



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

BUAP

FACULTAD DE INGENIERÍA COLEGIO DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA

ANÁLISIS SOCIOESPACIAL DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE EN LA
LOCALIDAD DE SAN NICOLÁS BUENOS AIRES, PUE., EMPLEANDO
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

TESIS

Para obtener el grado de
Licenciatura en Ingeniería Topográfica y Geodésica

Presenta:

Carla Alejandra Isidro Mora

Asesor:

Mtro. José Abraham Torres Méndez

Coasesor:

Ing. Josué Irving Carcaño Soriano

PUEBLA, PUE.

Noviembre 2024



Oficio No. SAC/1977/2024

**C. Isidro Mora Carla Alejandra -201727361-
Pasante de la carrera de Ingeniería
Topográfica y Geodésica
Presente.**

En atención al Tema de Tesis que puso Usted a consideración de la Coordinación de Área y de esta Secretaría Académica en coordinación con la Dirección de ésta Facultad de Ingeniería, dentro del marco de Titulación por Examen Profesional; además siendo candidata a lograr Ad Honorem, como medio de Titulación se dio revisión y se ha autorizado el tema denominado:

“ANÁLISIS SOCIOESPACIAL DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE EN LA LOCALIDAD DE SAN NICOLAS BUENOS AIRES, PUE., EMPLEANDO TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”

Por lo anterior hago de su conocimiento que se asigna como asesor de tema al Mtro. José Abraham Torres Méndez.

Sin más por el momento, le envío la seguridad de mi consideración más distinguida.

Atentamente

“Pensar bien, para vivir mejor”

H. Puebla de Z. a 08 de noviembre de 2024

**M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director**



M'ACGZ/barv
C.c.p. Interesado
C.c.p. Archivo

M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director de la Facultad de Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P r e s e n t e .

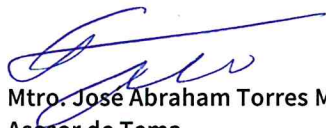
El que suscribe: Mtro. José Abraham Torres Méndez, director de tema de tesis:

“ANÁLISIS SOCIOESPACIAL DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE EN LA LOCALIDAD DE SAN NICOLAS BUENOS AIRES, PUE., EMPLEANDO TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”

Presentada por la C. Isidro Mora Carla Alejandra -201727361-, pasante del Colegio de Ingeniería Topográfica y Geodésica, y en atención al oficio No. SAC/1977/2024 con fecha de emisión 08 de noviembre de 2024, me permito informar a Usted que después de haber revisado cuidadosamente el contenido temático, metodología, redacción y ortografía de la tesis correspondiente es candidato a titularse por Ad Honorem, y no tengo inconveniente en autorizar la impresión de la misma.

Sin otro particular, le reitero la seguridad de mi más atenta y distinguida consideración.

A t e n t a m e n t e
“Pensar bien, para vivir mejor”
H. Puebla de Z. a 12 de noviembre de 2024



Mtro. José Abraham Torres Méndez
Asesor de Tema

M'JATM/BARV
C.c.p. Archivo

Agradecimientos

La presente investigación fue posible al Observatorio de Movilidad Sustentable de la FI-BUAP, y a mis compañeros que me apoyaron Alexis Moisés Carpinteyro Luis, Rafael Pérez Méndez, Nohemí Espinoza Olivera, José Francisco Cruz Cortes y Lorena Cárdenas López.

A la contribución de la asociación Pro Conservación Cultural Tezontilco A. C., por guiar y compartir su conocimiento respecto a los vestigios arqueológicos de la localidad de San Nicolás Buenos Aires.

A mi asesor el Mtro. José Abraham Torres Méndez y coasesor el Ing. Josué Irving Carcaño Soriano, por su guía en este trabajo, su paciencia y enseñanzas en el proceso.

A mi familia por apoyarme en mi educación y en el proceso de la elaboración de este trabajo.

Índice

| | |
|--|----|
| Introducción | 1 |
| Justificación | 3 |
| Objetivo general | 5 |
| Objetivos particulares | 5 |
| Capítulo I. Zona de estudio | 6 |
| 1.1 Localización | 6 |
| 1.2 Población | 7 |
| 1.3 Actividades económicas | 11 |
| 1.4 Educación | 13 |
| 1.5 Salud | 17 |
| 1.6 Clima | 19 |
| 1.7 Fisiografía | 20 |
| 1.8 Geología | 22 |
| 1.9 Edafología | 23 |
| 1.10 Uso de suelo, vegetación y fauna | 24 |
| 1.11 Historia y cultura | 26 |
| Capítulo II. Aplicación de la Ingeniería Topográfica y Geodésica para el estudio de una movilidad sostenible | 31 |
| 2.1. Ingeniería | 31 |
| 2.2 Topografía | 32 |
| 2.3 Geodesia | 34 |
| 2.4 Cartografía | 37 |
| 2.5 Movilidad | 40 |
| 2.6 Movilidad sostenible | 42 |

| | |
|---|-----|
| 2.7 Jerarquía de la movilidad | 43 |
| 2.8 Estudios de movilidad sostenible | 45 |
| 2.9 Infraestructura de vías terrestres | 47 |
| 2.10 Infraestructura de vías terrestres sostenible | 48 |
| 2.10.1 Infraestructura peatonal | 49 |
| 2.10.2 Infraestructura ciclista | 50 |
| 2.11 Urbanismo | 54 |
| 2.12 Uso de suelo | 56 |
| 2.13. Equipamiento urbano y vegetación | 57 |
| 2.14 Señalamiento | 61 |
| 2.14.1 Señalamiento vertical | 61 |
| 2.14.2 Señalamiento horizontal | 64 |
| Capítulo III. Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) aplicadas a estudios de análisis socioespacial | 67 |
| 3.1 Análisis socioespacial | 67 |
| 3.2 Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) | 68 |
| 3.3 Sistemas de Información Geográfica (SIG) | 69 |
| 3.4 Percepción Remota o Teledetección | 74 |
| 3.5 Equipos de Geoposicionamiento | 78 |
| Capítulo IV. Aplicación de las TIG en el análisis socioespacial de la localidad de San Nicolás Buenos Aires | 82 |
| 4.1 Cartografía temática de la localidad de San Nicolás Buenos Aires | 82 |
| 4.2 Cartografía y estudios de movilidad en la localidad de San Nicolás Buenos Aires | 101 |
| 4.2.1 Inventario vial | 101 |
| 4.2.2 Aforos | 118 |
| 4.2.3 Otros medios de transporte | 126 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| 4.3 Calzadas prehispánicas _____ | 129 |
| Conclusiones _____ | 133 |
| Bibliografía _____ | 144 |

ANEXO 1. Mapas elaborados en QGIS

ANEXO 2. Planos del levantamiento topográfico de la ciclovia de la localidad de San Nicolás
Buenos Aires

Índice de Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Localización de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a. | 7 |
| Ilustración 2. Población en el municipio y localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2020b. | 8 |
| Ilustración 3. Crecimiento poblacional del municipio de San Nicolás Buenos Aires del año 1995 al 2020. Fuente: CONABIO, 2019. | 8 |
| Ilustración 4. Crecimiento poblacional de la localidad de San Nicolás Buenos Aires del año 2005 al 2020. Fuente: INEGI, 2020b. | 9 |
| Ilustración 5. Población de 12 años y más económicamente activa en el municipio y localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2020b. | 11 |
| Ilustración 6. Climas en el municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a. | 19 |
| Ilustración 7. Mapa fisiográfico del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a. | 21 |
| Ilustración 8. Cerro Las Derrumbadas, en el municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: summitpost.org, 2023. | 21 |
| Ilustración 9. Cerro El Brujo localizado en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Google Earth, 2023. | 21 |
| Ilustración 10. Mapa geológico del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a. | 22 |
| Ilustración 11. Mapa edafológico del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a. | 23 |
| Ilustración 12. Mapa de uso de suelo y vegetación del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a. | 24 |
| Ilustración 13. Especies de plantas en la zona de pastizales. Fuente: Elaboración propia, 2024. | 25 |
| Ilustración 14. Especies de plantas en la zona de matorral. Fuente: Elaboración propia, 2024. | 25 |
| Ilustración 15. Región Popoloca en la época prehispánica y sus principales señoríos. Fuente: Gámez, 2006. | 26 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 16. Extensión territorial del señorío de Tecamachalco-Quecholac. Fuente: Gámez, 2003. _____ | 27 |
| Ilustración 17. Características de la cultura Popoloca, en el señorío Tecamachalco-Quecholac. Fuente: Gámez, 2003. _____ | 28 |
| Ilustración 18. Gremio de taqueros en la feria de San Nicolas Buenos Aires. Fuente: Sol de México, 2022. _____ | 30 |
| Ilustración 19. Funciones del ingeniero. Fuente: Castillo, 2017. _____ | 31 |
| Ilustración 20. Geoide. Fuente: ESA, 2023. _____ | 35 |
| Ilustración 21. Elipsoide de revolución. Fuente: SDIPortail, 2023. _____ | 36 |
| Ilustración 22. Datum. Fuente: Villa, 2016. _____ | 36 |
| Ilustración 23. Definición del sistema de coordenado WGS84. Fuente: Ghilani & Wolf, 2016. _____ | 37 |
| Ilustración 24. Sistemas de coordenadas. Fuente: Muñoz, 2009. _____ | 38 |
| Ilustración 25. Parámetros de la Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM). Fuente: INEGI, 2004a. _____ | 39 |
| Ilustración 26. Elementos de un mapa. Fuente: INEGI, 2004a. _____ | 39 |
| Ilustración 27. Clasificación de los mapas según el tipo de información. Fuente: Hansen., 2013. _____ | 40 |
| Ilustración 28. Modos de transporte cotidiano en México. Fuente: Suárez y Delgado, 2015. ____ | 42 |
| Ilustración 29. Principios de diseño vial dentro de la movilidad. Fuente: SEDATU, 2019. ____ | 43 |
| Ilustración 30. Jerarquía de la movilidad. Fuente: SEDATU, 2019. _____ | 44 |
| Ilustración 31. Componentes de una calle. Fuente: http://www.onuhabitat.org.mx/ , 2023. ____ | 47 |
| Ilustración 32. Zonas de la banqueta. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 49 |
| Ilustración 33. Características de las zonas de una banqueta. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 49 |
| Ilustración 34. Correcta colocación de rampas de acceso vehicular. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 50 |
| Ilustración 35. Dimensión ciclista. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 51 |
| Ilustración 36. Tipos de vías ciclistas de acuerdo con la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 51 |
| Ilustración 37. Componentes del ambiente urbano. Fuente: Mabel, 2011. _____ | 55 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 38. Tipos de traza urbana más comunes en México. Fuente: SEDATU,2019. ____ | 55 |
| Ilustración 39. Dimensiones de una banca de acuerdo con la norma. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 58 |
| Ilustración 40. Bolardos, sus dimensiones y ubicación de acuerdo con la norma. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017 _____ | 58 |
| Ilustración 41. Botes papeleros, sus dimensiones y ubicación de acuerdo con la normativa. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 59 |
| Ilustración 42. Lineamientos para el mobiliario de estacionamiento de bicicletas. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 60 |
| Ilustración 43. Dimensiones en la colocación de vegetación urbana. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 60 |
| Ilustración 44. Ubicación del señalamiento vertical preventivo en zonas urbanas. Fuente: SCT, 2014. _____ | 62 |
| Ilustración 45. Ubicación del señalamiento vertical restrictivo en zonas urbanas. Fuente: SCT, 2014 _____ | 62 |
| Ilustración 46. Ubicación del señalamiento vertical informativo en zonas urbanas. Fuente: SCT, 2014. _____ | 63 |
| Ilustración 47. Ubicación del señalamiento vertical turística y de servicios en zonas urbanas. Fuente: SCT, 2014. _____ | 64 |
| Ilustración 48. Lineamientos de raya separadora de carriles, continua doble (M-2.2). Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 65 |
| Ilustración 49. Marca para identificar infraestructura ciclista compartida (MP-8). Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. _____ | 66 |
| Ilustración 50. Escalas de un análisis socioespacial. Fuente: Saravia,2021. _____ | 67 |
| Ilustración 51. Tecnologías de Información Geográfica. Fuente: Elaboración propia, 2023. ____ | 68 |
| Ilustración 52. Elementos básicos que componen un SIG. Fuente: Olaya, 2020. _____ | 69 |
| Ilustración 53. Pantalla principal de QGIS. Fuente: WCS, 2018. _____ | 71 |
| Ilustración 54. Corrección a las imágenes de satélite. Fuente: Peguero, 2016. _____ | 76 |
| Ilustración 55. Segmentos que componen un GNSS. Fuente: García, 2008. _____ | 79 |
| Ilustración 56. Proceso de la obtención de posición un punto sobre la superficie terrestre con un GNSS. Fuente: García, 2008. _____ | 79 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 57. Accesorios de una estación total. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 80 |
| Ilustración 58. Proceso de un levantamiento topográfico. Fuente: Pachas, 2009. _____ | 81 |
| Ilustración 59. Mapa de la ubicación de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 84 |
| Ilustración 60. Modelo de sombras obtenido a partir de un DEM. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 86 |
| Ilustración 61. Aspecto obtenido a partir de un DEM. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 87 |
| Ilustración 62. Mapa hidrológico de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 89 |
| Ilustración 63. Mapa de uso de suelo de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, Pue. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 92 |
| Ilustración 64. Ventana de QGIS, donde se realizó la configuración de valores, clases, intervalos y etiquetas de clasificación del NDMI. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 95 |
| Ilustración 65. Mapa del Índice de Humedad de Diferencia Normalizada (NDMI) de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 96 |
| Ilustración 66. Ventana de QGIS, donde se realizó la configuración de valores, clases, intervalos y etiquetas de clasificación del NDVI. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 98 |
| Ilustración 67. Mapa del Índice De Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 100 |
| Ilustración 68. Mapa de la red vial de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 103 |
| Ilustración 69. Mapa de clasificación de banquetas en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 107 |
| Ilustración 70. Mapa de señalización en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 111 |
| Ilustración 71. Mapa de mobiliario urbano de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 114 |
| Ilustración 72. Sección tipo de la ciclovía de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 117 |
| Ilustración 73. Formato para la realización de aforos peatonales. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 118 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 74. Recopilación de puntos de aforo peatonal por fecha, hora, temperatura y condición climática. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 119 |
| Ilustración 75. Promedio de peatones por hora. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 119 |
| Ilustración 76. Mapa de aforos peatonales en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 121 |
| Ilustración 77. Formato para la recopilación de datos de aforos ciclistas. Fuente: OMOS, 2023. _____ | 122 |
| Ilustración 78. Recopilación de puntos de aforo ciclista por fecha, hora, temperatura y condición climática. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 123 |
| Ilustración 79. Promedio de ciclistas cada 15 min, en los puntos de aforo. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 124 |
| Ilustración 80. Mapa de aforos ciclistas en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 125 |
| Ilustración 81. Transporte público de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 126 |
| Ilustración 82. Vehículos motores de uso privada y de carga que transitan en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 127 |
| Ilustración 83. Vehículo de uso agropecuario en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 128 |
| Ilustración 84. Vehículo tirado por animales en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 129 |
| Ilustración 85. Monumento a la creación del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 129 |
| Ilustración 86. Terrazas de los popolocas, elaboradas con piedra volcánica. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 130 |
| Ilustración 87. Sección tipo de las calzadas prehispánicas. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 130 |
| Ilustración 88. Figuras talladas en piedra por lo popolocas. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 131 |
| Ilustración 89. Figuras de representación de fertilidad y tumba popoloca saqueada por pobladores. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 131 |
| Ilustración 90. Vista frontal de pirámide popoloca. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 132 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 91. Pinturas rupestres en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 132 |
| Ilustración 92. Propuesta de islas de mobiliario para la ciclovía de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 134 |
| Ilustración 93. Simulación de mobiliario urbano sobre la ciclovía de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 135 |
| Ilustración 94. Propuesta de vegetación para colocar sobre la ciclovía de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Comisión de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, 2014. _____ | 137 |
| Ilustración 95. Propuesta de señalamiento horizontal en la ciclovía. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 138 |
| Ilustración 96. Sección tipo de la Av. Juan Escutia con la implementación de una vialidad compartida. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 140 |
| Ilustración 97. Sección tipo de la Av. Amado Nervo con la implementación de una vialidad compartida. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 140 |
| Ilustración 98. Sección tipo de la Av. Miguel Hidalgo con la implementación de una vialidad compartida ciclista. Fuente: Elaboración propia, 2024. _____ | 141 |
| Ilustración 99. Vestigios arqueológicos de la cultura popoloca. Fuente: Elaboración propia, 2023. _____ | 143 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Población ocupada y su distribución según el sector de actividad económica en el municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: CONABIO, 2019. ----- | 12 |
| Tabla 2. Escuelas en el municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024.----- | 14 |
| Tabla 3. Datos del preescolar Miguel Ramos Arizpe de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024. ----- | 15 |
| Tabla 4. Datos de la primaria Adolfo López Mateos de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024. ----- | 15 |
| Tabla 5. Datos de la primaria Cadete Juan Escutia de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024. ----- | 16 |

| | |
|---|----|
| Tabla 6. Datos de la Telesecundaria José García Valseca de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024. ----- | 16 |
| Tabla 7. Datos del bachiller Octavio Paz de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024. ----- | 17 |
| Tabla 8. Datos informativos del Centro de Salud del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Secretaría de Salud, 2023. ----- | 18 |
| Tabla 9. Datos informativos de la Unidad Médica Rural de Emilio Portes Gil. Fuente: www.imss.gob.mx/directorio ----- | 18 |
| Tabla 10. Datos informativos la clínica de IMSS BIENESTAR del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: www.imss.gob.mx/directorio . ----- | 18 |
| Tabla 11. Propósitos de viaje en México. Fuente: Suárez y Delgado, 2015. ----- | 41 |
| Tabla 12. Dimensión de banquetas según el tipo de vialidad. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.----- | 50 |
| Tabla 13. Especificaciones para vialidad compartida ciclista. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.----- | 52 |
| Tabla 14. Especificaciones para carril compartido ciclista. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.----- | 52 |
| Tabla 15. Especificaciones para carril ciclista compartido con transporte público o “carril bus-bici”. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. ----- | 53 |
| Tabla 16. Especificaciones para vías ciclistas delimitadas o “ciclocarriles”. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. ----- | 53 |
| Tabla 17. Especificaciones de las vías ciclistas segregadas o “ciclovías”. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017. ----- | 54 |
| Tabla 18. Especificaciones del señalamiento vertical preventivo. Fuente: SCT, 2014.----- | 62 |
| Tabla 19. Especificaciones del señalamiento vertical preventivo. Fuente: SCT, 2014.----- | 63 |
| Tabla 20. Especificaciones para MP-1 Raya separadora de sentidos de circulación. Fuente: SCT, 2014.----- | 64 |
| Tabla 21. Especificaciones de las rayas para cruce de peatones o de ciclistas (M-7) Fuente: SCT, 2014.----- | 65 |
| Tabla 22. Especificaciones de botones reflejantes y delimitadores sobre el pavimento (DH-1). Fuente: SCT, 2014.----- | 66 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 23. Datos técnicos de los Modelos Digitales de Elevación (DEM) descargados de INEGI. Fuente: INEGI, s.f. ----- | 70 |
| Tabla 24. Entidades geométricas que conforman un modelo vectorial. Fuente: Puerta, Rengifo y Bravo (2011). ----- | 71 |
| Tabla 25. Parámetros para la extracción de arroyos de agua con la herramienta r.stream.extract. Fuente: GRASS GIS, 2023.----- | 73 |
| Tabla 26. Tipos de resoluciones en los sensores remotos. Fuente: Peguero Orta, 2016. ----- | 74 |
| Tabla 27. Resoluciones y sus valores en la misión Sentinel 2. Fuente: ESA, 2015.----- | 76 |
| Tabla 28.Coordenadas de los límites de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.----- | 85 |
| Tabla 29. Parámetros para la creación de un mapa de sombras. Fuente: Elaboración propia, 2024. ----- | 86 |
| Tabla 30. Parámetros de entrada para la obtención de la red hídrica con la herramienta r.stream.extract. Fuente: Elaboración propia,2024. ----- | 88 |
| Tabla 31. Porcentaje de territorio que ocupa cada uso de suelo en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia,2024. ----- | 91 |
| Tabla 32. Interpretación de valores del Índice de Humedad de Diferencia Normalizada (NDMI). Fuente: (EOSDA, s.f.-b), ----- | 94 |
| Tabla 33. Clasificación de banquetas de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.----- | 106 |
| Tabla 34. ID asignado a cada tipo de señalamiento. Fuente: Elaboración propia, 2024. ----- | 110 |
| Tabla 35. Propuesta de señalamiento vertical de las vialidades compartidas. Fuente: Elaboración propia, 2024. ----- | 142 |

Introducción

Actualmente el uso excesivo de vehículos motorizados ha generado diversos aspectos negativos tanto al ambiente como a la vida social del ser humano, por ejemplo, la congestión vial, los accidentes de tránsito, la contaminación del aire, la contaminación auditiva, entre otros aspectos. Y no es solo un problema que afecta a las poblaciones urbanas, sino que, de igual manera, genera afectaciones para los pueblos y poblaciones rurales.

A causa de lo anterior, en esta investigación se aplicaron las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) como herramienta para el análisis socioespacial de la localidad de San Nicolás Buenos Aires en la realización de propuestas para la implementación una movilidad sostenible, que beneficie al medio ambiente y a la población.

La estructura de la investigación se divide en cuatro capítulos, en el capítulo I, se describen los rasgos importantes de la zona de estudio con un enfoque a nivel municipal, analizando variables como: localización, clima, fisiografía, geología, edafología, uso de suelo, vegetación y fauna; además, aspectos sociales como: población, actividades económicas, educación, y servicios de salud.

En el capítulo II, se presenta el marco conceptual de la investigación con enfoque en la Ingeniería Topográfica y Geodésica, además de otras ciencias como la Cartografía, de igual manera se describió el fundamento teórico-conceptual de la movilidad y la movilidad sostenible, su infraestructura, estudios y normativa que se debe aplicar para que se generen espacios sostenibles, inclusivos, seguros y resilientes.

En el capítulo III, se desarrolla la descripción de los fundamentos esenciales y las herramientas de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) aplicadas en la investigación, además del uso de equipos de geoposicionamiento, como la estación total y los navegadores GNSS.

En el capítulo IV, se presenta la cartografía temática que se desarrolló a través de software de QGIS de la zona de estudio, donde se analizaron variables como la ubicación, la hidrología, el uso de suelo, el Índice de Humedad de Diferencia Normalizada (NDMI) y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI); de igual manera, se presenta el inventario de infraestructura vial que se encuentra en la localidad de San Nicolás Buenos Aires y la verificación de que esta cumpla con la normativa correspondiente. Por otro lado, se presenta el levantamiento topográfico de la infraestructura ciclista de la localidad y los aforos realizados dentro de la misma, además, de una descripción de las calzadas prehispánicas y vestigios arqueológicos que se encuentran en la zona de estudio.

Para finalizar, se presentan las conclusiones del trabajo de investigación, así como las propuestas de mejora de la infraestructura ciclistas existente dentro de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, de igual manera, se presentan las medidas para la implementación de una movilidad sostenible, a través de ciclistas y peatones.

Justificación

La presente investigación tiene como finalidad realizar un análisis socioespacial dentro de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, a través de la aplicación de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) para la implementación de una movilidad sostenible.

La razón por la cual se realizó esta investigación es debido a todas las afectaciones climáticas a las que se enfrenta nuestro planeta hoy en día, y localidad de San Nicolás Buenos Aires no ha sido la excepción, pues una de las principales actividades económicas dentro de la localidad, es la agricultura, y en los últimos años los cultivos se han visto afectados debido a la escasez de lluvia, provocadas por sequías moderadas. De acuerdo con datos del Sistema Meteorológico Nacional y la Comisión Nacional del Agua (SMN y CONAGUA, 2024), desde el mes de enero hasta el mes de junio del 2024, se han registrado sequías moderadas dentro de la localidad, provocando la pérdida de cultivos, disminuyendo la producción de alimentos y afectando la situación económica de los campesinos.

De igual manera, ha existido una pérdida de flora y fauna debido a las altas temperaturas, ya que los incendios forestales han ido en aumento, principalmente en la temporada de marzo a mayo, siendo el cerro El Brujo el mayor afectado por los incendios. El ultimo registrado fue el 26 de marzo del 2024.

Otra de las afectaciones debido al cambio climático ha sido la generación de tormentas de tierra debido a la sequía, además de la próxima pérdida del abastecimiento de agua de la zona, es decir, los glaciares del volcán Citlaltépetl; pues de acuerdo con el investigador Víctor Hugo Soto Molina geógrafo de la Universidad Veracruzana, el glaciar del Citlaltépetl tuvo un promedio anual de retroceso del 3% del año 1958 al 2010, sin embargo, entre el 2017 y 2019 su promedio de retroceso anual ha sido del 23% (Sánchez, 2024).

Asimismo, con esta investigación se busca contribuir al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS), número 13, Acción por el clima, implementando medidas de movilidad que sean amigables con el planeta, además, de que permitan cuidar y valorar los recursos naturales con los que cuenta

la localidad, a la par, de apoyar con el ODS 11, Ciudades y comunidades sostenibles, a través de propuestas para aumentar la urbanización inclusiva y sostenible en los asentamientos humanos.

Objetivo general

Analizar la movilidad sostenible en la localidad de San Nicolás Buenos Aires, Pue., empleando las Tecnologías de Información Geográficas (TIG) en un estudio socioespacial para identificar la planificación urbana a través del tiempo.

Objetivos particulares

- Conocer la evolución histórica y urbanista de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, a partir de un estudio socioespacial para explicar su crecimiento y desarrollo a través del tiempo.
- Aplicar la Ingeniería Topográfica para la realización de estudios de movilidad sostenible, a través de levantamientos de infraestructura vial y catastral, en la localidad de San Nicolás Buenos Aires.
- Elaboración de cartografía temática en la localidad de San Nicolás Buenos Aires, aplicando las Tecnologías de Información Geográfica (TIG), para la realización de un análisis socioespacial.
- Evaluar la calidad de servicio de la infraestructura vial en la localidad de San Nicolás Buenos Aires, a través de estudios de movilidad y el uso de TIG para realizar una propuesta de mejora.
- Divulgar los vestigios de la zona arqueológica de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, a través de productos académicos como: tesis, infografías, mapas temáticos, entre otras; para valorar la riqueza cultural entre los pobladores.

Capítulo I. Zona de estudio

1.1 Localización

El municipio de San Nicolás Buenos Aires es perteneciente al Estado de Puebla, ubicado en la parte este, cercano a los límites del Estado de Veracruz. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2010a) el municipio de San Nicolás Buenos Aires se localiza “entre los paralelos 19° 06’ y 19° 21’ de latitud norte; los meridianos 97° 25’ y 97° 35’ de longitud oeste; altitud entre 2300 y 3400 m” (p. 2). El municipio está conformado por las siguientes localidades:

1. San Nicolás Buenos Aires
2. Benito Juárez (Mata Redonda)
3. Buenavista (San José Buenavista)
4. Emilio Portes Gil
5. San Francisco la Mata
6. Miguel Hidalgo
7. Pozo Guerra
8. Venustiano Carranza

De todas las localidades por la cual está conformado las más grandes en población y territorio son: San Nicolás Buenos Aires, Emilio Portes Gil y San Francisco la Mata, respectivamente.

El municipio tiene colindancias al norte con Oriental, Tepeyahualco y Guadalupe Victoria; al este con los municipios de Guadalupe Victoria y Tlachichuca; al sur con los municipios de Tlachichuca y Aljojuca; al oeste con los municipios de Aljojuca, San Salvador el Seco y Oriental (INEGI, 2010a, p. 2).

