	293,947.939	578,739.470

PERÍMETRO = 55.86 m ÁREA = 149.30 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO: ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA: BR. MARCELO GUERRERO; BR. JOSÉ LUIS URÍAS; BR. FERNANDO JOVEL; BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE: ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO: PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 04 MZ-08

PROPIETARIO DEL INMUEBLE: OSCAR GUILLERMO CORDERO DEL CID

CÓDIGO CATASTRAL: 1257312165/51

MATRICULA DEL INMUEBLE: -

DIBUJÓ: GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA: ABRIL 2026

ESCALA: 1:150

HOJA: 54/79

CORRELATIVO: PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Oscar Guillermo Cordero del Cid
LUGAR: Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Oscar Guillermo Cordero del Cid ubicado en Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento cuarenta y nueve punto treinta metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos cuarenta y siete punto novecientos treinta y nueve metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos treinta y nueve punto cuatrocientos setenta metros.

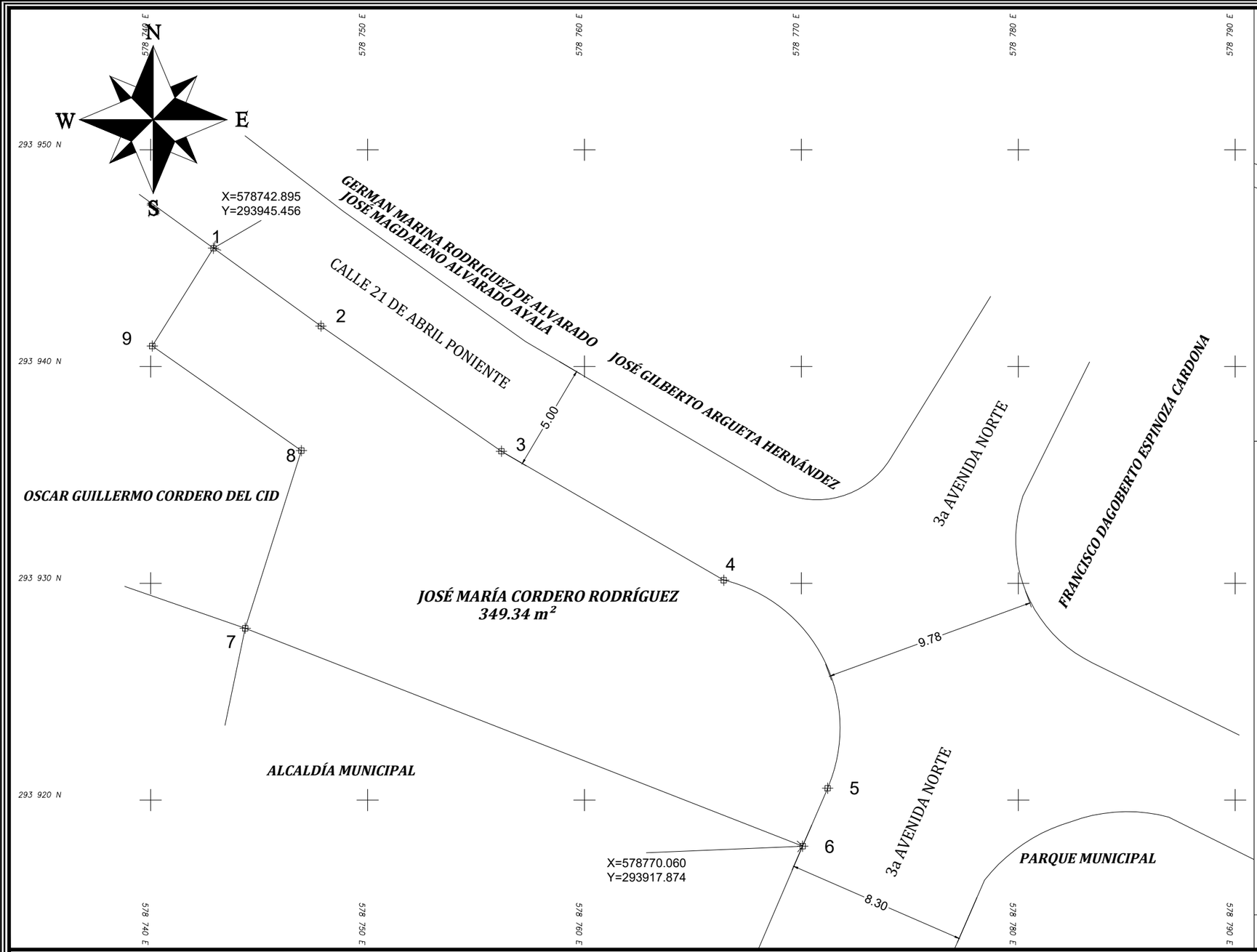
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cincuenta y cuatro grados cero tres minutos veinticinco segundos Este con una distancia de cuatro punto veintitrés metros, colindando con inmueble propiedad de María Rivera Viuda de Márquez con Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de cinco punto cero metros de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur treinta y dos grados cero un minutos cero cinco segundos Oeste con una distancia de cinco punto treinta y dos metros; Tramo dos, Sur cincuenta y cuatro grados cincuenta y cuatro minutos cincuenta y cinco segundos Este con una distancia de ocho

punto cuarenta metros; Tramo tres, Sur diecisiete grados treinta y un minutos veintiún segundos Oeste con una distancia de ocho punto cincuenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de José María Cordero Rodríguez con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta grados cincuenta y dos minutos cero un segundos Oeste con una distancia de once punto setenta y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte once grados cuarenta y ocho minutos cero un segundos Este con una distancia de cuatro punto veintinueve metros, colindando con inmueble propiedad de Héctor Leopoldo Rivera Portillo, Lucia Arely Rodríguez Rivera y Aida Lisseth Rivera Rodríguez con pared de por medio; Tramo dos, Norte catorce grados once minutos treinta y nueve segundos Este con una distancia de seis punto quince metros; Tramo tres, Norte treinta y dos grados treinta y nueve minutos cero cuatro segundos Este con una distancia de siete punto doce metros, colindando con Héctor Leopoldo Rivera Portillo y Suyapa Iveth Rivera Sorto con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.



ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,945.456	578,742.895
1	2	S 54°03'25" E	6.12	2	293,941.863	578,747.851
2	3	S 55°15'06" E	10.13	3	293,936.091	578,756.171
3	4	S 59°52'24" E	11.85	4	293,930.143	578,766.422
4	5	S 26°32'01" E RADIO = 7.01	LONG. CUERDA = 10.72 LONG. CURVA = 12.21	5	293,920.548	578,771.213
5	6	S 23°19'21" W	2.91	6	293,917.874	578,770.060
6	7	N 68°38'13" W	27.60	7	293,927.926	578,744.360
7	8	N 17°31'21" E	8.59	8	293,936.120	578,746.947
8	9	N 54°54'55" W	8.40	9	293,940.947	578,740.075
9	1	N 32°01'05" E	5.32	1	293,945.456	578,742.895

PERÍMETRO = 93.12 m

ÁREA = 349.34 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 05 MZ-08

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
JOSE MARIA CORDERO RODRIGUEZ

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/52

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
55/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: José María Cordero Rodríguez

LUGAR: Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente y Tercera Avenida Norte

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

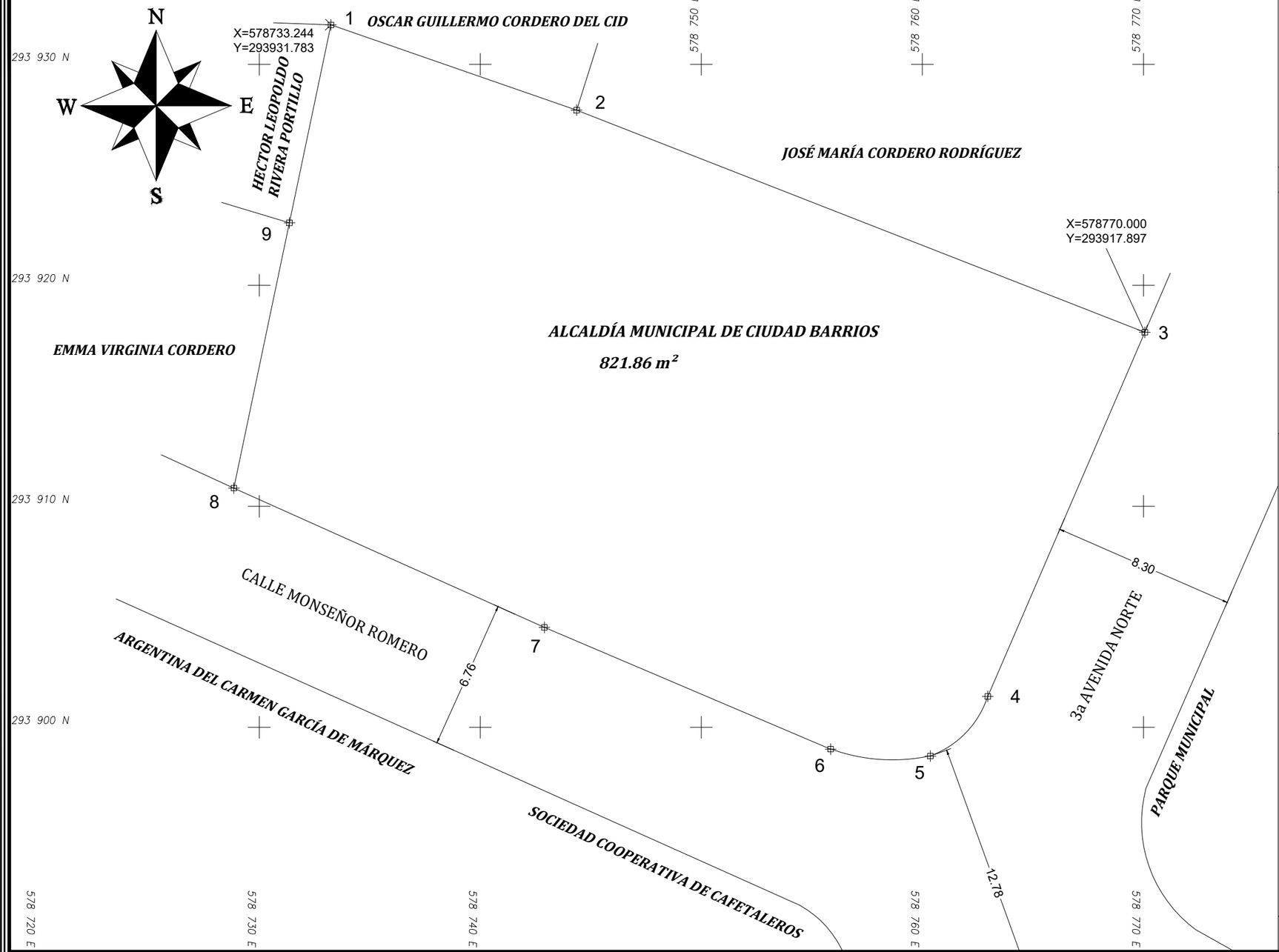
Descripción técnica del inmueble propiedad de José María Cordero Rodríguez ubicado en Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente y Tercera Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos cuarenta y nueve punto treinta y cuatro metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos cuarenta y cinco punto cuatrocientos cincuenta y seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos cuarenta y dos punto ochocientos noventa y cinco metros.

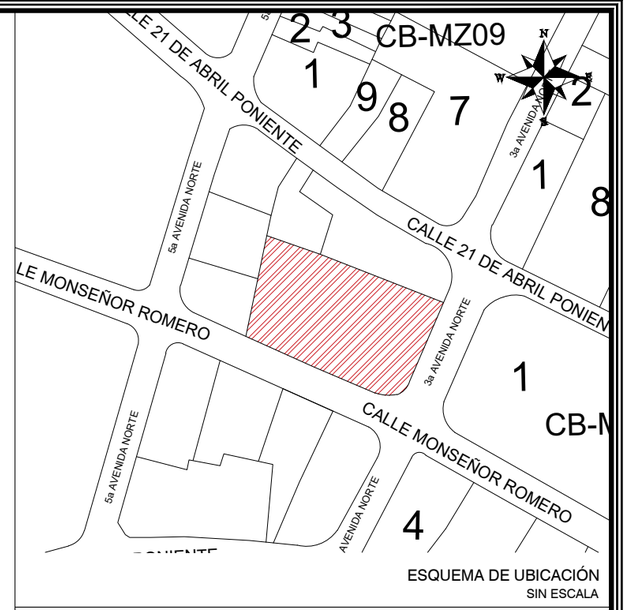
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cincuenta y cuatro grados cero tres minutos veinticinco segundos Este con una distancia de seis punto doce metros; Tramo dos, Sur cincuenta y cinco grados quince minutos cero seis segundos Este con una distancia de diez punto trece metros, colindando con German Marina Rodríguez de Alvarado y José Magdaleno Alvarado Ayala con Calle Veintiuno de Abril Poniente con cinco punto cero metros de por medio; Tramo tres, Sur cincuenta y nueve grados cincuenta y dos minutos veinticuatro segundos Este con una distancia de once punto ochenta y cinco metros, colindando inmueble propiedad de con José Gilberto Argueta Hernández con Calle Veintiuno de Abril Poniente con cinco punto cero metros de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur veintiséis grados treinta y dos minutos cero un segundos Este con una longitud de curva de doce punto veintiún metros y un radio de siete punto cero un metros, colindando con inmueble propiedad de Francisco Dagoberto Espinoza Cardona con intersección de Tercera Avenida Norte y Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de nueve punto setenta y ocho metros de por medio. Tramo dos, Sur veintitrés grados diecinueve minutos veintiún segundos Oeste con una distancia de dos punto noventa y un metros, colindando con Parque Municipal propiedad de Alcaldía Municipal con Tercera Avenida Norte con ancho de ocho punto treinta metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y ocho grados treinta y ocho minutos trece segundos Oeste con una distancia de veintisiete punto sesenta metros, colindando con inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte diecisiete grados treinta y un minutos veintiún segundos Este con una distancia de ocho punto cincuenta y nueve metros; Tramo dos, Norte cincuenta y cuatro grados cincuenta y cuatro minutos cincuenta y cinco segundos Oeste con una distancia de ocho punto cuarenta metros; Tramo tres, Norte treinta y dos grados cero un minutos cero cinco segundos Este con una distancia de cinco punto treinta y dos metros, colindando con inmueble propiedad de Oscar Guillermo Cordero del Cid con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,931.783	578,733.244
1	2	S 70°52'01" E	11.77	2	293,927.926	578,744.360
2	3	S 68°38'13" E	27.60	3	293,917.897	578,770.000
3	4	S 23°19'21" W	17.94	4	293,901.400	578,762.958
4	5	S 43°56'58" W RADIO = 4.26	LONG. CUERDA = 3.75 LONG. CURVA = 3.88	5	293,899.015	578,755.848
5	6	N 86°00'49" W RADIO = 8.14	LONG. CUERDA = 4.52 LONG. CURVA = 4.58	6		
6	7	N 66°57'33" W	14.07	7	293,904.521	578,742.901
7	8	N 65°49'36" W	15.40	8	293,910.826	578,728.855
8	9	N 11°49'41" E	12.26	9	293,922.826	578,731.368
9	1	N 11°49'41" E	9.15	1	293,931.783	578,733.244

PERÍMETRO = 116.64 m ÁREA = 821.86 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMÉRICA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 06 MZ-08

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ALCALDÍA MUNICIPAL DE CIUDAD BARRIOS

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/53

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
56/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios
LUGAR: Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Tercera Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios ubicado en Barrio El Centro, Calle Monseñor Romero y Tercera Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ochocientos veintiún punto ochenta y seis metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos treinta y uno punto setecientos ochenta y tres metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos treinta y tres punto doscientos cuarenta y cuatro metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur setenta grados cincuenta y dos minutos cero un segundos Este con una distancia de once punto setenta y siete metros, colindando con Oscar Guillermo Cordero del Cid con pared de por medio; Tramo dos, Sur sesenta y ocho grados treinta y ocho minutos trece segundos Este con una distancia de veintisiete punto sesenta metros, colindando con inmueble propiedad de José María Cordero Rodríguez con pared de por medio.

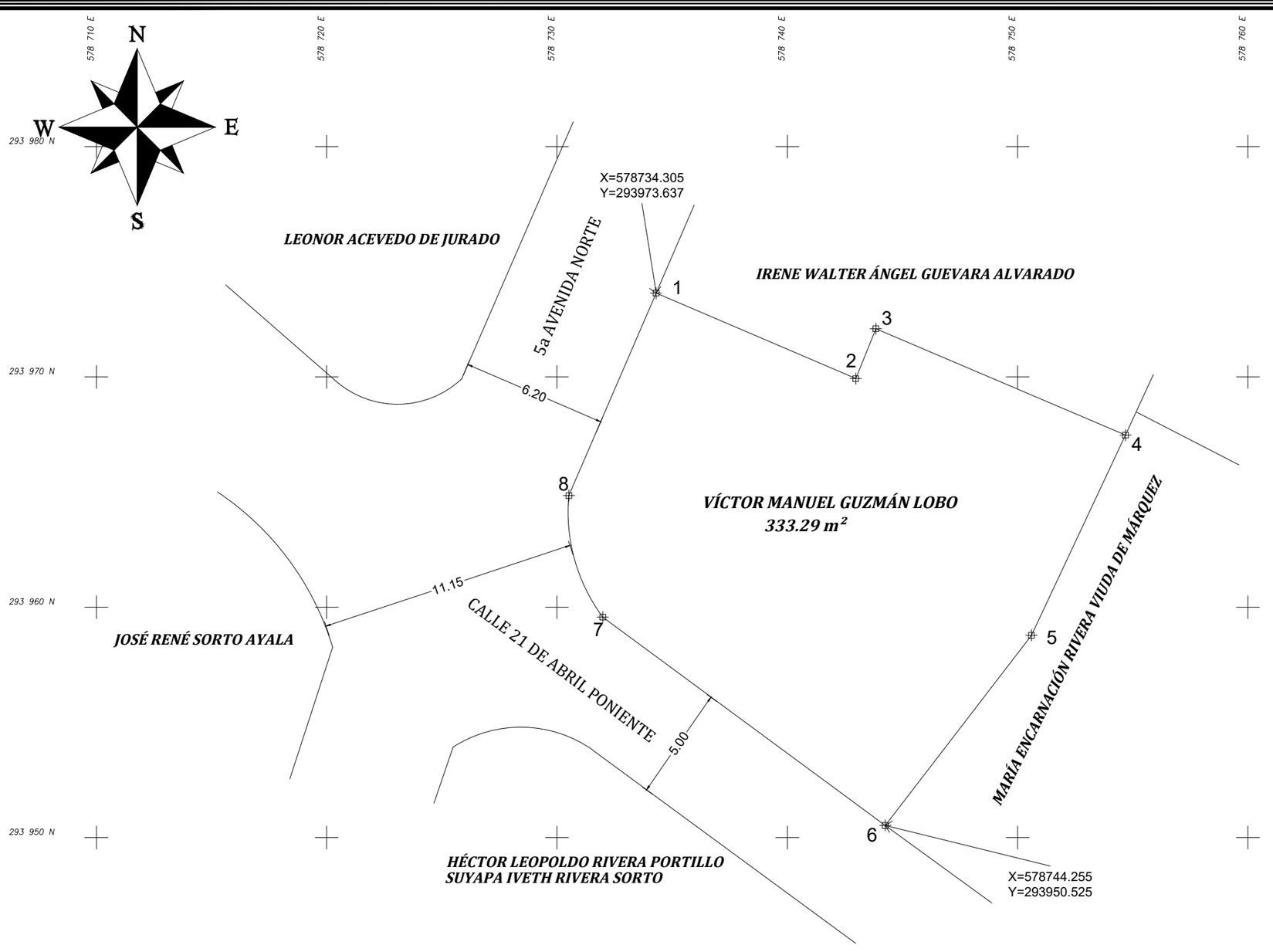
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veintitrés grados diecinueve minutos veintiún segundos Oeste con una distancia de diecisiete

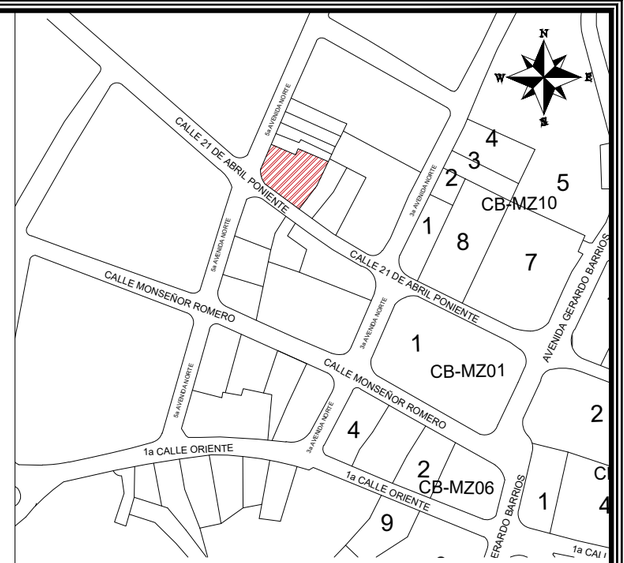
punto noventa y cuatro metros, colindando con Parque Municipal propiedad de Alcaldía Municipal con Tercera Avenida Norte con ancho de ocho punto treinta metros de por medio. Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur cuarenta y tres grados cincuenta y seis minutos cincuenta y ocho segundos Oeste con una longitud de curva de tres punto ochenta y ocho metros y un radio de cuatro punto veintiséis metros; Tramo tres, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte ochenta y seis grados cero cero minutos cuarenta y nueve segundos Oeste con una longitud de curva de cuatro punto cincuenta y ocho metros y un radio de ocho punto catorce metros, colindando con inmueble propiedad de Ana Irlanda Gutiérrez Galdámez con intersección de Tercera Avenida Norte y Calle Monseñor Romero con ancho de doce punto setenta y ocho metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y seis grados cincuenta y siete minutos treinta y tres segundos Oeste con una distancia de catorce punto cero siete metros, colindando con inmueble propiedad de la Sociedad Cooperativa de Cafetaleros con calle Monseñor Romero con ancho de seis punto setenta y seis metros de por medio; Tramo dos, Norte sesenta y cinco grados cuarenta y nueve minutos treinta y seis segundos Oeste con una distancia de quince punto cuarenta metros, colindando con inmueble propiedad de Argentina del Carmen García de Márquez con calle Monseñor Romero con ancho de seis punto setenta y seis metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte once grados cuarenta y nueve minutos cuarenta y un segundos Este con una distancia de doce punto veintiséis metros, colindando con Emma Virginia Cordero con pared de por medio; Tramo dos, Norte once grados cuarenta y nueve minutos cuarenta

y un segundos Este con una distancia de nueve punto quince metros, colindando con inmueble propiedad de Héctor Leopoldo Rivera Portillo con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,973.637	578,734.305
1	2	S 66°49'29" E	9.43	2	293,969.927	578,742.972
2	3	N 21°59'54" E	2.34	3	293,972.092	578,743.846
3	4	S 66°54'38" E	11.78	4	293,967.472	578,754.683
4	5	S 25°09'38" W	9.60	5	293,958.779	578,750.600
5	6	S 37°33'07" W	10.41	6	293,950.525	578,744.255
6	7	N 53°35'59" W	15.24	7	293,959.570	578,731.987
7	8	N 15°33'25" W RADIO = 7.66	LONG. CUERDA = 5.48 LONG. CURVA = 5.60	8	293,964.846	578,730.518
8	1	N 23°18'22" E	9.57	1	293,973.637	578,734.305