La cabecera del municipio es la localidad de San Nicolás Buenos Aires, y de acuerdo con la fuente de información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

(CONABIO, 2019) la cabecera municipal tiene las siguientes coordenadas geográficas 19°09'43" N, 97°32'54" W y una altitud de 2390 m.s.n.m. El municipio cuenta una superficie continental de 209.31 Km², ocupando el 0.61%, de superficie en el Estado de Puebla (p. 8).

En la Ilustración 1, se presenta el mapa de la ubicación del municipio de San Nicolás Buenos Aires, delimitado dentro del Estado de Puebla, posteriormente mostrando las localidades por las cuales está conformado y los municipios con los cuales tiene colindancia, del mismo modo, sitúa la red carretera, los caminos de terracerías y las zonas urbanas.

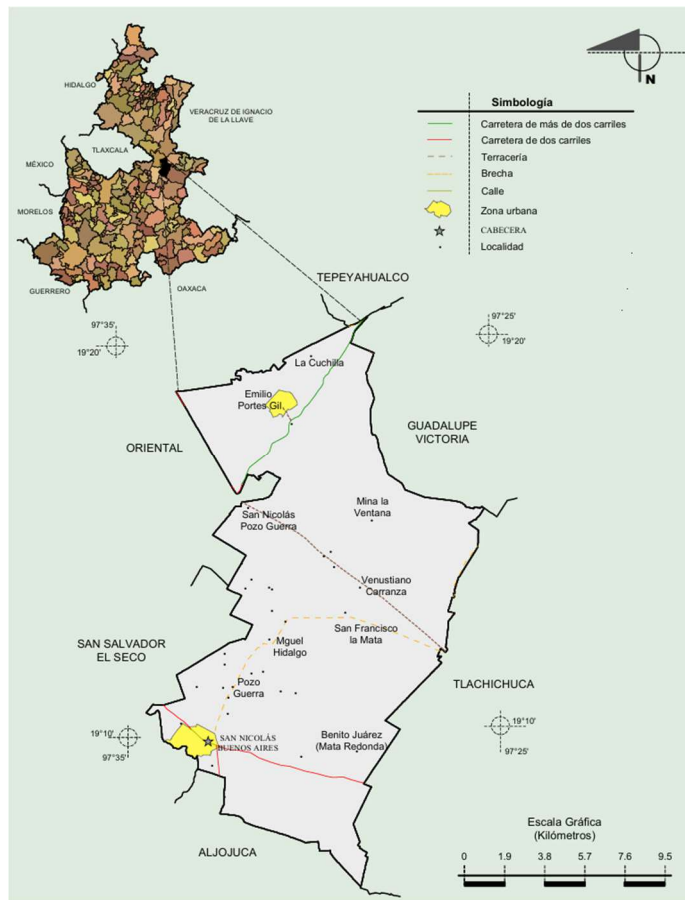


Ilustración 1. Localización de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a.

1.2 Población

El municipio de San Nicolás Buenos Aires tiene una población de 10 mil 464 habitantes, mientras que la localidad con el mismo nombre tiene una población de 3 mil 225 habitantes (INEGI, 2020b),

los datos poblaciones fueron extraídos de la página de INEGI, con respecto su último censo realizado en el año 2020. En la Ilustración 2, se hace la representación de la población a nivel municipal y localidad, dividida por sexo.

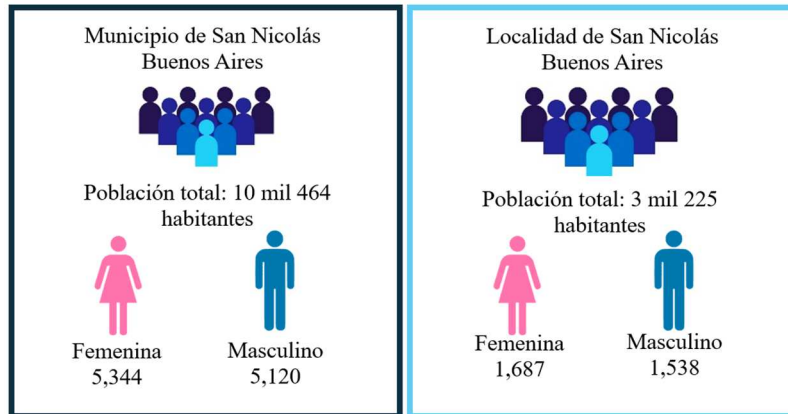


Ilustración 2. Población en el municipio y localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2020b.

De acuerdo con datos de INEGI, “una población se considera rural cuando tiene menos de 2,500 habitantes, mientras que la urbana es aquella donde viven más de 2,500 personas” (INEGI, s.f.-a). Por lo tanto, la localidad de San Nicolás Buenos Aires es de tipo urbana al tener una población de 3,225 habitantes.

El crecimiento de la población dentro del municipio y la localidad de San Nicolás Buenos Aires ha sido de manera constante, en la Ilustración 3, se modela casi de manera lineal, mostrando cifras a nivel municipal de su población total y de igual manera dividida por género femenino y masculino en el periodo de 1995 al 2020.

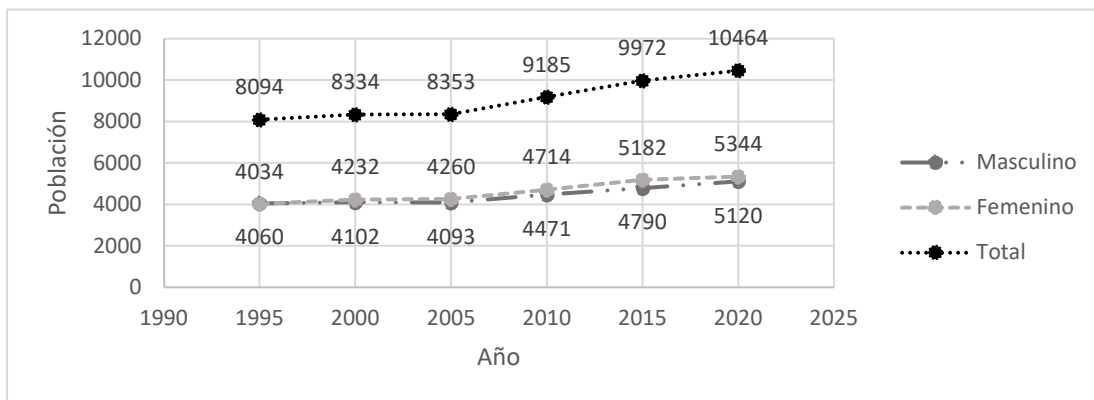


Ilustración 3. Crecimiento poblacional del municipio de San Nicolás Buenos Aires del año 1995 al 2020. Fuente: CONABIO, 2019.

El periodo de mayor crecimiento de población a nivel municipal es del 2005 al 2010, de igual manera del 2010 al 2015, sin embargo, el periodo donde el crecimiento fue muy mínimo es el del 2000 al 2005.

De la localidad de San Nicolás Buenos Aires, se obtuvieron los datos poblacionales del año 2005 al 2020, estos se presentan en la Ilustración 4 para observar su crecimiento a través del tiempo de manera gráfica, la diferencia es muy poca, teniendo un mayor crecimiento del año 2005 al 2010.

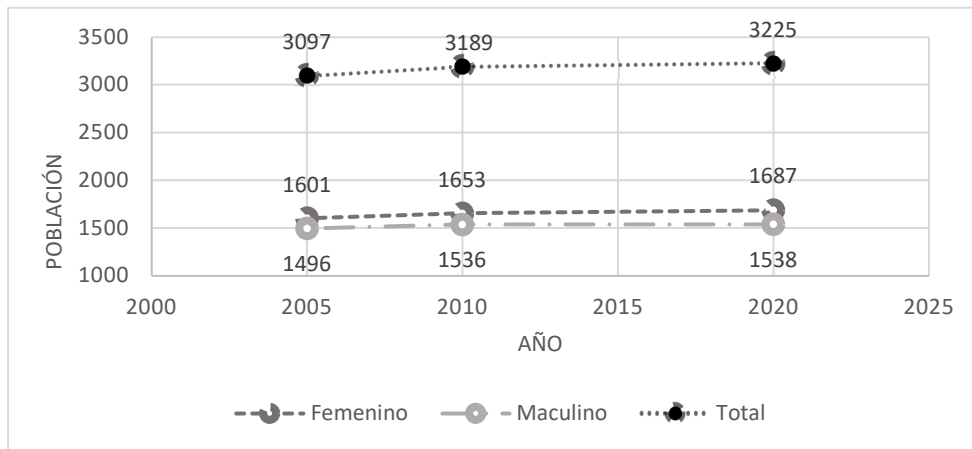


Ilustración 4. Crecimiento poblacional de la localidad de San Nicolás Buenos Aires del año 2005 al 2020. Fuente: INEGI, 2020b.

Para la comprensión del crecimiento poblacional a nivel municipal y local, se aplicó a los datos poblacionales la fórmula de la tasa de crecimiento anual geométrico de Torres Degro (2011), “esta tasa supone un crecimiento porcentual constante en el tiempo” (p. 148), la cual tiene la siguiente fórmula:

$$r = \left(\frac{P^{t+n}}{P^t} \right)^{1/\alpha} - 1$$

Donde

r Tasa de crecimiento anual geométrico

P^{t+n} Población al momento actual

P^t Población al momento inicial o población base o población inicial

α La amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones de referencia.

Se remplazaron los datos poblacionales a nivel municipal en la fórmula tomando como población actual 10,464 habitantes, población inicial de 8,094 habitantes y una amplitud de tiempo de 25 años, la tasa de crecimiento que se obtuvo es la siguiente:

$$r = \left(\frac{10464}{8094}\right)^{1/25} - 1$$
$$r = 0.010325655$$
$$r = 0.010325655 * 100$$
$$r = 1.032565536$$

$$r = 1.03\%$$

Por otro lado, se remplazaron los datos poblacionales a nivel localidad en la fórmula de la tasa de crecimiento anual geométrico, con una población actual de 3,225 habitantes, una población inicial de 3,097 habitantes y un periodo de tiempo de 15 años, donde se obtuvo el siguiente resultado:

$$r = \left(\frac{3225}{3097}\right)^{1/15} - 1$$
$$r = 0.002703585$$
$$r = 0.002703585 * 100$$
$$r = 0.270358473$$

$$r = 0.27\%$$

A nivel nacional México tiene una tasa de crecimiento demográfico de 1.2% en un periodo de tiempo de 1895 al 2020 (INEGI, 2021, p. 1), a nivel estado, Puebla cuenta con una tasa de crecimiento de 1.3%, en el mismo periodo de tiempo (INEGI, 2020a, p. 10). A nivel municipio de acuerdo con la fórmula aplicada de la tasa de crecimiento anual geométrico, se obtuvo una tasa de crecimiento demográfico de 1.03% y en la localidad de San Nicolás Buenos Aires, se obtuvo una tasa del 0.27%. Estos valores nos ayudan a comprender el crecimiento demográfico de un lugar a través del tiempo, dependiendo de diversos factores como la natalidad, la mortalidad y la migración o emigración.

En los últimos años, las condiciones de salud, de vivienda, servicios, la mejora en producción de alimentos, entre otros, han permitido una mejora en la calidad de vida de las personas, causando un crecimiento poblacional alto dentro de las poblaciones urbanas, es por ello,

que para él 2030 se tiene pronosticado que el municipio de San Nicolás Buenos Aires tendrá un número de habitantes de 11,312 personas (CONABIO, 2019, p. 29).

1.3 Actividades económicas

En el municipio y la localidad de San Nicolás Buenos Aires se desarrollan las tres actividades económicas, primarias, secundarias y terciarias. La primera se caracteriza principalmente por extracción y generación de materias primas, entre ellas se encuentra la agricultura y la ganadería. Por otro lado, las actividades del sector secundario desarrollan bienes a partir de materias primas usando procedimientos que convierten los recursos naturales en productos terminados de consumo final o intermedio. Las actividades del sector terciario son aquellas que ofrecen la venta de productos y servicios a la población como los son el transporte y el comercio.

Todas estas actividades económicas son desarrolladas por la población de 12 años y más económicamente activa, la cual corresponde a 4 mil 244 personas en el municipio de San Nicolás Buenos Aires. Mientras que la localidad con el mismo nombre tiene una población de 12 años y más económicamente activa de mil 384 personas (INEGI, 2020b). En la Ilustración 5, se representa esta población dividida por género y a nivel municipio y localidad.

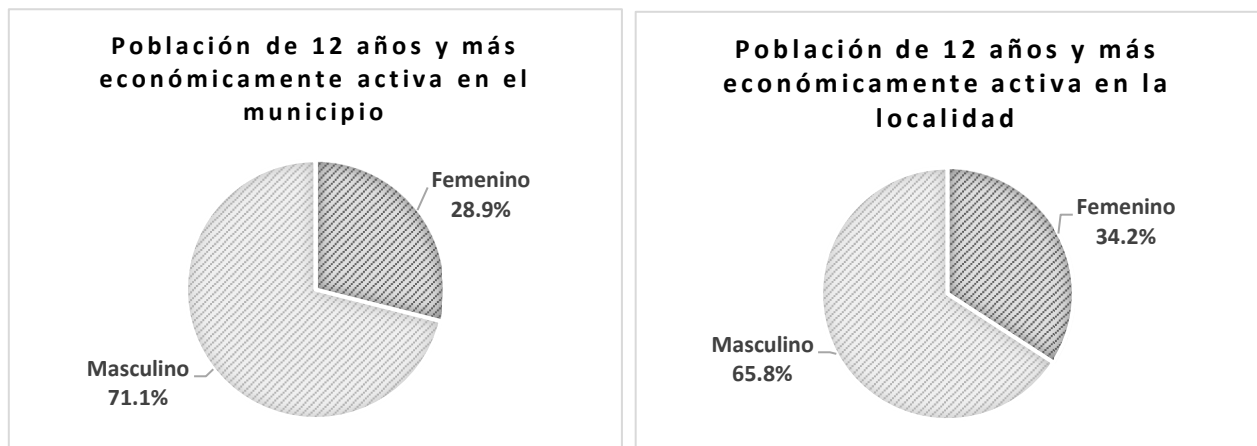


Ilustración 5. Población de 12 años y más económicamente activa en el municipio y localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2020b.

A partir de la ilustración se observó que la población de 12 años y más económicamente activa está comprendida mayormente por hombres, casi al doble que el de mujeres, esto debido a

que la mujer se dedica principalmente a las actividades del hogar, mientras que el hombre es el que provee de manera económica.

Por otro lado, de acuerdo con INEGI en su censo del 2020, el mayor grado de escolaridad que cuenta la población de 12 años y más económicamente activa tanto a nivel municipio como localidad, es la primaria completa o incompleta, esto principalmente a que en el municipio se desarrollan en actividades primarias o terciarias, donde solo te piden los conocimientos básicos, sin ningún grado de educación superior o posgrado.

En la Tabla 1, se representa el total y el porcentaje de población ocupada dentro del municipio de San Nicolás Buenos Aires, asimismo, el sector al que pertenece y aporta económicamente, es decir, primario, secundario o terciario.

Tabla 1. Población ocupada y su distribución según el sector de actividad económica en el municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: CONABIO, 2019.

| Años | Población ocupada | Total | Sector en la actividad económica | | | |
|-------------|-------------------|-------|----------------------------------|------------|-----------|-----------------|
| | | | Primario | Secundario | Terciario | No especificado |
| 2010 | Total | 2540 | 1606 | 302 | 622 | 10 |
| | Porcentaje | 100 | 63.23 | 11.89 | 24.49 | 0.39 |
| 2015 | Total | 2857 | 1669 | 361 | 819 | 8 |
| | Porcentaje | 100 | 58.42 | 12.64 | 28.67 | 0.28 |

A partir de la Tabla 1, se observó que el mayor porcentaje de la población se ocupa en actividades primarias, esto a causa de que el municipio de San Nicolás Buenos Aires se identifica como una comunidad agrícola, ya que la mayoría del uso de suelo se compone por tierras que se dedican al cultivo de granos como los son, el frijol, el haba, la pepita y el maíz. Además de la producción de legumbres, como la papa, la zanahoria y la cebolla; también verduras, como el brócoli, el cilantro, lechuga, entre otros. La mayoría de las tierras agrícolas se comprende de cultivo por temporal y en mínima proporción al cultivo por riego.

La segunda actividad primaria, es la ganadería, pero a diferencia de la agricultura esta se desarrolla en producción mínima, la población se dedica mayormente a la crianza de ganado

bovino, porcino y de ave, además de la producción de huevo. A nivel municipal, se encuentran criaderos de ganado porcino y de ave, cerca de la comunidad de Zacatepec.

Las actividades de tipo terciario, es el segundo sector económico en el que se ocupa la población, desarrollando actividades como: el comercio al por mayor y al por menor; servicio de transporte, servicios educativos, servicios de salud privada, servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.

En el sector secundario, debido a que no se encuentran fábricas de productos en la zona, una de sus principales actividades es la industria manufacturera, esta “comprende unidades económicas dedicadas principalmente a la transformación mecánica, física o química de materiales o sustancias con el fin de obtener productos nuevos” (INEGI, s.f.-b), como lo son las tortillerías, panaderías, o la herrería.

1.4 Educación

El municipio de San Nicolás Buenos Aires cuenta con aproximado de veinticuatro escuelas entre todas las comunidades que la conforman, del total, veintiuno se dedican a brindar educación básica, mientras que cuatro son las que ofrecen servicio de educación media superior. Por otro lado, dentro del municipio no se cuenta con escuelas para la educación superior.

De acuerdo con INEGI (2020b), a nivel municipal, de toda la población de 3 a 5 años el 68.8% asiste a educación preescolar, por otro lado, de la población de 6 a 11 años que corresponde a la educación primaria, el 97% asiste a la escuela. La educación secundaria corresponde de los 12 a 14 años, y el 77.6 % recibe este servicio de educación.

La mayoría de la población en todo el municipio solo cuenta con la educación básica, no continúan con la educación media superior y menos con la superior. Esto se confirma en las estadísticas, pues de la población de 18 años y más solo el 11.6% cuenta con al menos un grado de educación media superior y el 3.5% de la población cuenta con educación superior.

En la Tabla 2, se presentan todas las escuelas que ofrecen servicio de educación dentro del municipio, se reconocen por el nivel educativo que ofrecen, el nombre y la localidad donde se encuentran.

Tabla 2. Escuelas en el municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024.

| Preescolar | | Primaria | | Secundaria | | Bachiller | |
|---------------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Nombre | Localidad | Nombre | Localidad | Nombre | Localidad | Nombre | Localidad |
| Miguel Ramos Arizpe | San Nicolás Buenos Aires | Adolfo López Mateos | San Nicolás Buenos Aires | José García Valseca | San Nicolás Buenos Aires | Octavio Paz | San Nicolás Buenos Aires |
| Manuel Gutiérrez Nájera | Emilio Portes Gil | Cadete Juan Escutia | San Nicolás Buenos Aires | Narciso Mendoza | San Francisco la Mata | Amado Nervo | Emilio Portes Gil |
| Yoalticiltl | San Francisco la Mata | Esc. Prim. Venustiano Carranza | Venustiano Carranza | Bernal Díaz del Castillo | Miguel Hidalgo | Bachillera to Digital Núm. 221 | San Francisco la Mata |
| Diego Rivera | Venustiano Carranza | Emiliano Zapata | Pozo Guerra | Emilio Portes Gil | Emilio Portes Gil | | |
| Preescolar Comunitario Buenavista | Buenavista (San José Buenavista) | Miguel Hidalgo | Miguel Hidalgo | | | | |
| Preescolar Comunitario Benito Juárez | Benito Juárez (Mata Redonda) | Emperador Cuauhtémoc | Buenavista (San José Buenavista) | | | | |
| Preescolar Comunitario Miguel Hidalgo | Miguel Hidalgo | General Lázaro Cárdenas | Emilio Portes Gil | | | | |
| Preescolar Comunitario Pozo Guerra | Pozo Guerra | Manuel María Flores | San Francisco la Mata | | | | |
| | | Primaria Comunitaria Rural Benito Juárez | Benito Juárez (Mata Redonda) | | | | |

La localidad de San Nicolás Buenos Aires cuenta con un total de cinco escuelas, un preescolar, dos primarias, una secundaria y un bachiller. Se extrajo información de cada una de ellas como nivel educativo, turno, docentes, alumnos, aulas, etc. a través del Sistema de Información y Gestión Educativa (Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa [DGPPyEE], 2024).

Tabla 3. Datos del preescolar Miguel Ramos Arizpe de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024.



| Miguel Ramos Arizpe | | | |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------|
| Nivel educativo: | Preescolar | Tipo educativo: | Básica |
| Turno: | Matutino | Tipo de escuela: | Pública |
| Dirección: | Avenida Centenario No.4 | Total, de docentes: | 5 |
| Coordenadas: | 97°32'56.76' W 19°09'50.97' N | Docentes Mujeres: | 5 |
| Total, de alumnos: | 115 | Docentes hombres: | 0 |
| Mujeres: | 60 | Aulas existentes: | 5 |
| Hombres: | 55 | Aulas en uso: | 5 |

Tabla 4. Datos de la primaria Adolfo López Mateos de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024.



| Adolfo López Mateos | | | |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------|
| Nivel educativo: | Primaria | Tipo educativo: | Básica |
| Turno: | Matutino | Tipo de escuela: | Pública |
| Dirección: | Avenida Centenario | Total, de docentes: | 3 |
| Coordenadas: | 97°32'54.37' W 19°09'55.86' N | Docentes Mujeres: | 2 |
| Total, de alumnos: | 91 | Docentes hombres: | 1 |
| Mujeres: | 41 | Aulas existentes: | 6 |
| Hombres: | 50 | Aulas en uso: | 4 |

Tabla 5. Datos de la primaria Cadete Juan Escutia de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024.



| Cadete Juan Escutia | | | |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------|
| Nivel educativo: | Primaria | Tipo educativo: | Básica |
| Turno: | Matutino | Tipo de escuela: | Pública |
| Dirección: | Avenida Juan Escutia No.7 | Total, de docentes: | 12 |
| Coordenadas: | 97°32'59.49' W 19°09'44.51' N | Docentes Mujeres: | 11 |
| Total, de alumnos: | 280 | Docentes hombres: | 1 |
| Mujeres: | 150 | Aulas existentes: | 12 |
| Hombres: | 130 | Aulas en uso: | 12 |

Tabla 6. Datos de la Telesecundaria José García Valseca de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024.



| José García Valseca | | | |
|---------------------------|--|----------------------------|---------|
| Nivel educativo: | Secundaria | Tipo educativo: | Básica |
| Turno: | Matutino | Tipo de escuela: | Pública |
| Dirección: | Calle Fray Servando Teresa de Mier No.20 | Total, de docentes: | 9 |
| Coordenadas: | 97°32'47.91' W 19°09'58.82' N | Docentes Mujeres: | 5 |
| Total, de alumnos: | 182 | Docentes hombres: | 4 |
| Mujeres: | 94 | Aulas existentes: | 9 |
| Hombres: | 88 | Aulas en uso: | 9 |

Tabla 7. Datos del bachiller Octavio Paz de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: DGPPyEE, 2024.



| Octavio Paz | | | |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------|
| Nivel educativo: | Bachillerato | Tipo educativo: | Media superior |
| Turno: | Matutino | Tipo de escuela: | Publica |
| Dirección: | Calle Iturbide | Total, de docentes: | 3 |
| Coordenadas: | 97°33'14.57" W 19°10'10.93" N | Docentes Mujeres: | 0 |
| Total, de alumnos: | 78 | Docentes hombres: | 3 |
| Mujeres: | 41 | Aulas existentes: | 3 |
| Hombres: | 37 | Aulas en uso: | 3 |

1.5 Salud

Para los servicios de salud dentro del municipio de San Nicolás Buenos Aires, se cuenta con tres unidades médicas, dos localizadas en la localidad de San Nicolás Buenos Aires y una en la localidad de Emilio Portes Gil. Dos de ellas son clínicas pertenecientes al IMSS, mientras que la otra pertenece a la Secretaría de Salud.

Los servicios médicos dentro del municipio son un derecho de los ciudadanos y en los últimos años, la afiliación ha aumentado de manera notable, esto se nota en las estadísticas pues de acuerdo con datos de CONABIO (2019), en el año 2010 la población afiliada a algún servicio de salud era de un 36.07% (p. 38), sin embargo, cifras actuales indicaron que la población afiliada algún servicio de salud corresponde al 81.3%, a centros médicos como IMSS, ISSTE, Instituto de Salud para el Bienestar, entre otros (INEGI, 2020b).

En las siguientes tablas se presenta información de las unidades de salud que se encuentran en el municipio de San Nicolás Buenos Aires.

Tabla 8. Datos informativos del Centro de Salud del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Secretaría de Salud, 2023.



| | |
|----------------------------------|--|
| Institución de servicio: | Secretaría de Salud |
| Localidad: | San Nicolás Buenos Aires Entronque carretero |
| Dirección: | Tlachichuca a Venustiano Carranza No.2 Colonia: Centro. C.P. (75030) |
| Jurisdicción: | 4 - El Seco |
| Responsable de la Unidad: | Dra. Lizeth Verenice Bahena Ramírez |
| Inicio de operaciones: | 02/10/2014 |
| Servicios: | Acciones de Salud Pública, consulta de Medicina General y Familiar |

Tabla 9. Datos informativos de la Unidad Médica Rural de Emilio Portes Gil. Fuente: www.imss.gob.mx/directorio



| | |
|---------------------------------|---|
| Institución de servicio: | Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) |
| Localidad: | Emilio Portes Gil |
| Dirección: | Calle 5 de mayo No. 154. CP: 75032 |
| Servicios: | Acciones de Salud Pública, consulta de Medicina General y Familiar |

Tabla 10. Datos informativos la clínica de IMSS BIENESTAR del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: www.imss.gob.mx/directorio.



| | |
|---------------------------------|--|
| Institución de servicio: | Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) |
| Localidad: | San Nicolás Buenos Aires |
| Dirección: | Av. Leonor Castro. Colonia: Centro. Sección: Tercera C.P. 75030 |
| Servicios: | Acciones de Salud Pública, consulta de Medicina General y Familiar |

Debido a que todas las unidades de salud se encuentran en las zonas urbanas, los pobladores de las localidades rurales del municipio deben acudir a las unidades médicas antes mencionadas si requieren algún servicio. Sin embargo, de igual manera, se encuentran consultorios o clínicas de servicio privado, para brindar servicios de salud.

1.6 Clima

El municipio de San Nicolás Buenos Aires se caracteriza por tener tres tipos de climas: “templado subhúmedo con lluvias en verano (59.24%), semiseco templado (38.97%) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano (1.79%)” (INEGI, 2010a, p. 2). En la Ilustración 6, se presenta un mapa que representa la proporción que abarca cada tipo de clima dentro del municipio.

El clima templado subhúmedo con lluvias en verano tiene una temperatura promedio media anual por debajo de los 18°C, comúnmente presenta una temporada invernal con una temperatura promedio de 10°C, y una temporada cálida, en los meses de primavera, con una temperatura de hasta 25°C. Sin embargo, en años atípicos se han registrado temperaturas que van desde 0 °C hasta 35 °C (Comisión Nacional de Vivienda [Conavi], 2022). Este tipo de clima es el que abarca más territorio dentro del municipio, inclusive todas las localidades, excepto Emilio Portes Gil.