PERÍMETRO = 73.97 m

ÁREA = 333.29 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMERICA — HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 01 MZ-09

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
VICTOR MANUEL GUZMAN LOBO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/43

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
57/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Víctor Manuel Guzmán Lobo

LUGAR: Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente y Quinta Avenida Norte

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

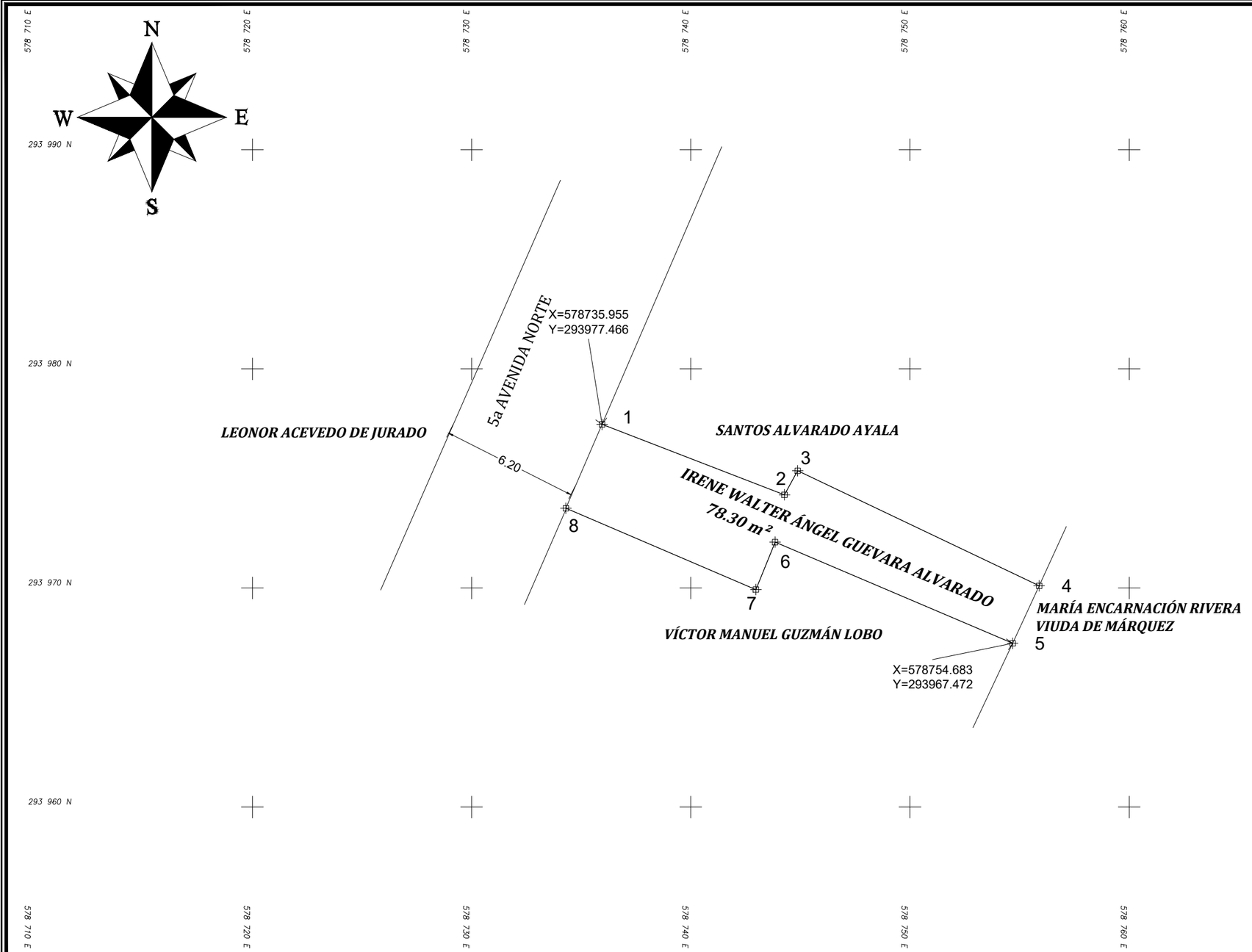
Descripción técnica del inmueble propiedad de Víctor Manuel Guzmán Lobo ubicado en Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente y Quinta Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos treinta y tres punto veintinueve metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos setenta y tres punto seiscientos treinta y siete metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos treinta y cuatro punto trescientos cinco metros.

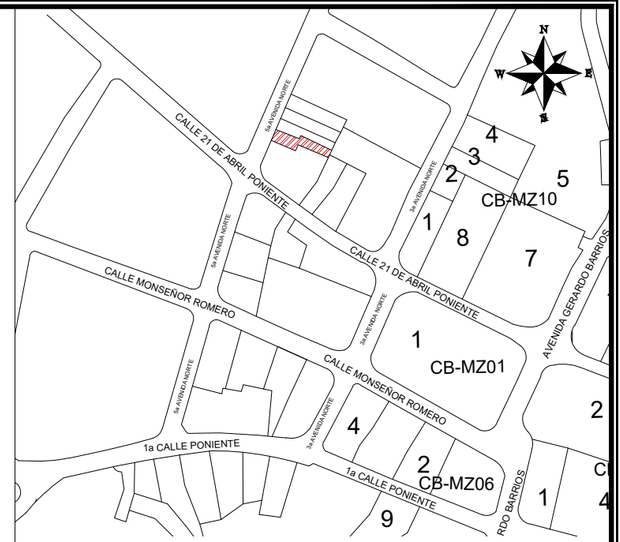
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y seis grados cuarenta y nueve minutos veintinueve segundos Este con una distancia de nueve punto cuarenta y tres metros; Tramo dos, Norte veintiún grados cincuenta y nueve minutos cincuenta y cuatro segundos Este con una distancia de dos punto treinta y cuatro metros; Tramo tres, Norte sesenta y seis grados cincuenta y cuatro minutos treinta y ocho segundos Este con una distancia de once punto setenta y ocho metros, colindando con inmueble propiedad de Irene Walter Ángel Guevara Alvarado con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veinticinco grados cero nueve minutos treinta y ocho segundos Oeste con una distancia de nueve punto sesenta metros; Tramo dos, Sur treinta y siete grados treinta y tres minutos cero siete segundos Oeste con una distancia de diez punto cuarenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de María Encarnación Rivera Viuda de Márquez con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cincuenta y tres grados treinta y cinco minutos cincuenta y nueve segundos Oeste con una distancia de quince punto veinticuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Héctor Leopoldo Rivera Portillo y Suyapa Iveth Rivera Sorto con Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de cinco punto cero metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte quince grados treinta y tres minutos veinticinco segundos Oeste con una longitud de curva de cinco punto sesenta metros; y un radio de siete punto sesenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de José René Sorto Ayala con intersección de Quinta Avenida Norte y Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de once punto quince metros de por medio. Tramo dos, Norte veintitrés grados dieciocho minutos veintidós segundos Este con una distancia de nueve punto cincuenta y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Leonor Acevedo de Jurado con Quinta Avenida Norte con ancho de seis punto veinte metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,977.466	578,735.955
1	2	S 68°53'01" E	8.92	2	293,974.253	578,744.274
2	3	N 28°54'21" E	1.25	3	293,975.347	578,744.878
3	4	S 64°31'27" E	12.20	4	293,970.098	578,755.895
4	5	S 24°45'54" W	2.89	5	293,967.472	578,754.683
5	6	N 66°54'38" W	11.78	6	293,972.092	578,743.846
6	7	S 21°59'54" W	2.34	7	293,969.927	578,742.972
7	8	N 66°49'29" W	9.43	8	293,973.637	578,734.305
8	1	N 23°18'22" E	4.17	1	293,977.466	578,735.955

PERÍMETRO = 52.98 m ÁREA = 78.30 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMERICA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 02 MZ-09

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
IRENE WALTER ÁNGEL GUEVARA ALVARADO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/44

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
58/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Irene Walter Ángel Guevara Alvarado
LUGAR: Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Irene Walter Ángel Guevara Alvarado ubicado en Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de setenta y ocho punto treinta metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos setenta y siete punto cuatrocientos sesenta y seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos treinta y cinco punto novecientos cincuenta y cinco metros.

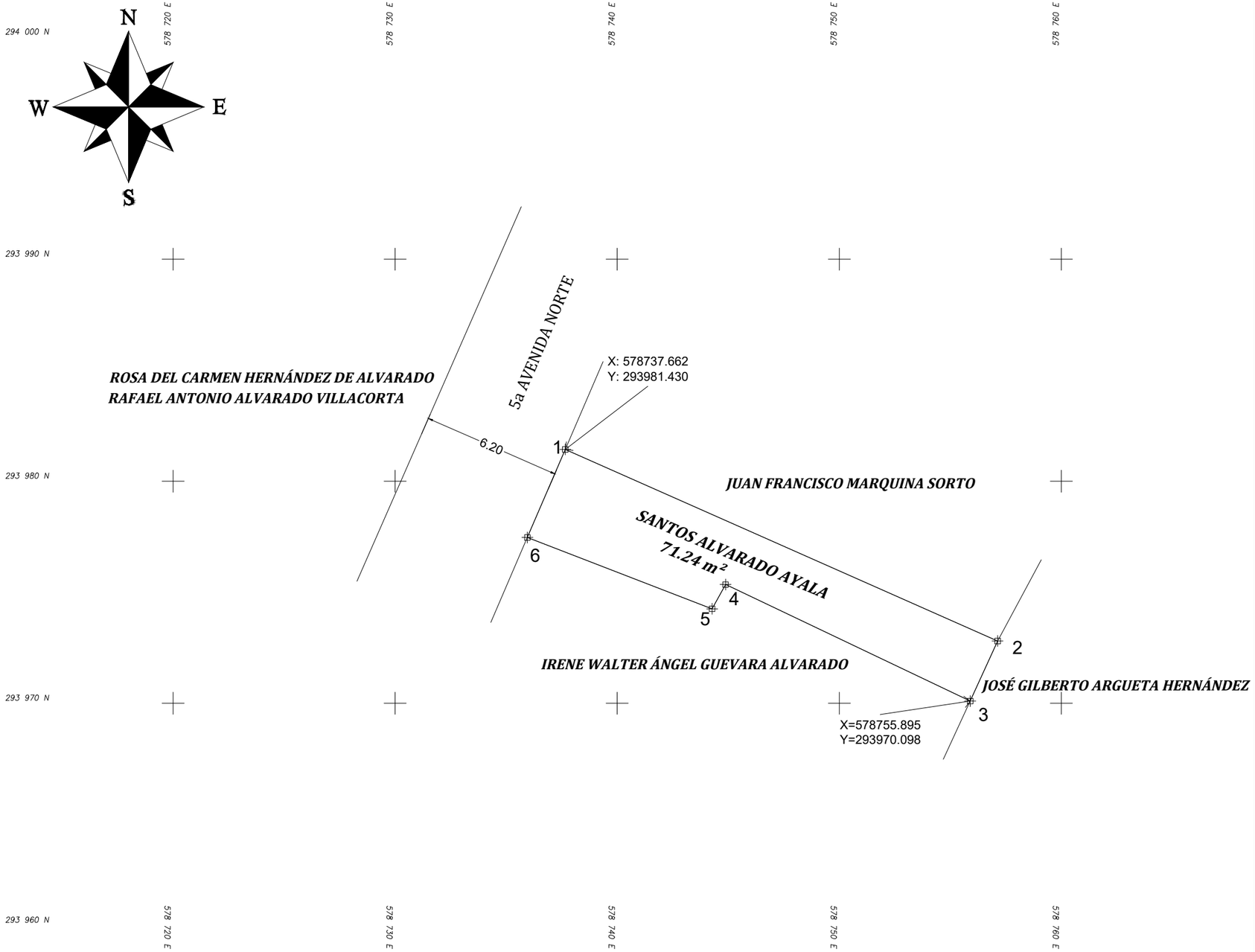
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y ocho grados cincuenta y tres minutos cero un segundos Este con una distancia de ocho punto noventa y dos metros; Tramo dos, Norte veintiocho grados cincuenta y cuatro minutos veintiún segundos Este con una distancia de uno punto veinticinco metros; Tramo tres, Sur sesenta y cuatro grados treinta y un minutos veintisiete segundos Este con una distancia de doce punto veinte metros, colindando con inmueble propiedad de Santos Alvarado Ayala con pared de por medio.

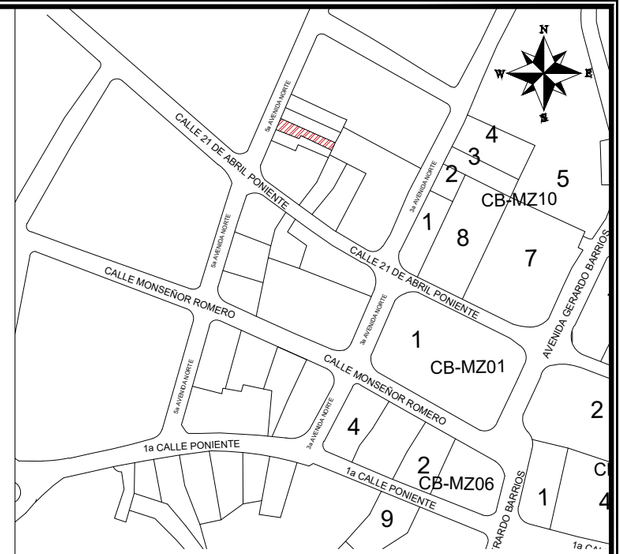
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veinticuatro grados

cuarenta y cinco minutos cincuenta y cuatro segundos Oeste con una distancia de dos punto ochenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de María Encarnación Rivera Viuda de Márquez con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y seis grados cincuenta y cuatro minutos treinta y ocho segundos Oeste con una distancia de once punto setenta y ocho metros; Tramo dos, Sur veintiún grados cincuenta y nueve minutos cincuenta y cuatro segundos Oeste con una distancia de dos punto treinta y cuatro metros; Tramo tres, Norte sesenta y seis grados cuarenta y nueve minutos veintinueve segundos Oeste con una distancia de nueve punto cuarenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Víctor Manuel Guzmán Lobo con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintitrés grados dieciocho minutos veintidós segundos Este con una distancia de cuatro punto diecisiete metros, colindando con inmueble propiedad de Leonor Acevedo de Jurado con Quinta Avenida Norte con ancho de seis punto veinte metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,981.430	578,737.662
1	2	S 66°05'58" E	21.29	2	293,972.803	578,757.129
2	3	S 24°31'11" W	2.97	3	293,970.098	578,755.895
3	4	N 64°31'27" W	12.20	4	293,975.347	578,744.878
4	5	S 28°54'21" W	1.25	5	293,974.253	578,744.274
5	6	N 68°53'01" W	8.92	6	293,977.466	578,735.955
6	1	N 23°18'22" E	4.32	1	293,981.430	578,737.662

PERÍMETRO = 50.95 m ÁREA = 71.24 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 03 MZ-09

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
SANTOS ALVARADO AYALA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/45

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
59/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Santos Alvarado Ayala
LUGAR: Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

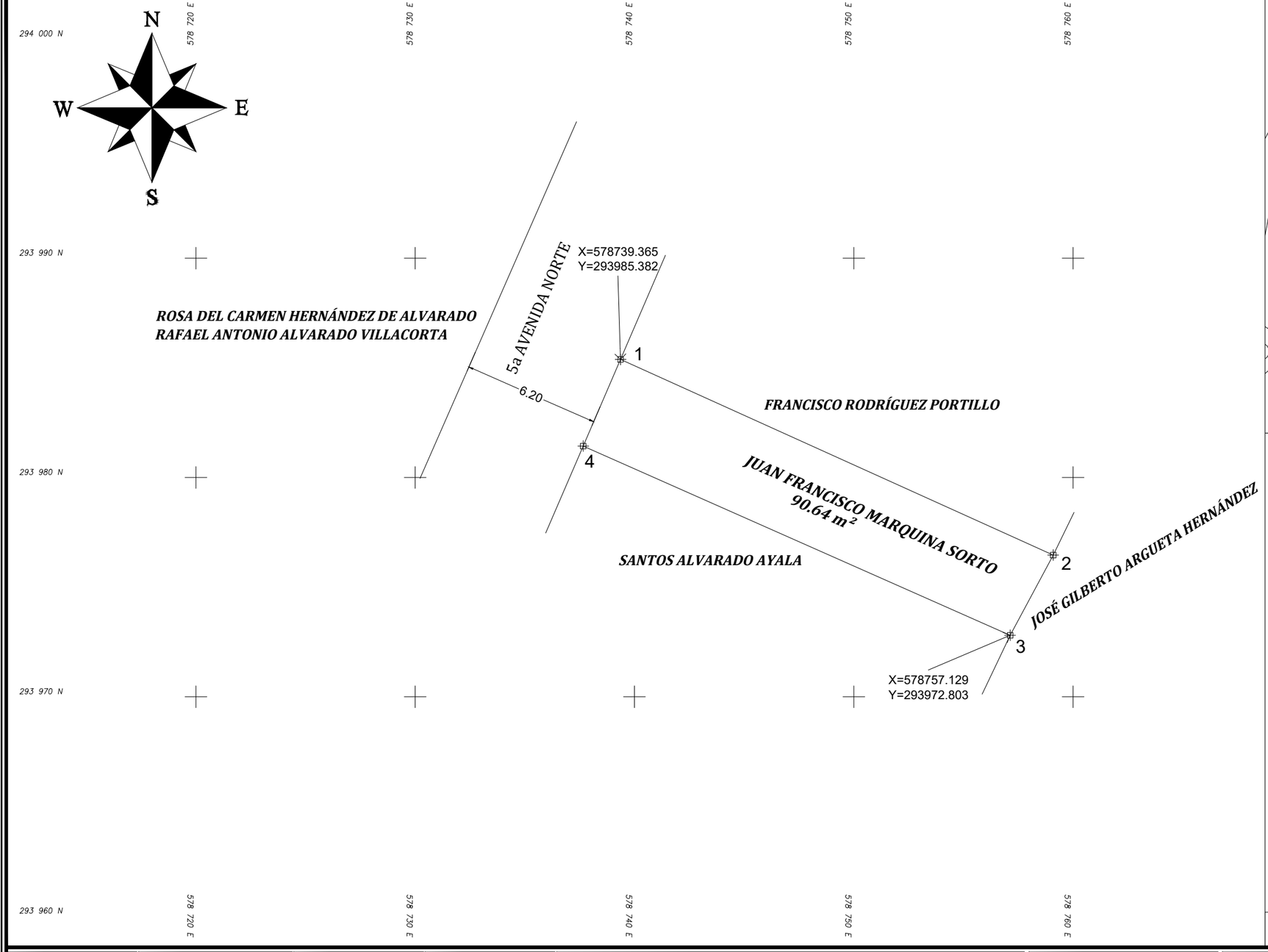
Descripción técnica del inmueble propiedad de Santos Alvarado Ayala ubicado en Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de setenta y un punto veinticuatro metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos ochenta y un punto cuatrocientos treinta metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos treinta y siete punto seiscientos sesenta y dos metros.