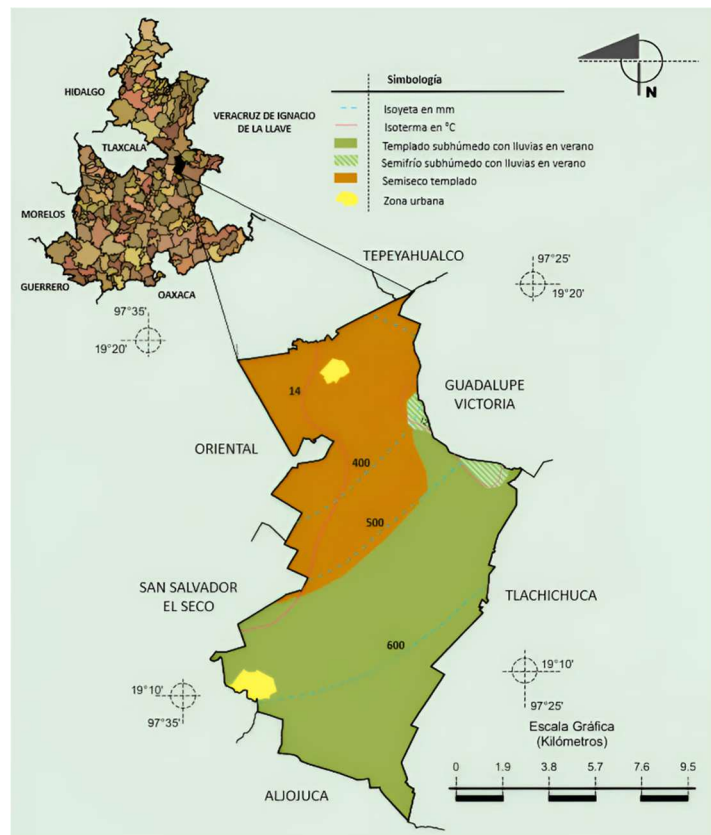


Ilustración 6. Climas en el municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a.

El clima semiseco templado tiene una temperatura media anual de 12° a 18 °C, del mes más frío entre -3° y 18 °C y del mes más cálido con temperaturas mayores a 18 °C, este clima tiene

un régimen de lluvias de verano (INEGI, 2005), es decir, que en verano la precipitación es mayor a comparación a todo el año. Este clima se encuentra más en la parte noroeste del municipio, cerca de los límites con Oriental y la única localidad del municipio que cuenta con este tipo de clima es Emilio Portes Gil.

El clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano tiene una temperatura media anual entre 5 ° y 12 ° C y es subhúmedo con lluvias repartidas todo el año; precipitación del mes más seco inferior a 40 mm (INEGI, 2005). Este tipo de clima es el que abarca menos territorio y se encuentra cerca de los límites de Guadalupe Victoria.

1.7 Fisiografía

La fisiografía es la “visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas, representado las diferentes provincias y subprovincias” (INEGI, s.f.-c).

La provincia fisiográfica a la que forma parte el municipio de San Nicolás Buenos Aires es el Eje Neovolcánico (INEGI, 2010a, p. 2), la zona volcánica que se encuentra en el centro de México y está conformada grandes masas de roca como el Nevado de Toluca, el Popocatepetl, la Iztaccíhuatl, la Malinche, el Citlaltépetl, entre otros. Además de derivar de la subprovincia de Lagos y Volcanes del Anáhuac (INEGI, 2010a, p. 2), siendo la catorceava subprovincia más grande, abarcando estados como Puebla, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala, Morelos y CDMX.

Por otro lado, el sistema de topoformas que componen el municipio de San Nicolás Buenos Aires es: llanuras y lomeríos; la primera es “una superficie extensa de una región donde el terreno es plano y se encuentra a una altitud menor de 500 m sobre el nivel del mar” (INEGI, s.f.-d). Este tipo de topoforma es la que más se caracteriza en el municipio abarcando 84.63% de territorio (INEGI, 2010a), de igual manera, existen lomeríos “elevaciones de tierra de altura pequeña y prolongada” (INEGI, s.f.-d), topoforma que ocupa el 15.37% del municipio (INEGI, 2010a).

A partir de la Ilustración 7, se presenta un mapa fisiográfico del municipio de San Nicolás Buenos Aires y su distribución de topoformas, además de contener las curvas de nivel y las corrientes de agua.

Existen dos tipos de topoformas importantes dentro del municipio, una de ellas es Las Derrumbadas, dos estructuras dómicas de composición riolítica, el domo noroeste con una altitud de 3435 m.s.n.m y el domo sureste con una elevación de 3449 m.s.n.m (Molina, 2018, p. 9), esta zona ha sido importante para la extracción de materiales para la construcción, como arena y grava. Las Derrumbadas se encuentran en la parte noreste del municipio, cerca de los límites con el municipio de Guadalupe Victoria. En la Ilustración 8, se presenta el lomerío de Las Derrumbadas.

Otra de las topoformas más importantes en el municipio es el cerro Coatepec o conocido por los lugareños como el cerro El Brujo, domo volcánico que se encuentra en la localidad de San Nicolás Buenos Aires, cerca de los límites con San Salvador el Seco y Aljojuca. Tiene una altitud de 2930 m y tiene un cráter en la cima. En la Ilustración 9, se presenta una toma aérea del cerro El Brujo, donde es posible observar su cráter, está conformado por vegetación de tipo matorral xerófilo y bosque de coníferas y en sus faldas se encuentran importantes vestigios arqueológicos.

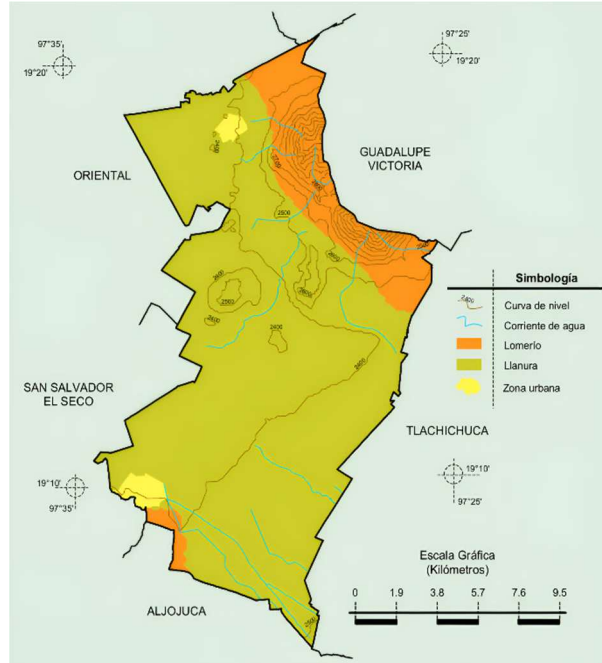


Ilustración 7. Mapa fisiográfico del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a.



Ilustración 8. Cerro Las Derrumbadas, en el municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: summitpost.org, 2023.



Ilustración 9. Cerro El Brujo localizado en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Google Earth, 2023.

1.8 Geología

En el municipio de San Nicolás Buenos Aires se destacan dos principales tipos de roca: la ígnea extrusiva y la sedimentaria.

La roca ígnea extrusiva, “son todas aquellas que se han formado por la solidificación de un material rocoso, caliente y móvil denominado magma; este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas” (Sistema Geológico Mexicano [SGM], 2017). De este tipo de rocas, las que predominan en el municipio, de acuerdo con INEGI (2010a) son: brecha volcánica ácida ocupando el 9.64%, el vitrófido riolítico con un 7.94%, la toba básica con un 7.74%, la toba ácida ocupando un 2.57%, la brecha volcánica básica en un 1.34% y basalto con 0.86% (p. 2).

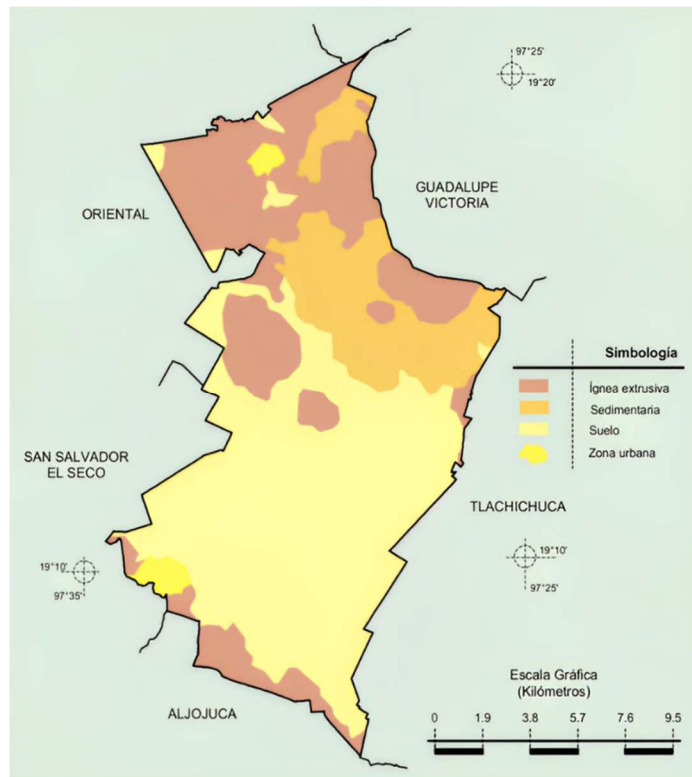


Ilustración 10. Mapa geológico del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a.

En la Ilustración 10, se observa el mapa geológico del municipio de San Nicolás Buenos Aires, en él se muestra la distribución de la roca ígnea extrusiva y debido al origen de este tipo de roca se encuentra presente en zonas como el cerro El Brujo, Las Derrumbadas y cerros de la zona.

“La roca sedimentaria se forma por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras” (SGM, 2017). Las rocas sedimentarias que se desarrollan en el municipio son: la brecha sedimentaria con un 14.66% y caliza con 1.72% (INEGI, 2010a, p. 2). Este tipo de roca se encuentra en menor porcentaje en el municipio, y se localiza principalmente por Las Derrumbadas, zona donde se extrae materiales como, grava y arena.

1.9 Edafología

Los tipos de suelo que predominan en el municipio de San Nicolás Buenos Aires son: Regosol (RG), Leptosol (LP), Phaeozem (PH), Fluvisol (FL) y Solonchak (SC). En la Ilustración 11, se presenta el mapa edafológico del municipio de San Nicolás Buenos Aires, en él se observa la distribución de los tipos de suelo dominantes que se describen más adelante.

Regosol (RH), ocupa una superficie de suelo de 12,051.87 ha que corresponden al 57.58% (CONABIO, 2019, p. 19), es decir, es el tipo de suelo que más predomina en el municipio, tiene la característica de ser

territorios “jóvenes que se desarrollan sobre material no consolidado, de colores claros y pobre en materia orgánica” (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2012, p. 123), esto causa que este tipo de suelo sea más propenso a sufrir erosiones, además de no ser el mejor para el aprovechamiento agrícola.

Leptosol (LP) abarca una superficie de suelo de 4,807.56 ha, es decir, el 22.97% (CONABIO, 2019, p. 19). Este tipo de suelo se localiza en la zona noreste del municipio y tiene la característica de ser “suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo” (Semarnat, 2012, p. 123). Estos se encuentran principalmente en zonas montañosas y su uso agrícola es limitado por el alto contenido de calcio y debido a que suelen ser zonas pedregosas.

Phaeozem (PH), es un tipo de suelo que se da principalmente en zonas de clima templado y húmedos, son ricos en materia orgánica por lo cual son muy utilizados para la agricultura de

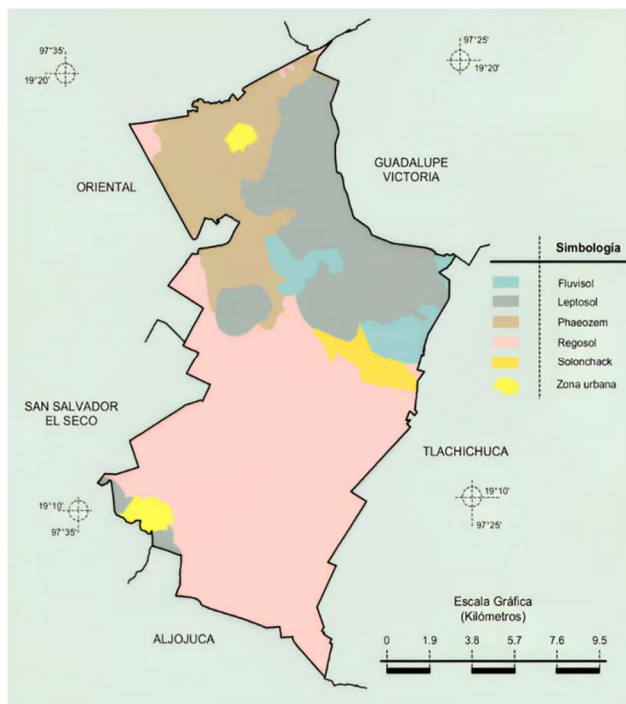


Ilustración 11. Mapa edafológico del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a.

temporal, como el cultivo de granos u hortalizas (Semarnat, 2012, p. 124). Este tipo de suelo dentro del municipio se encuentra en la zona norte ocupando una superficie de 3,463.70 ha, es decir el 16.55% (CONABIO, 2019, p. 19).

Fluvisol (FL), “se identifica por estar formados de materiales acarreados por agua. Son suelos muy poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta” (INEGI, 2004b, p. 14). Este tipo de suelo en el municipio abarca el 4.61%, (INEGI, 2010a, p. 3), está distribuido en varias partes del municipio y es poco común, debido a que no se cuenta con cuerpos de agua.

Solonchak (SC), son suelo que “tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal” (INEGI, 2004b, p. 19). Este tipo de suelo tiene un uso agrícola muy limitado, a solo cultivos que resistan los altos contenidos de sal, abarca 484.52 ha, es decir, el 2.31% (CONABIO, 2019, p. 19).

1.10 Uso de suelo, vegetación y fauna

De acuerdo con INEGI (2010a), los tipos de uso de suelo que hay en el municipio de San Nicolás Buenos Aires son: “agricultura (71.53%), zona urbana (1.70%), bosque (12.51%), pastizal (7.23%) y matorral (6.52%)” (p. 3). A continuación, se hace la descripción de cada uso de suelo, además de la vegetación y fauna que predomina en cada uno de ellos, de igual manera, esto se observa en la Ilustración 12.

Zona urbana: Uso de suelo donde se localizan las dos principales localidades del municipio, Emilio Portes Gil y San Nicolás Buenos Aires, son consideradas urbanas, al tener

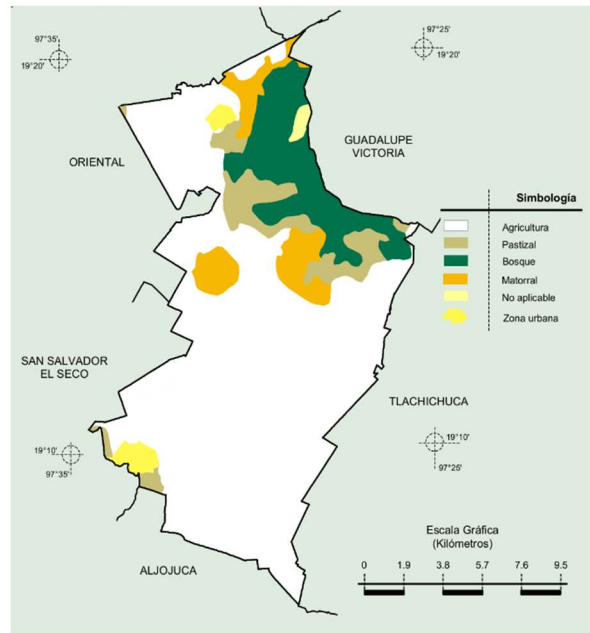


Ilustración 12. Mapa de uso de suelo y vegetación del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: INEGI, 2010a.

una población de más de 2500 personas, por otro lado, las demás localidades son consideradas de carácter rural al ser más pequeñas y de menor población.

Agricultura: En este tipo de uso de suelo se encuentran las tierras dedicadas al cultivo de granos y hortalizas. Estas pueden ser de temporal, donde dependen de las lluvias durante el año o por riego, es decir, que cuentan con pozos de agua para regar sus cultivos. Es el uso de suelo que ocupa mayor porcentaje, debido a que es la principal actividad económica del municipio.

Pastizal: “Vegetación dominada por herbáceas, principalmente gramíneas (pastos, zacates o graminoides)” (Semarnat, 2012, p. 46), Este tipo de vegetación se da principalmente en zonas semiáridas o zonas montañosas. En él se desarrolla flora como, el zacatón, liendrilla, nopal, cactus cholla, zacate, banderilla, escobilla y jarilla. Además de fauna como, liebres, conejos, serpientes, águila, búhos, zorrillos, varios tipos de insectos, entre otros. En la Ilustración 13, se presentan algunas especies de plantas particulares de la zona de pastizales.

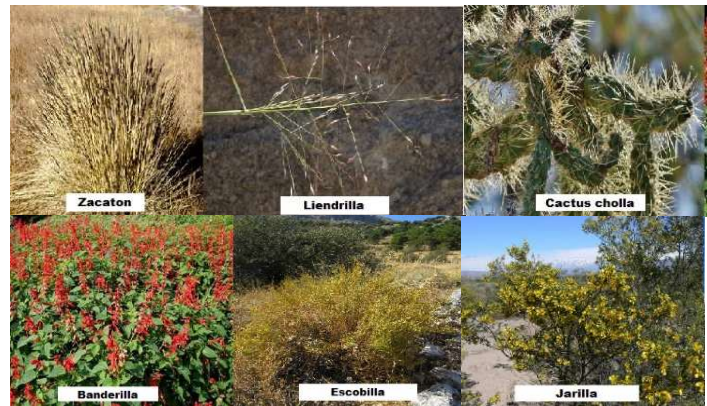


Ilustración 13. Especies de plantas en la zona de pastizales. Fuente: Elaboración propia, 2024.



Ilustración 14. Especies de plantas en la zona de matorral. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Matorral xerófilo: Son “comunidades vegetales dominadas por arbustos de altura inferior a 4 m, son propias de climas secos con lluvias escasas y zonas frágiles que favorecen la desertificación” (CONABIO, 2021). La flora que se desarrolla son plantas suculentas, algunos cactus, arbustos, pastos, etc., especies como el soyate, izote, sotol, cucharilla, tascate, engorda cabras, escobilla, uña de gato, zacatón y liendrilla. En la Ilustración 14, se muestran algunas de las especies de plantas que se encuentran en este tipo de uso de suelo.

Bosques de coníferas: “Dominados por árboles perennifolios donde sobresalen las coníferas: pinos (*Pinus*) y oyameles (*Abies*); aunque también están los pinabetes (*Pseudotsuga*), enebros (*Juniperus*) y cedros (*Cupressus*). Generalmente se presentan en los climas templados y fríos” (Semarnat, 2012, p. 45). De fauna existen especies como el conejo, la serpiente de cascabel, ardillas, águilas, etc. Este tipo de vegetación dentro del municipio sobre sale en zonas montañosas como en Las Derrumbadas y el cerro El Brujo.

En cada región existe variedad de especies endémicas, especies que solo prevalecen en esa zona, por las condiciones del bioma donde se desarrollan. En el municipio de San Nicolás Buenos Aires existen 53 especies endémicas de las cuales, cuarenta y cinco son de especies de plantas, dos son especies de mamíferos y seis son especies de reptiles (CONABIO, 2019, p. 14).

1.11 Historia y cultura

El municipio de San Nicolás Buenos Aires ha sido parte de grandes sucesos dentro de la historia en México, por ello es un municipio con mucha riqueza cultural, que desafortunadamente con el paso del tiempo, se ha ido perdiendo.

El inicio de su historia comienza desde las culturas del México prehispánico, donde la cultura popoloca se estableció en territorio del cerro El Brujo dentro del municipio, siendo una cultura de gran influencia para la evolución de Mesoamérica a través de la “domesticación del maíz, la fabricación de cerámica y el uso de la sal” (Gámez, 2006, p. 6). La cultura popoloca fue un grupo étnico que ocupó la región sur y central del Estado de Puebla, la zona norte de Oaxaca, partes de la zona este de Guerrero y la zona sur de Tlaxcala (Gámez, 2003), el término “Popoloca” fue asignado por la cultura mexicana al conquistarlos, es un



Ilustración 15. Región Popoloca en la época prehispánica y sus principales señoríos. Fuente: Gámez, 2006.

la agricultura y existía flora como árboles frutales, nopales, eucalipto, pirul, plantas de maguey, etc. Además, la región contaba con fauna como, “diferentes tipos de pájaros, ratas, tuzas, coyotes, conejos, zorrillos, ardillas y varias clases de reptiles” (Gámez, 2003, p. 57).

En Ilustración 17, se presenta un diagrama con las principales características de la cultura Popoloca en el señorío Tecamachalco-Quecholac, cultura que se desarrolló desde el preclásico hasta el postclásico.

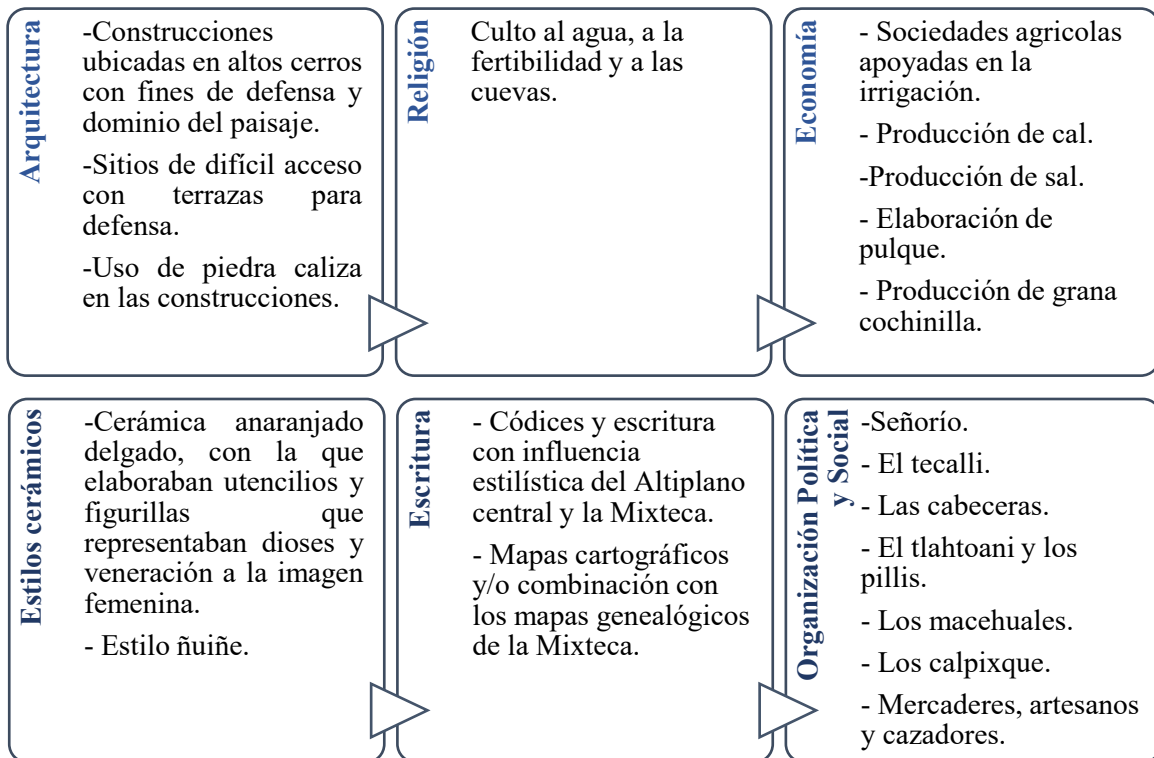


Ilustración 17. Características de la cultura Popoloca, en el señorío Tecamachalco-Quecholac. Fuente: Gámez, 2003.

La decadencia de la cultura Popoloca se debió a varios factores, entre ellos, la invasión de su territorio por parte de los toltecas, nonoalcas, chichimecas, tlatelolcas y mexicas, lo que cambió su estructura política, ya que se desarrollaron alianzas matrimoniales de manera que los popolocas pudieran conservar parte del poder. De igual manera, existía una tensión por el control hegemónico, es decir, no había una buena relación entre los señoríos de los popolocas, lo que generó peleas y conflictos internos, que debilitaron su poder (Gámez, 2006, p. 24).

En el año 1520 llegaron los conquistadores españoles a la región de los popolocas invadiendo su territorio con la ayuda de los totonacos, los tlaxcaltecas y huejotzincas (Gámez, 2006, p. 24). En el municipio de San Nicolás Buenos Aires, se llevó a cabo la Batalla de Zacatepec, siendo una de las grandes masacres en la conquista, debido a que los españoles y los tlaxcaltecas arrasaron con todo lo que ahí se encontraba y tuvo una duración de tres días (E-consulta, 2023). Una de las mayores defensas en esta batalla eran grandes protecciones naturales, como montañas y cerros, por ello se cree que fue el cerro El Brujo una defensa contra la conquista española.

A fines del siglo XVI, se instaló en el municipio el Virrey Don Pioquinto Gaspar Rivadaneira, quien según historiadores ya contaba con una finca en Orizaba, Veracruz, siendo las tierras del municipio de San Nicolás Buenos Aires, su nueva adquisición para residir, nombrándolo el Malpaís, debido a su topografía, clima frío y grandes vientos que hay en la zona. A su alrededor el virrey construyó varias fincas en Concepción, el Pozo Guerra, San Bernardo Tecuitlapa, San Francisco la Mata, Buenavista y parte de Zimatepec. La finca dio grandes frutos y riquezas, con el cultivo de maíz y frijol obteniendo bastas cosechas (H. Ayuntamiento de San Nicolás Buenos Aires, 2022).

En el establecimiento del Virrey Pioquinto, se realizó la construcción de su casa e iglesia en honor a San Nicolás de Tolentino, edificada con influencias barrocas, con una torre donde se localiza el campanario, una cúpula principal, varios ventanales, candelabros y detalles en el interior forrados de oro. Además, que construyó lo que actualmente se conoce como el oratorio y varias capillas en la finca principal y las fincas de los alrededores.

Tras la muerte de Don Pioquinto Gaspar Rivadaneira, comenzó la decadencia de las fincas debido a las malas cosechas y mala administración de sus sucesores, comenzando con la primera repartición de tierras entre los familiares, hasta que en el año 1804 ya eran varios los propietarios de las parcelas formando lo que ahora es el municipio, anteriormente este constituía parte del municipio de Chalchicomula de Sesma hasta que el 22 de enero de 1941, fue declarado municipio libre (H. Ayuntamiento de San Nicolás Buenos Aires, 2022).

Actualmente el municipio de San Nicolás Buenos Aires es conocido como el lugar de los mejores taqueros del mundo, reconocimiento obtenido gracias a que diversos de sus pobladores, se dedican a la preparación y venta de los tacos al pastor, localizados en varios estados del país como Puebla, Veracruz, Monterrey, CDMX, Guadalajara, Nayarit, etc., además en otros países como Panamá, siendo el taco al pastor uno de los mejores platillos a nivel mundial.

La feria del municipio, en conmemoración de San Nicolás de Tolentino comienza desde el 1 de septiembre hasta el 10 de septiembre, celebrado por gremios cada día, cada uno de ellos se celebra con misa, procesiones y eventos recreativos. Uno de los gremios más representativos es el del taquero, donde cada año se regalan un aproximado de 10 toneladas de tacos al pastor a las personas que acuden a la feria, todo esto en agradecimiento a las bendiciones obtenidas por San Nicolás Tolentino. En la Ilustración 18, se observa el gremio de taqueros en el año 2022, donde fue retomado, ya que se había suspendido por los tiempos de pandemia.



*Ilustración 18. Gremio de taqueros en la feria de San Nicolas Buenos Aires.
Fuente: Sol de México, 2022.*

Capítulo II. Aplicación de la Ingeniería Topográfica y Geodésica para el estudio de una movilidad sostenible

2.1. Ingeniería

La ingeniería es el “conjunto de conocimientos y técnicas científicas aplicadas al desarrollo, implementación, mantenimiento y perfeccionamiento de estructuras (tanto físicas como teóricas) para la resolución de problemas que afectan la actividad cotidiana de la sociedad” (Castillo, 2017, p. 35).