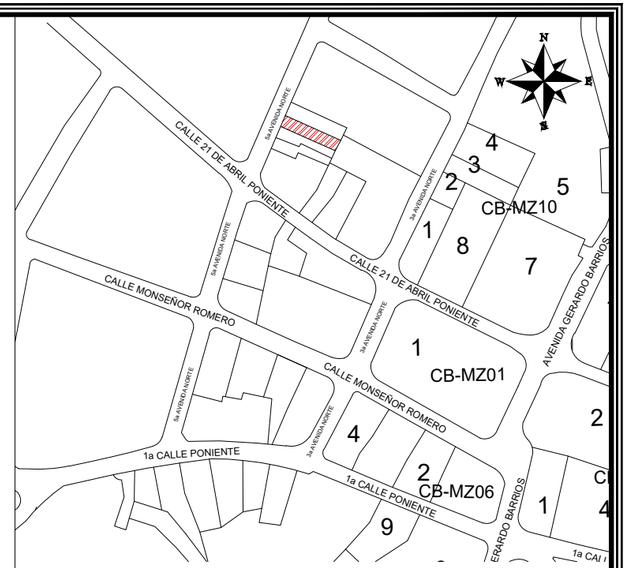
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y seis grados cero cinco minutos cincuenta y ocho segundos Este con una distancia de veintiún punto veintinueve metros, colindando con inmueble propiedad de Juan Francisco Marquina Sorto con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veinticuatro grados treinta y un minutos once segundos Oeste con una distancia de dos punto noventa y siete metros, colindando con inmueble propiedad de José Gilberto Argueta Hernández con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y cuatro grados treinta y un minutos veintisiete segundos Oeste con una distancia de doce punto veinte metros; Tramo dos, Sur veintiocho grados cincuenta y cuatro minutos veintiún segundos Oeste con una distancia de uno punto veinticinco metros; Tramo tres, Norte sesenta y ocho grados cincuenta y tres minutos cero un segundos Oeste con una distancia de ocho punto noventa y dos metros, colindando con inmueble propiedad de Irene Walter Ángel Guevara Alvarado con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintitrés grados dieciocho minutos veintidós segundos Este con una distancia de cuatro punto treinta y dos metros, colindando con inmueble propiedad de Rosa del Carmen Hernández de Alvarado y Rafael Antonio Alvarado Villacorta con Quinta Avenida Norte con ancho de seis punto veinte metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,985.382	578,739.365
1	2	S 65°40'05" E	21.65	2	293,976.461	578,759.093
2	3	S 28°14'17" W	4.15	3	293,972.803	578,757.129
3	4	N 66°05'58" W	21.29	4	293,981.430	578,737.662
4	1	N 23°18'22" E	4.30	1	293,985.382	578,739.365

PERÍMETRO = 51.40 m ÁREA = 90.64 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 04 MZ-09

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
JUAN FRANCISCO MARQUINA SORTO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/46

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
60/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Juan Francisco Marquina Sorto
LUGAR: Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

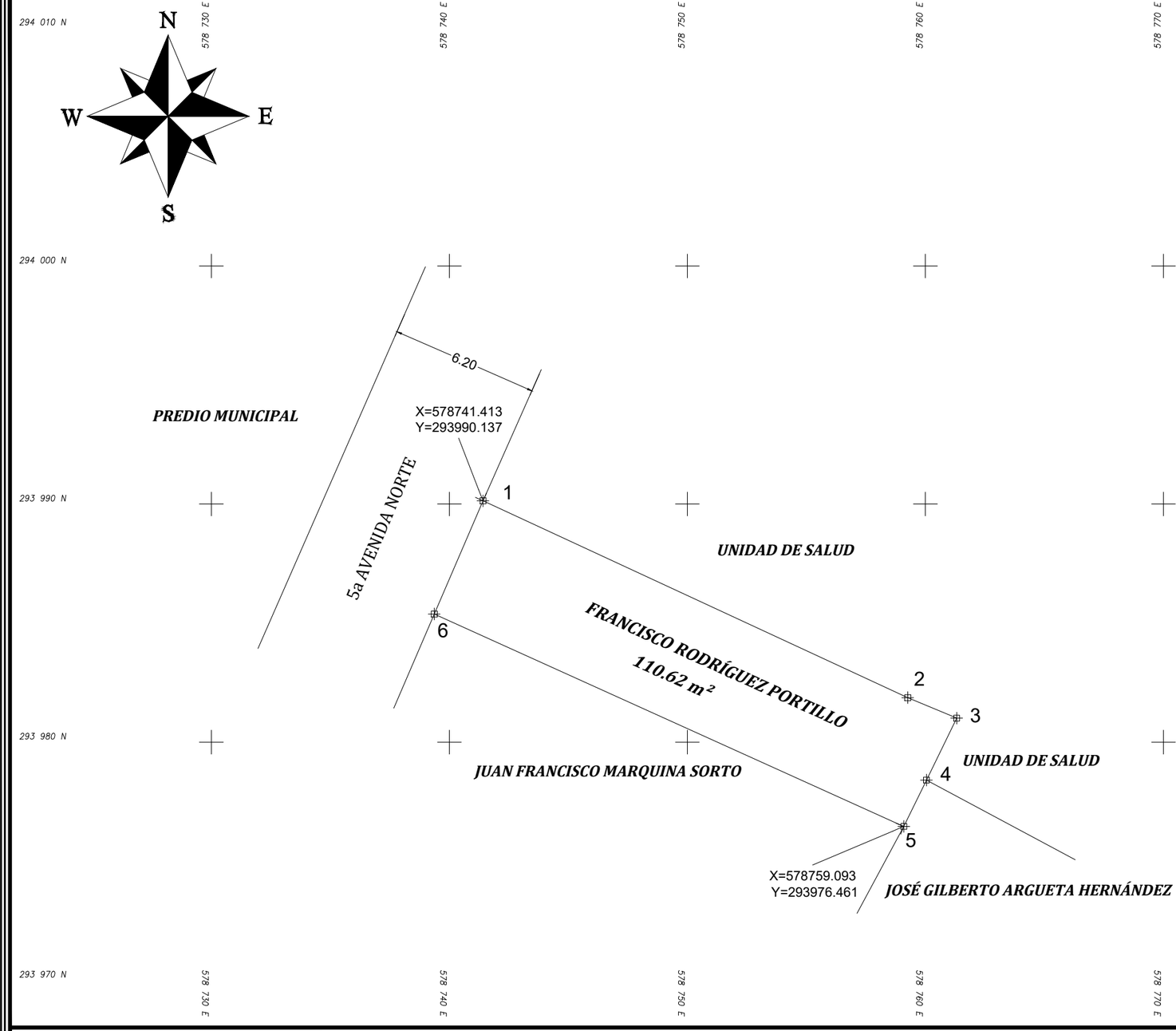
Descripción técnica del inmueble propiedad de Juan Francisco Marquina Sorto ubicado en Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de noventa punto sesenta y cuatro metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos ochenta y cinco punto trecientos ochenta y dos metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos treinta y nueve punto trecientos sesenta y cinco metros.

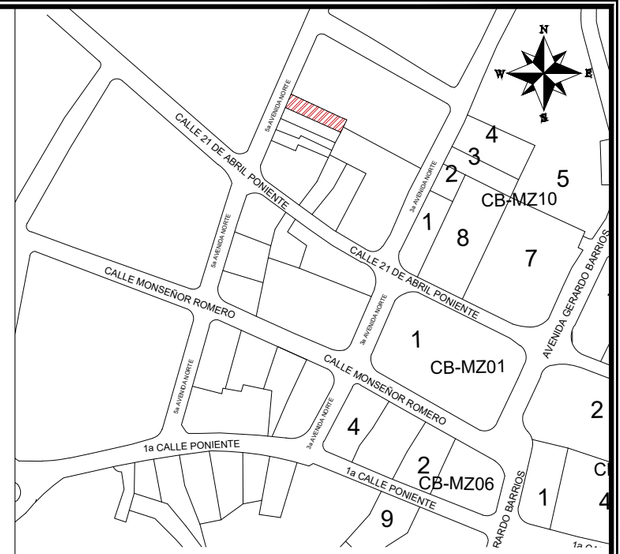
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y cinco grados cuarenta minutos cero cinco segundos Este con una distancia de veintiuno punto sesenta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Francisco Rodríguez Portillo con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veintiocho grados catorce minutos diecisiete segundos Oeste con una distancia de cuatro punto quince metros, colindando con inmueble propiedad de José Gilberto Argueta Hernández con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y seis grados cero cinco minutos cincuenta y ocho segundos Oeste con una distancia de veintiuno punto veintinueve metros, colindando con inmueble propiedad de Santos Alvarado Ayala con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintitrés grados dieciocho minutos veintidós segundos Este con una distancia de cuatro punto treinta metros, colindando con inmueble propiedad de Rosa del Carmen Hernández de Alvarado y Rafael Antonio Alvarado Villacorta con Quinta Avenida Norte con ancho de seis punto veinte metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,990.137	578,741.413
1	2	S 65°08'22" E	19.67	2	293,981.869	578,759.258
2	3	S 67°18'08" E	2.23	3	293,981.009	578,761.314
3	4	S 26°01'47" W	2.90	4	293,978.407	578,760.044
4	5	S 26°01'47" W	2.17	5	293,976.461	578,759.093
5	6	N 65°40'05" W	21.65	6	293,985.382	578,739.365
6	1	N 23°18'22" E	5.18	1	293,990.137	578,741.413

PERÍMETRO = 53.79 m ÁREA = 110.62 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMERICA — HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 05 MZ-09

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
FRANCISCO RODRIGUEZ PORTILLO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/41

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
61/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Francisco Rodríguez Portillo
LUGAR: Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Francisco Rodríguez Portillo ubicado en Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento diez punto sesenta y dos metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos noventa punto ciento treinta y siete metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos cuarenta y un punto cuatrocientos trece metros.

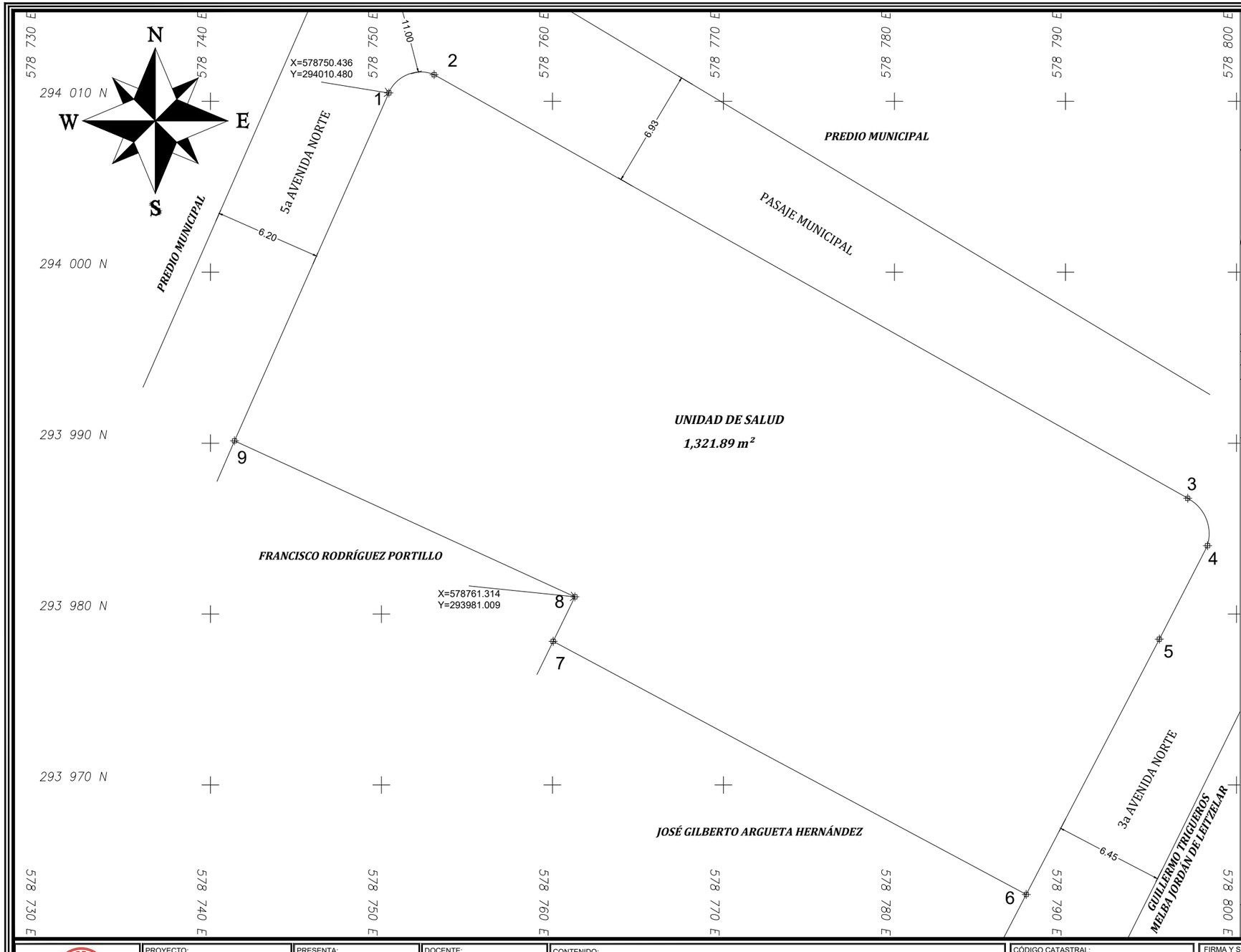
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y cinco grados cero ocho minutos veintidós segundos Este con una distancia de diecinueve punto sesenta y siete metros; Tramo dos, Sur sesenta y siete grados dieciocho minutos cero ocho segundos Este con una distancia de dos punto veintitrés metros, colindando con Unidad de Salud inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con pared de por medio.

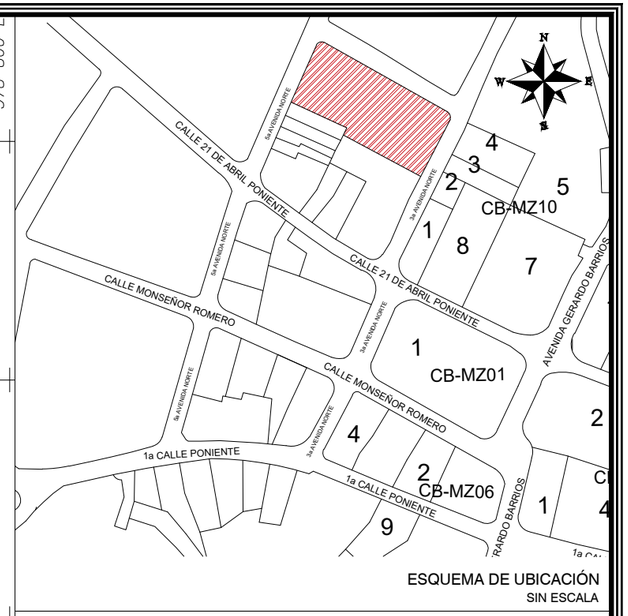
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veintiséis grados cero un minutos cuarenta y siete segundos Oeste con una distancia de dos punto noventa metros, colindando con Unidad de Salud inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con pared de por medio; Tramo dos, Sur veintiséis grados cero un

minutos cuarenta y siete segundos Oeste con una distancia de dos punto diecisiete metros, colindando con inmueble propiedad de José Gilberto Argueta Hernández con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y cinco grados cuarenta minutos cero cinco segundos Oeste con una distancia de veintiún punto sesenta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Juan Francisco Marquina Sorto con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintitrés grados dieciocho minutos veintidós segundos Este con una distancia de cinco punto dieciocho metros, colindando con Predio Municipal inmueble propiedad de la Alcaldía Municipal con Quinta Avenida Norte con ancho de seis punto veinte metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	294,010.480	578,750.436
1	2	N 67°50'39" E RADIO = 2.06	LONG. CUERDA = 2.86 LONG. CURVA = 3.16	2	294,011.557	578,753.081
2	3	S 60°38'52" E	50.56	3	293,986.773	578,797.150
3	4	S 22°41'43" E RADIO = 2.33	LONG. CUERDA = 3.00 LONG. CURVA = 3.26	4	293,984.002	578,798.309
4	5	S 27°17'21" W	6.15	5	293,978.536	578,795.489
5	6	S 27°30'42" W	16.84	6	293,963.601	578,787.711
6	7	N 61°50'45" W	31.38	7	293,978.407	578,760.044
7	8	N 26°01'47" E	2.90	8	293,981.009	578,761.314
8	9	N 65°21'35" W	21.89	9	293,990.137	578,741.413
9	1	N 23°55'03" E	22.25	1	294,010.480	578,750.436

PERÍMETRO = 158.39 m ÁREA = 1,321.89 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 06 MZ-09

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ALCALDÍA MUNICIPAL DE CIUDAD BARRIOS (UNIDAD DE SALUD)

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/41

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:250

HOJA:
62/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios (Unidad de Salud)
LUGAR: Barrio El Centro, 5a Avenida Norte y Pasaje Municipal
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios (Unidad de Salud) ubicado en Barrio El Centro, Quinta Avenida Norte y Pasaje Municipal, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de mil trescientos veintiún punto ochenta y nueve metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y cuatro mil diez punto cuatrocientos ochenta metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos cincuenta punto cuatrocientos treinta y seis metros.

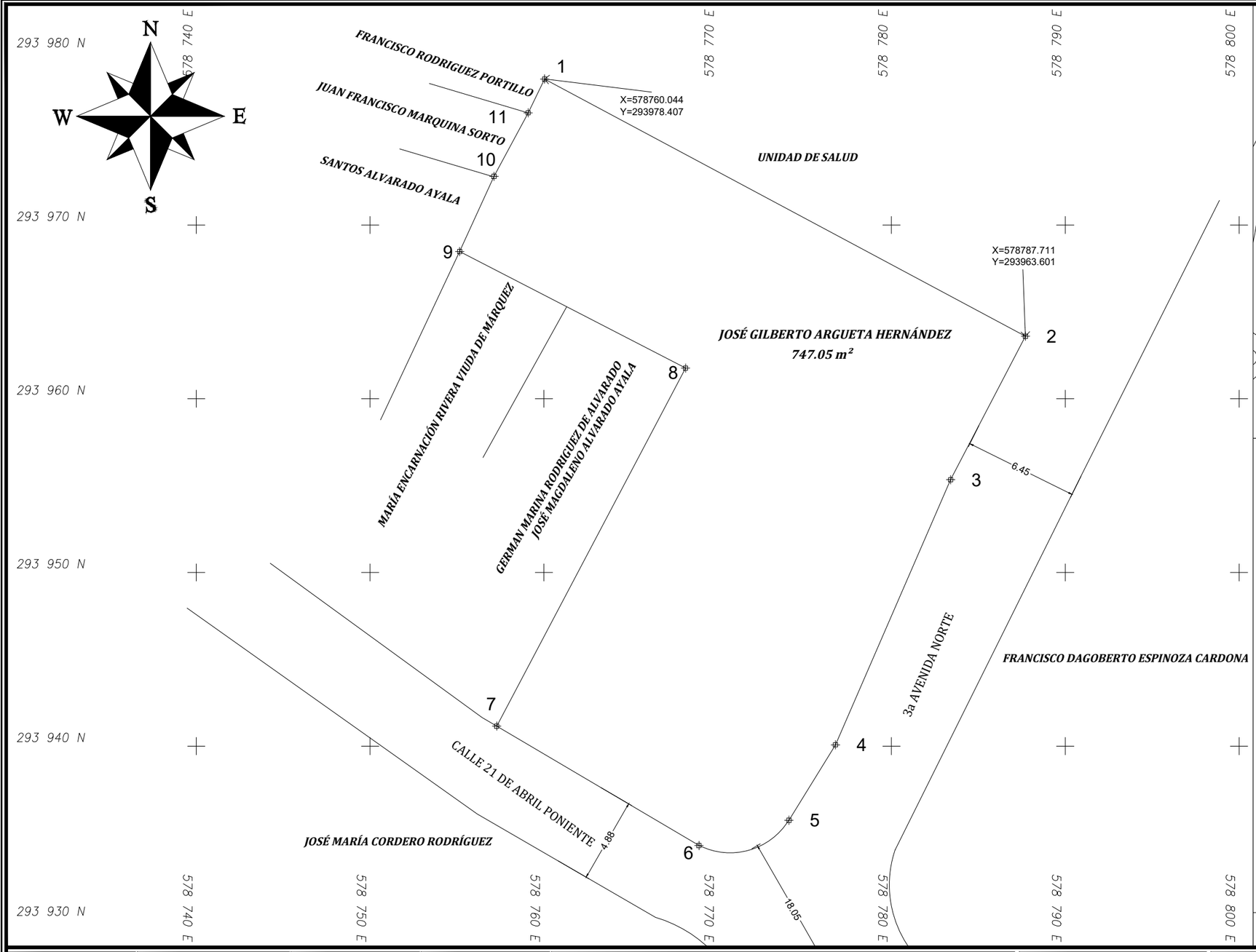
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte sesenta y siete grados cincuenta minutos treinta y nueve segundos Este con una longitud de curva de tres punto dieciséis metros y un radio de dos punto cero seis metros, colindando con Predio Municipal inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con intersección de Pasaje Municipal y Quinta Avenida Norte con ancho de once punto cero metros de por medio. Tramo dos, Sur sesenta grados treinta y ocho minutos cincuenta y dos segundos Este con una distancia de cincuenta punto cincuenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con Pasaje Municipal con ancho de seis punto noventa y tres metros de por medio.

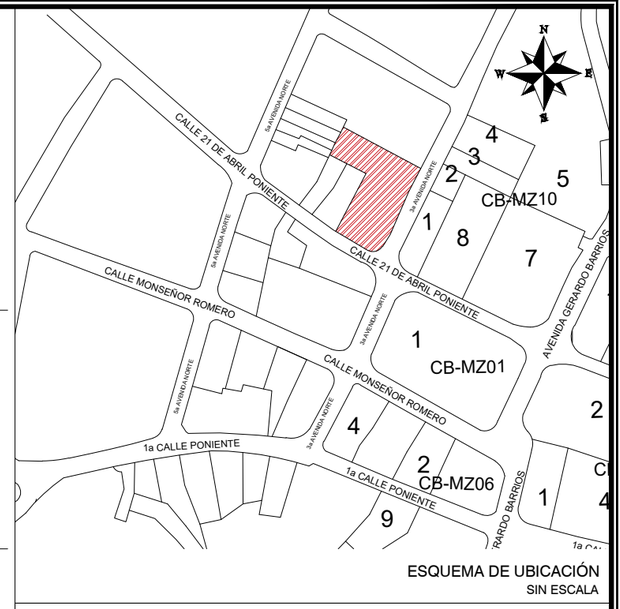
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur veintidós grados cuarenta y un minutos cuarenta y tres segundos Este con una longitud de curva de tres punto veintiséis metros y un radio de dos punto treinta y tres metros; Tramo dos, Sur veintisiete grados diecisiete minutos veintiún segundos Oeste con una distancia de seis punto quince metros; Tramo tres, Sur veintisiete grados treinta minutos cuarenta y dos segundos Oeste con una distancia de dieciséis punto ochenta y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Guillermo Trigueros y Melba Jordán de Leitzelar con Tercera Avenida Norte con ancho de seis punto cuarenta y cinco metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y un grados cincuenta minutos cuarenta y cinco segundos Oeste con una distancia de treinta y un punto treinta y ocho metros, colindando con José Gilberto Argueta Hernández con pared de por medio; Tramo dos, Norte veintiséis grados cero un minutos cuarenta y siete segundos Este con una distancia de dos punto noventa metros; Tramo tres, Norte sesenta y cinco grados veintiún minutos treinta y cinco segundos Oeste con una distancia de veintiún punto ochenta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Francisco Rodríguez Portillo con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintitrés grados cincuenta y cinco minutos cero tres segundos Este con una distancia de veintidós punto veinticinco metros, colindando con Predio Municipal inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con Quinta Avenida Norte con ancho de seis punto veinte

metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,978.407	578,760.044
1	2	S 61°50'45" E	31.38	2	293,963.601	578,787.711
2	3	S 27°30'42" W	9.32	3	293,955.339	578,783.408
3	4	S 23°28'42" W	16.64	4	293,940.074	578,776.777
4	5	S 31°40'06" W	5.10	5	293,935.731	578,774.098
5	6	S 74°19'40" W RADIO = 3.97	LONG. CUERDA = 5.38 LONG. CURVA = 5.91	6	293,934.279	578,768.923
6	7	N 59°26'25" W	13.52	8	293,941.152	578,757.282
7	8	N 27°48'08" E	23.30	9	293,961.762	578,768.150
8	9	N 62°41'13" W	14.63	10	293,968.474	578,755.154
9	10	N 24°31'11" E	4.76	11	293,972.803	578,757.129
10	11	N 28°14'17" E	4.15	12	293,976.461	578,759.093
11	1	N 26°01'47" E	2.17	1	293,978.407	578,760.044

PERÍMETRO = 130.87 m ÁREA = 747.05 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 07 MZ-09

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
JOSE GILBERTO ARGUETA HERNANDEZ

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/47

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:250

HOJA:
63/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: José Gilberto Argueta Hernández

LUGAR: Barrio El Centro, Tercera Avenida Norte y Calle Veintiuno de Abril Poniente

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de José Gilberto Argueta Hernández ubicado en Barrio El Centro, Tercera Avenida Norte y Calle Veintiuno de Abril Poniente, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de setecientos cuarenta y siete punto cero cinco metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos setenta y ocho punto cuatrocientos siete metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos sesenta punto cero cuarenta y cuatro metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y un grados cincuenta minutos cuarenta y cinco segundos Este con una distancia de treinta y un punto treinta y ocho metros, colindando con Unidad de Salud inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con pared de por medio.

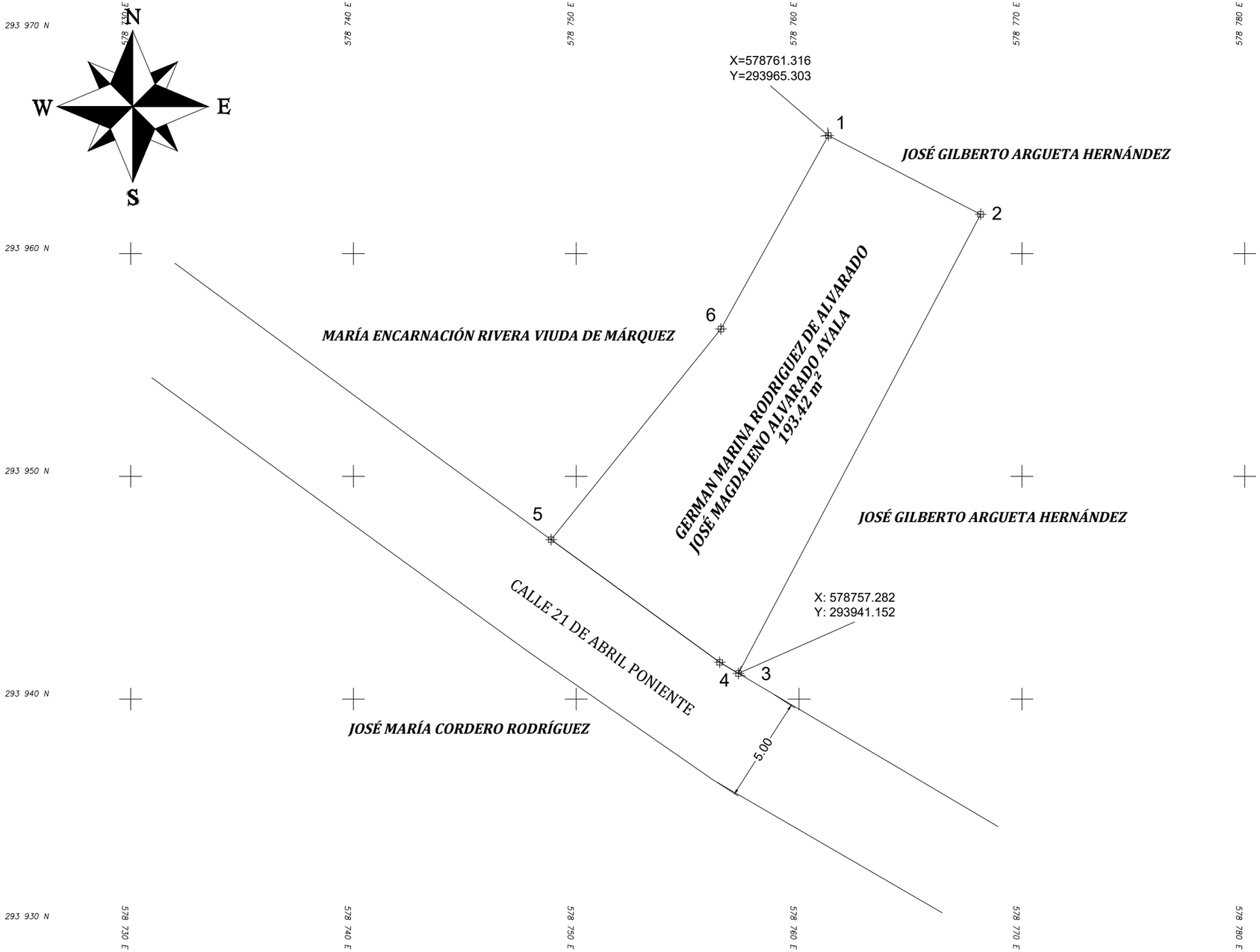
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por cuatro tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veintisiete grados treinta minutos cuarenta y dos segundos Oeste con una distancia de nueve punto treinta y dos metros; Tramo dos, Sur veintitrés grados veintiocho minutos cuarenta y dos segundos Oeste con una distancia de dieciséis punto sesenta y

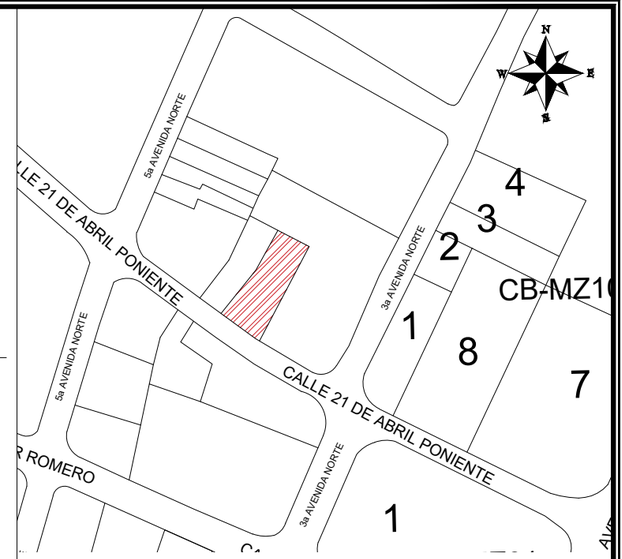
cuatro metros; Tramo tres, Sur treinta y un grados cuarenta minutos cero seis segundos Oeste con una distancia de cinco punto diez metros, colindando con inmueble propiedad de Francisco Dagoberto Espinoza Cardona con Tercera Avenida Norte con ancho de seis punto cuarenta y cinco metros de por medio. Tramo cuatro, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur setenta y cuatro grados diecinueve minutos cuarenta segundos Oeste con una longitud de curva de cinco punto noventa y un metros y un radio de tres punto noventa y siete metros, colindando con Parque Municipal inmueble propiedad de Alcaldía Municipal con intersección de Tercera Avenida Norte y Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de dieciocho punto cero cinco metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cincuenta y nueve grados veintiséis minutos veinticinco segundos Oeste con una distancia de trece punto cincuenta y dos metros, colindando con José María Cordero Rodríguez con Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de cuatro punto ochenta y ocho metros de por medio; Tramo dos, Norte veintisiete grados cuarenta y ocho minutos cero ocho segundos Este con una distancia de veintitrés punto treinta metros; Tramo tres, Norte sesenta y dos grados cuarenta y un minutos trece segundos Oeste con una distancia de catorce punto sesenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de German Marina Rodríguez de Alvarado, José Magdaleno Alvarado Ayala y María Encarnación Rivera Viuda de Márquez con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veinticuatro grados treinta y un minutos once segundos Este con una distancia de cuatro punto setenta y seis metros, colindando con Santos Alvarado Ayala con pared de por medio; Tramo dos, Norte veintiocho grados catorce minutos diecisiete

segundos Este con una distancia de cuatro punto quince metros; colindando con Juan Francisco Marquina Sorto con pared de por medio; Tramo tres, Norte veintiséis grados cero un minutos cuarenta y siete segundos Este con una distancia de dos punto diecisiete metros, colindando con inmueble propiedad de Francisco Rodríguez Portillo con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,965.303	578,761.316
1	2	S 62°36'38" E	7.70	2	293,961.762	578,768.150
2	3	S 27°48'08" W	23.30	3	293,941.152	578,757.282
3	4	N 59°26'25" W	0.98	4	293,941.648	578,756.442
4	5	N 53°55'51" W	9.36	5	293,947.158	578,748.877
5	6	N 38°51'25" E	12.14	6	293,956.614	578,756.495
6	1	N 29°01'32" E	9.94	1	293,965.303	578,761.316
PERÍMETRO = 63.41 m			ÁREA = 193.42 m2			

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 08 MZ-09

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
GERMAN MARINA RODRIGUEZ DE ALVARADO
JOSE MAGDALENO ALVARADO AYALA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/48

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
64/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: German Marina Rodríguez de Alvarado y José Magdaleno Alvarado Ayala

LUGAR: Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

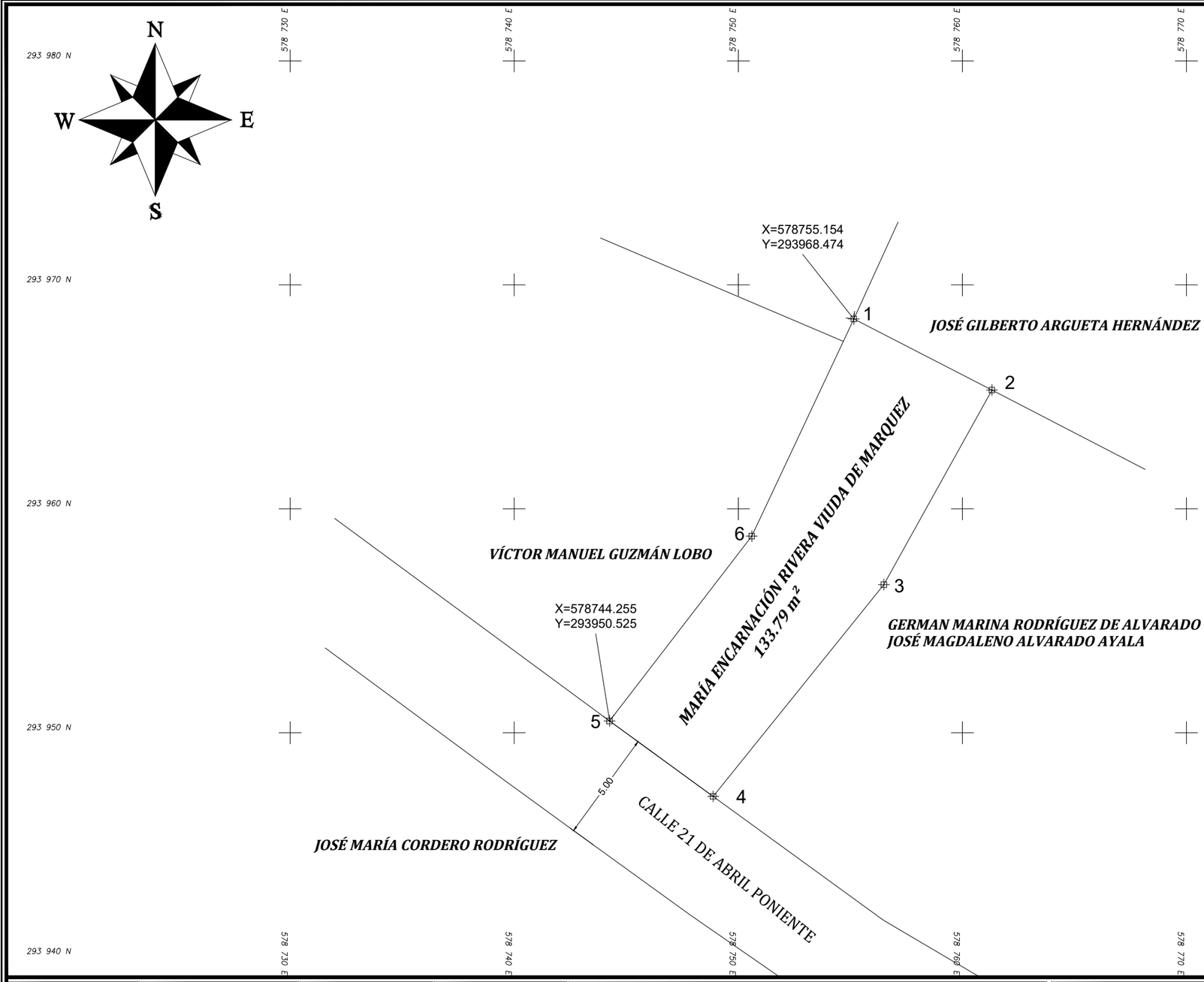
Descripción técnica del inmueble propiedad de German Marina Rodríguez de Alvarado y José Magdaleno Alvarado Ayala ubicado en Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento noventa y tres punto cuarenta y dos metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos sesenta y cinco punto trecientos tres metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos sesenta y un punto trecientos dieciséis metros.

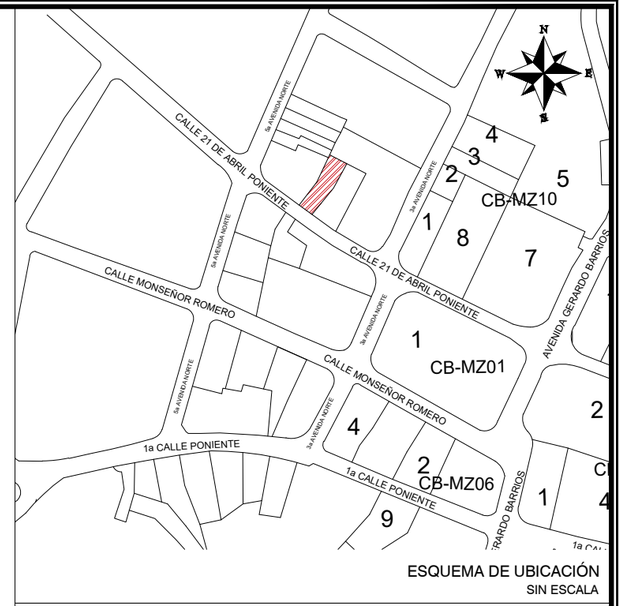
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y dos grados treinta y seis minutos treinta y ocho segundos Este con una distancia de siete punto setenta metros, colindando con inmueble propiedad de José Gilberto Argueta Hernández con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veintisiete grados cuarenta y ocho minutos cero ocho segundos Oeste con una distancia de veintitrés punto treinta metros, colindando con inmueble propiedad de José Gilberto Argueta Hernández con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cincuenta y nueve grados veintiséis minutos veinticinco segundos Oeste con una distancia de cero punto noventa y ocho metros; Tramo dos, Norte cincuenta y tres grados cincuenta y cinco minutos cincuenta y un segundos Oeste con una distancia de nueve punto treinta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de José María Cordero Rodríguez con Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de cinco punto cero metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte treinta y ocho grados cincuenta y un minutos veinticinco segundos Este con una distancia de doce punto catorce metros; Tramo dos, Norte veintinueve grados cero un minutos treinta y dos segundos Este con una distancia de nueve punto noventa y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de María Encarnación Rivera Viuda de Márquez con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,968.474	578,755.154
1	2	S 62°46'19" E	6.93	2	293,965.303	578,761.316
2	3	S 29°01'32" W	9.94	3	293,956.614	578,756.495
3	4	S 38°51'25" W	12.14	4	293,947.158	578,748.877
4	5	N 53°55'51" W	5.72	5	293,950.525	578,744.255
5	6	N 37°33'07" E	10.41	6	293,958.779	578,750.600
6	1	N 25°09'38" E	10.71	1	293,968.474	578,755.154

PERÍMETRO = 55.85 m ÁREA = 133.79 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR — CENTRO AMERICA

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE 09 MZ-09

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
MARIA ENCARNACION RIVERA VIUDA DE MARQUEZ

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165/49

MATRICULA DEL INMUEBLE:
-

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
65/79

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: María Encarnación Rivera Viuda de Márquez
LUGAR: Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de María Encarnación Rivera Viuda de Márquez ubicado en Barrio El Centro, Calle Veintiuno de Abril Poniente, municipio de San Miguel Norte, Distrito Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento treinta y tres punto setenta y nueve metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil novecientos sesenta y ocho punto cuatrocientos setenta y cuatro metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos cincuenta y cinco punto ciento cincuenta y cuatro metros.

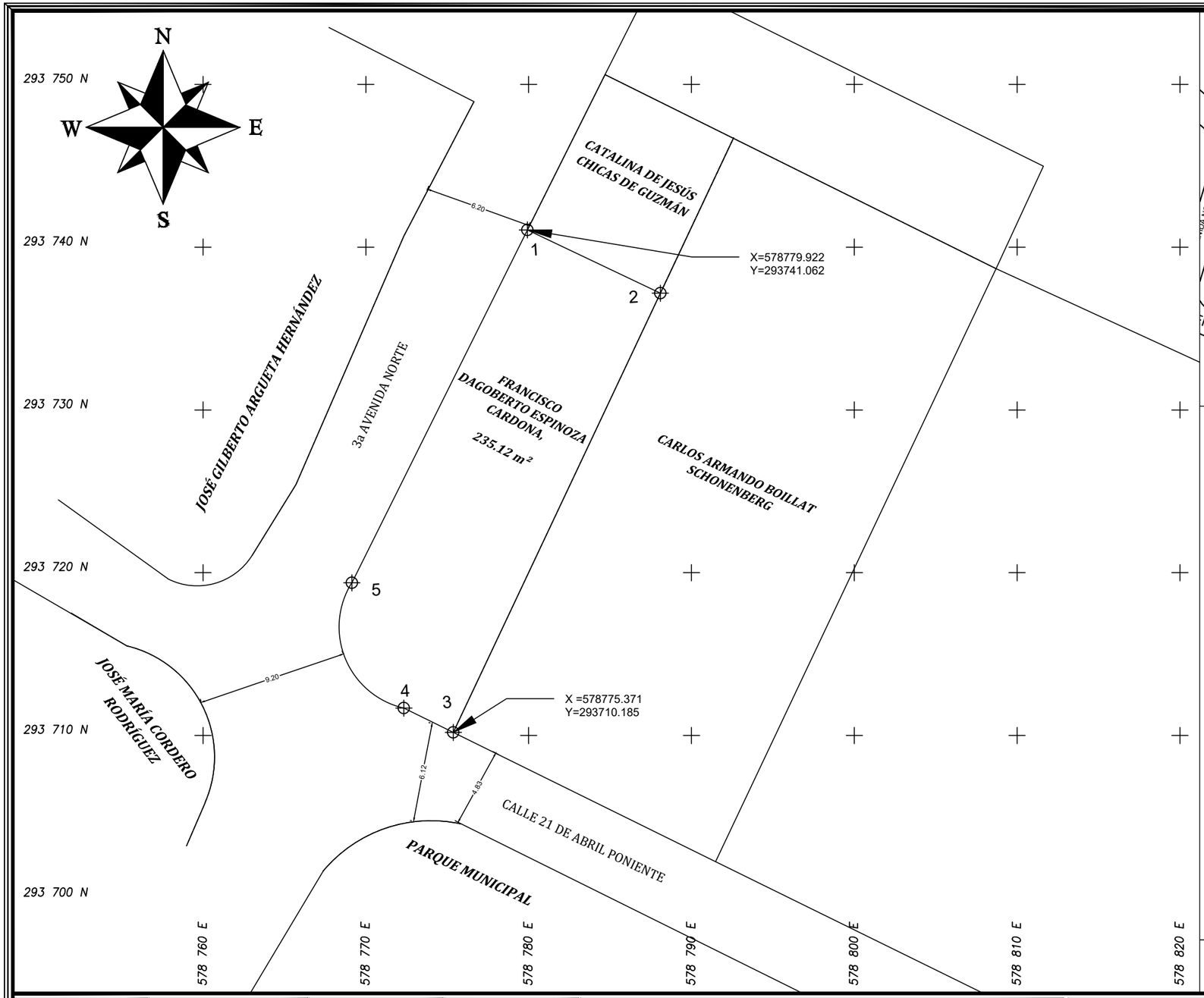
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y dos grados cuarenta y seis minutos diecinueve segundos Este con una distancia de seis punto noventa y tres metros, colindando con inmueble propiedad de José Gilberto Argueta Hernández con pared de por medio.

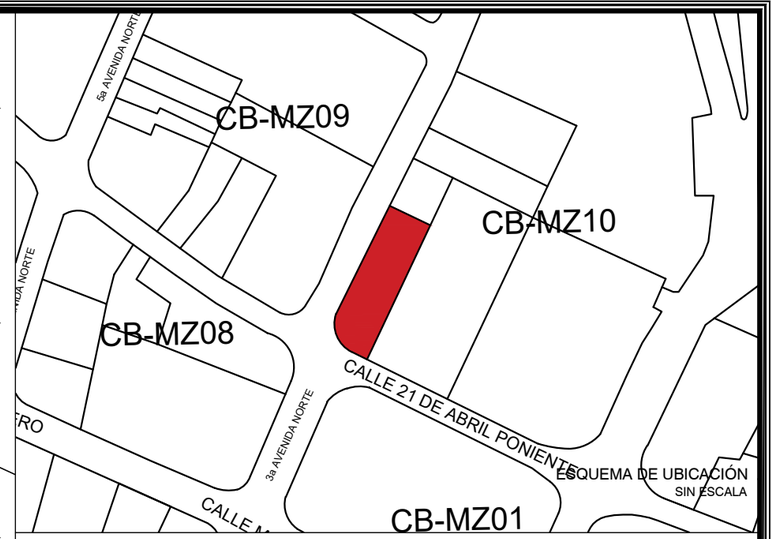
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veintinueve grados cero un minutos treinta y dos segundos Oeste con una distancia de nueve punto noventa y cuatro metros; Tramo dos, Sur treinta y ocho grados cincuenta y un minutos veinticinco segundos Oeste con una distancia de doce punto catorce

metros, colindando con inmueble propiedad de German Marina Rodríguez de Alvarado y José Magdaleno Alvarado Ayala con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte cincuenta y tres grados cincuenta y cinco minutos cincuenta y un segundos Oeste con una distancia de cinco punto setenta y dos metros, colindando con José María Cordero Rodríguez con Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de cinco punto cero metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte treinta y siete grados treinta y tres minutos cero siete segundos Este con una distancia de diez punto cuarenta y un metros; Tramo dos, Norte veinticinco grados cero nueve minutos treinta y ocho segundos Este con una distancia de diez punto setenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Víctor Manuel Guzmán Lobo con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,741.062	578,779.922
1	2	S 64°31'10 " E	9.05	2	293,737.171	578,788.088
2	3	S 25°13'58 " W	29.83	3	293,710.185	578,775.371
3	4	N 63°47'07" W	3.38	4	293,711.680	578,772.335
4	5	N 22°30'08" W RADIO = 5.11	LONG. CUERDA = 8.33 LONG. CURVA= 9.74	5	293,719.380	578,769.145
5	1	N 26°25'43 " E	24.21	1	293,741.062	578,779.922

PERÍMETRO = 76.22 m

ÁREA = 235.12 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ10-1

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
FRANCISCO DAGOBERTO ESPINOZA CARDONA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-6

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
1/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Francisco Dagoberto Espinoza Cardona
LUGAR: Barrio El Centro, 3a Avenida Norte y Calle 21 de Abril Poniente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Francisco Dagoberto Espinoza Cardona ubicado en Barrio El Centro, 3a Avenida Norte y Calle 21 de Abril Poniente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de doscientos treinta y cinco punto doce metros cuadrados, El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cuarenta y uno punto cero sesenta y dos metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos setenta y nueve punto novecientos veintidós metros.