La ingeniería es tan amplia que se desglosa en distintas disciplinas como la Eléctrica, Mecatrónica, Agraria, Mecánica, en Sistemas Computacionales, Civil, Química, Industrial, Ambiental, entre otras; haciendo que cada una se enfoque en el avance de su propia área, pero aun así para un mismo fin, un mejor desarrollo de la humanidad.

En la Ilustración 19, se presenta un diagrama que engloba las principales funciones que puede ejercer el ingeniero.

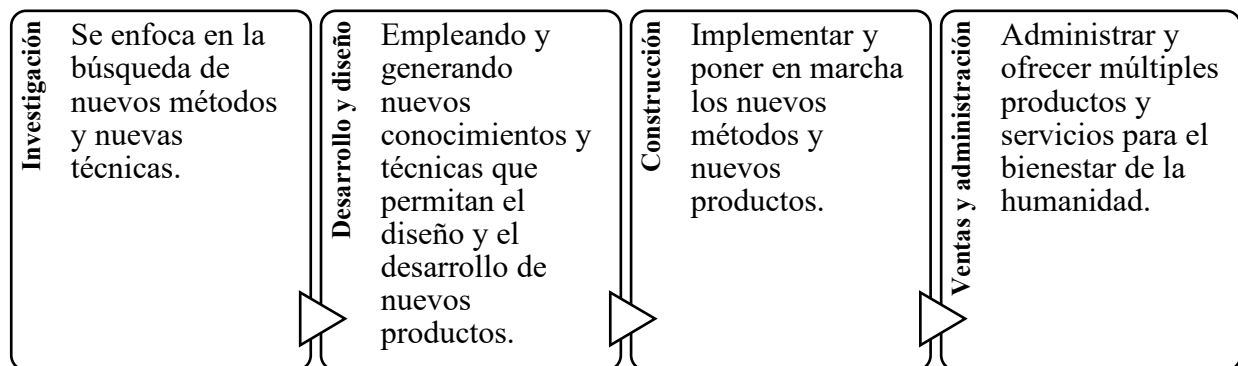


Ilustración 19. Funciones del ingeniero. Fuente: Castillo, 2017.

La ingeniería ha estado presente desde el inicio de las civilizaciones humanas y actualmente sigue siendo indispensable para el progreso, debido a que nos enfrentamos a problemas ambientales serios que ponen en riesgo la vida para los seres vivos, por ello es

importante que el ingeniero emplee métodos para la resolución de estas problemáticas, a partir de todos sus conocimientos en el área.

2.2 Topografía

La palabra Topografía proviene de dos vocablos de origen griego “topos” que significa lugar y la palabra “graphein” que significa describir (García M. F., 2017, p. 1). Es la ciencia encargada de obtener “las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la Tierra, así como la representación en un plano de una porción (limitada) de la superficie terrestre” (Alcántara, 2014, p. 2).

La Topografía tiene un campo de aplicación demasiado extenso, sin embargo, dos de sus principales aplicaciones son el levantamiento y el replanteo. De acuerdo con García (2017), el levantamiento consiste en aplicar “las operaciones necesarias para la obtención de datos de campo útiles para poder representar un terreno por medio de su figura semejante en un plano” (p. 2). Mientras que con el replanteo es posible la construcción de varias obras de ingeniería, a través del trazo de obras planteadas en un plano.

Para la realización de un replanteo y un levantamiento es importante definir las dos divisiones operacionales de la Topografía: la planimetría y la altimetría.

- Planimetría: “Estudia los instrumentos y métodos para proyectar sobre una superficie plana horizontal, la exacta posición de los puntos más importantes del terreno y construir de esa manera una figura similar al mismo” (García, 2017, p. 3)
- Altimetría: “Determina las alturas de los diferentes puntos del terreno con respecto a una superficie de referencia; generalmente correspondiente al nivel medio del mar” (García M. F., 2017, p. 3)

La planimetría y la altimetría son necesarias tanto en el levantamiento como en el replanteo debido a que nos permiten obtener la proyección del terreno o la obra civil para establecer un sistema coordinado respecto a un sistema de referencia. Todo esto permite que la representación sea análoga a la original.

Son diferentes los tipos de levantamientos que se pueden realizar, sin embargo, se dividen principalmente en: levantamiento topográfico y levantamiento geodésico.

- Levantamiento Topográfico: Según García (2017), estos son levantamientos que se realizan en proporciones limitadas de terreno que no sobrepase los 30 Km, límites en los cuales no afecta la curvatura terrestre y se recopilan todas las características físicas que haya sobre el terreno a medir (p. 4).
- Levantamiento Geodésico: De acuerdo con Ghilani & Wolf (2016), “son levantamientos donde se toma en cuenta la superficie curva de la Tierra, realizando los cálculos en un elipsoide (superficie curva aproximada al tamaño y forma de la Tierra)” (p. 7).

A partir de este tipo de levantamientos se pueden subdividir en levantamientos más especializados de acuerdo con el fin que se le va a proporcionar, como lo son:

- Levantamientos de control
- Levantamientos de vías terrestres
- Levantamientos catastrales
- Levantamientos hidrográficos
- Levantamientos subterráneos
- Levantamientos de construcción

Sin embargo, para fines de esta investigación solo se aplicó un levantamiento de vías terrestres, levantamiento que “se efectúan para planear, diseñar y construir carreteras, ferrocarriles, líneas de tuberías y otros proyectos lineales” (Ghilani & Wolf, 2016, p. 11), de igual manera, es

aplicable para levantar infraestructura vial existente siguiendo una secuencia constante de metros y levantando los puntos de mayor interés, como obras de drenaje, señalética, líneas eléctricas, etc. Una vez realizado este tipo de levantamiento se logran obtener datos como:

- Localización del eje: Línea imaginaria que representa el centro geométrico, indica la longitud y en él se representan los cadenamientos.
- Perfil longitudinal: Este es la “intersección del terreno con el plano vertical definido a partir de un determinado eje longitudinal proyectado. Su representación se realiza sobre unos ejes cartesianos X e Y, que definen la distancia al origen D_0 y la altitud Z respectivamente” (Corral, 2009, p. 197). Puede ser obtenidos por varios métodos e instrumentos, pero de los principales es a través del nivel o estación total.
- Secciones transversales: “Corresponde a una sección normal al eje longitudinal de cualquier tipo de obra lineal proyectada” (Corral, 2009, p. 211).
- Pendiente: El ángulo de inclinación formado en el terreno, se relaciona con la diferencia de nivel de dos puntos y la distancia entre ambos. Este se expresa normalmente en %. La fórmula para calcular la pendiente es:

$$Pendiente (\%) = \left(\frac{\Delta Y}{\Delta X} \right) 100$$

- Localización de obras complementarias en vías terrestres como drenajes, alcantarillado, muros de contención, señalética, alumbrado, etc.

2.3 Geodesia

Actualmente podemos definir a la Geodesia como la “ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra. Esto incluye la determinación del campo gravitatorio externo de la Tierra y la

superficie del fondo oceánico. Dentro de esta definición, se incluye también la orientación y posición de la Tierra en el espacio” (Instituto Geográfico Nacional de España [IGN], s.f, p. 3).

El campo abarcado por la Geodesia es bastante amplio por lo cual diversos autores la dividen en diferentes ramas o subdivisiones, de acuerdo con el IGN se divide en: Geodesia geométrica, Geodesia física, Astronomía geodésica, Geodesia espacial y Microgeodesia.

Una de las grandes tareas de la Geodesia Física es la determinación del “campo gravitatorio de la Tierra y sus variaciones” (IGN, s.f., p. 3), por lo cual surge la figura equipotencial del geoide, figura donde el “potencial de la gravedad es constante en todos sus puntos. O bien, dicho de otra manera, es la superficie donde la dirección de la gravedad es perpendicular a todos sus puntos” (Muñoz, 2009, p. 36). Sin embargo, esta figura no sirve para establecer fórmulas o medidas de forma matemática, debido a su irregularidad e inestabilidad a causa de la “diferente densidad de los materiales, la dinámica de fluidos del magma terrestre, etc.” (Muñoz, 2009, p. 37). En la Ilustración 20, se representa el geoide, figura equipotencial que representa la forma física de la Tierra.

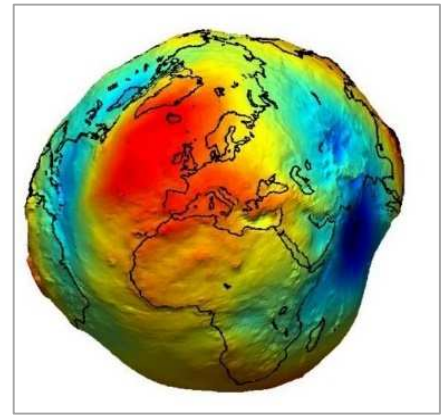


Ilustración 20. Geoide. Fuente: ESA, 2023.

Debido a que es difícil poder representar al geoide matemáticamente fue necesario establecer una figura que más se asemejara para poder realizar todos los cálculos sobre la superficie terrestre, para ello se estableció el elipsoide de revolución.

El elipsoide de revolución es la “figura tridimensional que se intenta adaptar al geoide con la ventaja de que es independiente del material que forma la Tierra. Por lo tanto, es una superficie sin irregularidades que podemos modelizar con ecuaciones matemáticas” (Muñoz, 2009, p. 38).

Un elipsoide se define por dos parámetros:

- Semieje mayor a (en el plano ecuatorial)
- Semieje menor b (en el eje polo norte-sur)

El vertical cuya forma difiere de la esfera ideal se designa mediante aplanamiento (f).

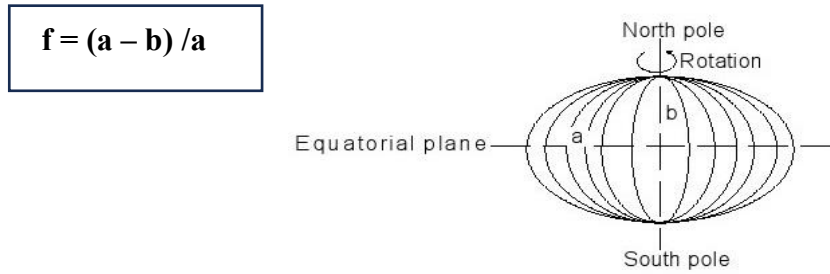


Ilustración 21. Elipsoide de revolución. Fuente: SDIPortail, 2023.

A través del tiempo se han definido diferentes tipos de elipsoides, con distintos parámetros, dentro de los más importantes resaltan: Bessel, Clarke 1866, Clarke 1880, Everest, Hayford, Krassovsky, etc. De acuerdo con INEGI (2010), en la Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional, en México se considera como elipsoide al Sistema Geodésico de Referencia de 1980 (GRS80), el cual establece los siguientes valores como eje mayor (a) y eje menor (b) (p. 5).

- Semieje Mayor (a): 6 378 137 m.
- Semieje Menor (b): 6 356 752.314 1 m.

Otro concepto importante dentro de la Geodesia es el Datum, este corresponde a un “sistema de referencia de coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altitud)” (Villa, 2016, p. 31) con respecto a un elipsoide de referencia. El Datum se clasifica en horizontal y vertical.

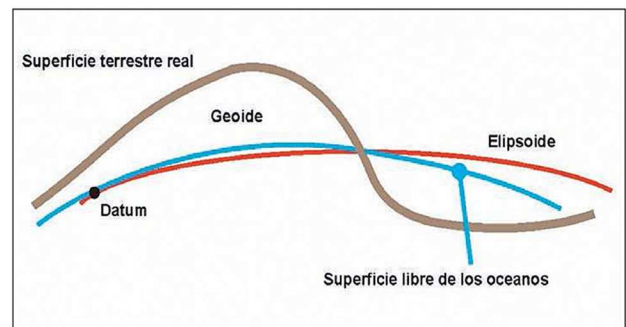


Ilustración 22. Datum. Fuente: Villa, 2016.

En México, el Datum horizontal que corresponde es el “Marco de Referencia Terrestre Internacional definido por el Servicio Internacional de Rotación Terrestre y de Sistemas de Referencia para el año 2008, con datos de la época 2010.0, denominado ITRF08 época 2010.0” (INEGI, 2010b, p. 6). Mientras que el Datum vertical que corresponde de acuerdo con la Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional, de INEGI (2010), es el NAVD88, es decir el Datum

Vertical Norteamericano de 1988 (p. 7). En la Ilustración 22, se representa el Datum, punto donde coinciden el geoide el elipsoide y a partir del cual se establece un sistema de referencia.

Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84)

“Sistema de referencia terrestre único para referenciar las posiciones y vectores. Se estableció este sistema utilizando observaciones Doppler al sistema de satélites de navegación GNSS” (IGN, s.f., p. 7), es un sistema geocéntrico que tiene su origen en el centro de masa de la Tierra, su eje Xe pasa por el meridiano de Greenwich en el plano del ecuador, su eje Ze coincide con el Polo terrestre convencional (CTP: Conventional Terrestrial Pole) y su eje Ye está situado en el plano del ecuador (Ghilani & Wolf, 2016).

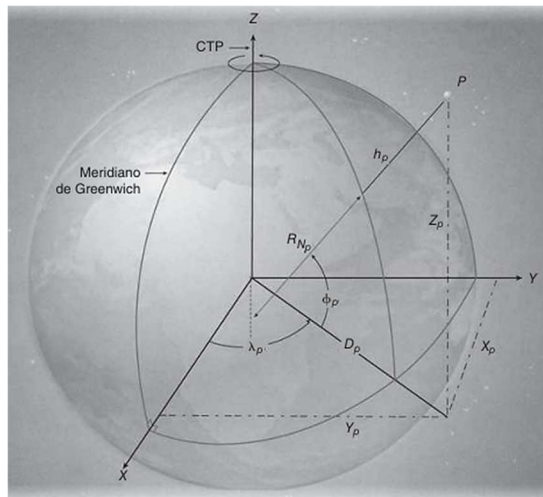


Ilustración 23. Definición del sistema de coordenado WGS84. Fuente: Ghilani & Wolf, 2016.

2.4 Cartografía

La Cartografía es el “arte, la ciencia y la técnica del diseño, producción y utilización de representaciones que transmiten información espacial mediante un sistema geométrico de símbolos gráficos” (Muñoz, 2009, p. 70). Una de las grandes tareas de la cartografía es la elaboración de mapas “representaciones visuales de porciones de la superficie terrestre” (Ghilani & Wolf, 2016, p. 498), regularmente esta representación se mostraba en papel, sin embargo, actualmente es más común la elaboración mapas digitales.

Un elemento importante dentro de un mapa es el establecimiento de un sistema coordinado debido a que este nos permite ubicar un lugar, objeto o persona con mejor precisión dentro del espacio. Los sistemas de coordenadas más utilizados para representar la superficie de la Tierra son el sistema de coordenadas geográficas, el sistema de coordenadas cartesiano y el sistema de

coordenadas proyectadas. En la Ilustración 24, se presentan las características importantes de cada uno de los sistemas coordenados.

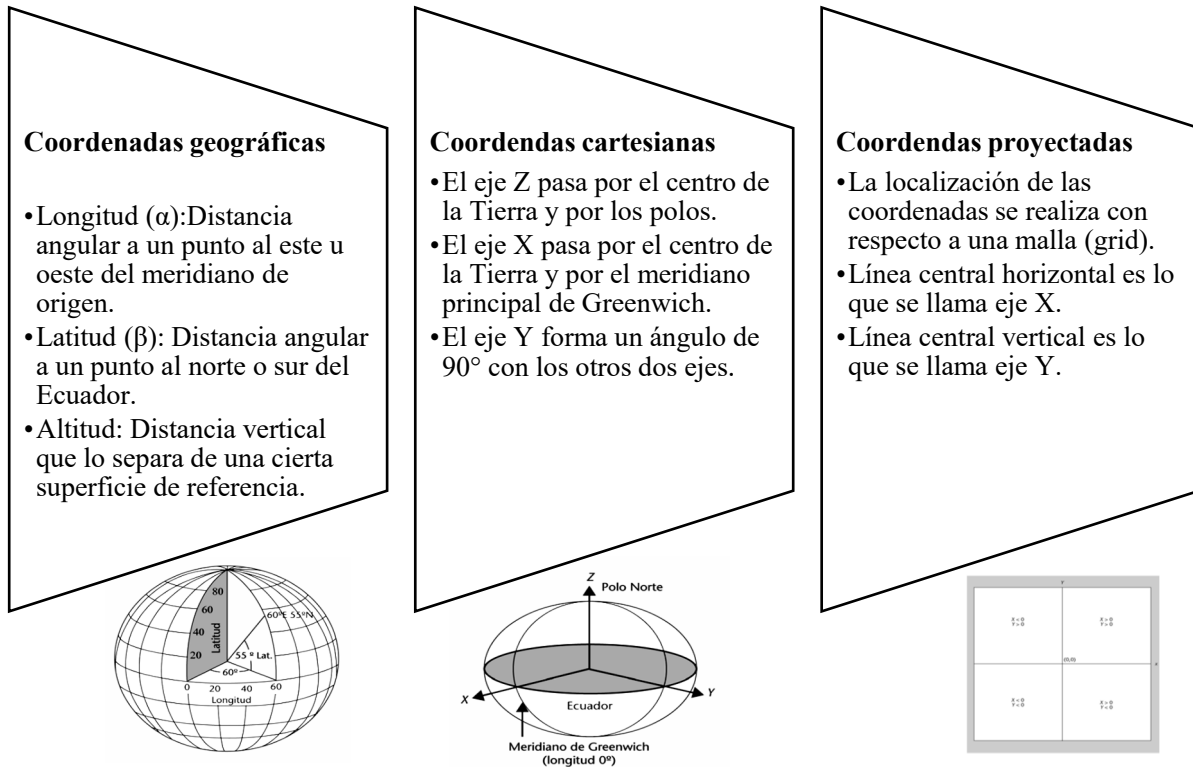


Ilustración 24. Sistemas de coordenadas. Fuente: Muñoz, 2009.

La forma matemática para representar la Tierra es el elipsoide de revolución, sin embargo, debido a que esta es una figura tridimensional, es tarea de la cartografía, poder representarla en un mapa con la menor distorsión posible, por ello se estableció un sistema de proyecciones cartográficas. Una proyección cartográfica es un “proceso para expresar un punto sobre una superficie esférica proyectado en una superficie plana” (Muñoz, 2009, p. 14).

De acuerdo con el fin del mapa corresponderá la proyección cartográfica que se va a aplicar, esto debido a que ninguna de las proyecciones está libre de deformaciones. Una de las proyecciones más empleadas dentro de la Cartografía es la Universal Transversa de Mercator (UTM), proyección de gran aplicación en México, así como en Países que se encuentran más dentro la línea del ecuador debido a que las deformaciones son mínimas.

La proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), fue desarrollada por Gerardus Mercator, proyección cilíndrica representada en un mapa en el año 1569 (INEGI, 2004a, p. 39). Sin embargo, con el tiempo se realizaron modificaciones a la proyección estableciendo nuevos parámetros:

- 1) La posición del cilindro de proyección es transversal respecto del eje de la tierra.
- 2) El mundo está cubierto por franjas de 6° en longitud, con un meridiano central a cada 3°.
- 3) La posición del cilindro de proyección es secante al elipsoide
- 4) Cada meridiano central tiene como Falso Este 500,000 metros.
- 5) El origen de las ordenadas es el Ecuador con valor 0 metros para latitudes norte y 10 000000 metros para latitudes sur. El valor de la falsa ordenada tiene siempre tiene valores positivos.
- 6) En el meridiano central el factor de escala es constante e igual a 0.9996.
- 7) Se divide en 60 Zonas UTM. Cada zona tiene su propio meridiano central con un valor de 500,000 metros. México abarca 6 zonas UTM, de la 11 a la 16.
- 8) Se divide la Tierra en 20 bandas de 8° de Latitud, que se denominan con letras desde la C hasta la X excluyendo las letras "I" y "O" por su parecido con los números uno (1) y cero (0), respectivamente, tampoco se utiliza la letra "Ñ".

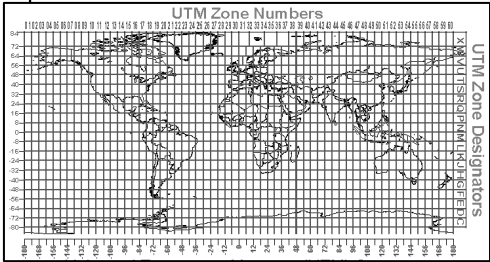


Ilustración 25. Parámetros de la Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM). Fuente: INEGI, 2004a.

Independientemente de la proyección que se aplique, existen elementos que conforman un mapa y permiten su comprensión y análisis. Estos elementos son:

| Nombre o clave del mapa | Simbología: | Cuadro de datos cartográficos: | Escala: | Cuadrícula: |
|---|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Tiene como objetivo identificar el documento dentro de un sistema de referenciación cartográfica. | <ul style="list-style-type: none"> • Signos utilizados dentro del mapa. | <ul style="list-style-type: none"> • Espacio reservado para señalar datos como son: elipsoide de referencia, proyección utilizada, fecha de edición, créditos del productor, etc. | <ul style="list-style-type: none"> • Relación existente entre la distancia real y la representada en el mapa, generalmente se presenta mediante una escala gráfica o de manera numérica. | <ul style="list-style-type: none"> • Retícula lineal básicamente se usa en la Proyección Universal. |

Ilustración 26. Elementos de un mapa. Fuente: INEGI, 2004a.

Son diversos los criterios a tomar en cuenta para la clasificación de los mapas, sin embargo, para esta investigación se aplicó la clasificación de acuerdo con el tipo de información que el mapa contine.

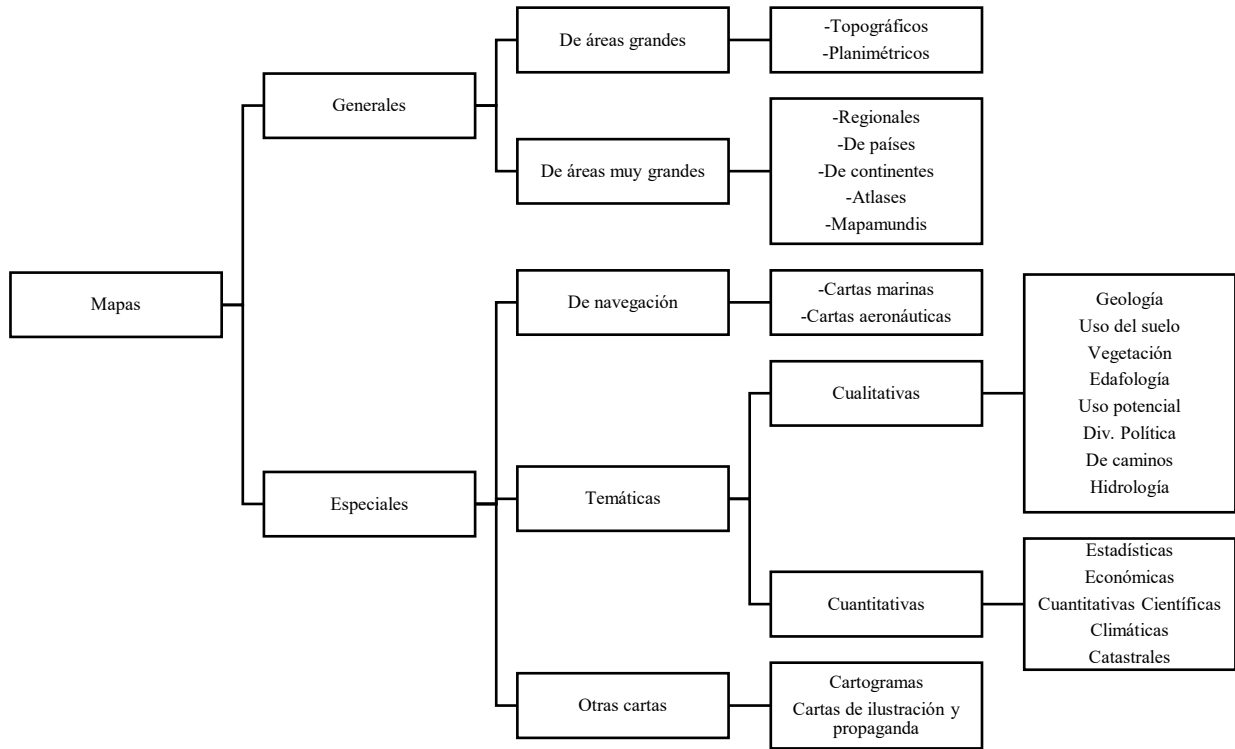


Ilustración 27. Clasificación de los mapas según el tipo de información. Fuente: Hansen., 2013.

Este tipo de clasificación es importante debido a la extracción de un mapa temático, que como se observa en la Ilustración 27, es un mapa de tipo especial que puede contener características cualitativas y cuantitativas del sitio de interés.

2.5 Movilidad

La movilidad es la acción de desplazarse entre lugares, con el propósito de realizar actividades, “es el movimiento de las personas y bienes en las ciudades, independientemente del medio que utilicen para desplazarse, ya sea a pie, en transporte público, automóvil, bicicleta, etc.” (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [CONUEE], 2018, p. 1).

En 2015, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), desarrollo la Encuesta de Movilidad en todo el país, esta contiene información de la sociedad mexicana en cuestión de recorridos de viaje, medios de transporte, motivos de viaje, etc., además de mostrar el panorama de movilidad en distintas ciudades de México y un recorrido histórico de los diferentes medios de transporte.

A partir de los resultados de la encuesta se determinó que en México se realizan aproximadamente 129.4 millones de viajes diarios, donde 9 de cada 10 personas que viajan efectúan solo dos traslados al día, es decir, que realizan un promedio de viajes diarios de 2.14, esta cifra en comparación de otros países como Estados Unidos, es baja, pues en este país se realiza un promedio de viajes diarios de 3.8 por personas, es decir, más del doble que en México (Suárez y Delgado, 2015, pp. 105-106).

Por otro lado, la encuesta mostro, cuáles son los mayores propósitos de viaje de las personas en México, estos se presentan en la Tabla 11, con valor en porcentaje y de orden mayor a menor. Debido a que en la encuesta se entrevistaron a personas mayores de 15 años el motivo de viaje escolar disminuye, sin embargo, si se toma un valor de edad inferior este propósito de viaje sería aún mayor.

Tabla 11. Propósitos de viaje en México. Fuente: Suárez y Delgado, 2015.

| Propósito | Todos los viajes | Sin considerar el regreso a casa |
|---------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| Regresar a casa | 47.4 | na |
| Ir al trabajo | 24.2 | 46.3 |
| Adquirir un bien o servicio | 10 | 19.1 |
| Ir a clases | 5.9 | 11.3 |
| Relacionado con familia | 3.2 | 6.1 |
| Relacionado con salud | 2.4 | 4.6 |
| Llevar, recoger o acompañar a alguien | 1.7 | 3.3 |
| Recreación/ejercicio | 1.1 | 2.1 |
| Relacionado con escuela | 0.9 | 1.7 |
| Relacionado con trabajo | 0.4 | 0.8 |
| Ir a comer | 0.4 | 0.8 |
| Actividades religiosas | 0.2 | 0.4 |

Otro factor importante que considerar dentro de la movilidad son los tiempos de viaje, pues de acuerdo con la Encuesta de Movilidad, “el tiempo de traslado cotidiano promedio en el país es de cerca de 44 minutos por recorrido” (Suárez y Delgado, 2015, p. 115). Sin embargo, estos tiempos suelen cambiar de acuerdo con la región, por ejemplo, en la Ciudad y Estado de México el tiempo de traslado promedio es de 57 minutos, mientras que en los demás estados de la zona centro tienen un tiempo de viaje de 48 minutos, en la zona norte es de 44 minutos y en la zona sur un tiempo de 25 minutos de traslado (Suárez y Delgado, 2015, p. 115).

De todos los medios de transporte existentes el que realiza más tiempo de viaje es el autobús foráneo, el tren urbano y el medio de transporte animal. Por el contrario, el que ejecuta menos tiempo de viaje es la bicicleta, bici/moto/taxi y la motocicleta. A continuación, se muestra un porcentaje de los modos de transporte cotidiano más usados en México.

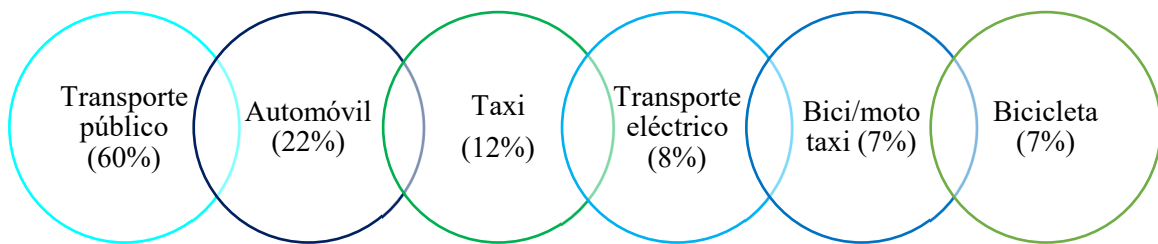


Ilustración 28. Modos de transporte cotidiano en México. Fuente: Suárez y Delgado, 2015.

2.6 Movilidad sostenible

La movilidad sostenible tiene como fin incrementar el número de peatones, fomentar el uso de transportes no motorizados, como la bicicleta, mejorar la convivencia de todos los usuarios y hacer espacios viales más seguros e incluyentes, para ello se toma en cuenta una transformación física y social del territorio urbano, proponiendo un modelo integral de movilidad y espacios públicos que reduzcan los conflictos y descoordinación de la movilidad actual (CONUEE, 2018, p. 2).

Es importante tomar en cuenta los siguientes principios para lograr alcanzar una mejor movilidad para todos, ya que una “movilidad urbana sostenible tiene que asegurar la protección al

medio ambiente, mantener una buena calidad de vida a los ciudadanos y favorecer el desarrollo económico” (CONUEE, 2018, p. 2).

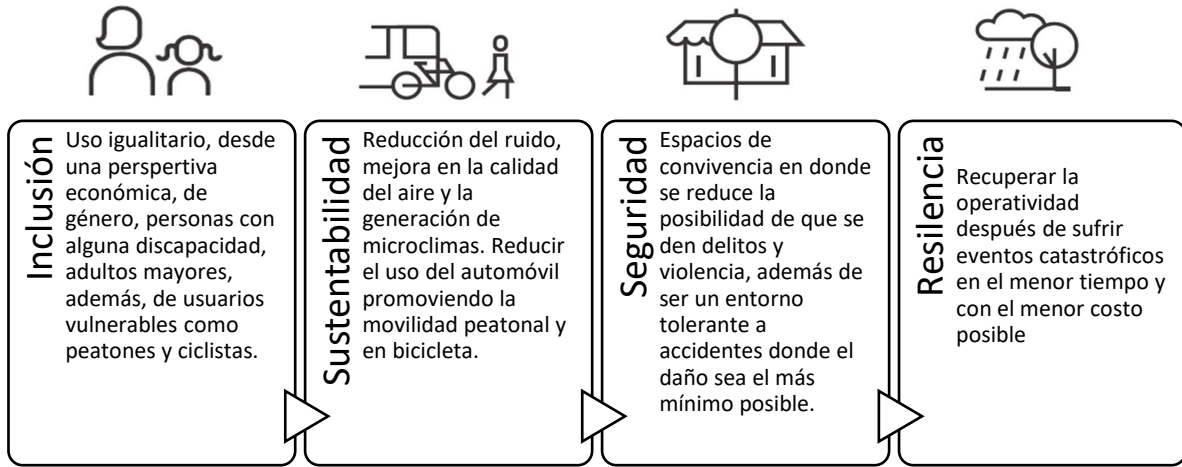


Ilustración 29. Principios de diseño vial dentro de la movilidad. Fuente: SEDATU, 2019.

Son varios los beneficios que proporciona una movilidad sostenible entre ellos esta mejorar la calidad del aire, reducir el índice de obesidad que genera enfermedades cardiovasculares y diabetes, las principales causas de muerte a nivel país; disminuir las emisiones de efecto invernadero, reducir los muertos y lesionados en accidentes de tránsito, aminorar el ruido, generar mayor seguridad personal, construcción de ciudades más inclusivas, menor congestión vial y menor costo en infraestructura y mantenimiento vial.

2.7 Jerarquía de la movilidad

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU, 2019) la jerarquía de la movilidad es una clasificación que “establece las prioridades en la movilidad urbana diaria, es decir, plantea quién es más vulnerable, quién es menos eficiente y quién es más costoso a la hora de transportarse” (p. 62).

A partir de la Ilustración 30, se observa la jerarquía o pirámide de la movilidad donde la parte de arriba indica el modo de transporte con mayor prioridad y va descendiendo al menos prioritario, de igual manera, se hace una descripción de cada uno.

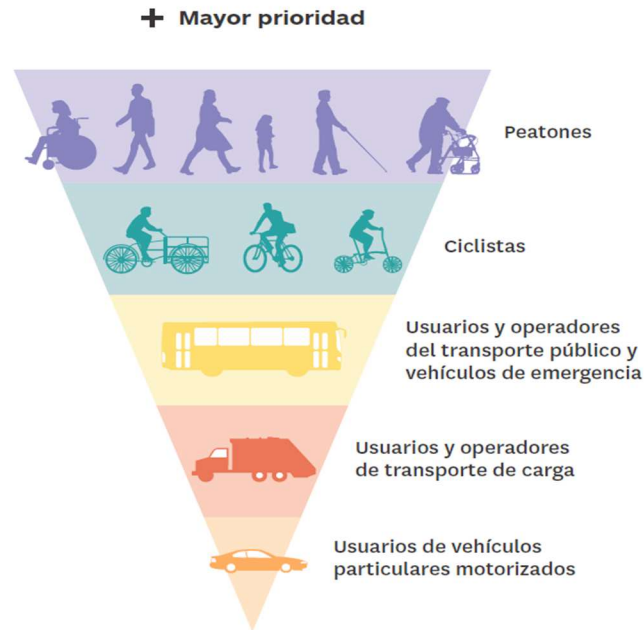


Ilustración 30. Jerarquía de la movilidad. Fuente: SEDATU, 2019.

Peatones: “Un peatón se refiere a cualquier persona, sin importar su edad o condición, que se traslada con su propio cuerpo o que usan ayudas técnicas para desplazarse” (SEDATU, 2019, p. 121). Este usuario es el principal dentro de la jerarquía debido a su vulnerabilidad, pues es más propenso a sufrir algún accidente, debido a que no existe la infraestructura adecuada para su circulación. Sin embargo, de igual manera, es el principal debido a que tiene un viaje de mayor valor, es decir, “aquel que tiene un costo-beneficio mayor en términos sociales, ambientales y económicos” (Institute for Transportation and Development Policy [ITDP], 2011, p. 62).

Ciclista: Los ciclistas son aquellos que utilizan “vehículos de propulsión humana a pedal, que les permiten alcanzar una velocidad mayor a la de un peatón, pero circulan más lento que un vehículo motorizado” (SEDATU, 2019, p. 132), de igual manera, se encuentran en vulnerabilidad debido a que son pocas las ciclovías existentes que permitan una circulación segura del ciclista, no obstante, su costo-beneficio es mayor al de un vehículo motorizado.

Usuarios de vehículos motorizados: “Es un medio de transporte terrestre para personas u objetos dotado de llantas para transitar” (SEDATU, 2019, p. 148). Este usuario es el último dentro de la jerarquización, debido que su traslado de un lado a otro no requiere tanto esfuerzo como un

peatón, además de que es el principal en contaminar el ambiente. La clasificación de vehículos motorizados en el siguiente:

- Vehículos de emergencia: vehículos que tienen como objetivo atender situaciones de auxilio, como patrullas, ambulancias, etc.
- Vehículos de transporte de pasajeros: Transporte público de personas a bajo costo.
- Vehículos ligeros: “Aquellos menores a 4 toneladas de peso bruto vehicular” (SEDATU, 2019, p. 150), como lo son las motocicletas, automóviles y camionetas ligeras
- Vehículos de carga: Dedicados al transporte de mercancías.

2.8 Estudios de movilidad sostenible

Este tipo de estudios permiten obtener un mejor panorama de la movilidad de un lugar, dependiendo principalmente de las vías analizar, ya que proporcionara resultados distintos, por ejemplo, entre una carretera o una calle de clasificación terciaria. Y una vez obtenidos te permiten tomar decisiones más acertadas, respecto a cualquier proyectó a realizar. Los estudios por aplicar pueden variar de acuerdo con el propósito de la investigación, sin embargo, para fines de este trabajo se aplicaron los siguientes.

Inventario vial: Se realiza para “levantar las características básicas de la sección, geometría y estado de una vía en un plano, así como la ubicación de mobiliario, infraestructura, arbolado o cualquier otra característica del espacio que se requiere” (SEDATU, 2019, p. 30). Este inventario incluye:

- Levantamiento topográfico, con perfil y secciones tipo.
- Ubicación de mobiliario urbano.
- Número, sección y tipo de carriles de circulación.
- Presencia de infraestructura ciclista (sí/no).
- Ancho del carril de circulación (m).

Aforos: Este tipo de estudio dentro de la movilidad nos permite realizar conteos de usuarios dentro de cualquier espacio vial, en una determinada unidad de tiempo. Uno de los principales usuarios en la movilidad sostenible son los peatones y a través de los aforos es posible obtener los siguientes datos:

- Flujo de peatones en valores absolutos.
- Flujo de peatones en hora de máxima demanda.
- Número de peatones por sexo.
- Número de peatones por edad.
- Número de personas con discapacidad.
- Dirección de flujo de peatones.

De manera similar, los aforos de ciclistas, nos permite medir e identificar variables importantes para la consideración de una movilidad sostenible. Se obtienen datos como:

- Número total de ciclistas.
- Tipo de bicicleta (montaña, paseo, etc.).
- Número de ciclistas por género.
- Flujo de ciclistas en determinados tiempos.

Estudios de origen destino, (O-D): Este tipo de estudio permite identificar la dirección de flujo en las vías a analizar y así entender el comportamiento de la movilidad en la zona. A partir de este tipo de estudio se obtienen los principales puntos de atracción a los que acuden los usuarios, ya sea por recreación o deber.

Inventario de usos de suelo: Mapear los usos del suelo permite detectar las necesidades de diseño y operación de los habitantes y comerciantes de la zona; por ejemplo, actividades de carga y descarga, o acceso de clientes y empleados (SEDATU, 2019, p. 31). Entre los diferentes tipos de uso de suelo se puede encontrar, comercio, servicios, vivienda, predios baldíos, etc.

2.9 Infraestructura de vías terrestres

Las vías terrestres o vías de comunicación son la red vial que logra “integrar y conectar las actividades económicas y sociales con la población, puede ser considerada como factor estructurante del espacio geográfico, y como tal, puede contribuir al fortalecimiento de los procesos de transformación y cambios en la estructura y dinámica espacial” (Chavira, 2019, p. 5).

Una de las vías terrestres más importantes dentro de las poblaciones son las calles y de acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT, 2022), es una “vía de uso común que conforma la traza urbana destinada al tránsito de peatones y vehículos, a la prestación de servicios públicos y colocación de mobiliario urbano” (p. 46).

Una calle está conformada por dos principales componentes: banquetas y arroyo vial, aunque, de igual manera, viene complementada con mobiliario urbano, señalización, instalaciones subterráneas, etc. En la Ilustración 31, se clasifica la banqueta y el arroyo vial, además de que se define cada uno.

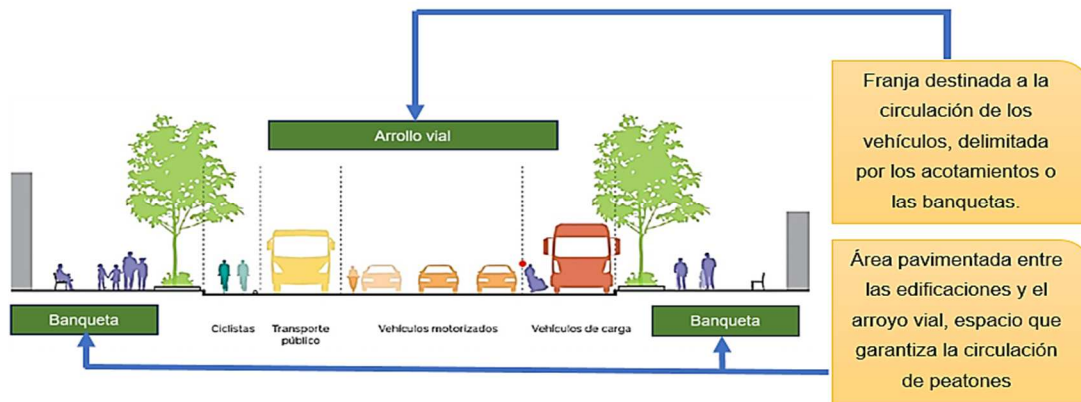


Ilustración 31. Componentes de una calle. Fuente: <http://www.onuhabitat.org.mx/>, 2023.

Una calle se clasifica en: primaria, secundaria y terciaria; y su categorización va a depender del número de usuarios, localización y diseño geométrico.

Vías Primarias: Vialidad de “alta capacidad cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular continuo o controlado por semáforos, entre distintas áreas de una zona urbana, con la

posibilidad de reserva para carriles exclusivos destinados a la operación de vehículos de emergencia” (SCT, 2022, p. 46). La velocidad máxima recomendada en este tipo de calles es de 50 Km/hrs.

Vías Secundaria: “Espacio físico cuya función es recolectar los flujos de las vías terciarias hacia la red vial primaria; puede tener faja separadora y estacionamiento en vía pública” (SCT, 2022, p. 46). Tienen una sección más reducida a comparación de las vías primarias y se recomienda una velocidad de 40 Km/hrs.

Vías Terciarias: Espacio vial, “estrictamente local, cuya función primordial es de habitabilidad, brindar acceso a los predios dentro de las comunidades o para el tránsito exclusivo peatonal o de vehículos no motorizados” (SCT, 2022, p. 47). La sección tipo, la capacidad y la velocidad es reducida y generalmente no cuenta con semáforos.

2.10 Infraestructura de vías terrestres sostenible

Este tipo de infraestructura está enfocada principalmente para peatones y ciclistas, debido a que este tipo de usuarios tiene un costo-beneficio más alto, es decir, que ayuda a “promover modos que demanden poca energía no renovable, generen menos emisiones contaminantes, sean eficientes en el uso del espacio urbano, propicien la actividad física entre los habitantes de las ciudades e impliquen menor gasto por kilómetro-persona” (ITDP, 2011, p. 62).

Para fines de la investigación se utilizó como base la norma elaborada por la Secretaría General de Gobierno de Puebla (2017), la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla, la cual tiene como objetivo “establecer principios, definiciones, criterios, medidas, áreas específicas y diseños estandarizados para las construcciones de los espacios públicos considerando la seguridad, imagen urbana, accesibilidad, calidad y sostenibilidad” (p. 6).

La principal infraestructura sostenible y sus criterios de diseño se describen a continuación.

2.10.1 Infraestructura peatonal

La banqueta es la principal infraestructura vial dedicada al uso de peatones pues permite la conexión con los servicios, actividades o destinos deseados. “La banqueta deberá integrarse por cuatro zonas: Franja de fachada, Franja de

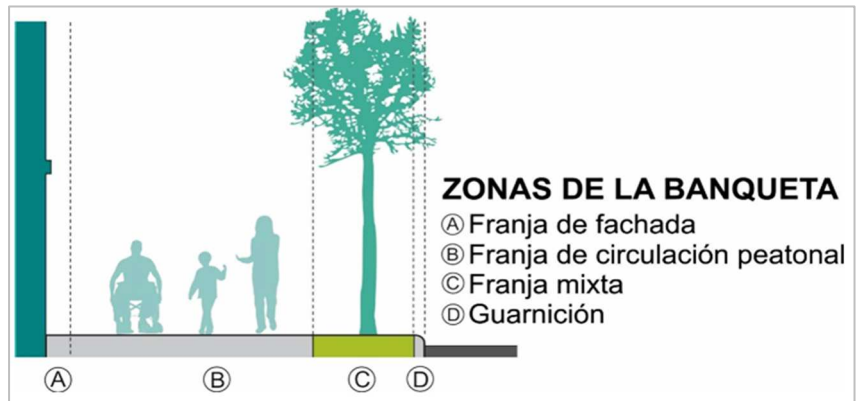


Ilustración 32. Zonas de la banqueta. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

de circulación peatonal, Franja mixta y Guarnición” (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, p. 22).

Estas se pueden identificar en la Ilustración 32, además, en la Ilustración 33, se presentan las características y objetivos de cada una de las franjas que componen una banqueta.

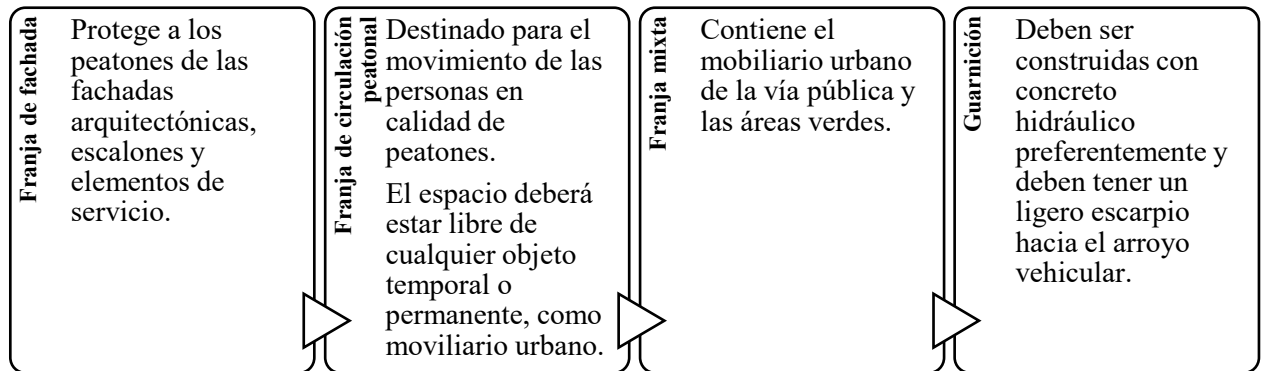


Ilustración 33. Características de las zonas de una banqueta. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

Las medidas establecidas para cada una de las franjas de una banqueta y guarnición se establecen en la Tabla 12, están van a cambiar de acuerdo con el tipo de vialidad, ya sea primaria, secundaria, terciaria o local. Se presenta una medida mínima y preferente donde al final de cada vialidad se muestra una medida total de banqueta.

Tabla 12. Dimensión de banquetas según el tipo de vialidad. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

| Tipo de vialidad | Franja de fachada (m) | | Franja de circulación peatonal (m) | | Franja mixta (m) | | Guarnición (m) | Banqueta total (m) |
|------------------|-----------------------|------------|------------------------------------|------------|------------------|------------------------|----------------|--------------------|
| | Min. | Preferente | Min. | Preferente | Min. | Preferente | | |
| Primaria | 0.15 | 1.80 | 3.00 | 3.00 | 0.80 | 1.00 min. con arbolado | 0.15 | 2.90 |
| Secundaria | 0.15 | 1.80 | 3.00 | 3.00 | 0.60 | 1.00 min. con arbolado | 0.15 | 2.70 |
| Local* | 0.15 | 1.50 | 3.00 | 3.00 | 0.60 | 1.00 min. con arbolado | 0.15 | 2.40 |

Por otro lado, las rampas de acceso vehicular deberán realizarse dentro de la franja mixta, sobresaliendo un máximo de 20 cm al arroyo vehicular, esto debido a que no debe existir un cambio de pendiente pronunciado en la franja de circulación.

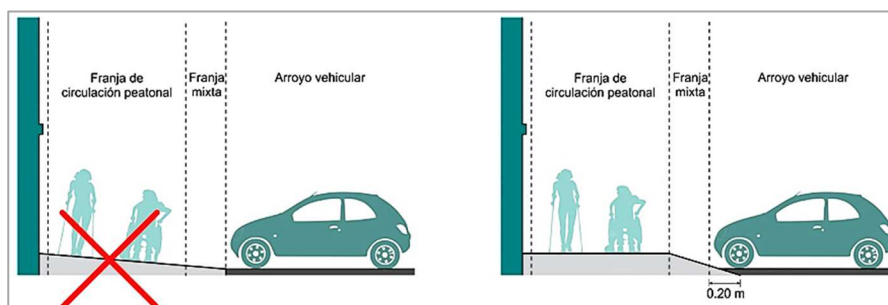


Ilustración 34. Correcta colocación de rampas de acceso vehicular. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

2.10.2 Infraestructura ciclista

Este tipo de infraestructura tiene como objetivo aumentar el número de usuarios en bicicleta dentro de las poblaciones, debido a que permite desplazamientos urbanos más eficientes, recorriendo distancias de hasta 5 km y alcanzando velocidades promedio de 15 a 20 km/h.

Para el desarrollo de este tipo de infraestructura es importante considerar las dimensiones estándar mínimas de un ciclista, éstas se representan en la Ilustración 35.

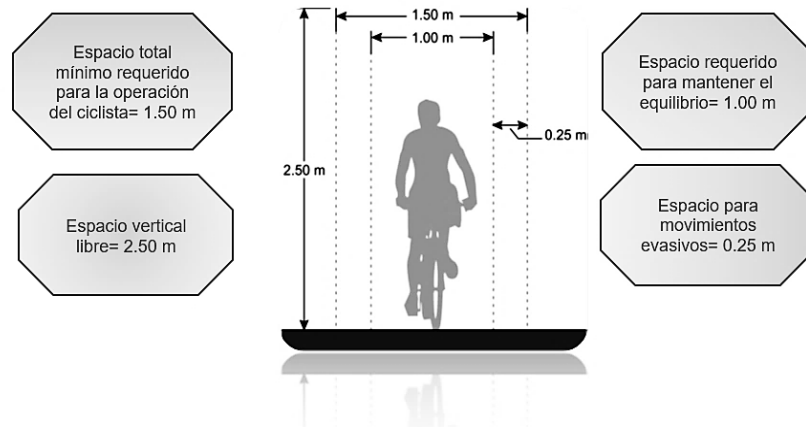


Ilustración 35. Dimensión ciclista. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

Es variada el tipo de infraestructura ciclista que se puede construir o implementar, para poder elegir la adecuada es importante realizar estudios preliminares y así optar por la que genere mayor beneficio a los usuarios. Cada una de las vías ciclistas tiene sus características y principios de diseño, por ello de acuerdo con la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla, éstas se clasifican de la siguiente manera.

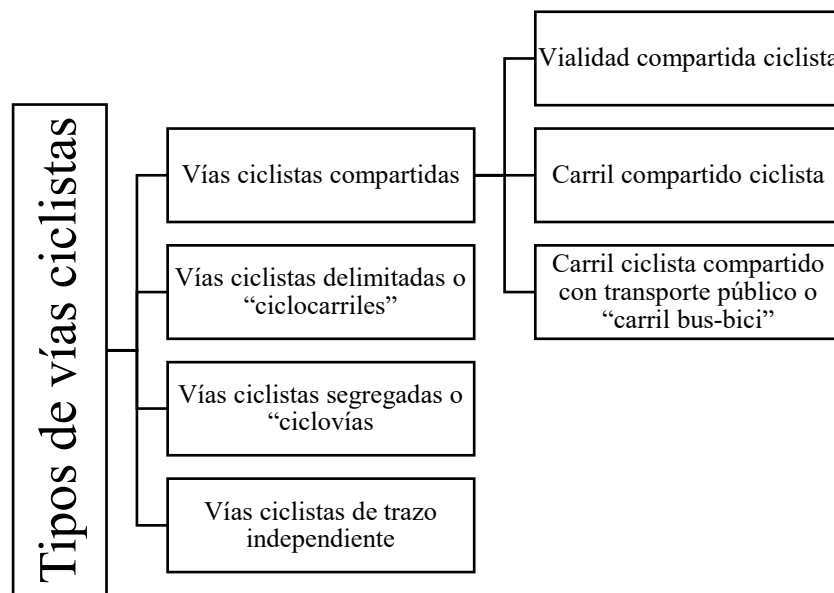


Ilustración 36. Tipos de vías ciclistas de acuerdo con la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

Una vez establecida la clasificación, a continuación, se presenta una descripción de cada una de ellas, especificaciones, sentido de circulación, señalamientos, etc.

Vialidad compartida ciclista

Se implementa en “vialidades con velocidades permitidas de hasta 30 km/h” (SCT, 2022, p. 57), debido a que la vialidad se comparte principalmente con automovilistas.

Tabla 13. Especificaciones para vialidad compartida ciclista. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

| | |
|--------------------------------|--|
| Sección: | Ancho de carril de circulación menor a 3 m. |
| Sentido de circulación: | Este deberá ser el mismo que el de los automóviles. |
| Señalamiento vertical: | Señal informativa SS-1 Infraestructura ciclista compartida. |
| Señalamiento horizontal: | MP-8 Marca para identificar infraestructura ciclista compartida. |
| Pacificación de tránsito: | Implementar dispositivos que obliguen a respetar la velocidad permitida. |
| Tratamiento de intersecciones: | Dispositivos de control de tránsito necesarios para favorecer la circulación continua. |

Carril compartido ciclista

Este tipo de vía ciclista consiste en la colocación de un carril compartido de circulación en la parte derecha de la vialidad que podrá ser implementado en calles con velocidades permitidas de hasta 50 km/h.

Tabla 14. Especificaciones para carril compartido ciclista. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

| | |
|---------------------------|--|
| Sección: | 3.90 y 4.30 m de ancho, no menos. |
| Sentido de circulación: | Este deberá ser el mismo que el de los automóviles. |
| Señalamiento vertical: | Señalamiento informativo SS-1 Infraestructura ciclista compartida indicando que el carril derecho es de tránsito compartido y SP-5 Apertura de puertas en caso de existir estacionamiento. |
| Señalamiento horizontal: | MP-8 Marca para identificar infraestructura ciclista compartida. MP-2 Raya separadora de carriles, continua doble en el costado izquierdo para delimitar el carril exclusivo. |
| Pacificación de tránsito: | Colocación de reductores de velocidad que aseguren que la velocidad en el carril no sea mayor a 30 km/h. |

Carril ciclista compartido con transporte público o “carril bus-bici”

Este tipo de vía ciclista se implementará en carriles exclusivos para el transporte público y debe ser en calles que no rebasen la velocidad de 50 km/h.

Tabla 15. Especificaciones para carril ciclista compartido con transporte público o “carril bus-bici”. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

| | |
|--------------------------|--|
| Sección: | El carril deberá medir entre 4.30 m y 4.60 m. |
| Sentido de circulación: | El mismo que el transporte público. |
| Señalamiento vertical: | Señalamiento informativo SS-3 Infraestructura ciclista compartida con transporte público y señalamiento restrictivo SR-12 Prohibido el paso a motocicletas. |
| Señalamiento horizontal: | Elementos de confinamiento colocados a una distancia de 0.5 m y deben ser de material reflejante. MP-2 Raya separadora de carriles exclusivos, continúa doble. MP-9 Marca para identificar infraestructura ciclista compartida con el transporte público y flechas sin cuerpo a cada 30.00 m de distancia. |

Vías ciclistas delimitadas o “ciclocarriles”

“Un ciclocarril es un carril exclusivo para la circulación ciclista, delimitado con marcas en el pavimento. Es decir, se trata como un carril más en el arroyo vehicular, con la diferencia que solo puede ser usado por vehículos no motorizados” (SEDATU, 2019, p. 144).