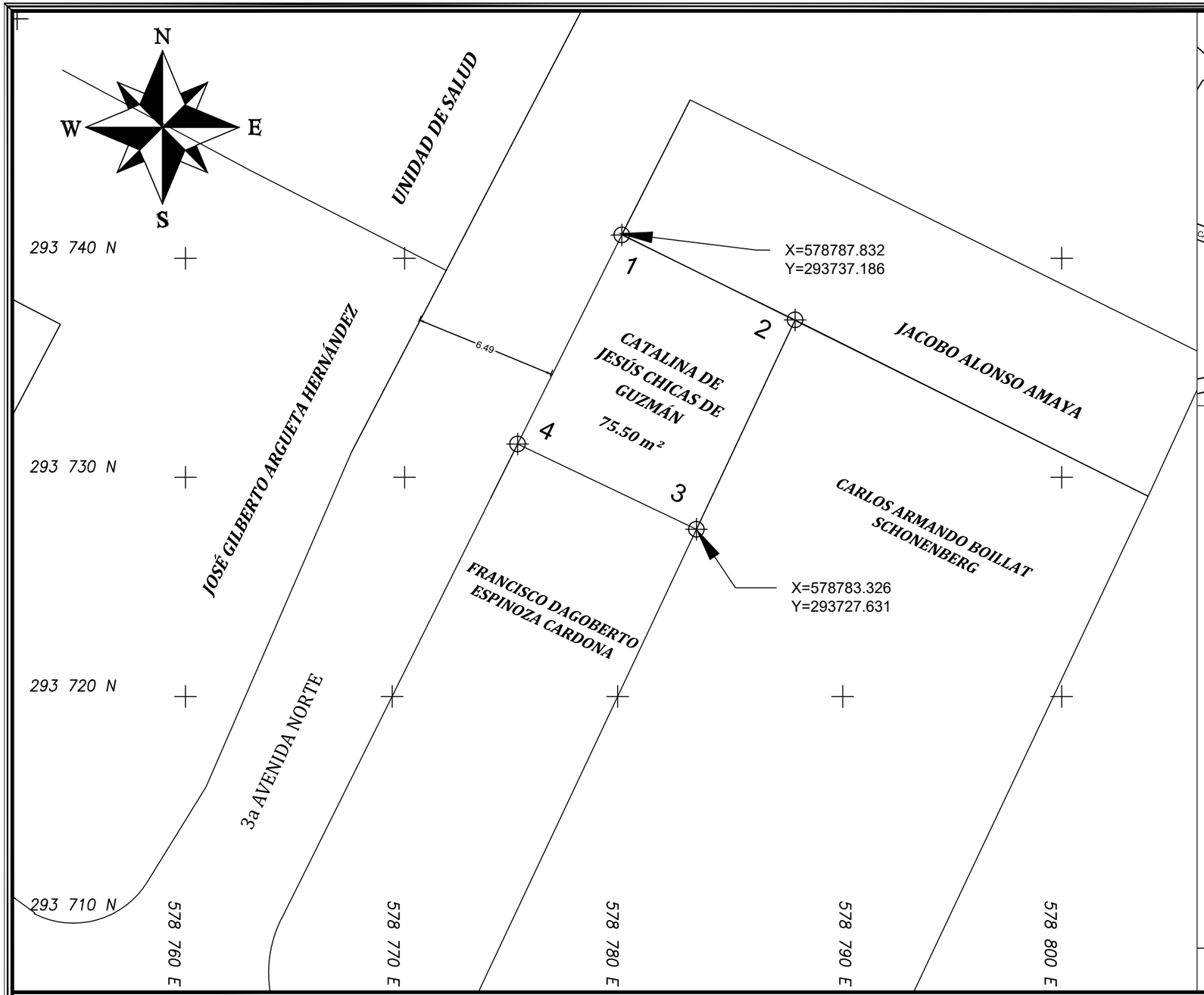
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur con sesenta y cuatro grados treinta y un minutos diez segundos Este con una distancia de nueve punto cero cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Catalina de Jesús Chicas de Guzmán con pared de por medio.

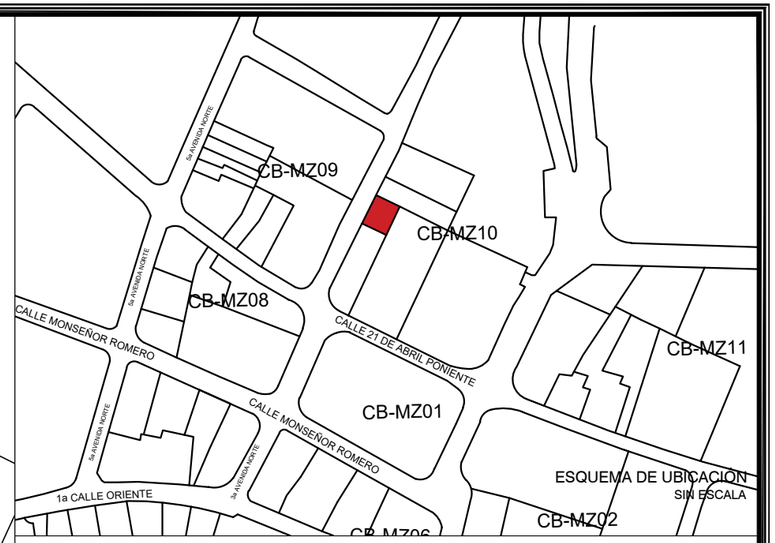
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veinticinco grados trece minutos cincuenta y ocho segundos Oeste con una distancia de veintinueve punto ochenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Carlos Armando Boillat Schonenberg con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y tres grados cuarenta y siete minutos cero siete segundos, Oeste con una distancia de tres punto treinta y ocho

metros, colindando con inmueble identificado como Parque Municipal propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con la intersección de la Tercera Avenida Norte y la Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de seis punto doce metros de por medio; Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Norte veintidós grados treinta minutos cero ocho segundos Oeste con una longitud de curva de nueve punto setenta y cuatro metros, longitud de cuerda de ocho punto treinta y tres metros y un radio de cinco punto once metros, colindando con inmueble propiedad de José María Cordero Rodríguez con la intersección de la Tercera Avenida Norte y la Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de nueve punto veinte metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintiséis grados veinticinco minutos cuarenta y tres segundos, Este con una distancia de veinticuatro punto veintiún metros, colindando con inmueble propiedad de José Gilberto Argueta Hernández con Tercera Avenida Norte con ancho de seis punto veinte metros de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,7437.186	578,787.832
1	2	N 63° 52' 11" W	3.87	2	293,739.359	578,783.394
2	3	S 25° 13' 58 " W	10.53	3	293,727.631	578,783.326
3	4	N 64° 31' 10 " W	9.05	4	293,731.522	578,775.160
4	1	N 26° 31' 34 " E	10.66	1	293,741.062	578,779.922

PERÍMETRO = 39.08 m

ÁREA = 75.5 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ10-2

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
CATALINA DE JESUS CHICAS DE GUZMÁN

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-61

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
3/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble

PROPIETARIO: Catalina de Jesús Chicas de Guzmán

LUGAR: Barrio El Centro, 3a Avenida Norte

MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios

DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Catalina de Jesús Chicas de Guzmán ubicado en Barrio El Centro, 3a Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de setenta y cinco punto cincuenta metros cuadrados, El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos treinta y siete punto ciento ochenta y seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos ochenta y siete punto ochocientos treinta y dos metros.

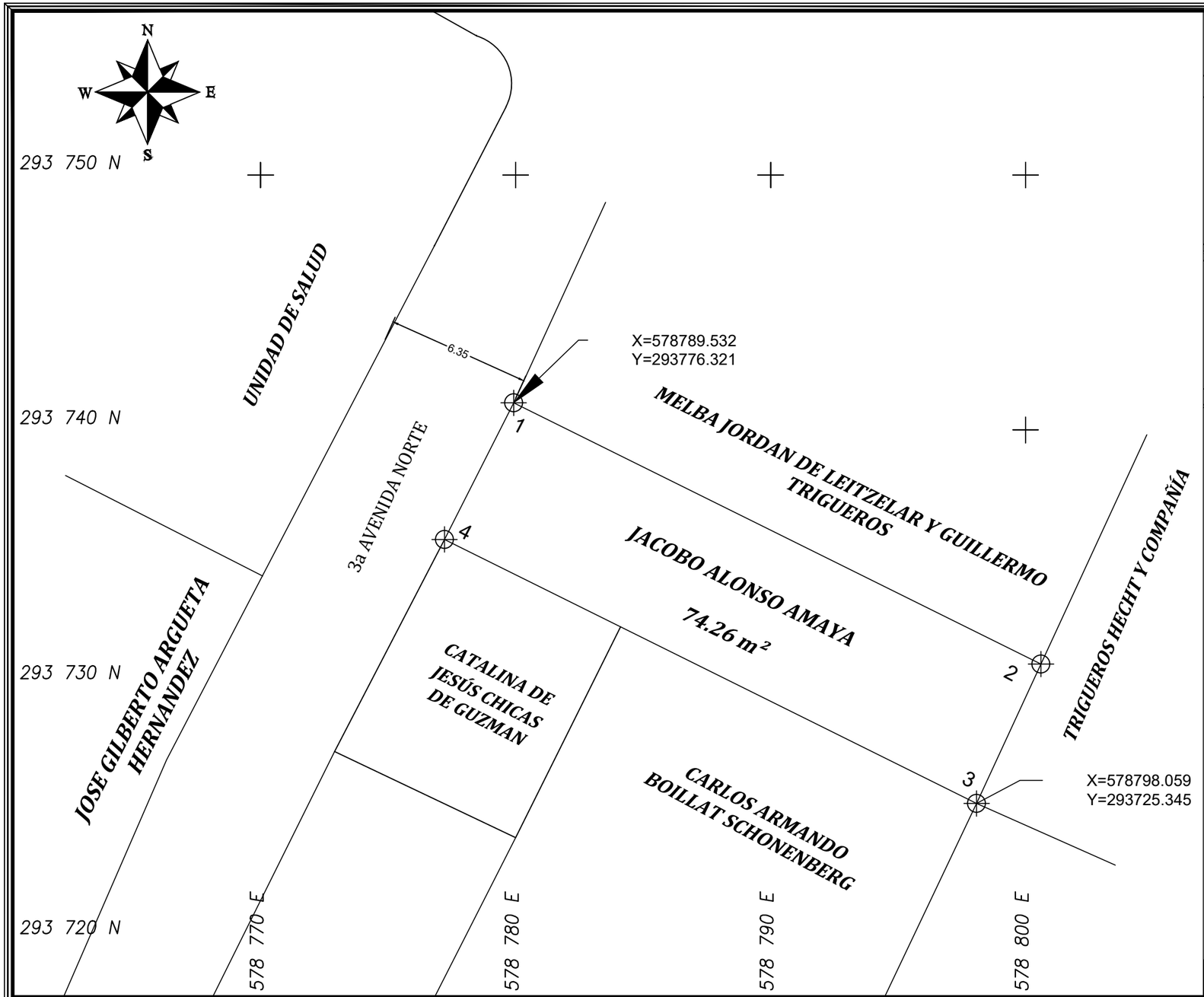
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y tres grados cincuenta y dos minutos once segundos Oeste con una distancia de tres punto ochenta y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Jacobo Alonso Amaya con pared de por medio.

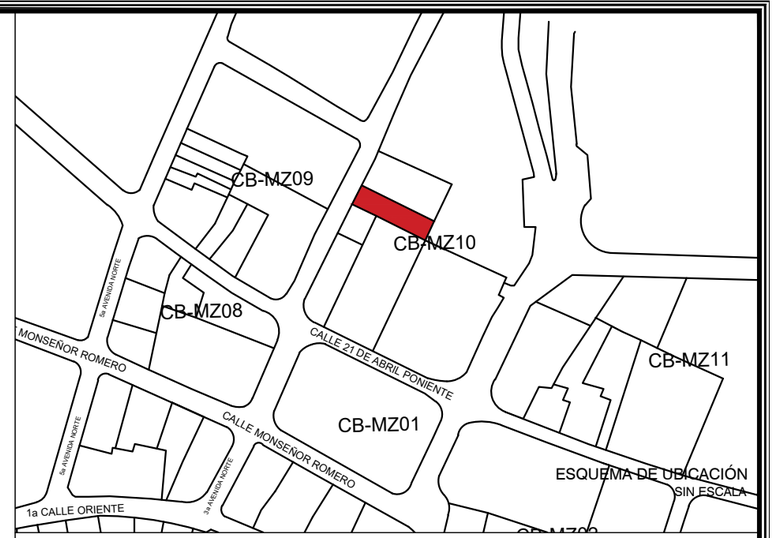
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veinticinco grados trece minutos cincuenta y ocho segundos Oeste con una distancia de diez punto cincuenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Carlos Armando Boillat Schonenberg con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y cuatro grados treinta y un minutos diez segundos, Oeste con una distancia de nueve punto cero cinco metros,

colindando con inmueble propiedad de Francisco Dagoberto Espinoza Cardona con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintiséis grados treinta y un minutos treinta y cuatro segundos Este con una distancia de diez punto sesenta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de José Gilberto Argueta Hernández y con inmueble identificado como Unidad de Salud propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Tercera Avenida Norte con seis punto cuarenta y nueve metros de ancho de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE CONSTRUCCION

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,776.321	578,789.532
1	2	S 63° 39' 33 " E	23.08	2	293,730.822	578,800.605
2	3	S 24° 47' 16 " W	6.02	3	293,725.345	578,798.059
3	4	N 63° 36' 15 " W	23.30	4	293,735.709	578,777.212
4	1	N 26° 50' 55 " E	6.00	1	293,741.062	578,779.922

PERIMETRO = 58.40 m

SUPERFICIE = 74.26 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ10-3

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
JACOBO ALONSO AMAYA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-56

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
3/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCION TECNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Jacobo Alonso Amaya
LUGAR: Barrio El Centro, 3a Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Jacobo Alonso Amaya ubicado en Barrio El Centro, 3a Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de setenta y cuatro punto veinte y seis metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos setenta y seis punto trescientos veintiún metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos ochenta y nueve punto quinientos treinta y dos metros.

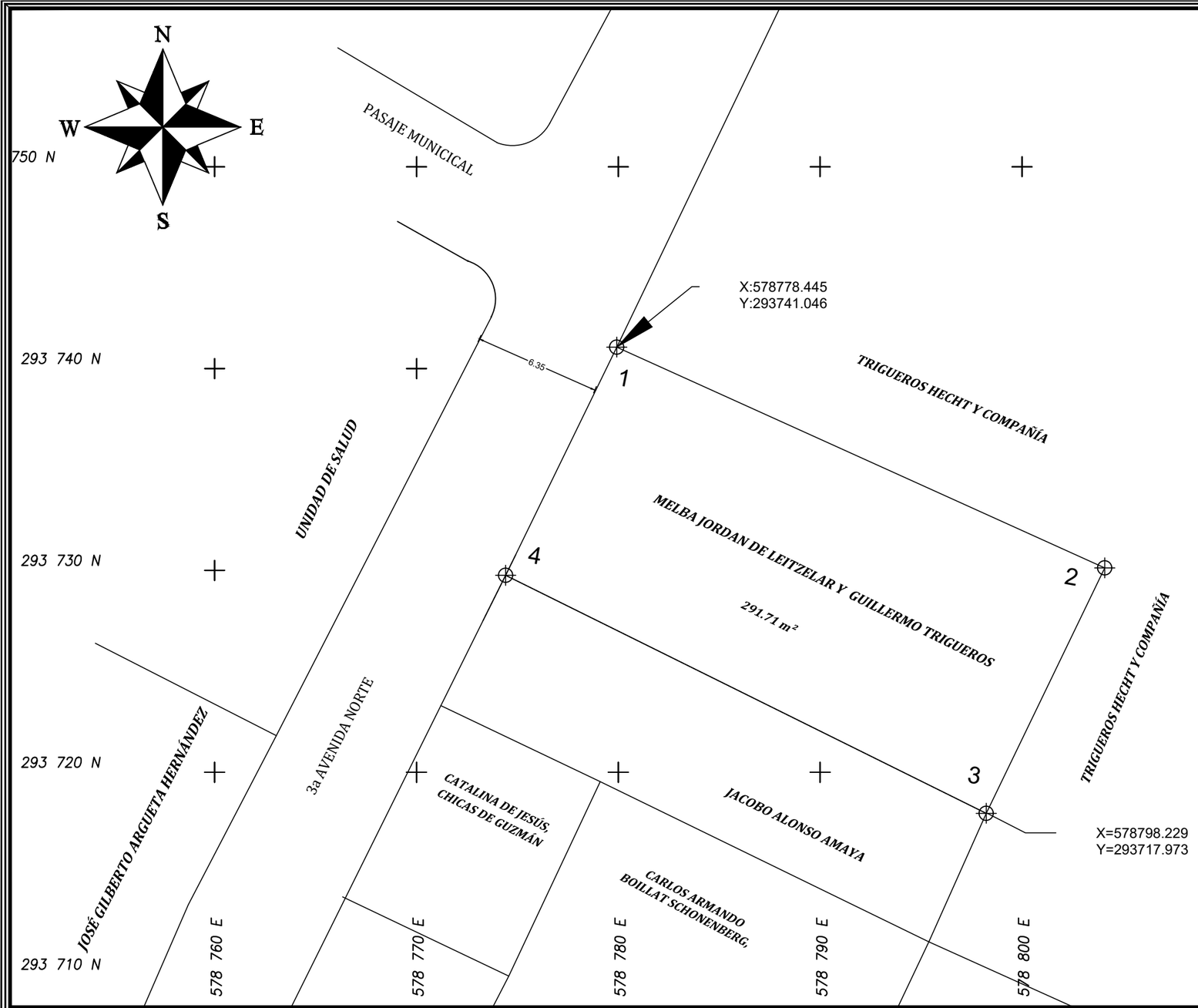
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y tres grados treinta y nueve minutos treinta y tres segundos Este con una distancia de veintitrés punto cero ocho metros, colindando con inmueble propiedad de Melba Jordan De Leitzelar y Guillermo Trigueros con pared de por medio.

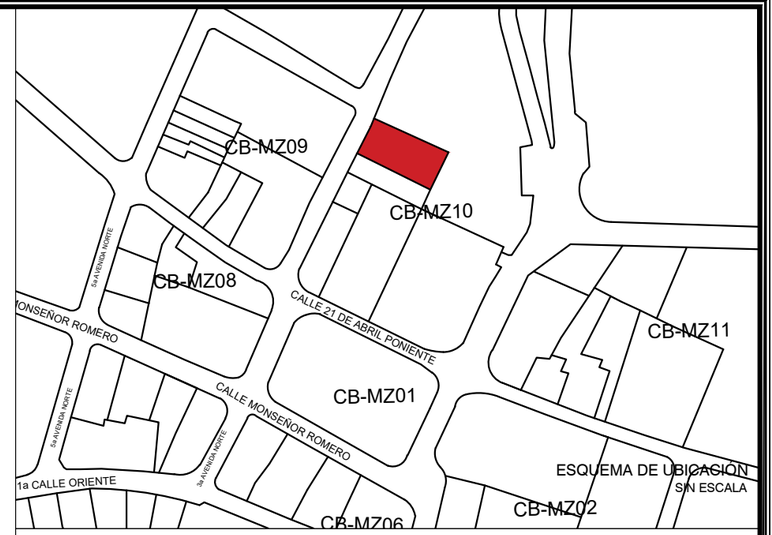
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veinticuatro grados cuarenta y siete minutos dieciséis segundos Oeste con una distancia de seis punto cero dos metros, colindando con inmueble propiedad de Trigueros Hecht y Compañía con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y tres grados treinta y seis minutos quince segundos Oeste con una distancia de veintitrés punto treinta metros, colindando con inmueble propiedad de Carlos Armando Boillat Schonenberg y el

inmueble propiedad de Catalina de Jesús Chicas de Guzmán ambos con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintiséis grados cincuenta minutos cincuenta y cinco segundos Este con una distancia de seis punto cero metros, colindando con inmueble identificado como Unidad de Salud propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Tercera Avenida Norte de seis punto treinta y cinco metros de ancho de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,741.046	578,778.445
1	2	S 65° 39' 55 " E	26.53	2	293,730.129	578,804.097
2	3	S 25° 46' 05 " W	13.50	3	293,717.973	578,798.229
3	4	N 63° 39' 33 " W	26.57	4	293,729.761	578,774.420
4	1	N 25° 57' 37 " E	12.57	1	293,741.062	578,779.922

PERÍMETRO = 79.17 m

ÁREA = 291.71 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ10-4

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
MELBA JORDAN DE LEITZELAR Y GUILLERMO TRIGUEROS

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-55

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
4/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCION TECNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Melba Jordan De Leitzelar y Guillermo Trigueros
LUGAR: Barrio El Centro, 3a Avenida Norte
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Melba Jordán De Leitzelar y Guillermo Trigueros ubicado en Barrio El Centro, 3a Avenida Norte, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios , departamento de San Miguel, con una extensión superficial de doscientos noventa y uno punto setenta y un metros cuadrados, El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cuarenta y uno punto cero cuarenta y seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos setenta y ocho punto cuatrocientos cuarenta y cinco metros.

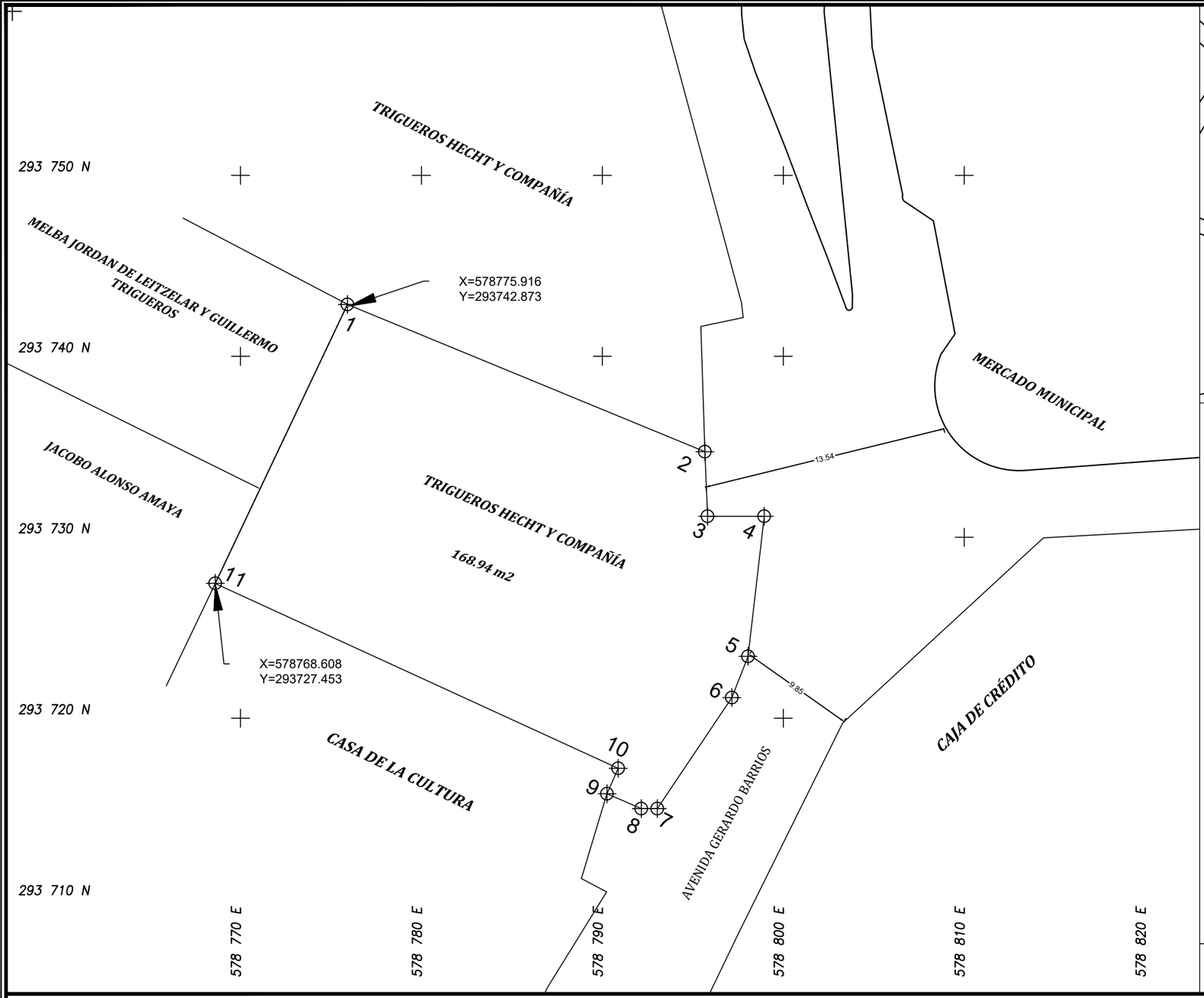
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y cinco grados treinta y nueve minutos cincuenta y cinco segundos Este con una distancia de veintiséis punto cincuenta y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Trigueros Hecht y Compañía con pared de por medio.

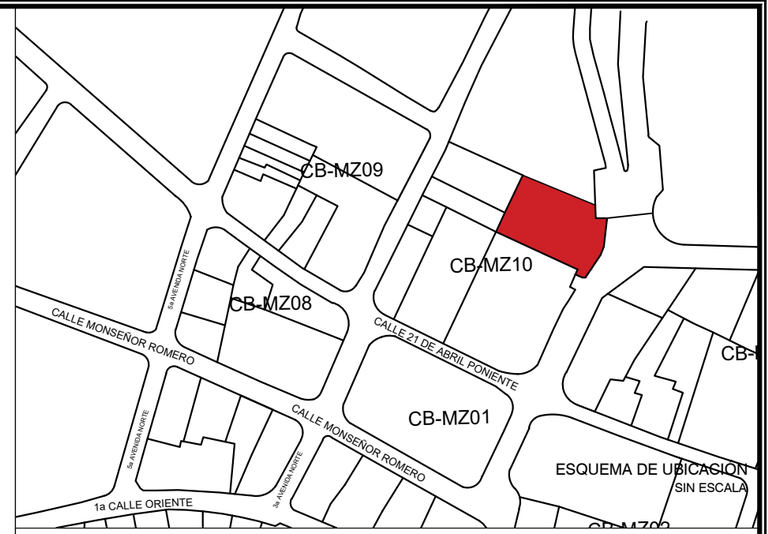
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veinticinco grados cuarenta y seis minutos cero cinco segundos Oeste con una distancia de trece punto cincuenta metros, colindando con inmueble propiedad de Trigueros Hecht y Compañía con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y tres grados treinta y nueve minutos treinta y tres segundos Oeste con una distancia de veintiséis punto cincuenta

y siete metros, colindando con inmueble propiedad de Jacobo Alonso Amaya con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veinticinco grados cincuenta y siete minutos treinta y siete segundos Este con una distancia de doce punto cincuenta y siete metros, colindando con inmueble identificado como Unidad de Salud propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Tercera Avenida Norte con seis punto treinta y cinco metros de ancho de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,742.873	578,775.916
1	2	S 67°36' 40 " E	21.36	2	293,734.736	578,795.668
2	3	S 02°22' 22" E	3.57	3	293,731.167	578,795.816
3	4	N 90°00'00" E	3.13	4	293,731.167	578,798.942
4	5	S 06°32' 27 " W	7.79	5	293,723.427	578,798.055
5	6	S 21°33' 55 " W	2.45	6	293,721.146	578,797.153
6	7	S 33°51' 20 " W	7.39	7	293,715.008	578,793.035
7	8	N 90°00'00" W	0.89	8	293,715.008	578,792.149
8	9	N 66°26' 33 " W	2.06	9	293,715.830	578,790.262
9	10	N 23°45' 00 " E	1.53	10	293,717.230	578,790.878
10	11	N 65°20' 33 " W	24.50	11	293,727.453	578,768.608
11	1	N 25°21' 29 " E	17.06	1	293,742.873	578,775.916

PERÍMETRO = 108.79 m

ÁREA = 168.94 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ10-5

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
TRIGUEROS HECHT Y COMPAÑÍA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-57

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2025

ESCALA:
1:200

HOJA:
6/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Trigueros Hecht y Compañía
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Trigueros Hecht y Compañía ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento sesenta y ocho punto noventa y cuatro metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cuarenta y dos punto ochocientos setenta y tres metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos setenta y cinco punto novecientos dieciséis metros.

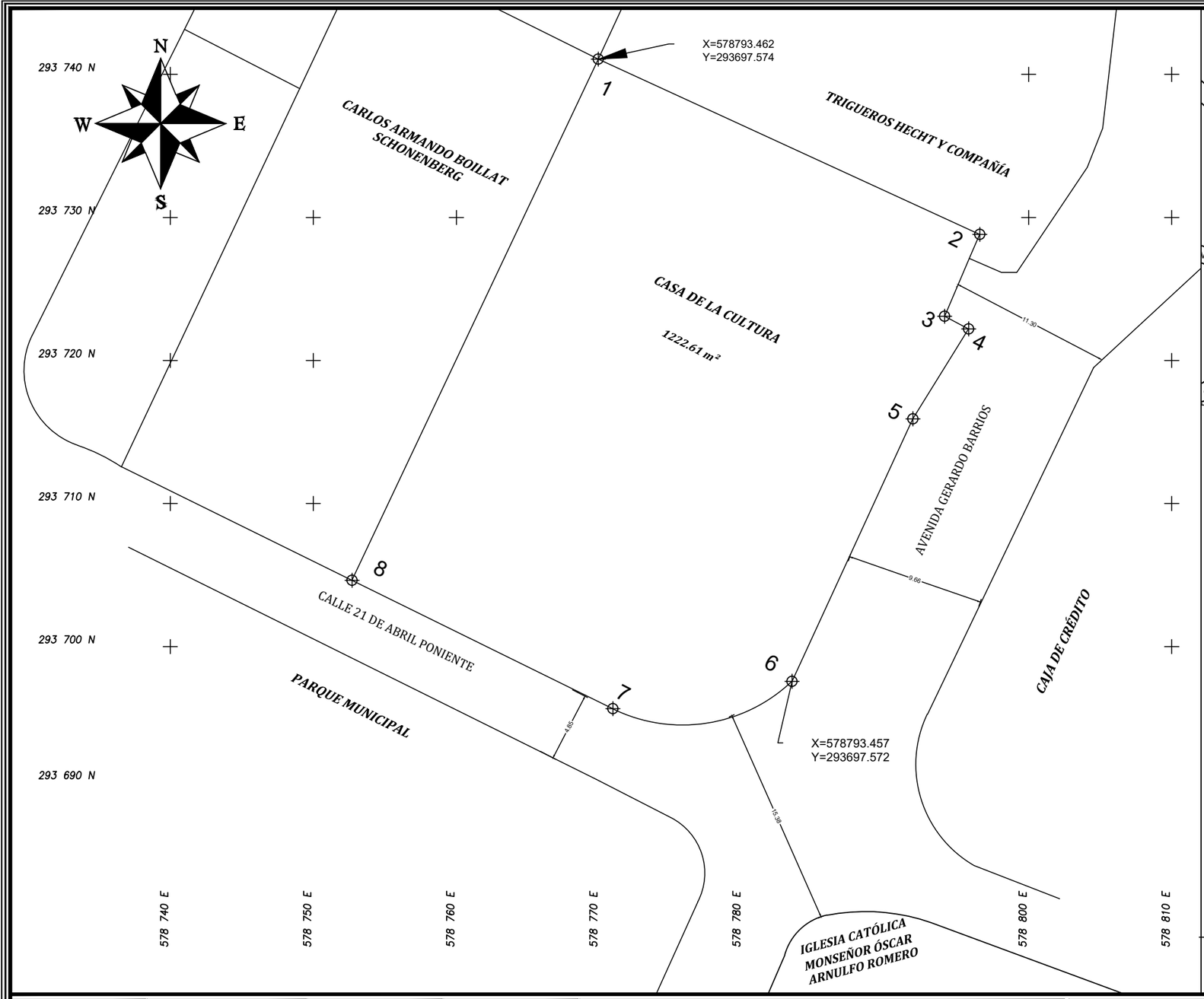
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y siete grados treinta y seis minutos cuarenta segundos Este con una distancia de veintiuno punto treinta y seis metros, colindando con inmueble propiedad de Trigueros Hectch y Compañía con pared de por medio; Tramo dos, Sur dos grados veintidós minutos veintidós segundos Este con una distancia de tres punto cincuenta y siete metros; Tramo tres, Sur noventa grados cero minutos cero segundos Este con una distancia de tres punto trece metros, colindando ambos tramos con el inmueble identificado como Mercado Municipal con Avenida Gerardo Barrios de trece punto cincuenta y cuatro metros de por medio.

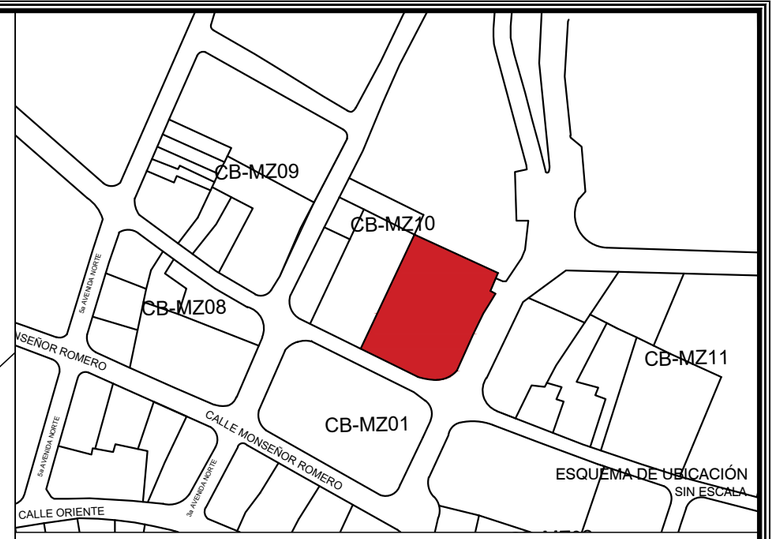
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur cero seis grados treinta y dos minutos veintiséis punto veinte y siete segundos Oeste con una distancia de siete punto setenta y nueve metros; Tramo dos, Sur veintiún grados treinta y tres minutos cincuenta y cinco segundos Oeste con una distancia de dos punto cuarenta y cinco metros; Tramo

tres, Sur treinta y tres grados cincuenta y un minutos veinte segundos Oeste con una distancia de siete punto treinta y nueve metros, colindando ambos tramos con el inmueble identificado como Caja de Crédito con Avenida Gerardo Barrios de nueve punto ochenta y cinco metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por cuatro tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur noventa grados cero minutos cero segundos Oeste con una distancia de cero punto ochenta y nueve metros, colindando con el inmueble identificado como Caja de Crédito con Avenida Gerardo Barrios de ocho punto setenta metros de ancho de por medio; Tramo dos, Norte sesenta y seis grados veintiséis minutos treinta y tres segundos Oeste con una distancia de dos punto cero seis metros; Tramo tres, Norte veintitrés grados cuarenta y cinco minutos cero segundos Este con una distancia de uno punto cincuenta y tres metros; Tramo cuatro, Norte sesenta y cinco grados veinte minutos treinta y tres segundos Oeste con una distancia de veinticuatro punto cincuenta metros, colindando ambos tramos con inmueble identificado como Casa de la Cultura propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veinticinco grados veintiún minutos veintinueve segundos Este con una distancia de diecisiete punto cero seis metros, colindando con inmueble propiedad de Jacobo Alonso Amaya y el inmueble propiedad de Melba Jordán De Leitzelar y Guillermo Trigueros ambos con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,697.574	578,793.462
1	2	S 65°19' 24 " E	29.34	2	293,728.815	578,806.579
2	3	S 23°45' 00" W	6.21	3	293,727.139	578,805.842
3	4	S 23°00' 00 " W	1.89	4	293,723.091	578,804.124
4	5	S 31°47' 00 " W	7.40	6	293,715.923	578,801.903
5	6	S 24°42' 54 " W	20.20	7	293,697.572	578,793.457
6	7	S 81°18' 38 " W RADIO = 11.07	LONG. CURVA = 13.49 LONG. CUERDA = 12.67	8	293,695.657	578,780.931
7	8	N 63°47'07 " W	20.32	9	293,704.633	578,762.702
8	1	N 25°18' 02" E	40.29	1	293,741.062	578,779.922

PERÍMETRO = 159.59 m

ÁREA = 1,222.61 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ10-6

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ALCALDIA MUNICIPAL DE CIUDAD BARRIOS (CASA DE LA CULTURA)

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-57

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
6/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios (Casa de la Cultura)
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Calle 21 de abril Poniente
MUNICIPIO: San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del Inmueble propiedad de la Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios (Casa de la Cultura) ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Calle 21 de abril Poniente, municipio de San Miguel Norte Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de mil doscientos veintidós punto sesenta y un metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil seiscientos noventa y siete punto quinientos setenta y cuatro metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y tres punto cuatrocientos sesenta y dos metros.

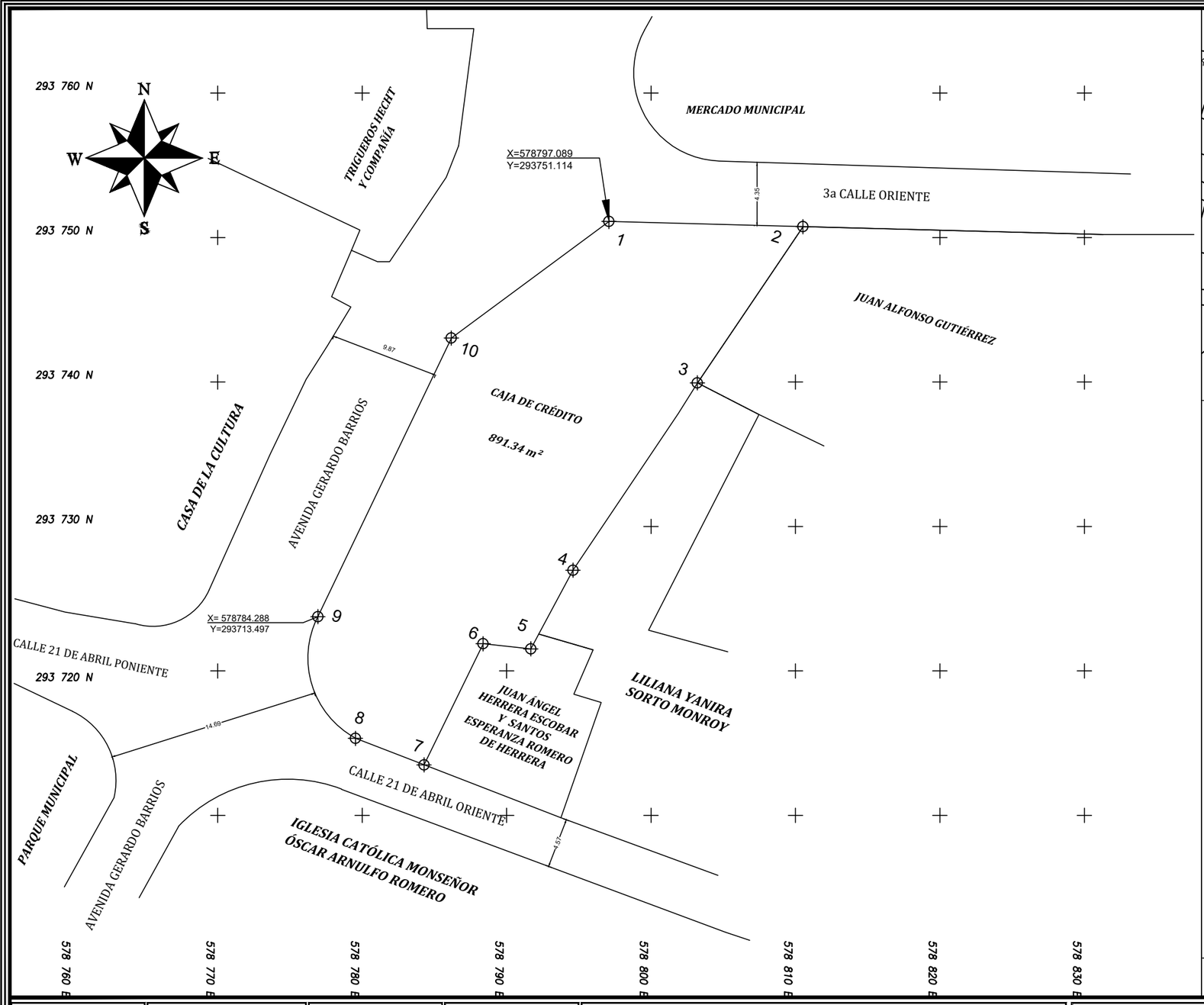
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y cinco grados diecinueve minutos veinticuatro segundos Este con una distancia de veintinueve punto treinta y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Trigueros Hecht y Compañía con pared de por medio.

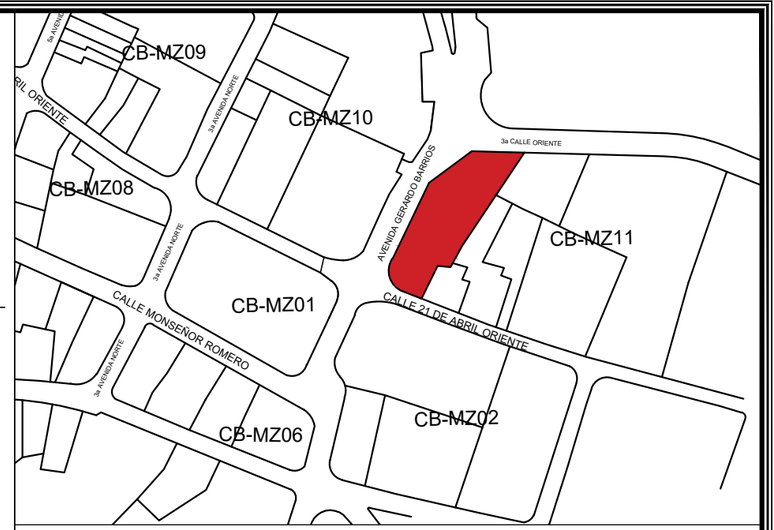
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por cuatro tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veintitrés grados cuarenta y cinco minutos cero segundos Oeste con una distancia de seis punto veintiún metros; Tramo dos, Sur veintitrés grados cero minutos cero segundos Oeste con una distancia de cuatro punto cuarenta metros; Tramo tres, Sur treinta y un grados cuarenta y siete minutos cero segundos Oeste con una distancia de siete punto cuarenta metros; Tramo cuatro, Sur veinticuatro grados cuarenta y dos minutos cincuenta y cuatro segundos Oeste con una distancia de veinte punto veinte

metros, colindando los cuatro tramos con el inmueble identificado como Caja de Crédito con Avenida Gerardo Barrios con ancho de nueve punto sesenta y seis metros de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur ochenta y un grados dieciocho minutos treinta y ocho segundos Oeste con una longitud de curva de trece punto cuarenta y nueve metros, longitud de cuerda de doce punto sesenta y siete metros y un radio de once punto cero siete metros, colindando con inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Oscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con la intersección de Calle Veintiuno de Abril Poniente y la Avenida Gerardo Barrios de quince punto treinta y ocho metros de ancho de por medio; Tramo dos, Norte sesenta y tres grados cuarenta y siete minutos cero siete segundos Oeste con una distancia de veinte punto treinta y dos metros, colindando con el inmueble identificado como Parque Municipal propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Calle Veintiuno de Abril Poniente con ancho de cuatro punto ochenta y cinco metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veinticinco grados dieciocho minutos cero dos segundos Este con una distancia de cuarenta punto veintinueve metros; colindando con inmueble propiedad de Carlos Armando Boillat Schonenberg con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,751.114	578,797.089
1	2	S 88°28' 34 " E	13.44	2	293,750.756	578,810.526
2	3	S 34°03' 23 " W	16.41	3	293,750.000	578,810.015
3	4	S 33°50' 49 " W	13.06	4	293,726.974	578,794.605
4	5	S 28°13' 08" W	5.02	5	293,722.547	578,792.229
5	6	N 83°52' 43 " W	3.32	6	293,721.881	578,788.383
6	7	N 90°00'00" W	11.73	7	293,750.000	578,810.000
7	8	N 68°49' 55" W	5.09	8	293,715.334	578,779.544
8	9	S 26°01' 59 " W RADIO = 6.31	9.33 LONG. CURVA = 9.76 LONG. CUERDA = 9.33	9	293,713.497	578,784.288
9	10	N 25°35' 56 " E	26.88	10	293,743.043	578,786.176
11	1	N 53°30' 53" E	14.79	1	293,744.115	578,787.625

PERÍMETRO =110.70 m

ÁREA = 891.34 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ11-1

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
CAJA DE CRÉDITO

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-9

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
7/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Caja de Crédito
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Tercera Calle Oriente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble identificado como Caja de Crédito ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Tercera Calle Oriente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ochocientos noventa y uno punto treinta y cuatro metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cincuenta y uno punto ciento catorce metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y siete punto cero ochenta y nueve metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y ocho grados veintiocho minutos treinta y cuatro segundos Este con una distancia de trece punto cuarenta y cuatro metros, colindando con el inmueble identificado como Mercado Municipal propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Tercera Calle Oriente de cuatro punto treinta y cinco metros de ancho de por medio.