Tabla 16. Especificaciones para vías ciclistas delimitadas o “ciclocarriles”. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

| | |
|---------------------------|--|
| Sección: | 1.50 m y 2.50 m de ancho. |
| Sentido de circulación: | Deberá ser unidireccional, con el mismo sentido de circulación de la vialidad. |
| Señalamiento vertical: | Informativa. SS-2 Infraestructura ciclista delimitada o segregada y restrictiva. SR-12 Prohibido el paso a motocicletas. |
| Señalamiento horizontal: | MP-2 Raya separadora de carriles exclusivos, continúa doble. MP-10 Marca para identificar infraestructura ciclista exclusiva. |
| Pacificación de tránsito: | Colocación de reductores de velocidad de tipo trapezoidal para asegurar que la velocidad en el carril no sea mayor a 30 km/h. |

Vías ciclistas segregadas o “ciclovías”

“Una ciclovía es un carril de circulación exclusiva para ciclistas, físicamente segregado del tránsito automotor. Puede estar confinado con elementos fijos en el pavimento o semifijos” (SEDATU, 2019, p. 145). Este tipo de infraestructura preferentemente debe colocarse en el extremo derecho de la calle o vía y es viable para velocidades permitidas entre los 50 y 70 km/h.

Tabla 17. Especificaciones de las vías ciclistas segregadas o “ciclovías”. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

| | |
|--------------------------|--|
| Sección: | Unidireccional de 2.00 m y 4.00 m de ancho, con un ancho mínimo de 1.50 m, bidireccionales con un ancho de 3.50 a 4.00 m. |
| Sentido de circulación: | El mismo que el de la vialidad a menos que sea una ciclovía bidireccional. |
| Señalamiento vertical: | Señalamiento informativo: SS-2 Infraestructura ciclista delimitada o segregada además señalamientos informativos de destino Señalamiento restrictivo de SR-12 Prohibido el paso a motocicletas. |
| Señalamiento horizontal: | MP-2 Raya separadora de carriles exclusivos, continúa doble. MP- 10 Marca para identificar infraestructura ciclista exclusiva. MP-6.2 Rayas para cruce de ciclistas. |

Vías ciclistas de trazo independiente

Este tipo de infraestructura se coloca en “áreas verdes, parques, derechos de vía, cauces o zonas federales, áreas naturales protegidas y áreas interurbanas” (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, p. 66). Si es unidireccional su ancho mínimo es de 1.50 m, pero si es bidireccional el ancho es de 2.60 a 4.00 m.

2.11 Urbanismo

De acuerdo con la Real Academia Española (RAE, 2023c), se define al urbanismo como el “conjunto de conocimientos relacionados con la planificación y desarrollo de las ciudades.” Una ciudad es un ambiente urbano integrado por: el ambiente natural, el ambiente construido y la sociedad (Mabel, 2011, p. 202). Son varios los campos de estudio y aplicaciones del urbanismo,

sin embargo, uno de los principales es mejorar la convivencia de todos los ambientes, sin dañarse el uno al otro.

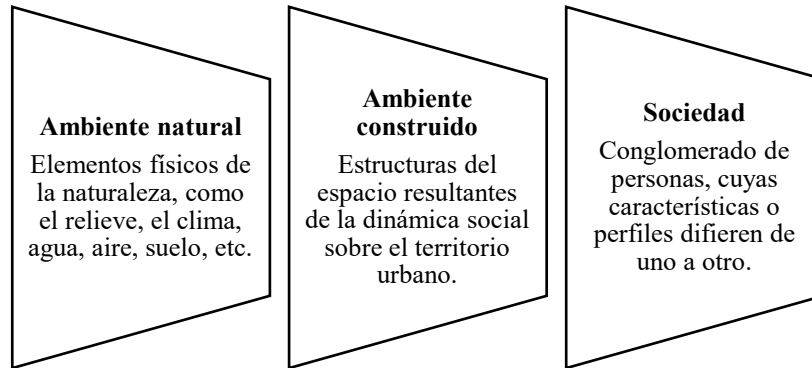


Ilustración 37. Componentes del ambiente urbano. Fuente: Mabel, 2011.

El proceso de urbanización de una población generalmente se desarrolla de forma desordenada debido que no se contaba con una planeación de las ciudades, sin embargo, no en todas las ciudades es el caso. De acuerdo con SEDATU (2019), los tipos de traza urbana más comunes en México son: plato roto, reticular y anular (p. 56). A continuación, se describen las características principales de cada una de ellas.

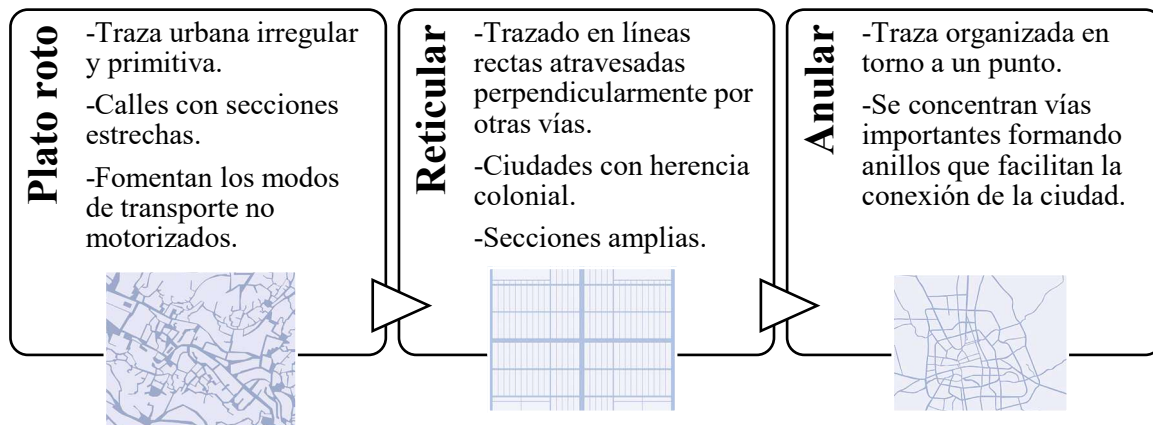


Ilustración 38. Tipos de traza urbana más comunes en México. Fuente: SEDATU, 2019.

Identificar el tipo de traza urbana nos permite analizar su conectividad, es decir, que para la planeación de proyectos viales se logra proponer mejores soluciones y medios de transporte que permitan una mejor conexión de lugares, de forma segura, incluyente y sostenible.

2.12 Uso de suelo

De acuerdo con el Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos (2021) en la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, se considera uso de suelo, a “los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas o predios de un Centro de Población o Asentamiento Humano” (p. 5).

Dentro de la movilidad identificar los tipos de uso de suelo permite detectar las necesidades de diseño y operación de los usuarios en las vías terrestres, además de comprender el origen-destino de la población, con el fin de implementar mejores modalidades tanto en infraestructura, como en los medios de transporte.

En esta investigación, se realizó la clasificación de uso de suelo urbano, a partir de la Carta Urbana Digital del municipio de Puebla, “en la cual se ilustran los usos y destinos del suelo, las densidades permitidas, los coeficientes de uso del suelo, las restricciones para el uso del suelo urbano, y las áreas de protección del patrimonio natural y cultural” (Instituto Municipal de Planeación [IMPLAN], 2022). Sin embargo, para este trabajo de investigación, solo se aplicaron los usos de suelo correspondientes a la zona de estudio, los cuales se describen a continuación.

- Comercios y servicios: Zonas dedicadas a la venta de productos y servicios para los habitantes de las zonas urbanas.
- Parque urbano: “Espacio que se dedica a praderas, jardines y arbolado, con ornamentos diversos, para el esparcimiento de sus habitantes” (RAE, 2023a).
- Zona arqueológica: “Lugar o paraje natural donde existen bienes muebles o inmuebles susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica” (RAE, 2023b).
- Zona de monumentos: Este tipo de zona es la que contiene “bienes muebles e inmuebles producto del establecimiento de la cultura hispánica en el país;

construidos del siglo XVI al XIX” (Instituto Nacional de Antropología e Historia [INAH], s.f.), dentro de esta clasificación de igual manera, se encuentra la arquitectura actual civil representativa.

- Equipamiento: “Conjunto de inmuebles, instalaciones y espacios, de uso predominantemente público, utilizadas para prestar a la población los servicios urbanos, y desarrollar actividades económicas, culturales, de esparcimiento, deportivas y asistenciales, entre otras” (IMPLAN, s.f., p. 6).
- Baldíos: “Terreno no edificado, que por sus características de ubicación está inserto dentro del límite del centro de población que cuenta con vialidades y accesos, toda o casi toda la infraestructura y equipamiento urbano” (IMPLAN, s.f., p. 7).
- Zona urbana: “Área ocupada por asentamientos humanos con redes de infraestructura, equipamientos y servicios” (IMPLAN, s.f., p. 7).
- Zona agropecuaria: Zona dedicada a la producción de alimentos vegetales, además de las zonas dedicadas a la ganadería.
- Zona forestal: Espacios cubiertos por vegetación natural, como bosques, matorrales, pastizales, etc.

2.13. Equipamiento urbano y vegetación

El equipamiento o mobiliario urbano son “objetos creados por el hombre involucrados en la habilitación de los espacios y vías públicas, cuya finalidad es la de atender una necesidad social o prestar un determinado servicio al ciudadano” (Del Real, 2013, pp. 34-35). El mobiliario urbano, debe ir colocado en la Franja mixta de la banqueta, si se coloca en vías públicas y en todo momento deben garantizar accesibilidad, seguridad y confort.

Es variado el tipo de mobiliario urbano que se puede implementar en las áreas urbanas, sin embargo, para fines de la investigación, solo se mencionaron los existentes dentro de la zona de estudio, así como los que son necesarios. Cada uno de los lineamientos establecidos, corresponden a la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla.

Bancas

Mobiliario que tiene como finalidad brindar descanso a los usuarios de una calle, parque o espacio público, deben de ser elaboradas con material de alta durabilidad y su diseño va a depender de su contexto urbano- arquitectónico. En la Ilustración 39, se presentan las medidas adecuadas para este tipo de mobiliario.

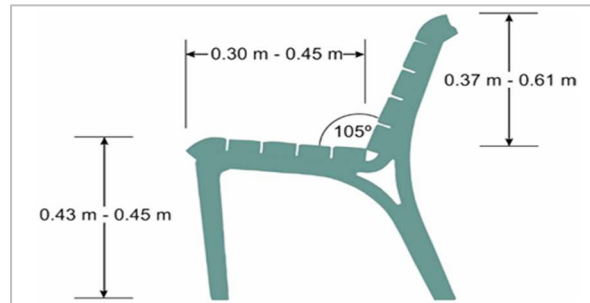


Ilustración 39. Dimensiones de una banca de acuerdo con la norma. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

En banquetas de vialidades con velocidad vehicular máxima de 30 km/h, la ubicación de las bancas corresponde al interior de la franja mixta de forma perpendicular o paralela a la banqueta, a una distancia mínima de 0.30 m del borde interior de la guarnición y un espacio libre para las piernas de 0.70 m entre la banca y la Franja de circulación peatonal (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, pp. 158-159).

Bolardos

Es una estructura de hierro, acero o piedra, que se coloca en las banquetas con el objetivo de “delimitar y resguardar las zonas peatonales de las zonas de circulación vehicular cuando ambas se encuentren al mismo nivel de piso” (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, p. 161). En la Ilustración 40, se presentan sus dimensiones y ubicación de acuerdo con la norma.

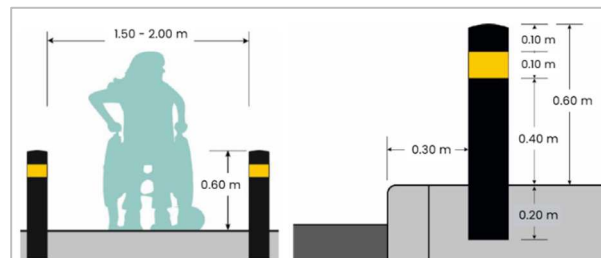


Ilustración 40. Bolardos, sus dimensiones y ubicación de acuerdo con la norma. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017

Botes papeleros

Mobiliario urbano con el objetivo de recolectar los residuos orgánicos e inorgánicos de los usuarios de vías o espacio públicos. En la Ilustración 41, se muestran las dimensiones adecuadas de su colocación.

Debe ser elaborado con materiales de alta durabilidad, resistente a la intemperie y preferentemente desmontable. Se colocan en las islas de mobiliario o en la Franja mixta y su esparcimiento va a depender de su baja o alta densidad de usuarios. Si el uso de suelo es habitacional y la densidad de usuarios baja corresponde a un esparcimiento cada 90 a 150 m y si la densidad es alta es de unos 60 a 90 m (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, pp. 163-164).

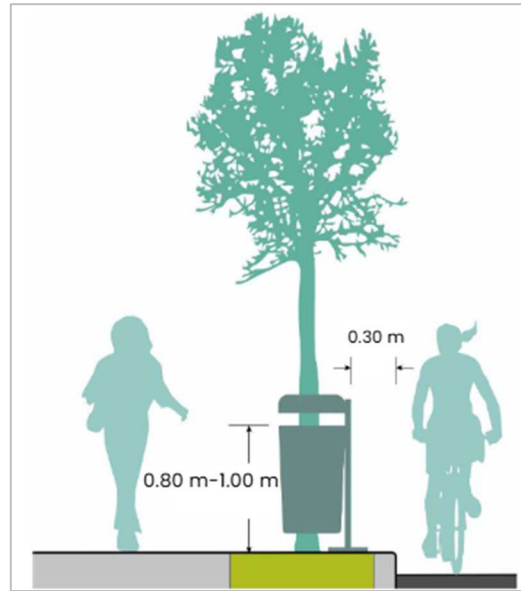


Ilustración 41. Botes papeleros, sus dimensiones y ubicación de acuerdo con la normativa. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

Luminaria

Mobiliario cuyo objetivo es presentar alumbrado a las horas del día sin luz solar, se coloca en la Franja mixta de la banqueta a una distancia mínima de 0.15 m entre el borde de la guarnición y el punto más próximo del poste, sin embargo, estas preferentemente no deben invadir la Franja de circulación, asimismo, no deben obstruir la entrada a ningún predio o entrada, además, la catenaria del cableado deberá encontrarse a una altura mayor de 5.30 m sobre el nivel de la banqueta (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, pp. 179-180).

Mobiliario para estacionamiento de bicicletas

Este consiste en un soporte de “U” invertida para aparcamiento de bicicletas en vías públicas, parques o plazas. En la Ilustración 42, se presentan de manera detallada los lineamientos y materiales de este tipo de mobiliario de acuerdo con la norma.

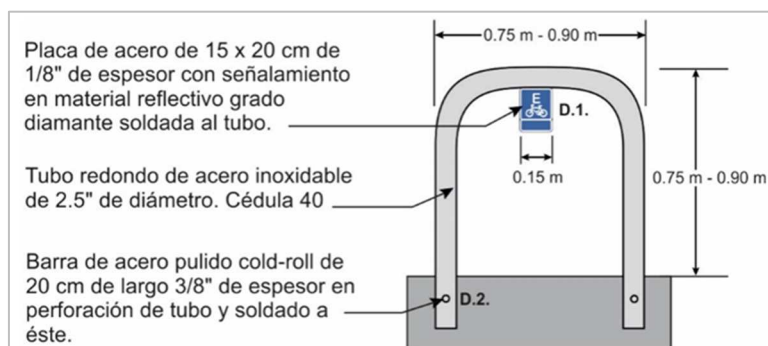


Ilustración 42. Lineamientos para el mobiliario de estacionamiento de bicicletas. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

En espacios abiertos como parques y jardines preferentemente el mobiliario deberá estar cubierto por techado, para mejor resguardo (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, pp. 168-169).

Vegetación urbana

“Comprende árboles, arbustos, cactáceas, cubresuelos, herbáceas y otros elementos vivos de origen vegetal” (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, p. 180), esenciales en el diseño urbano y los ecosistemas dentro de las ciudades. Los beneficios de su implementación son varios, entre aspectos

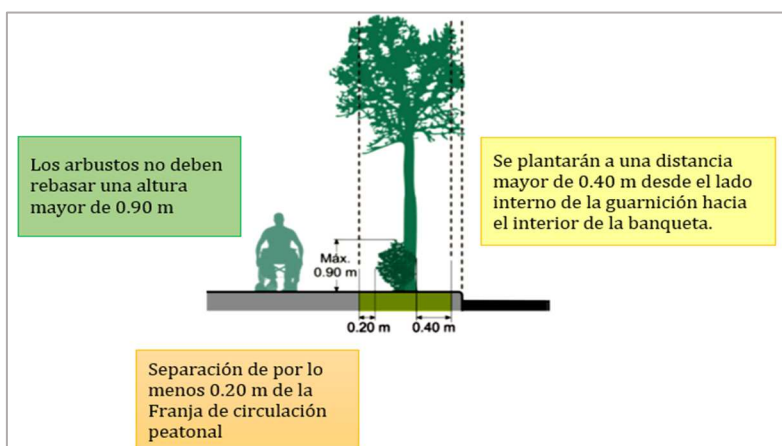


Ilustración 43. Dimensiones en la colocación de vegetación urbana. Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

ambientales, sociales y de diseño urbano. La elección de vegetación urbana se hace de acuerdo con el Catálogo de Especies permitidas para la restitución de la masa vegetal de la cobertura perdida del municipio de Puebla, elaborado por Comisión de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente en el 2014 (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, p. 181).

La colocación de vegetación urbana en las banquetas se hace sobre la Franja mixta asegurando que no reduce espacio sobre la Franja de circulación, asimismo, se debe destinar una

superficie mayor a 1 m² para cada árbol plantado. En la Ilustración 43, se muestran las especificaciones para la colocación de vegetación urbana sobre las banquetas.

En parques y plazas la vegetación urbana debe cubrir como mínimo el 80% del área total de los mismos, asegurando el confort de todos los usuarios en dicho espacio, además de permitir un crecimiento optimo de las especies. Si la vegetación se encuentra cerca de las áreas de circulación de peatones, se deben respetar las mismas especificaciones de colocación anteriores.

2.14 Señalamiento

Son dispositivos o marcas colocados en las vías terrestres con la función de “reglamentar, informar y advertir de las condiciones prevalecientes y eventualidades acerca de rutas, direcciones, destinos y lugares de interés donde transitan los usuarios” (SCT, 2014). Se clasifican en señalamiento vertical y señalamiento horizontal.

A continuación, se describen sus principales características y lineamientos, de acuerdo con el Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad, establecido por la SCT. Todo el señalamiento descrito es en base al existente en la zona de estudio o al que se propone implementar.

2.14.1 Señalamiento vertical

Son un “conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos u otras estructuras, integradas por leyendas y pictogramas” (SCT, 2014) que se clasifican de acuerdo con su función: preventivas, restrictivas, informativas, turísticas y de servicio.

Señalamiento vertical preventivo

Este señalamiento “tienen por objeto prevenir al usuario sobre la existencia de algún riesgo potencial en la carretera y su naturaleza” (SEDATU, 2019). Las dimensiones de su colocación en zonas urbanas se expresa la Ilustración 44 y sus principales características en la Tabla 18. De

manera general son señales bajas, sin embargo, en algunos casos suelen colocarse en estructuras elevadas existentes y de igual manera, pueden complementarse con tableros adicionales.

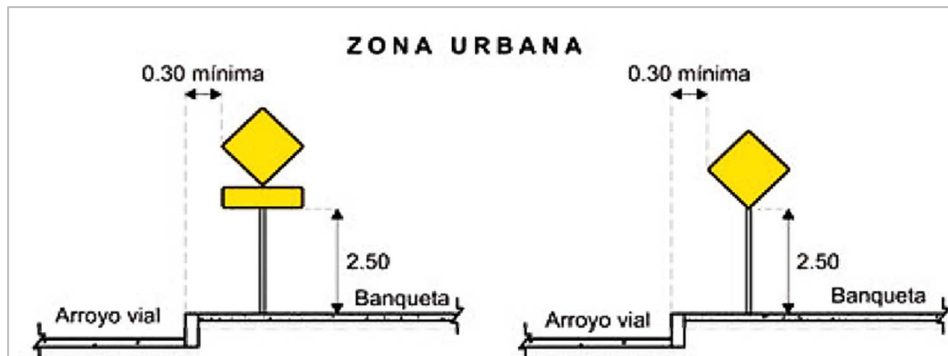


Ilustración 44. Ubicación del señalamiento vertical preventivo en zonas urbanas. Fuente: SCT, 2014.

Tabla 18. Especificaciones del señalamiento vertical preventivo. Fuente: SCT, 2014.

| Forma | Tamaño (cm) | Color |
|---|---|---|
| Cuadrada con las esquinas redondeadas, excepto la escolar con forma pentagonal. | Arterias principales: 86 × 86. Vías secundarias: 71 × 71. Escolares: 71 × 71. | Amarillo reflejante, pictograma en negro. |

Señalamiento vertical restrictivo

Este señalamiento tiene como objetivo “indicar al usuario sobre la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad” (SCT, 2014).

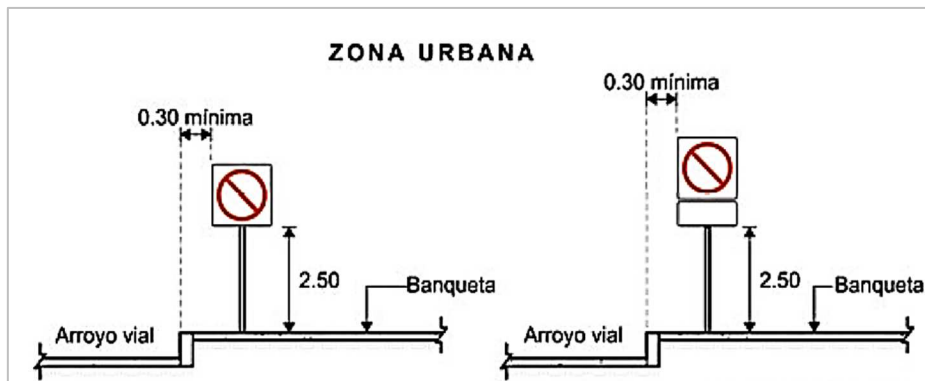


Ilustración 45. Ubicación del señalamiento vertical restrictivo en zonas urbanas. Fuente: SCT, 2014.

Tabla 19. Especificaciones del señalamiento vertical preventivo. Fuente: SCT, 2014.

| Forma | Tamaño (cm) | Color |
|--|--|--|
| Cuadrados con las esquinas redondeadas, excepto, ALTO con forma octagonal y CEDA EL PASO con forma de triángulo. | Vías secundarias: 71 x 71. Vías principales: 86 x 86. ALTO: 30 cm por lado. CEDA EL PASO: 85 cm por lado. | Blanco reflejante con anillo de color rojo reflejante, excepto, ALTO y CEDA EL PASO. |

Señalamiento vertical informativo

Tiene como propósito orientar al “usuario a lo largo de su itinerario por carreteras y vialidades urbanas, e informarle sobre los nombres y la ubicación de las ciudades o localidades y de dichas vialidades, lugares de interés, las distancias en kilómetros y ciertas recomendaciones” (SCT, 2014). Se clasifican de acuerdo con su función:

- 1) Señales informativas de identificación,
- 2) Señales informativas de destino,
- 3) Señales informativas de recomendación y
- 4) Señales de información general.

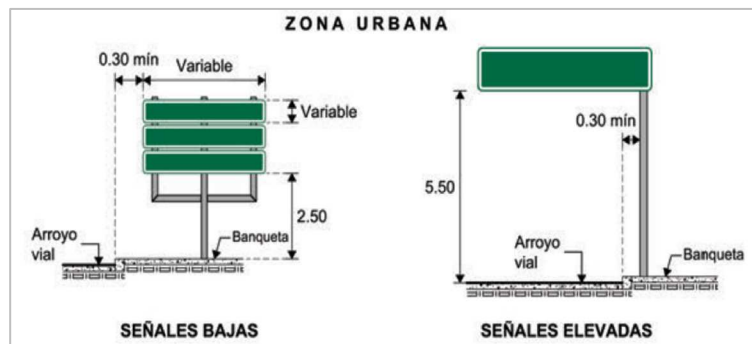


Ilustración 46. Ubicación del señalamiento vertical informativo en zonas urbanas. Fuente: SCT, 2014.

El color de los tableros puede ser blanco, verde, azul o amarillo reflejante, mientras que los pictogramas y letras de color negro o blanco, por otro lado, su forma es rectangular con las esquinas redondeadas. La ubicación de este tipo de señalamiento en zonas urbanas se representa en la Ilustración 46.

Señalamiento turístico y de servicios

Este tipo de señalamiento se encarga de informar la “existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico o recreativo” (SCT, 2014). Se clasifican en 1) Señales turísticas (SIT) y 2) Señales de servicios (SIS).

Generalmente la forma de sus tableros en cuadrada con las esquinas redondeadas, de igual manera, para sus flechas complementarias, sin embargo, para los tableros adicionales su forma debe ser rectangular.

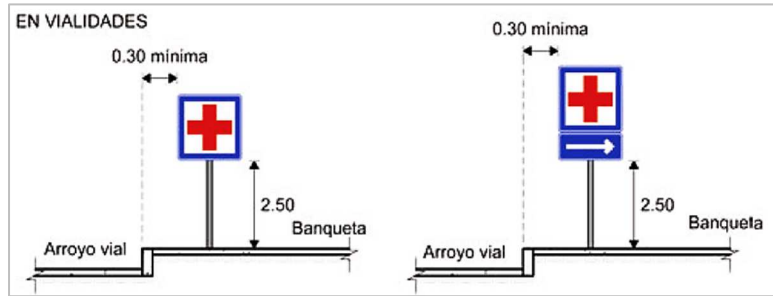


Ilustración 47. Ubicación del señalamiento vertical turística y de servicios en zonas urbanas. Fuente: SCT, 2014.

Por otro lado, el tamaño de los tableros dependerá del tipo de vialidad y su ubicación, en recintos cubiertos las dimensiones van de 15x15 cm como mínimo y 45x45 cm como máximo, en recintos abiertos el tamaño mínimo corresponde a 45x45 cm y el máximo de 61x61 cm y en vialidades la dimensión mínima es de 20x20 cm y la máxima de 117x117 cm. El color de este tipo de señalamiento es azul en el tablero y blanco con rojo en los pictogramas.

2.14.2 Señalamiento horizontal

Son un “conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas” (SCT, 2014). A continuación, se describe el señalamiento horizontal aplicable para este caso de estudio y cada una de sus especificaciones.

Raya separadora de sentidos de circulación (MP-1)

Marca que delimita los sentidos de circulación para los usuarios en vías de comunicación como carreteras, vialidades urbanas o ciclovías; la línea puede ser continua o discontinua, eso depende del tipo y ancho de vía, además, de la velocidad de circulación.

Tabla 20. Especificaciones para MP-1 Raya separadora de sentidos de circulación. Fuente: SCT, 2014.

| Tipo de señalamiento | Color | Ancho de línea | Diferencias |
|------------------------------------|-----------|----------------|----------------------------------|
| Raya continua sencilla (M-1.1). | Amarillo. | 0.10 m. | Indica que no hay rebase seguro. |
| Raya discontinua sencilla (M-1.2). | Amarillo. | 0.10 m. | Indica rebase seguro. |

Rayas para cruce de peatones o de ciclistas (M-7)

En vialidades urbanas la colocación de este tipo de señalamiento permite un cruce más seguro de peatones y ciclistas a través del arroyo vehicular. Sus especificaciones son las siguientes:

Tabla 21. Especificaciones de las rayas para cruce de peatones o de ciclistas (M-7) Fuente: SCT, 2014.

| Tipo de señalamiento | Color | Ancho y sucesión | Longitud | Largo |
|---|--|---------------------------|--|-----------------------|
| Rayas para cruce de peatones en vías primarias y para cruce de ciclistas (M-7.1). | Peatones: Amarillo. Ciclistas: Verde. | 0.40 m | Ancho de banqueta o ciclovia, entre 4.50 a 2.00 m. | Todo el ancho de vía. |
| Rayas para cruce de peatones en vías secundarias y ciclovías (M-7.2). | Peatones: Amarilla. | Línea continua de 0.20 m. | Ancho de banqueta, entre 4.50 a 2.00 m. | Todo el ancho de vía. |

Raya separadora de carriles, continua doble (M-2.2)

Este tipo de señalamiento sirve para delimitar carriles exclusivos para transporte público o ciclistas, cuando se comparte el arroyo vial con automóviles. “Las rayas deben ser de 0.10 m de ancho y la separación entre rayas debe ser igual a su ancho Si existen elementos de confinamiento o botones, la separación entre rayas debe ser igual al ancho de dichos dispositivos” (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, p. 120).

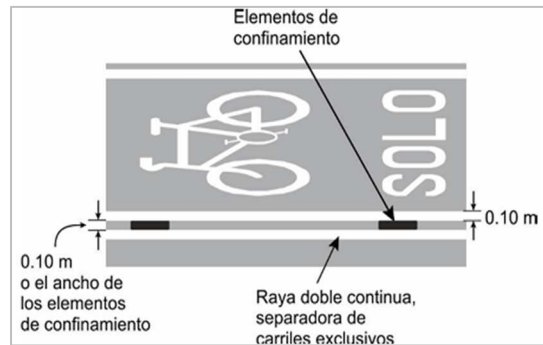


Ilustración 48. Lineamientos de raya separadora de carriles, continua doble (M-2.2). Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

Botones reflejantes y delimitadores sobre el pavimento (DH-1)

Los delimitadores son dispositivos que se utilizan en las marcas para definir los carriles en contrasentido o exclusivos, generalmente son de color amarillo o blanco en una de sus caras.

Por otro lado, los botones reflejantes son dispositivos de complemento sobre las marcas que mejoran la visibilidad de la geometría de una vialidad durante la noche o en desfavorables condiciones climáticas. Son de sección trapezoidal en ambos sentidos y de base cuadrada o rectangular, no deben sobresalir más de 2 cm del nivel del pavimento y deben ser colocados a través de un adhesivo que garantice su durabilidad. La ubicación de los delimitadores o botones reflejantes dependen del tipo de marca a complementar, en la Tabla 22 se presentan sus principales especificaciones.

Tabla 22. Especificaciones de botones reflejantes y delimitadores sobre el pavimento (DH-1). Fuente: SCT, 2014.

| Tipo de marca | Ubicación | Color |
|--|--|-----------|
| Raya continua sencilla (M-1.1). | Botón reflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, sobre la raya. | Amarillo. |
| Raya discontinua sencilla (M-1.2). | Botón reflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados. | Amarillo. |
| Raya separadora de carriles, continua doble (M-1.6). | Delimitador cada 15 m en curvas y cada 30 m en tangentes en medio de las dos rayas de carriles exclusivos o ciclovías. | Amarillo. |

Marca para identificar infraestructura ciclista compartida (MP-8)

Esta marca se utiliza para definir la prioridad ciclista en una vialidad y se coloca sobre el eje del carril en cada inicio y fin de cruce de calle, se compone de la “leyenda “PRIORIDAD” de 0.60 m de alto en color blanco y un triángulo de color verde delimitado por un filete de 0.10 m en color blanco con un símbolo de bicicleta de 1.40 por 0.80 m al centro” (Gobierno del Estado de Puebla, 2017, p. 125) y se acompaña esta señal con una flecha que indica los sentidos de circulación.

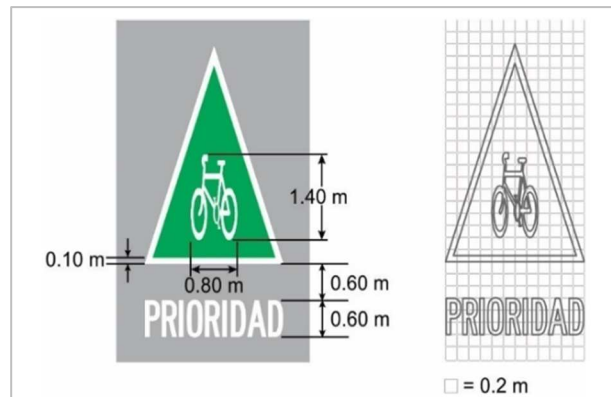


Ilustración 49. Marca para identificar infraestructura ciclista compartida (MP-8). Fuente: Gobierno del Estado de Puebla, 2017.

Capítulo III. Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) aplicadas a estudios de análisis socioespacial

3.1 Análisis socioespacial

Un análisis socioespacial dentro de un trabajo de investigación necesita considerar ciertas variables para poder comprender la zona de estudio, esto implica no solo examinar su espacio físico sino considerar varios aspectos sociales, para poder comprender mejor como se desarrollan las poblaciones dentro de su entorno. Las variables para la realización de un análisis socioespacial de acuerdo con el trabajo de Saravia (2021), son:

- 1) Materiales, es decir “tanto aspectos naturales (agua, tierra, recursos en general), como contruidos (edificaciones privadas y públicas, modificación del espacio natural) y las características de la población que habita (nivel socioeconómico, pobreza, nivel educativo, etc.)” (p. 343).
- 2) Subjetivo, la “percepción individual e intersubjetiva del espacio” (p. 343), es decir, la relación del ser humano dentro del espacio donde se encuentra, cultura, roles, etc.
- 3) Social, “maneras en que el espacio es experimentado de forma directa por los seres humanos de forma corporal, sin mediación de sistemas de representación verbales” (p. 343).

Un análisis socioespacial puede realizarse a escalas, sin embargo, las variables a analizar siempre serán las mismas.

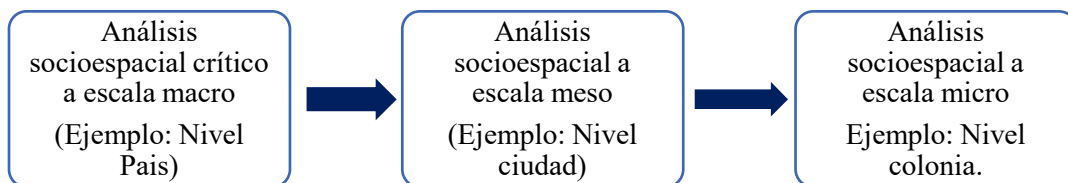


Ilustración 50. Escalas de un análisis socioespacial. Fuente: Saravia,2021.

3.2 Tecnologías de la Información Geográfica (TIG)

Las Tecnologías de Información Geográfica (TIG), está comprendida por “todas aquellas disciplinas que permiten generar, procesar o representar información geográfica, entendiendo por información geográfica cualquier variable que esta, o es susceptible de estar georreferenciada en el espacio (mediante coordenadas x, y, z)” (Chuvieco et al, 2005, p. 37).

El uso de estas tecnologías permite el manejo de datos espaciales a través de su almacenamiento, visualización, consultas, análisis de datos y modelización. En su aplicación es posible comprender la relación entre la naturaleza, las actividades humanas y su interacción. En la Ilustración 51, se representa las ciencias y disciplinas que conforman las TIG, además de sus aplicaciones principales, sin embargo, éstas pueden variar de acuerdo con el área de análisis.

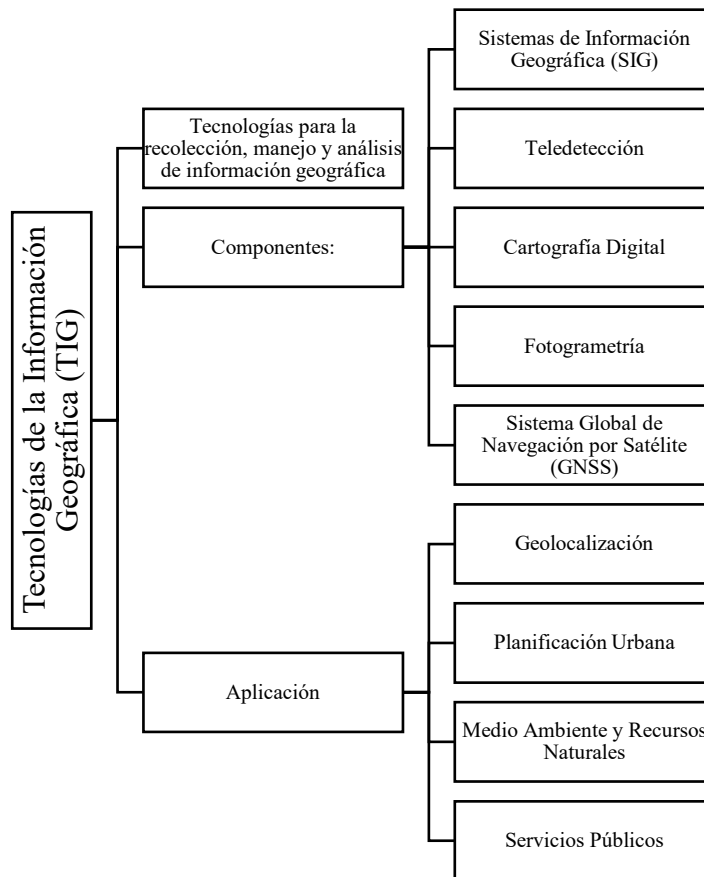


Ilustración 51. Tecnologías de Información Geográfica. Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.3 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Son un sistema constituido por “hardware, software, datos y estructura organizacional para recolectar, almacenar, manipular y analizar espacialmente datos “georreferenciados” y exhibir la información resultante de esos procesos” (Ghilani & Wolf, 2016, p. 833).

Un SIG está compuesto por cinco principales elementos básicos 1) Hardware, 2) Software, 3) Datos, 4) Personal y 5) Métodos; cada uno de estos elementos con sus propias características y funciones, pero interrelacionados entre sí (Olaya, 2020, pp. 11-12).

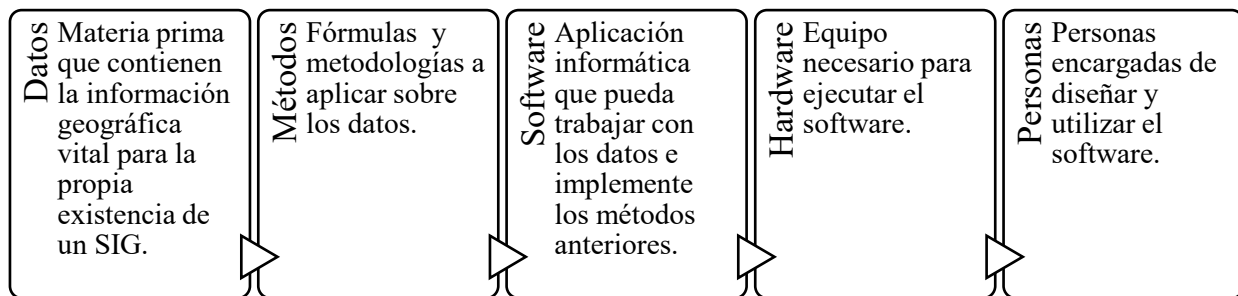


Ilustración 52. Elementos básicos que componen un SIG. Fuente: Olaya, 2020.

Los datos son la base para el procesamiento de un SIG, “son los que permiten generar la información que dará forma a los modelos conceptuales de la realidad” (Núñez, 2012, p. 45), estos son representados y almacenados en un formato digital y están compuestos principalmente por dos modelos de representación del espacio geográfico, el modelo ráster y el modelo vectorial.

Modelo ráster

Modelo formado por “cuadrados o rectángulos de igual tamaño (celdas o teselas) que representan una pequeña porción del espacio geográfico y una dimensión temática en un instante de tiempo; cada aspecto temático es almacenado en una capa de datos” (Núñez, 2012, p. 46).

Dos de los principales modelos ráster utilizados dentro de los SIG son: los Modelos Digitales de Elevación (DEM) y las imágenes digitales.

Un Modelo Digital de Elevación (DEM) es un ráster de “representación continua del relieve, constituida por la distribución espacial y regular de valores de altura de las formas del relieve terrestre y los elementos presentes sobre el mismo con respecto a un nivel de referencia o nivel medio del mar” (INEGI, 2018). A partir de este tipo de modelos es posible extraer elementos como curvas de nivel, flujos de agua, pendientes, etc. A través de la página de INEGI, se realizó la descarga de dos DEM de la zona de estudio, productos derivados de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados, y para fines de la investigación presentan las siguientes características:

Tabla 23. Datos técnicos de los Modelos Digitales de Elevación (DEM) descargados de INEGI. Fuente: INEGI, s.f.

| Clave | Escala | Resolución | Datum | Edición | Tipo de archivo |
|----------|----------|------------|----------------------|---------|-----------------|
| E14B45b3 | 1:10 000 | 5 m | ITRF08 época 2010.0. | 2018 | BIL |
| E14B45a4 | 1:10 000 | 5 m | ITRF08 época 2010.0. | 2018 | BIL |

Por otro lado, las imágenes digitales son capas ráster que tienen origen desde un sensor digital que genera una estructura en forma de malla conformada por píxeles, estas imágenes modelan geográficamente una porción de territorio dentro de un sistema coordinado, además está conformado por bandas, es decir, que los sensores toman diferentes tipos de reflectancia en una determinada longitud de onda (Olaya, 2020, pp. 70-71). La obtención y características de las imágenes digitales se abordaron más adelante en la investigación.

Modelo vectorial

El modelo vectorial representa el espacio geográfico mediante una serie de entidades geométricas, estas entidades son de tres tipos: puntos, líneas y polígonos. La ventaja de este tipo de modelo es que su estructura de datos es más compacta que un modelo ráster, además permiten una mejor visualización de los elementos geográficos a representar.

En la Tabla 24, se describen las entidades geométricas que permiten la representación de un modelo vectorial, conceptos extraídos a partir del manual de Puerta, Rengifo y Bravo (2011).

Tabla 24. Entidades geométricas que conforman un modelo vectorial. Fuente: Puerta, Rengifo y Bravo (2011).

| Entidades geométricas | |
|-----------------------|---|
| Punto | Objeto representado como coordenadas (X, Y, Z) y no presenta dimensiones. |
| Línea | Objeto construido por una cadena de puntos. |
| Polígono | Conjunto de puntos, donde el punto de inicio es igual al punto final, formando así una figura geométrica. |

El formato que contiene y representa un modelo vectorial dentro de un SIG, es un shapefile, este modelo de datos contiene las entidades geométricas que representan el área geográfica de interés y contiene la localización de los elementos geográficos a partir de un Datum y los atributos asociados a ellos.

Un shapefile, está constituido por tres archivos con el mismo nombre, pero con diferente extensión. “. SHP almacena las características geométricas de los objetos, .SHX almacena el índice de los datos espaciales y .DBF base de datos de dBASE en donde se almacenan los atributos temáticos de los objetos (tabla de atributos)” (Puerta, Rengifo y Bravo, 2011, p. 51).

QGIS

QGIS es un Sistema de Información Geográfica de código abierto, que nació en el año 2002 y se estableció como un proyecto en SourceForge en junio del mismo año (Equipo de desarrollo de QGIS, 2024).

Es un programa compatible con cualquier sistema operativo de un ordenador con el cual es posible utilizar herramientas de análisis vectorial y ráster, muestreo, geoprocésamiento, geometría, tablas de atributos y gestión de bases de datos, para el análisis de información geográfica en determinada área de interés, de igual manera, permite visualizar, gestionar, editar y diseñar

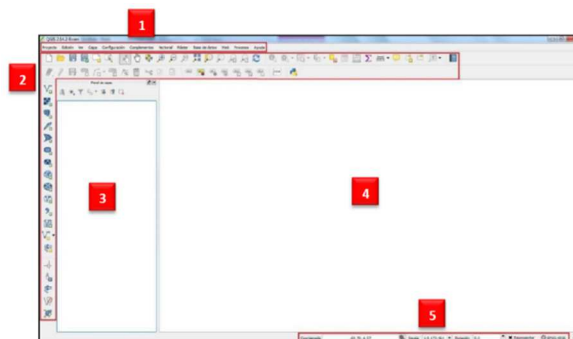


Ilustración 53. Pantalla principal de QGIS. Fuente: WCS, 2018.

mapas. Cuenta con mapas bases, imágenes satelitales de diferentes misiones y complementos para mejor análisis de datos.

La versión de QGIS utilizada para el desarrollo de cartografía temática en la investigación fue la QGIS 3.28 Firenze, la pantalla se divide en cinco zonas. 1) Barra de Menú, 2) Barra de Herramientas, 3) Panel de capas, 4) Área de visualización del mapa y 5) Barra de estado (Wildlife Conservation Society [WCS], 2018), la ubicación cada una de ellas se muestran en la Ilustración 53.

La principal ventaja de QGIS, es que, al ser un software de formato libre es posible el análisis de datos geoespaciales y el desarrollo de cartografía digital, de la misma manera que te ofrece un SIG de mayor costo.

Análisis ráster: aspecto y mapa de sombras

El *mapa de sombras* es una herramienta de análisis ráster que se obtiene a través de un Modelo Digital de Elevación (DEM) y se calcula de acuerdo con la posición del sol, tiene las opciones de cambiar tanto el ángulo horizontal (acimut) como el ángulo vertical (elevación del sol). El propósito de esta herramienta es lograr observar el relieve del terreno con valores de 0 (sombra completa) a 255 (sol completo) (Equipo de desarrollo de QGIS, 2020).

Por otro lado, la herramienta *aspecto* tiene la finalidad de obtener la dirección de la pendiente de un relieve “la capa ráster de orientación final contiene valores de 0 a 360 que expresan la dirección de la pendiente, comenzando desde el norte (0°) y continuando en el sentido de las agujas del reloj” (Equipo de desarrollo de QGIS, 2020).

A través de la superposición de los modelos extraídos de *mapa de sombras*, *aspecto* y la capa de elevación es posible tener una mejor representación del relieve.

Herramientas de análisis hidrológicos con el SIG GRASS

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) es un SIG de código abierto a través del cual es posible realizar análisis: vectoriales, ráster, temporales, hidrológicos, terrenos, nubes de puntos, ráster 3D, estadísticas espaciales, etc. En esta investigación se aplicaron las siguientes herramientas de este SIG a través del software de QGIS para la realización de análisis hidrológicos en la zona de estudio.

- **r.fill.dir:** “Filtra y genera un mapa de elevación sin depresión y un mapa de dirección de flujo a partir de un mapa ráster de elevación determinado” (GRASS GIS, 2023), como único dato de entrada se ingresa un Modelo Digital de Elevación (DEM), a través del cual se obtiene un DEM sin depresiones, es decir un modelo corregido parcialmente en sus valores de elevación, y en el proceso se pueden agregar parámetros avanzados.
- **r.watershed:** Es una herramienta que genera un “conjunto de mapas que indican: 1) la acumulación de flujo, la dirección del drenaje, la ubicación de los arroyos y las cuencas hidrográficas, y 2) los factores LS y S de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE)” (GRASS GIS, 2023). Para hacer uso de esta herramienta se ingresa como dato de entrada un DEM sin depresiones y en el proceso se indican parámetros adicionales.
- **r.stream.extract:** Herramienta que “extrae arroyos en formato ráster y vectorial de un mapa de elevación de entrada requerido y un mapa de acumulación de entrada opcional” (GRASS GIS, 2023) el cual es generado a través de la herramienta r.watershed. A continuación, se describen los parámetros necesarios para la extracción de una red de flujos de agua.

Tabla 25. Parámetros para la extracción de arroyos de agua con la herramienta r.stream.extract. Fuente: GRASS GIS, 2023.

| Parámetros | |
|--|---|
| Mapa ráster de elevación de entrada: | Nombre del mapa ráster de elevación de entrada |
| Mapa ráster de acumulación de entrada: | Nombre del mapa ráster de acumulación de entrada |
| Acumulación mínima de caudal para los arroyos: | Acumulación mínima de caudal para los arroyos. Debe ser > 0 |
| Tipo de salida: | Entidad vectorial en la que se representaran los flujos |
| Formato de salida: | Vectorial o ráster |

3.4 Percepción Remota o Teledetección

La teledetección es la “técnica para detectar objetos terrestres a distancia. Para hacer teledetección se necesita un sensor que sea capaz de registrar radiación electromagnética de la superficie de la Tierra, los objetos terrestres y la plataforma portadora de ese sensor” (IGN, 2020, p. 3). De igual manera involucra las actividades de procesamiento de imágenes y los resultados obtenidos.

Uno de los principales objetivos dentro de la percepción remota es la obtención de imágenes satelitales y su procesamiento. Para la obtención de dichas imágenes se requiere del uso de sensores, un dispositivo electróptico que convierte la energía electromagnética en una señal capaz de ser almacenada de manera digital.

Un sistema sensor cuenta con diferentes tipos de resoluciones, esta resolución puede ser definida como, la “capacidad para registrar, discriminar y localizar, información a detalle de un objeto de la superficie terrestre” (Peguero, 2016, p. 44). En la Tabla 26, se definen cada una de las resoluciones. A partir de la información que se quiera obtener a través del sensor, va a ser el grado de resolución que se necesite aplicar, debido a que no es posible que todas se complementen entre sí.

Tabla 26. Tipos de resoluciones en los sensores remotos. Fuente: Peguero Orta, 2016.

| Tipo de Resolución | Características |
|---------------------------|--|
| Resolución espacial: | Medida de la distancia angular o lineal más pequeña que puede captar un sensor en la superficie de la tierra, representada por un píxel. |
| Resolución espectral: | Indica el número y anchura de las bandas en las que el sensor puede captar radiación electromagnética. |
| Resolución radiométrica: | Indica la sensibilidad del sensor, es decir, la capacidad de discriminar entre pequeñas variaciones en la radiación que capta. |
| Resolución temporal: | Indica el intervalo de tiempo entre cada imagen obtenida por la plataforma. |

Para la obtención de imágenes satelitales se han creado variables misiones a través de los años, entre ellas se encuentran: LANSAT, SENTINEL, ASTER, entre otros, cada una con sus propios objetivos, resoluciones, características técnicas y aplicaciones. Sin embargo, para fines de esta investigación se hizo uso de imágenes satelitales de la misión Sentinel 2, a continuación, se describen las características técnicas.

Misión Sentinel 2

Es una misión de la Agencia Espacial Europea (ESA, 2015), donde el primer satélite puesto en órbita fue el 23 de junio de 2015, con el objetivo de obtener imágenes multiespectrales de alta resolución para el monitoreo de la superficie terrestre. Con un sensor que obtiene “13 bandas espectrales: cuatro bandas a 10 m, seis bandas a 20 m y tres bandas a 60 m de resolución espacial” (p. 9).

La misión se compone de dos satélites idénticos (Sentinel 2A y Sentinel 2B), con un peso aproximado de 1.2 toneladas, en un ángulo de 180° entre sí, una órbita heliosincrónica y una altitud media de 786 km. El instrumento multiespectral (MSI) que tiene los satélites funcionan de forma pasiva, es decir que captura la luz solar reflejada por la Tierra (ESA, 2015, p. 17). Los tipos de productos obtenidos por la misión Sentinel 2, de acuerdo con la ESA (2015) son:

- Nivel-0: Mosaico de 25x23 km,
- Nivel-1A: Mosaico de 25x23 km
- Nivel-1B: Mosaico de 25x23 km
- Nivel-1C: Mosaico de 100x100 km
- Nivel-2A: Mosaico de 100x100 km

El tipo de producto utilizado para la investigación es un Nivel-1C, el cual “se compone de mosaicos de 100 km² (ortoimágenes en proyección UTM/WGS84) El producto Nivel-1C resulta del uso de un Modelo de Elevación Digital (DEM) para proyectar la imagen en coordenadas cartográficas” (ESA, 2015, p. 45). En la Tabla 27 se presentan los valores de resolución en la misión Sentinel 2, de acuerdo con el tipo de banda.

Tabla 27. Resoluciones y sus valores en la misión Sentinel 2. Fuente: ESA, 2015.

| Tipo de resolución | Valor | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|--|
| Resolución temporal | Frecuencia de revisita de cada satélite de 10 días y la revisita combinada de la constelación es de 5 días. | | | | | | | | | | | | | | |
| Resolución radiométrica | <table border="0"> <tr> <td>Banda 1: 443 nm</td> <td>Banda 8: 842 nm</td> </tr> <tr> <td>Banda 2: 490 nm</td> <td>Banda 8a: 865 nm</td> </tr> <tr> <td>Banda 3: 560 nm</td> <td>Banda 9: 940 nm</td> </tr> <tr> <td>Banda 4: 665 nm</td> <td>Banda 10: 1375 nm</td> </tr> <tr> <td>Banda 5: 705 nm</td> <td>Banda 11: 1610 nm</td> </tr> <tr> <td>Banda 6: 740 nm</td> <td>Banda 12: 2190 nm</td> </tr> <tr> <td>Banda 7: 783 nm</td> <td></td> </tr> </table> | Banda 1: 443 nm | Banda 8: 842 nm | Banda 2: 490 nm | Banda 8a: 865 nm | Banda 3: 560 nm | Banda 9: 940 nm | Banda 4: 665 nm | Banda 10: 1375 nm | Banda 5: 705 nm | Banda 11: 1610 nm | Banda 6: 740 nm | Banda 12: 2190 nm | Banda 7: 783 nm | |
| Banda 1: 443 nm | Banda 8: 842 nm | | | | | | | | | | | | | | |
| Banda 2: 490 nm | Banda 8a: 865 nm | | | | | | | | | | | | | | |
| Banda 3: 560 nm | Banda 9: 940 nm | | | | | | | | | | | | | | |
| Banda 4: 665 nm | Banda 10: 1375 nm | | | | | | | | | | | | | | |
| Banda 5: 705 nm | Banda 11: 1610 nm | | | | | | | | | | | | | | |
| Banda 6: 740 nm | Banda 12: 2190 nm | | | | | | | | | | | | | | |
| Banda 7: 783 nm | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resolución espacial | <p>10 m: (Banda 2), (Banda 3), (Banda 4), (Banda 8).</p> <p>20 m: (Banda 5), (Banda 6), (Banda 7), (Banda 8a), (Banda 11), (Banda 12).</p> <p>60 m: (Banda 1), (Banda 9) (Banda 10).</p> | | | | | | | | | | | | | | |

Corrección de las imágenes satelitales

Una imagen satelital al ser capturada por el sensor sufre una serie de interferencias que hace que la imagen sufra perturbaciones y no se logre obtener la información requerida. Es importante que antes de su procesamiento se haga una serie de correcciones para “eliminar o minimizar las distorsiones o degradaciones producidas durante el proceso de adquisición” (Peguero, 2016, p. 205). Las correcciones por aplicar son:

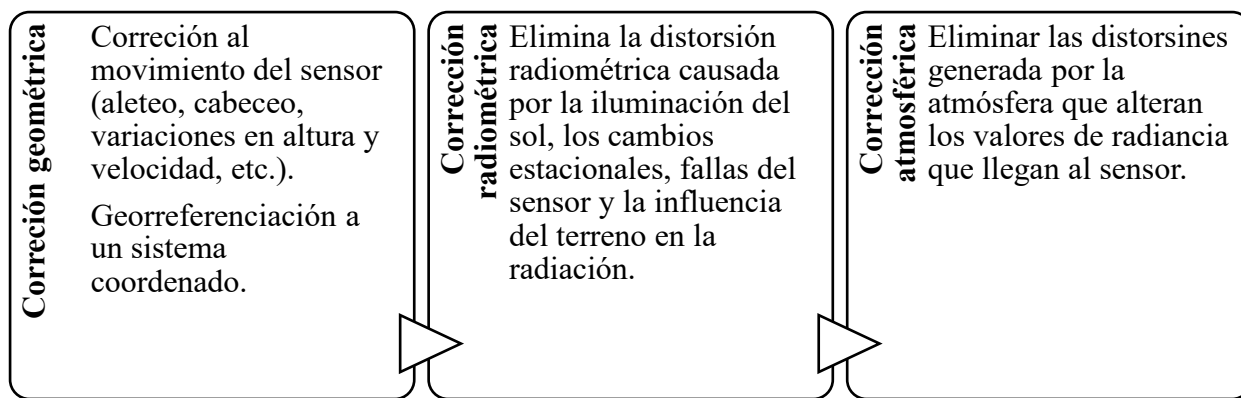


Ilustración 54. Corrección a las imágenes de satélite. Fuente: Peguero, 2016.