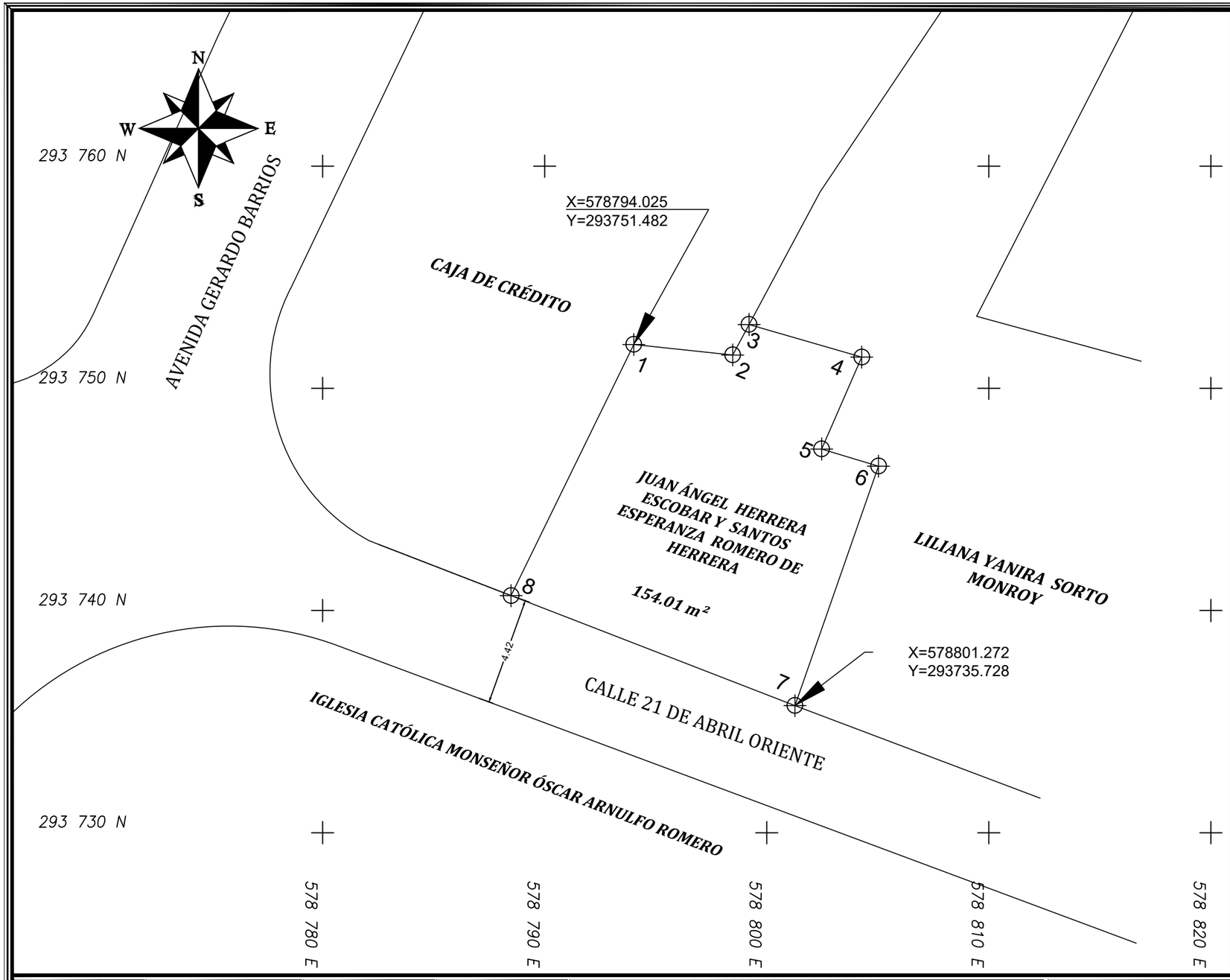
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por cinco tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur treinta y cuatro grados cero tres minutos veintitrés segundos Oeste con una distancia de dieciséis punto cuarenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Juan Alfonso Gutiérrez con pared de por medio; Tramo dos, Sur treinta y tres grados cincuenta minutos cuarenta y nueve segundos Oeste con una distancia de trece punto cero seis metros, colindando con inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy con pared de por medio; Tramo tres, Sur veintiocho grados trece minutos cero ocho segundos Oeste con una distancia

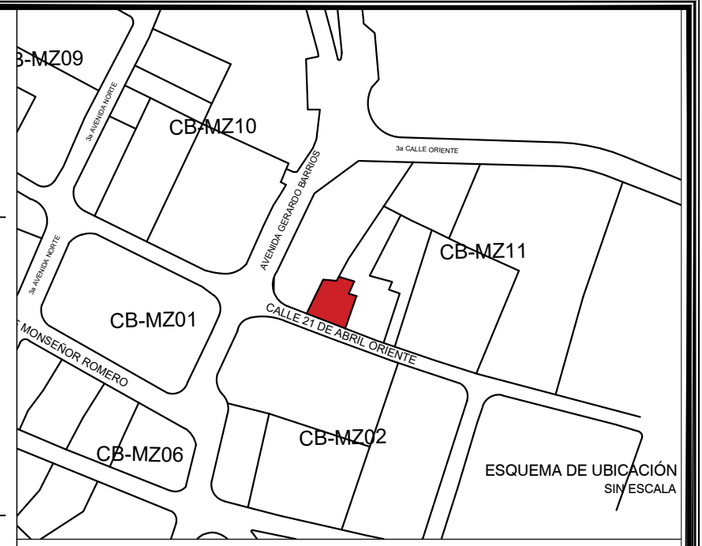
de cinco punto cero dos metros, colindando con inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy y el inmueble propiedad de Juan ángel Herrera Escobar y Santos Esperanza Romero de Herrera ambos con pared de por medio ; Tramo cuatro, Norte ochenta y tres grados cincuenta y dos minutos cuarenta y tres segundos Oeste con una distancia de tres punto treinta y dos metros; Tramo cinco, Norte Noventa grados cero minutos cero segundos Oeste con una distancia de once punto setenta y tres metros, colindando ambos tramos con el inmueble propiedad de Juan Angel Herrera Escobar Y Santos Esperanza Romero de Herrera con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y ocho grados cuarenta y nueve minutos cincuenta y cinco segundos Oeste con una distancia de cinco punto cero nueve metros; colindando con inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Oscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con Calle Veintiuno de Abril Oriente de cuatro punto cincuenta y siete metros de ancho de por medio; Tramo dos, segmento circular con un rumbo para la cuerda de Sur veintiséis grados cero un minutos cincuenta y nueve segundos Oeste con una longitud de curva de nueve punto setenta y seis metros, longitud cuerda de nueve punto treinta y tres metros y un radio de seis punto treinta y un metros; colindando con inmueble propiedad de Parque Municipal propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con la intersección de la Avenida Gerardo Barrios y la Calle Veintiuno de Abril Oriente con un ancho de catorce punto sesenta y nueve metros.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veinticinco grados treinta y cinco minutos cincuenta y seis segundos Este con una distancia de veintiséis punto ochenta y ocho metros; colindando con inmueble identificado como Casa de la Cultura propiedad de Alcaldía Municipal de Ciudad Barrios con Avenida Gerardo Barrios de nueve punto ochenta y siete metros de ancho de por medio; Tramo dos, Norte cincuenta y tres grados treinta minutos cincuenta y tres segundos Este con una distancia de catorce punto setenta y nueve metros; colindando con inmueble propiedad de Trigueros

Hecht y Comapañía con Avenida Gerardo Barrios de ocho punto cincuenta y cinco metros de ancho de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,751.482	578,794.025
1	2	S 83°51' 43 " E	4.48	2	293,751.501	578,798.465
2	3	N 28°13' 08 " E	1.56	3	293,752.878	578,799.204
3	4	S 73°49'13 " E	5.28	4	293,751.405	578,804.279
4	5	S 23°37'57 " W	4.51	5	293,747.272	578,802.471
5	6	S 73°07'34 "E	2.68	6	293,746.495	578,805.033
6	7	S 19°15'08 " W	11.41	7	293,735.728	578,801.272
7	8	N 68°49'55 " W	12.77	8	293,740.669	578,788.491
8	1	N 26°01' 59 " E	12.59	1	293,751.979	578,794.015

PERÍMETRO = 56.21 m ÁREA= 154.01 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\ues logo.png

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ-11-02

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
JUAN ANGEL HERRERA ESCOBAR Y SANTOS ESPERANZA ROMERO DE HERRERA

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-8

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
8/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Juan Angel Herrera Escobar y Santos Esperanza Romero de Herrera
LUGAR: Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Calle 21 de Abril Oriente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

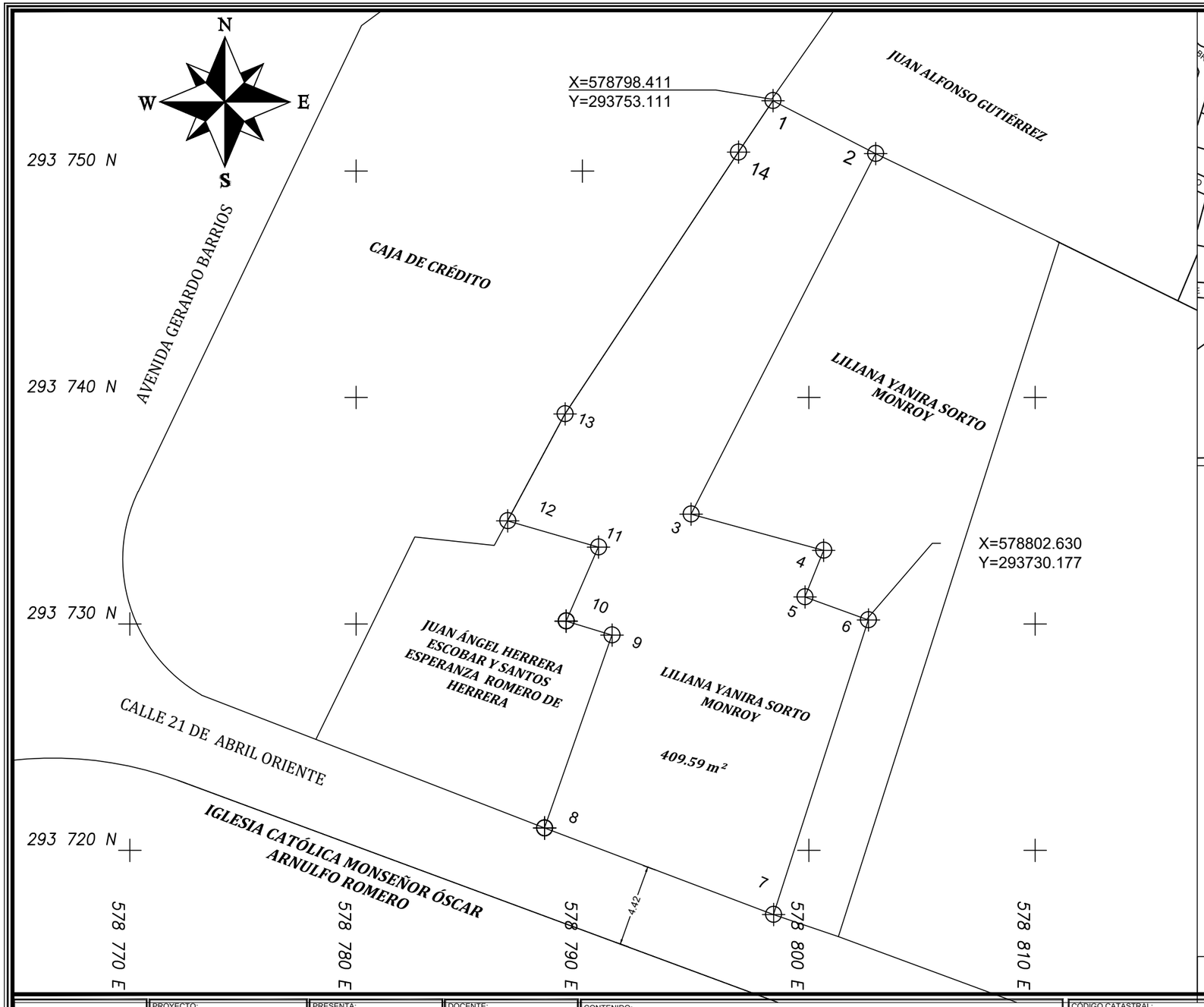
Descripción técnica del inmueble propiedad de Juan Angel Herrera Escobar y Santos Esperanza Romero de Herrera ubicado en Barrio El Centro, Avenida Gerardo Barrios y Calle 21 de Abril Oriente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de ciento cincuenta y cuatro punto cero un metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cincuenta y uno punto cuatrocientos ochenta y dos metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y cuatro punto cero veinticinco metros.

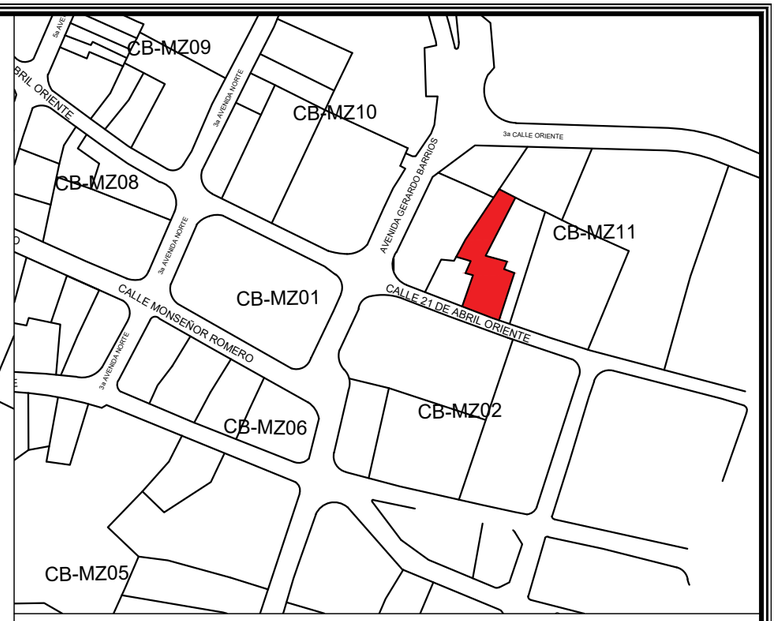
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por cinco tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur ochenta y tres grados cincuenta y un minutos cuarenta y tres segundos Este con una distancia de cuatro punto cuarenta y ocho metros; Tramo dos, Norte veintiocho grados trece minutos cero ocho segundos Este con una distancia de uno punto cincuenta y seis metros, colindando ambos tramos con el inmueble identificado como Caja de Crédito con pared de por medio; Tramo tres, Sur setenta y tres grados cuarenta y nueve minutos trece segundos Este con una distancia cinco punto veintiocho metros; Tramo cuatro, Sur veintitrés grados treinta y siete minutos cincuenta y siete segundos Oeste con una distancia de cuatro punto cincuenta y un metros; Tramo cinco, Sur setenta y tres grados cero siete minutos treinta y cuatro segundos Este con una distancia de dos punto sesenta y ocho metros, colindando los tres tramos con el inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy con pared de por medio .

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur diecinueve grados quince minutos cero ocho segundos Oeste con una distancia de once punto cuarenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y ocho grados cuarenta y nueve minutos cincuenta y cinco segundos Oeste con una distancia de doce punto setenta y siete metros, colindando con inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Oscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con Calle Veintiuno de Abril Oriente con cuatro punto cuarenta y dos metros de ancho de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por tres tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintiséis grados cero un minutos cincuenta y nueve segundos Este con una distancia de doce punto cincuenta y nueve metros, colindando con el inmueble identificado como Caja de Crédito con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA(m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,753.111	578,798.411
1	2	S 62°41'09 " E	5.11	2	293,750.768	578,802.947
2	3	S 27°06' 58 "W	17.89	3	293,734.847	578,794.794
3	4	S 74°43' 52 "E	6.07	4	293,733.247	578,800.653
4	5	S 21°51' 16 "W	2.22	5	293,731.190	578,799.828
5	6	S 70°07' 26 "E	2.98	6	293,730.177	578,802.630
6	7	S 17°50' 58 "W	13.67	7	293,717.162	578,798.439
7	8	N 69°17' 53" W	10.81	8	293,720.986	578,788.322
8	9	N 19°15'08 " E	9.03	9	293,729.506	578,791.298
9	10	N 73°07'34 "W	2.12	10	293,730.121	578,789.272
10	11	N 23°37'57 " E	3.57	11	293,733.389	578,790.702
11	12	N 73°49'13 " W	4.18	12	293,734.553	578,786.689
12	13	N 28°13' 08" E	6.31	13	293,739.277	578,789.224
13	14	N 33°33'00 " E	13.87	14	293,750.834	578,796.888
14	1	N 33°46' 26" E	3.26	1	293,748.524	578,791.848

PERÍMETRO = 99.60 m

ÁREA = 409.59 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\LOOOG.jpeg

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ-11-3

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
LILIANA YANIRA SORTO MONROY

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-7

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
9/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Liliana Yanira Sorto Monroy
LUGAR: Barrio El Centro, Calle 21 de Abril Oriente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy ubicado en Barrio El Centro, Calle 21 de Abril Oriente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios , departamento de San Miguel, con una extensión superficial de cuatrocientos nueve punto cincuenta y nueve metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cincuenta y tres punto ciento once metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y ocho punto cuatrocientos once metros.

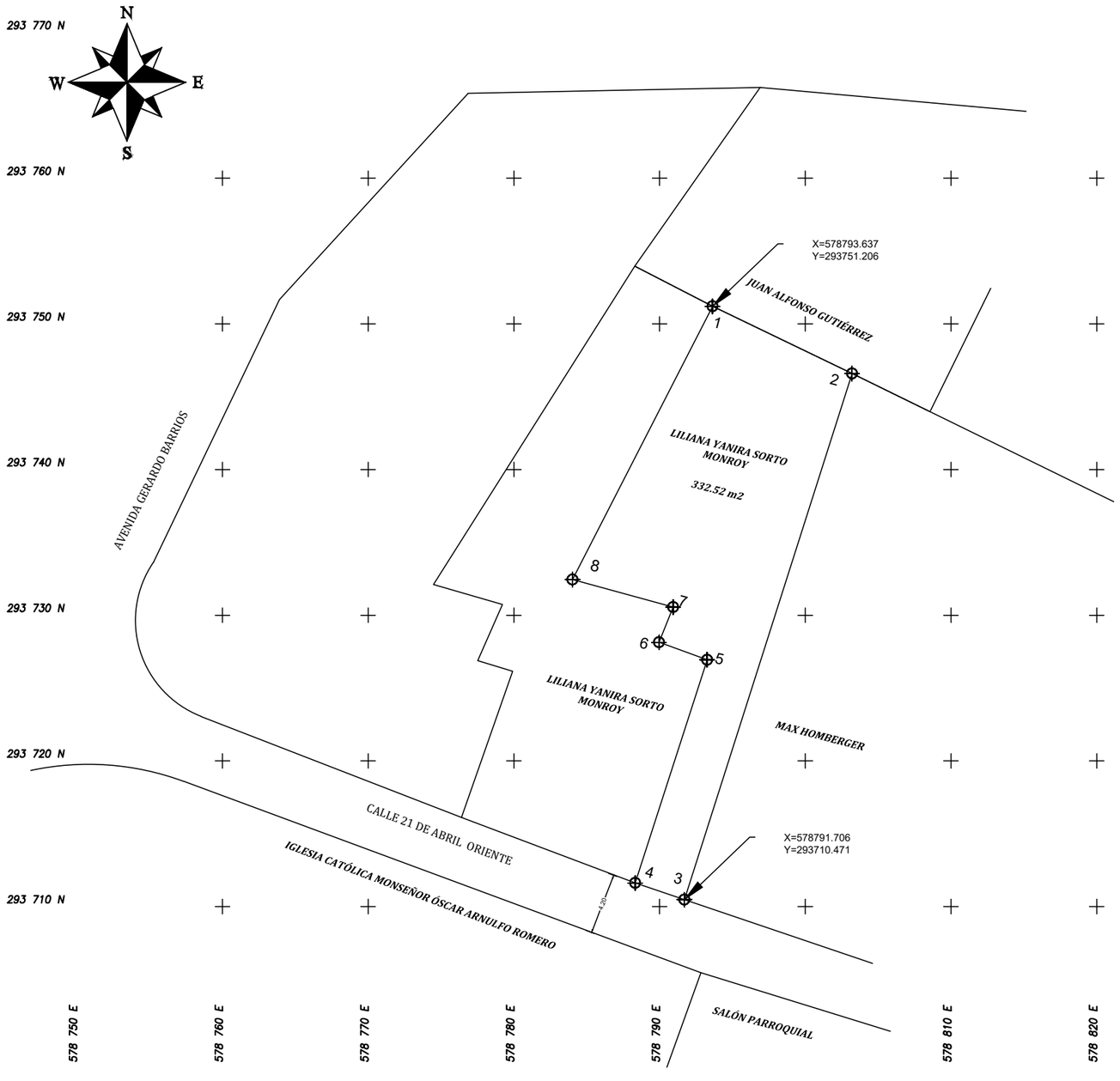
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y dos grados cuarenta y un minutos cero nueve segundos Este con una distancia de cinco punto once metros, colindando con inmueble propiedad de Juan Alfonso Gutiérrez con pared de por medio.

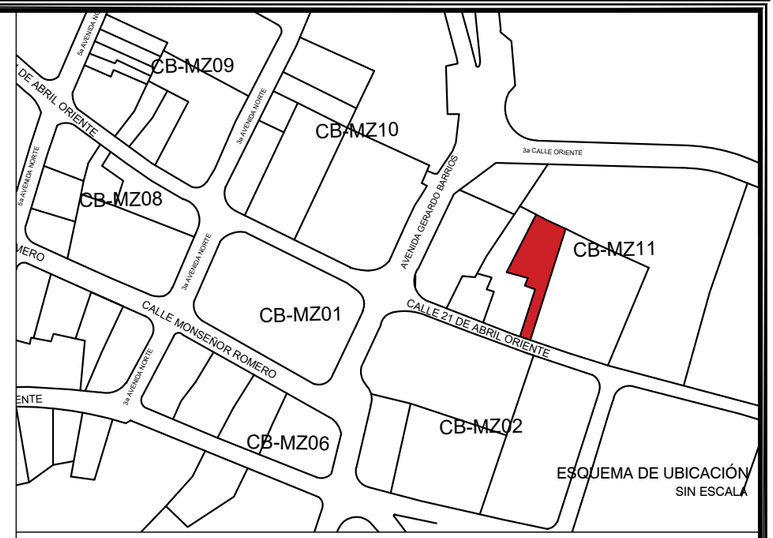
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por cinco tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veintisiete grados cero seis minutos cincuenta y ocho segundos Oeste con una distancia de diecisiete punto ochenta y nueve metros; Tramo dos, Sur setenta y cuatro grados cuarenta y tres minutos cincuenta y dos segundos Este con una distancia de seis punto cero siete metros; Tramo tres, Sur veintiún grados cincuenta y un minutos dieciséis segundos Oeste con una distancia de dos punto veintidós metros; Tramo cuatro, Sur setenta grados cero siete minutos veintiséis segundos Este con una distancia de dos punto noventa y ocho metros; Tramo cinco, Sur diecisiete grados cincuenta minutos cincuenta y ocho segundos Oeste con una distancia de trece punto sesenta y siete metros,

colindando los cinco tramos con el inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy con pared de por medio .

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte sesenta y nueve grados diecisiete minutos cincuenta y tres segundos Oeste con una distancia de diez punto ochenta y un metros, colindando con inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Oscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con Calle Veintiuno de Abril Oriente de cuatro punto cuarenta y dos metros de ancho de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por siete tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte diecinueve grados quince minutos cero ocho segundos Este con una distancia de nueve punto cero tres metros; Tramo dos, Norte setenta y tres grados cero siete minutos treinta y cuatro segundos Oeste con una distancia de dos punto doce metros; Tramo tres, Norte veintitrés grados treinta y siete minutos cincuenta y siete segundos Este con una distancia de tres punto cincuenta y siete metros; Tramo cuatro, Norte setenta y tres grados cuarenta y nueve minutos trece segundos Oeste con una distancia de cuatro punto dieciocho metros, colindando los cuatro tramos con el inmueble propiedad de Juan Ángel Herrera Escobar y Santos Esperanza Romero de Herrera con pared de por medio; Tramo cinco, Norte veintiocho grados trece minutos cero ocho segundos Este con una distancia de seis punto treinta y un metros; Tramo seis, Norte treinta y tres grados treinta y tres minutos cero segundos Este con una distancia de trece punto ochenta y siete metros; Tramo siete, Norte treinta y tres grados cuarenta y seis minutos veintiséis segundos Este con una distancia de tres punto veintiséis metros, colindando los tres tramos con el inmueble identificado como Caja de Crédito con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,751.206	578,793.637
1	2	S 64°17'49 " E	10.62	2	293,746.599	578,803.208
2	3	S 17°39'36 " W	37.91	3	293,710.471	578,791.706
3	4	N 71°16'05 " W	3.57	4	293,711.617	578,788.326
4	5	N 17°50'58 " E	16.11	5	293,726.949	578,793.263
5	6	N 70°07'26 " W	3.51	6	293,728.142	578,789.962
6	7	N 21°51'16 " E	2.61	7	293,730.566	578,790.935
7	8	N 74°43'52 " W	7.15	8	293,732.450	578,784.033
8	1	N 27°06'58 " E	21.07	1	293,751.206	578,793.637

PERÍMETRO = 102.56 m

ÁREA = 332.52 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ-11-4

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
LILIANA YANIRA SORTO MONROY

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-2-5

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
10/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Liliana Yanira Sorto Monroy
LUGAR: Barrio El Centro, Calle 21 de Abril Oriente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy ubicado en Barrio El Centro, Calle 21 de Abril Oriente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de trescientos treinta y dos punto cincuenta y dos metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos cincuenta y uno punto doscientos seis metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y tres punto seiscientos treinta y siete metros.

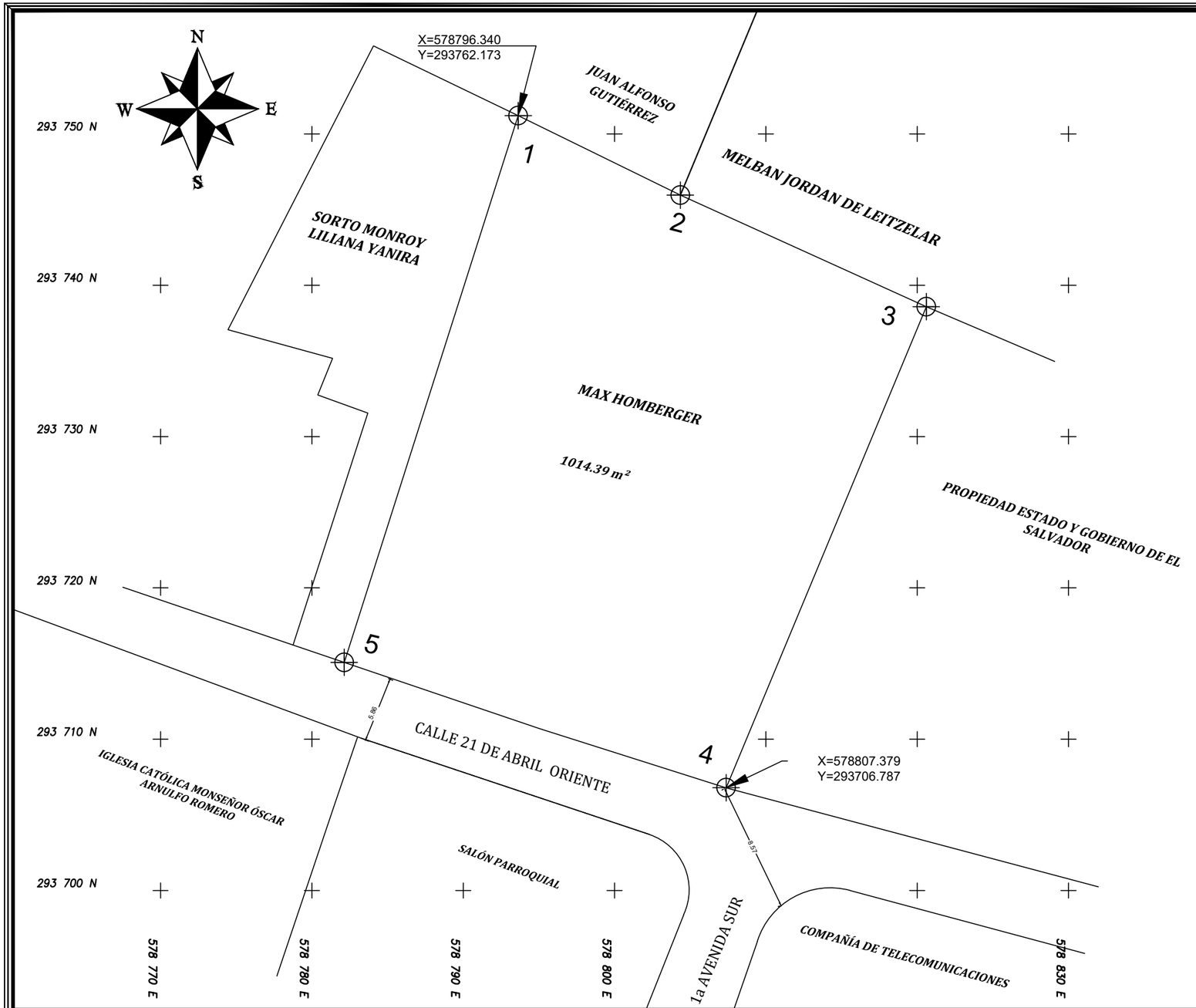
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y cuatro grados diecisiete minutos cuarenta y nueve segundos Este con una distancia de diez punto sesenta y dos metros, colindando con inmueble propiedad de Juan Alfonso Gutiérrez con pared de por medio.

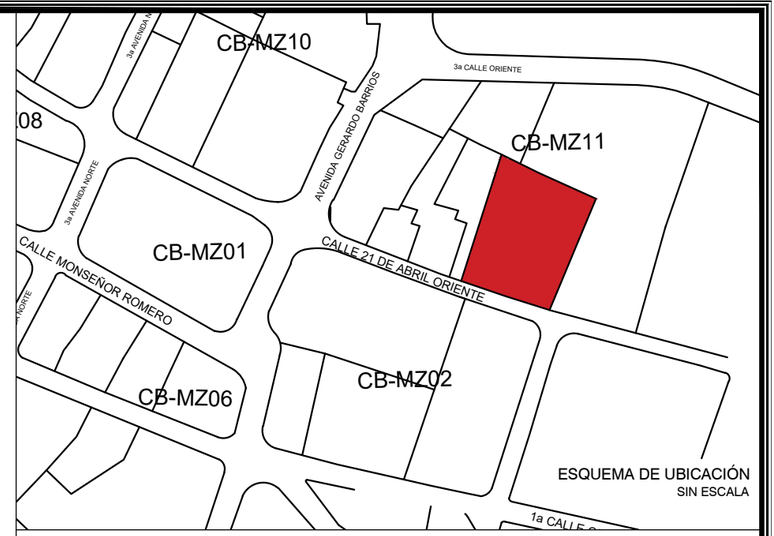
LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur diecisiete grados treinta y nueve minutos treinta y seis segundos Oeste con una distancia de treinta y siete punto noventa y un metros, colindando con inmueble propiedad de Max Homberger con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por cinco tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y un grados dieciséis minutos cero cinco segundos Oeste con una distancia de tres punto cincuenta y siete metros,

colindando con inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Oscar Arnulfo Romero, propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con Calle Veintiuno de Abril Oriente de cuatro punto veinte metros de ancho de por medio; Tramo dos, Norte diecisiete grados cincuenta minutos cincuenta y ocho segundos Este con una distancia de dieciséis punto once metros; Tramo tres, Norte setenta grados cero siete minutos veintiséis segundos Oeste con una distancia de tres punto cincuenta y un metros; Tramo cuatro, Norte veintiún grados cincuenta y un minutos dieciséis segundos Este con una distancia de dos punto sesenta y un metros; Tramo cinco, Norte setenta y cuatro grados cuarenta y tres minutos cincuenta y dos segundos Oeste con una distancia de siete punto quince metros, colindando los cuatro tramos con el inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy con pared de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintisiete grados cero seis minutos cincuenta y ocho segundos Este con una distancia de veintiuno punto cero siete metros, colindando con el inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto Monroy con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,762.173	578,796.340
1	2	S 63°52'06 " E	11.93	2	293,745.951	578,804.348
2	3	S 65°36'51 " E	17.85	3	293,738.581	578,820.605
3	4	S 22°35'15 " W	34.44	4	293,706.787	578,807.379
4	5	N 71°16'05 " W	13.64	5	293,715.078	578,782.135
5	1	N 17°39'36 " E	37.91	1	293,751.206	578,793.637

PERÍMETRO = 128.70 m

ÁREA = 1,014.39 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\logo UES.png

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ-11-5

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
MAX HOMBERGER

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312166-6

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
11/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Max Homberger
LUGAR: Barrio El Centro, 1a Avenida Sur y Calle 21 de Abril Oriente
MUNICIPIO: San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios
DEPARTAMENTO: San Miguel

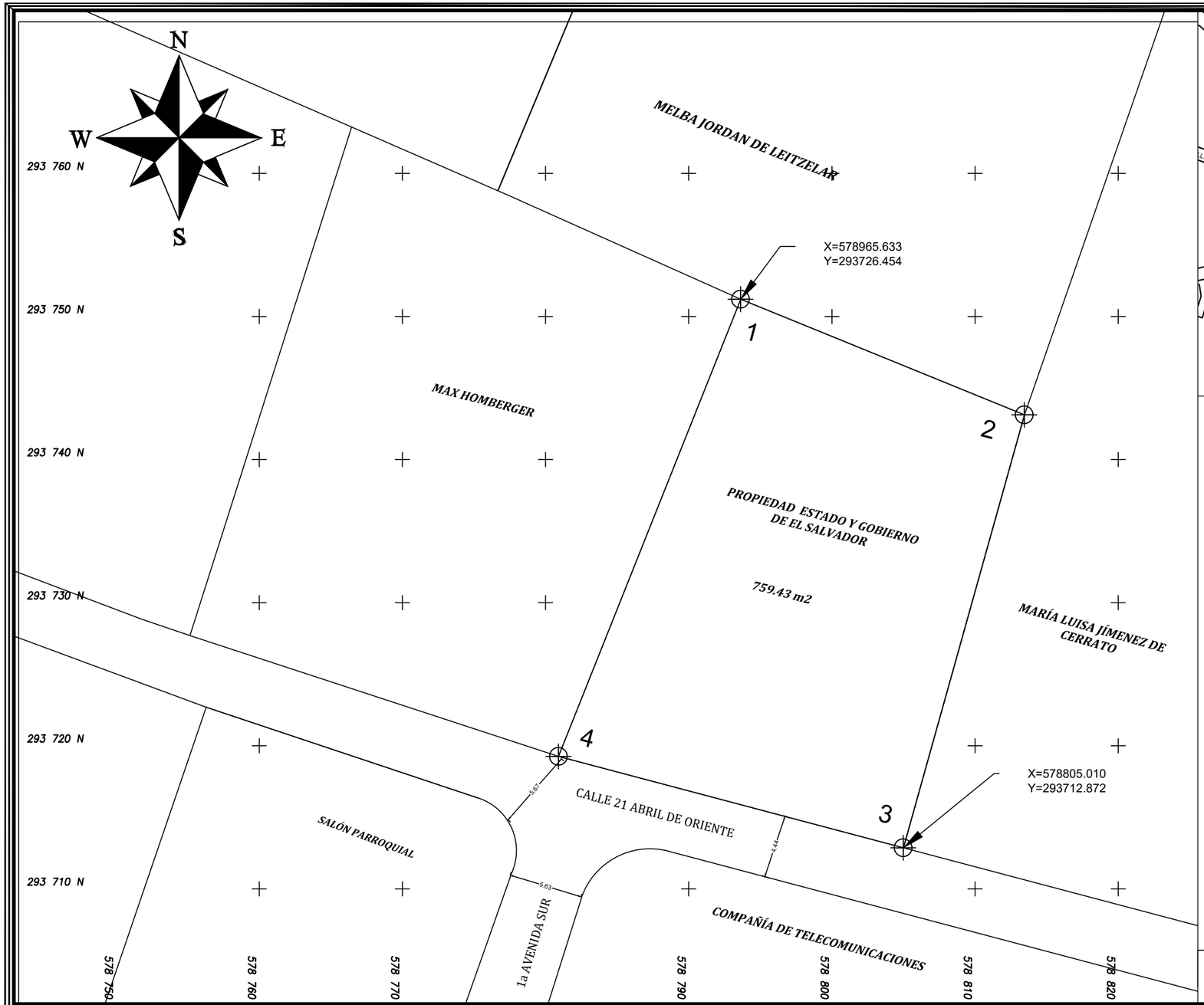
Descripción técnica del inmueble propiedad de Max Homberger ubicado en Barrio El Centro, 1a Avenida Sur y Calle 21 de Abril Oriente, municipio de San Miguel Norte, Distrito de Ciudad Barrios, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de mil catorce punto treinta y nueve metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos sesenta y dos punto ciento setenta y tres metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil setecientos noventa y seis punto trescientos cuarenta metros.

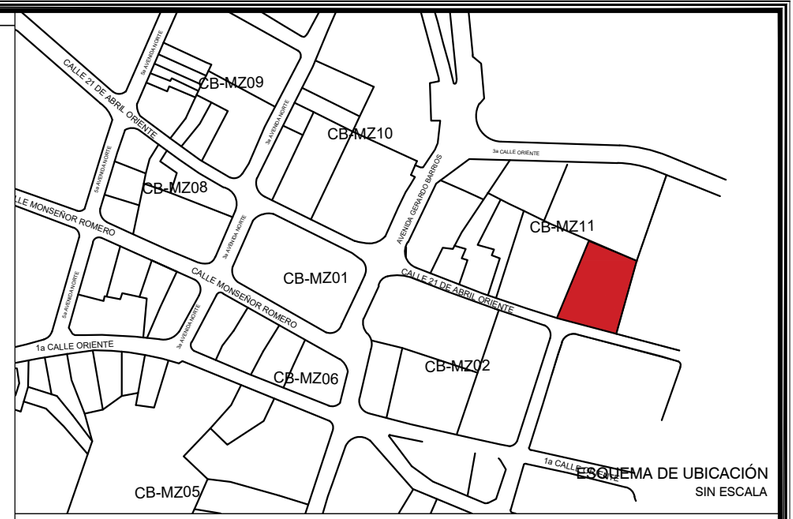
LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por dos tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y tres grados cincuenta y dos minutos cero seis segundos Este con una distancia de once punto noventa y tres metros, colindando con inmueble propiedad de Juan Alfonso Gutiérrez con pared de por medio; Tramo dos, Sur sesenta y cinco grados treinta y seis minutos cincuenta y un segundos Este con una distancia de diecisiete punto ochenta y cinco metros, colindando con inmueble propiedad de Melban Jordan de Leitzelar con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur veintidós grados treinta y cinco minutos quince segundos Oeste con una distancia de treinta y cuatro punto cuarenta y cuatro metros, colindando con inmueble propiedad de Estado y Gobierno de El Salvador con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y un grados dieciséis minutos cero cinco segundos Oeste con una distancia de trece punto sesenta y cuatro metros, colindando con inmueble denominado Iglesia Católica Monseñor Oscar Arnulfo Romero propiedad de la Diócesis de la Iglesia Católica de Santiago de María con Calle Veintiuno de Abril oriente con un ancho de cinco punto ochenta y seis metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte diecisiete grados treinta y nueve minutos treinta y seis segundos, Este con una distancia de treinta y siete punto noventa y un metros, colindando con inmueble propiedad de Liliana Yanira Sorto con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.





ESQUEMA DE UBICACIÓN
SIN ESCALA

CUADRO DE RUMBOS Y DISTANCIAS

TRAMO		RUMBO	DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS (m)	
					Y	X
				1	293,726.454	578,965.633
1	2	S 67°48'34 " E	21.40	2	293,743.123	578,813.452
2	3	S 15°36'36 " W	31.41	3	293,712.872	578,805.010
3	4	N 75°09'55" W	24.93	4	293,719.254	578,780.904
4	1	N 21°43'40 " E	34.39	1	293,751.206	578,793.637

PERÍMETRO = 112.13 m ÁREA = 759.43 m2

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO: SIRGAS-ES2007.8

..\..\..\LOOOG.jpeg

PROYECTO:
ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA LOCAL PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPO GNSS Y DRONE VINCULADA A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UNA ZONA DEL DISTRITO DE CIUDAD BARRIOS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL NORTE, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTA:
BR. MARCELO GUERRERO
BR. JOSÉ LUIS URÍAS
BR. FERNANDO JOVEL
BR. LEONARDO CASTILLO

DOCENTE:
ING. WILFREDO AMAYA ZELAYA

CONTENIDO:
PLANO CATASTRAL DEL INMUEBLE CB-MZ-11-6

PROPIETARIO DEL INMUEBLE:
ESTADO Y GOBIERNO DE EL SALVADOR

CÓDIGO CATASTRAL:
1257312165-7

MATRICULA DEL INMUEBLE:
N/A

DIBUJÓ:
GRUPO DE TESIS

FIRMA Y SELLO DE APROBADO:

FECHA
ABRIL 2026

ESCALA:
1:200

HOJA:
17/65

CORRELATIVO:
PC-01

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

PROPIEDAD: Inmueble
PROPIETARIO: Estado y Gobierno de El Salvador
LUGAR: Barrio El Centro, 1a Avenida Sur y Calle 21 de Abril Oriente
MUNICIPIO: Distrito de Ciudad Barrios, San Miguel Norte
DEPARTAMENTO: San Miguel

Descripción técnica del inmueble propiedad de Estado y Gobierno de El Salvador ubicado en Barrio El Centro, 1a Avenida Sur y Calle 21 de Abril Oriente, San Miguel Norte, departamento de San Miguel, con una extensión superficial de setecientos cincuenta y nueve punto cuarenta y tres metros cuadrados. El vértice Nor Poniente que es el punto de partida de esta descripción técnica tiene las siguientes coordenadas: NORTE doscientos noventa y tres mil setecientos veintiséis punto cuatrocientos cincuenta y cuatro metros, ESTE quinientos setenta y ocho mil novecientos sesenta y cinco punto seiscientos treinta y tres metros.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur sesenta y siete grados cuarenta y ocho minutos treinta y cuatro segundos Este con una distancia de veintiuno punto cuarenta metros, colindando con inmueble de propiedad de Melba Jordan de Leitzelar con pared de por medio.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sur quince grados treinta y seis minutos treinta y seis segundos Oeste con una distancia de treinta y un punto cuarenta y un metros, colindando con inmueble propiedad de María Luisa Jímenez de Cerrato con pared de por medio.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte setenta y cinco grados cero nueve minutos cincuenta y cinco segundos Oeste con una distancia de veinticuatro punto

noventa y tres metros, colindando con el inmueble Compañía de Telecomunicaciones con Calle Veintiuno de Abril Oriente con un ancho de cuatro punto cuarenta metros de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente está formado por un tramo con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Norte veintiún grados cuarenta y tres minutos cuarenta segundos Este con una distancia de treinta y cuatro punto treinta y nueve metros, colindando con inmueble propiedad de Max Homberger con pared de por medio. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es el punto donde se inició esta descripción.