NDMI: Índice De Humedad de Diferencia Normalizada

Este índice, “detecta los niveles de humedad en la vegetación utilizando una combinación de bandas espectrales del infrarrojo cercano (NIR) y del infrarrojo de onda corta (SWIR)” (EOS Data Analytics [EOSDA], s.f.-a). Es muy útil para la supervisión de cultivos, pues detecta las zonas que se encuentran en estrés hídrico, además de la detección de zonas vulnerables a algún incendio forestal, pues este análisis lo hace a través del dosel, es decir, el estrato superior de una planta o árbol detectando los índices más sutiles de humedad en la vegetación.

Los valores de este índice se encuentran entre los intervalos de -1 a 1, donde, los valores cercanos a -1, representan un nivel de estrés hídrico alto, además de la poca o inexistente presencia de dosel, mientras que los valores cercanos a 1, representan lo contrario, es decir, no presentan estrés hídrico y cuentan con una cobertura de dosel más alta. La fórmula para la obtención de este índice es:

$$NDMI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

Donde:

NIR es la banda del infrarrojo cercano

SWIR es la banda del infrarrojo de onda corta

NDVI: Índice De Vegetación de Diferencia Normalizada

Es el índice de vegetación más común dentro de la percepción remota “se basa en la relación entre la cantidad de luz reflejada (reflectancia) por los rasgos en la superficie terrestre en dos regiones del espectro electromagnético, así como la emisión de una luz roja e infrarroja” (INEGI, 2022). Su principal aplicación se basa en el análisis de vegetación pues determina su cobertura en un espacio físico y el estado de vigor de la planta.

La fórmula para obtener este índice es:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Donde:

NIR es la banda del infrarrojo cercano.

RED es la banda roja.

Los valores de este índice se encuentran en un rango de -1 a 1, donde los valores cercanos a -1 representa las zonas con suelo desnudo o poca vegetación y los valores cercanos a 1, representan las zonas con mayor vegetación y estado más saludable de las especies vegetales.

3.5 Equipos de Geoposicionamiento

Los equipos de geoposicionamiento son instrumentos que nos permiten determinar la ubicación geográfica de un punto o una serie de puntos en la superficie terrestre a través de un sistema coordinado. Entre ellos se encuentra el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) y la estación total, a continuación, se describe cada uno de ellos, sus aplicaciones y funcionalidad.

Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)

El Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), “es la infraestructura espacial de satélites generadores de señales que permite a los usuarios de receptores con un dispositivo compatible, determinar su posición, velocidad y tiempo mediante el procesamiento de las señales de satélite” (Berné, Garrido, y Capilla, 2019). Estos sistemas proveen posicionamiento geoespacial con cobertura global de manera autónoma.

Este sistema este compuesto por cuatro constelaciones de carácter global, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, GLONASS, Sistema de navegación por satélite desarrollado en Rusia, GALILEO, sistema desarrollado por la Agencia Espacial Europea (ESA), y BeiDou, sistema de navegación por satélite desarrollado en China.

La estructura de los sistemas de navegación por satélite se divide en tres segmentos:

1) Segmento espacial, 2) Segmento de control y 3) Segmento de usuarios, sin la existencia de alguno de estos no sería posible el funcionamiento de un GNSS.

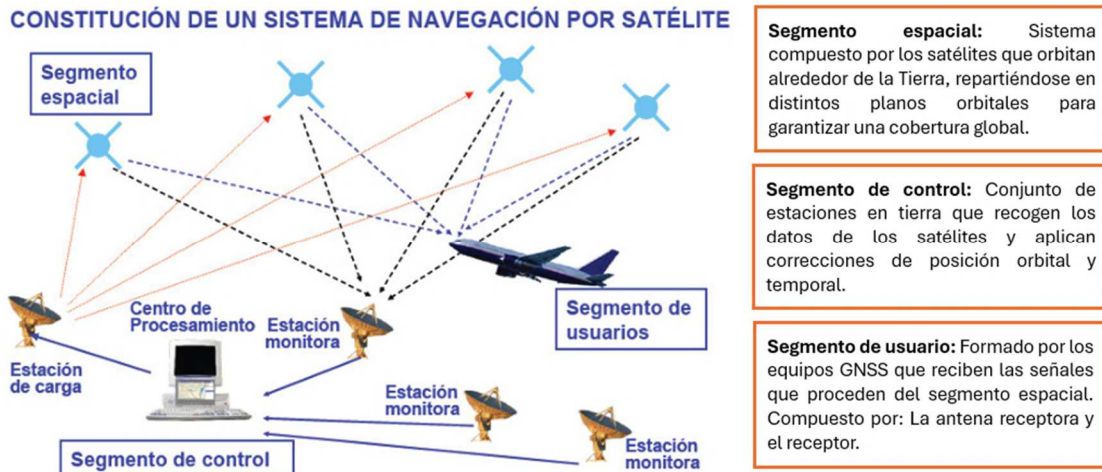


Ilustración 55. Segmentos que componen un GNSS. Fuente: García, 2008.

El cálculo de la posición de un punto sobre la superficie terrestre “depende básicamente de dos parámetros que son la posición del satélite y el reloj del mismo. Dicha información es recogida en la señal enviada por el satélite hasta el receptor” (García, 2008, p. 11). La descripción del proceso para cálculo de una posición se presenta a continuación.

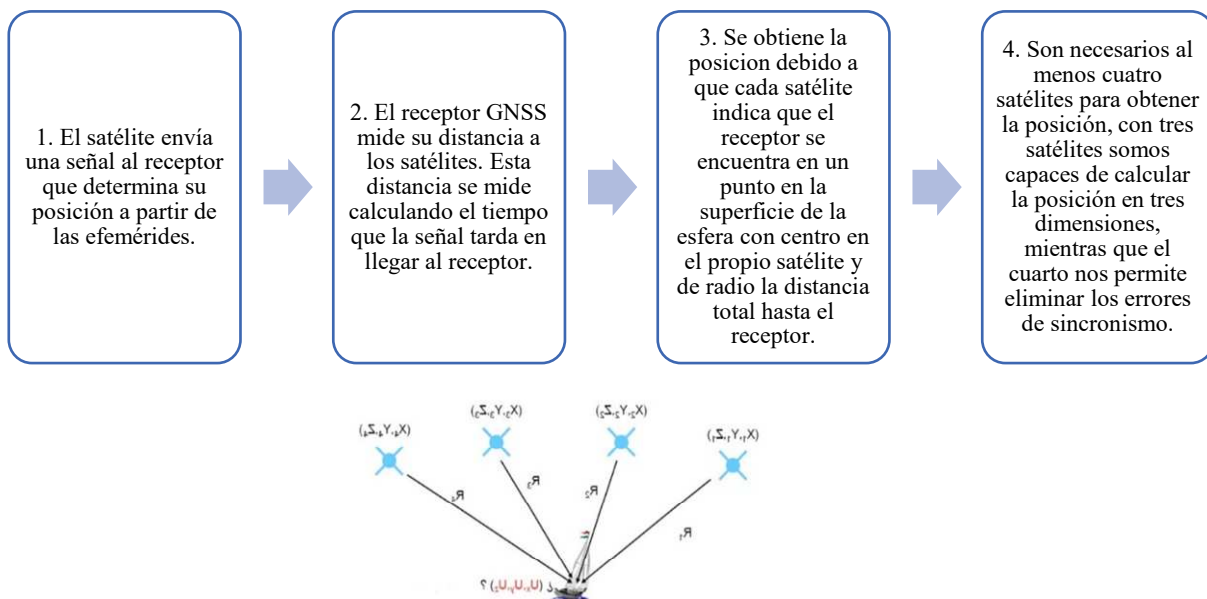


Ilustración 56. Proceso de la obtención de posición un punto sobre la superficie terrestre con un GNSS. Fuente: García, 2008.

Son diversos los factores que influyen a que la señal procedente de cada satélite pueda verse afectada como lo son: sesgos de los relojes del satélite y del receptor, la refracción ionosférica y troposférica, errores en las efemérides del satélite, las trayectorias múltiples, el centrado deficiente del instrumento, las mediciones de la altura de la antena, la geometría del satélite, etc. (Ghilani & Wolf, 2016, p. 338), cada uno de estos factores disminuyen la precisión del posicionamiento.

Estación Total

La estación total es un “instrumento topográfico que se compone de tres elementos básicos: un instrumento de medición electrónica de distancias (MED), un componente electrónico de medición de ángulos y una computadora o microprocesador, en una sola unidad” (Ghilani & Wolf, 2016). Este tipo de instrumentos permite la medición de ángulos horizontales y verticales, así como de distancias y alturas que permite la obtención de desniveles y coordenadas.

El aparato completo está conformado por accesorios indispensables, para un trabajo óptimo, estos son: el trípode, la base nivelante, estación total, prisma con bastón o tarjeta reflejante.



Ilustración 57. Accesorios de una estación total. Fuente: Elaboración propia, 2023.

La estación total es un instrumento con el cual es posible tener control tanto planimétrico como altimétrico, permite realizar levantamientos más rápidos y precisos y permite una descarga

fácil de datos, los cuales son exportados a un software para su tratamiento y dibujo, una vez obtenido el dibujo, este se entrega en un plano con las especificaciones técnicas solicitadas.

Los sistemas GNSS usados en conjunto con la estación total, resultan ser un gran complemento dentro de los trabajos de ingeniería, pues permite trabajar con mejores presiciones. En la Ilustración 58, se muestra el proceso a seguir para la realización de un levantamiento topográfico, haciendo uso de la estación total de acuerdo con el trabajo de Pachas (2009).

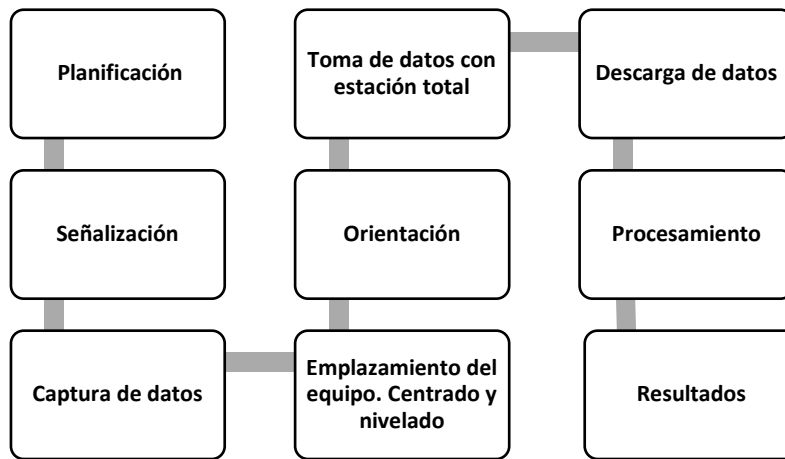


Ilustración 58. Proceso de un levantamiento topográfico. Fuente: Pachas, 2009.

Para la orientación de una estación total, se suelen utilizar tres formas diferentes:

- 1) Por coordenadas conocidas, están pueden ser obtenidas por referencia a las cartas topográficas, bancos de nivel o mojoneas y levantamientos GNSS previos.
- 2) Por orientación por azimut o al Norte, consiste en ubicar con brújula el norte magnético para orientar en esta dirección la estación total.
- 3) Coordenadas arbitrarias, se orienta con algún objeto inamovible de la zona a levantar y se colocan valores arbitrarios dentro de la estación como valores coordenados.

Capítulo IV. Aplicación de las TIG en el análisis socioespacial de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

4.1 Cartografía temática de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

El análisis socioespacial de la localidad de San Nicolás Buenos Aires se desarrolló en base a la creación de cartografía temática con el fin de conocer el espacio material de la zona de estudio. A continuación, se presenta cada uno de los mapas elaborados dentro del software de QGIS, la metodología para su elaboración y la información extraída a partir de ellos. (Para mejor visualización de cada mapa ver el ANEXO 1).

Ubicación de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

Inicialmente para elaborar el mapa fue necesario realizar la descarga de archivos vectoriales, es decir, capas en formato shapefile, que contienen entidades geométricas que representan visualmente áreas geográficas de interés, referidas a algún sistema de referencia. Este tipo de archivos fueron descargados de los geoportales de CONABIO, el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIALT) e INEGI.

La ubicación de la zona de estudio se dividió en tres mapas, el Mapa 3 se elaboró con finalidad de localizar el municipio de San Nicolás Buenos Aires dentro del Estado de Puebla, en consecuencia, se realizó la descarga del archivo vectorial de la división política de México y los municipios del Estado. Sin embargo, estas capas estaban referidas al sistema de referencia coordinado WGS84 con coordenadas geográficas, y para fines de la investigación fueron reproyectadas al Datum WGS84, con coordenadas planas Universal Transversal de Mercator (UTM), zona 14 N. Se asignó formato a cada de las capas, el nombre de los límites estatales, una escala de 1: 3,500,000 y una cuadrícula UTM cada 100,000 m.

Por otro lado, el Mapa 2 se elaboró con el propósito de identificar la localidad de San Nicolás Buenos Aires dentro del municipio con el mismo nombre, de manera que se descargó el

archivo shapefile de las localidades urbanas y rurales de México, así como la red de caminos, además, se utilizó la capa de municipios del Estado de Puebla. Los modelos vectoriales descargados, de igual manera, fueron re proyectados, en vista de que se encontraban referidos a otro sistema de referencia coordinado. Se colocó el nombre de cada una de las localidades que pertenecen al municipio de acuerdo con el asignado en la tabla de atributos, además del nombre de cada uno de los municipios colindantes. Para este mapa se designó una escala de 1:250,000 y una cuadrícula UTM cada 10,000 m.

El Mapa 1, se elaboró en base a los modelos vectoriales anteriores, solo se hizo la descarga de las manzanas de la localidad y se re proyectó al sistema de referencia establecido. También se creó una nueva capa que representa la división del municipio en cuatro secciones a través del mapa base de Google Satellite Hybrid. Se asignó el nombre de los límites municipales y la red carretera de la localidad, se aplicó una escala de 1:20,000 y una cuadrícula UTM cada 1,000 m.

Se creó una tabla adicional que contiene datos importantes de la zona de estudio, los cuales fueron extraídos de la tabla de atributos de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, datos como: área, perímetro, entidad y municipio al que pertenecen, además, de cada una de sus claves; mientras que el número de manzanas fue contabilizado dentro del software de QGIS.

Se colocaron los elementos que componen un mapa como, el título, el norte, la simbología, la cuadrícula, la escala gráfica y escala numérica; además, del cuadro de información técnica, que contiene: elipsoide, proyección, zona, banda, separación de la cuadrícula, fecha de elaboración y nombre de quien lo elaboró.

En la Ilustración 59, se presenta el mapa de la “Ubicación de la localidad de San Nicolás Buenos Aires”, que se creó dentro del software de QGIS, comenzando su representación a nivel estatal, hasta su representación local, de igual manera, a partir de este, se obtuvo un análisis el cual se describe a continuación.

Ubicación de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

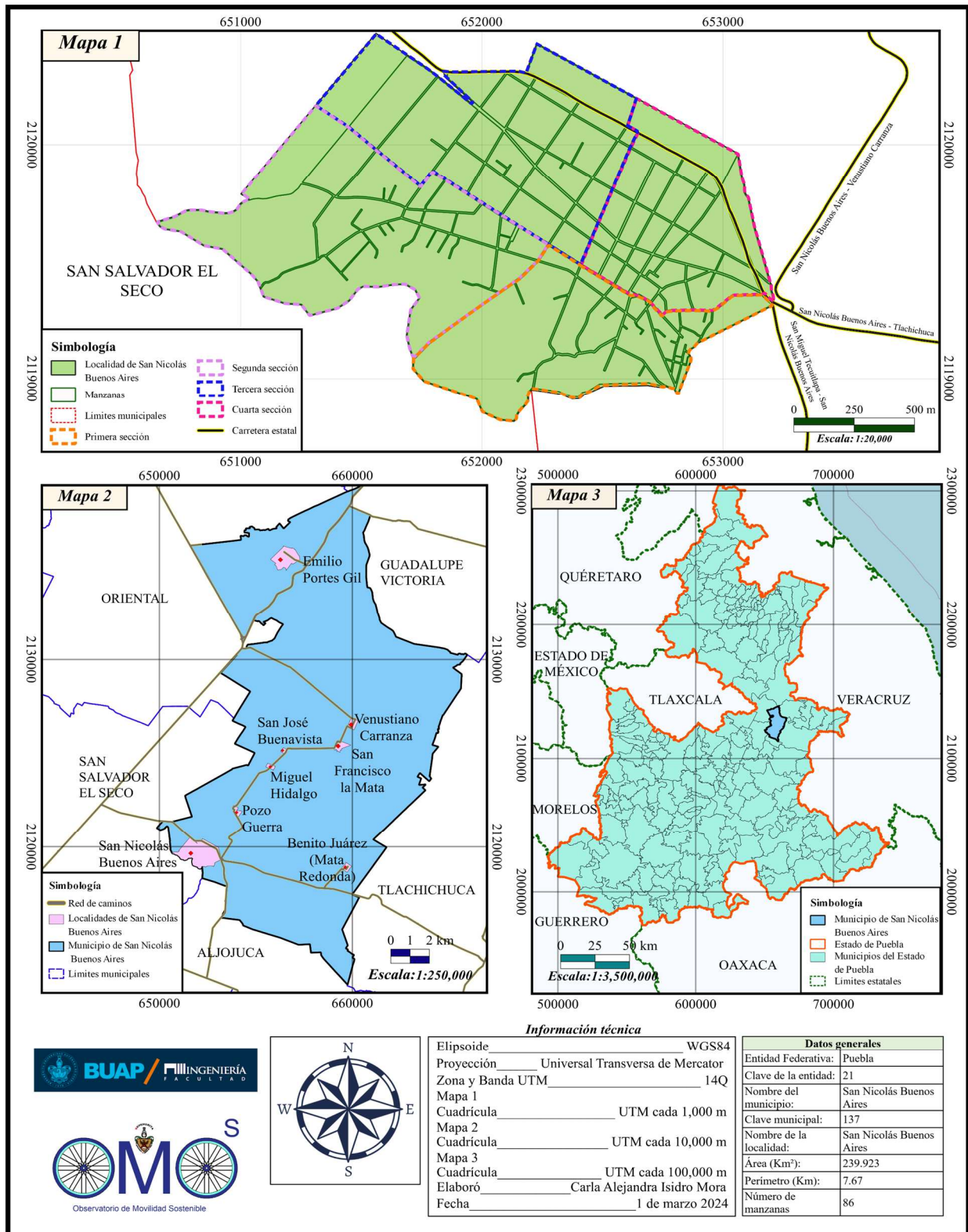


Ilustración 59. Mapa de la ubicación de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

1. La localidad de San Nicolás Buenos Aires se ubica dentro del Estado de Puebla, perteneciente al municipio del mismo nombre, esta localidad es la cabecera de todo el municipio y la que cuenta con el mayor número de habitantes.
2. La localidad de San Nicolás Buenos Aires tiene un área de 239.923 Km², un perímetro de 7.670 Km y cuenta con 86 manzanas que se dividen en cuatro secciones.
3. Las coordenadas de los límites de la localidad de San Nicolás Buenos Aires se presentan en la Tabla 28, estas fueron obtenidas a partir de QGIS.

Tabla 28. Coordenadas de los límites de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

| No. | Coordenadas geográficas | | Universal Transversal de Mercator (UTM) | |
|-----|-------------------------|------------------|---|-------------|
| | Latitud (N) | Longitud (W) | X | Y |
| 1 | 19° 9' 52.8906" | 97° 34' 2.4270" | 650650.671 | 2119668.845 |
| 2 | 19° 9' 40.7622" | 97° 32' 34.7958" | 653213.820 | 2119317.129 |
| 3 | 19° 10' 18.933" | 97° 33' 31.0242" | 651561.411 | 2120477.003 |
| 4 | 19° 9' 24.7824" | 97° 33' 11.9232" | 652133.221 | 2118816.790 |

Nota: Zona 14 y Banda Q en la proyección UTM

Hidrología de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

El territorio del municipio y la localidad de San Nicolás Buenos Aires no cuenta con ningún cuerpo de agua, sin embargo, se realizó un análisis de la red hídrica con la finalidad de comprender su comportamiento en temporada de lluvias.

Para la elaboración de este mapa, se realizó la descarga de Modelos Digitales de Elevación (DEM), de la página de INEGI, modelos ráster derivados de datos de sensores remotos satelitales con una resolución de 5 m, las características técnicas fueron descritas anteriormente en el capítulo III.

Se efectuó la descarga de dos DEM, debido a que un solo ráster no comprendía toda la zona de estudio, de ahí que dentro del software de QGIS, ambos modelos fueron unidos y reproyectados a causa de que se encontraban referidos al sistema de referencia coordinado ITRF08 época 2010.0. con proyección UTM y se cambió al Datum WGS84 con proyección UTM, zona 14 N.

A partir de este procedimiento se obtuvo un nuevo DEM, con el cual se creó un mapa de relieve para una mejor representación del comportamiento de la red hídrica. Para ello se aplicaron dos herramientas de análisis del terreno ráster, *mapa de sombras* y *aspecto* ambos con la finalidad de representar el terreno natural, a partir de su fisiografía.

Los parámetros ingresados dentro del software para la obtención del *mapa de sombras* son:

Tabla 29. Parámetros para la creación de un mapa de sombras. Fuente: Elaboración propia, 2024.

| Capa de elevación | Modelo Digital de Elevación |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Factor Z (Exageración vertical) | 200 |
| Acimut (ángulo horizontal) | 315 |
| Ángulo vertical (Altura del sol) | 45 |

A partir de los parámetros anteriores, QGIS generó el siguiente modelo ráster:

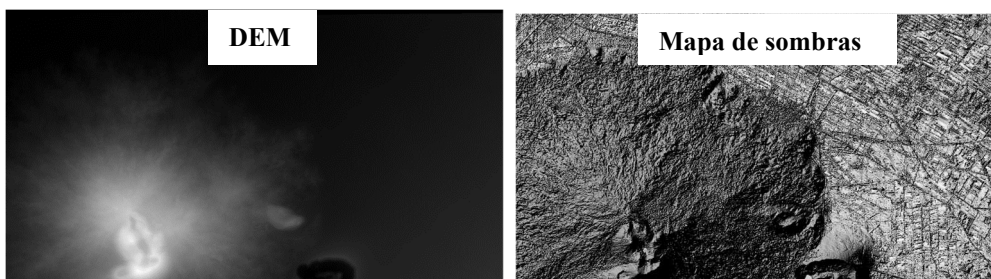


Ilustración 60. Modelo de sombras obtenido a partir de un DEM. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para la generación del *aspecto*, el cual representa la pendiente del relieve y el comportamiento de escurrimientos de agua se ingresaron los siguientes parámetros: en primer lugar, se seleccionó la capa ráster de elevación, en segundo lugar, se ingresó el valor del factor Z,

que representa la exageración vertical, aplicando un valor de 1. La siguiente ilustración representa el modelo ráster que se generó del *aspecto* a través de QGIS.

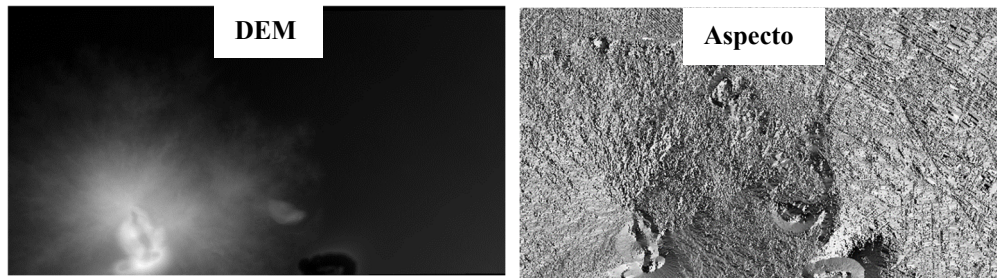


Ilustración 61. Aspecto obtenido a partir de un DEM. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Finalmente, se aplicó una rampa de color al DEM, mientras que al ráster de *mapa de sombras* y *aspecto* se les asignó una transparencia del 15%, de igual manera, se extrajeron las curvas de nivel ordinarias y maestras del mismo modelo de elevación, a cada 20 m y 40 m respectivamente y fue a través de la propiedad de etiquetas que se logró acotar las curvas de nivel maestras, las cuales representan el valor de altura dentro del mapa.

Una vez obtenido el mapa de relieve, se extrajeron los flujos de agua dentro de la zona de estudio para ellos se aplicaron las herramientas del SIG GRASS dentro de QGIS, la primera fue *r.fill.dir*, con la finalidad de generar un mapa sin depresiones, es decir, obtener un DEM corregido que no contenga valores atípicos de altura. El único dato de entrada que se ingresó para la ejecución de la herramienta fue el DEM.

La segunda función que se aplicó fue *r.watershed* con el objetivo de generar el ráster de acumulación y dirección de drenaje. Uno de los datos de inicio fue añadir el DEM sin depresiones, en segundo lugar, se ingresó el tamaño mínimo de la cuenca exterior, que corresponde al valor del píxel en el modelo ráster de elevación sin depresiones, que fue 4.999998866022649757 m, ya que para su extracción se considera la distancia entre los centros de las celdas.

Posteriormente se seleccionó la opción de Dirección de Flujo Múltiple (D8), la cual determina la dirección de drenaje a partir de la celda o píxel con mayor descenso a través de ocho direcciones de salida válidas que se relacionan con las ocho celdas adyacentes hacia donde puede ir el flujo.

Finalmente, ya que se obtuvo el modelo ráster de acumulación y dirección de drenaje, se usó la herramienta *r.stream.extract* para la extracción de la red de flujos de agua, donde se ingresaron los siguientes datos de entrada.

Tabla 30. Parámetros de entrada para la obtención de la red hídrica con la herramienta *r.stream.extract*. Fuente: Elaboración propia, 2024.

| Parámetros | Datos ingresados |
|--|---------------------|
| Mapa ráster de elevación de entrada: | DEM sin depresiones |
| Mapa ráster de acumulación de entrada: | Mapa de acumulación |
| Acumulación mínima de caudal para los arroyos: | 1000 |
| Tipo de salida: | Línea |
| Formato de salida: | Ráster y Vectorial |

A partir de los datos ingresados, se generó la red hídrica de la zona de estudio en formato vectorial y formato ráster.

De manera similar, para la elaboración del mapa se utilizaron las capas vectoriales de los municipios del Estado de Puebla, las manzanas de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, la red carretera y la ciclovía de la localidad. Además de los archivos shapefile de la cuenca y subcuenca a la que pertenece la zona de estudio, modelos descargados del geoportal de CONABIO. A cada capa vectorial se le asignó un formato y estilo propio para su representación en el mapa.

Se determinó una escala 1:40,000, con una cuadrícula UTM cada 2,000 m y se elaboró una tabla adicional que contiene datos hidrológicos de la región, cuenca y subcuenca a la que pertenece la localidad, como: nombre, clave, área, perímetro, pendiente, etc., datos extraídos del geoportal del SIALT. Además, se colocó el nombre de los límites municipales, sitios importantes y la red carretera que conecta la localidad.

En la Ilustración 62, se presenta el mapa hidrológico de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, elaborado a través del software de QGIS, además del análisis que se obtuvo a través de este.

Hidrología de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

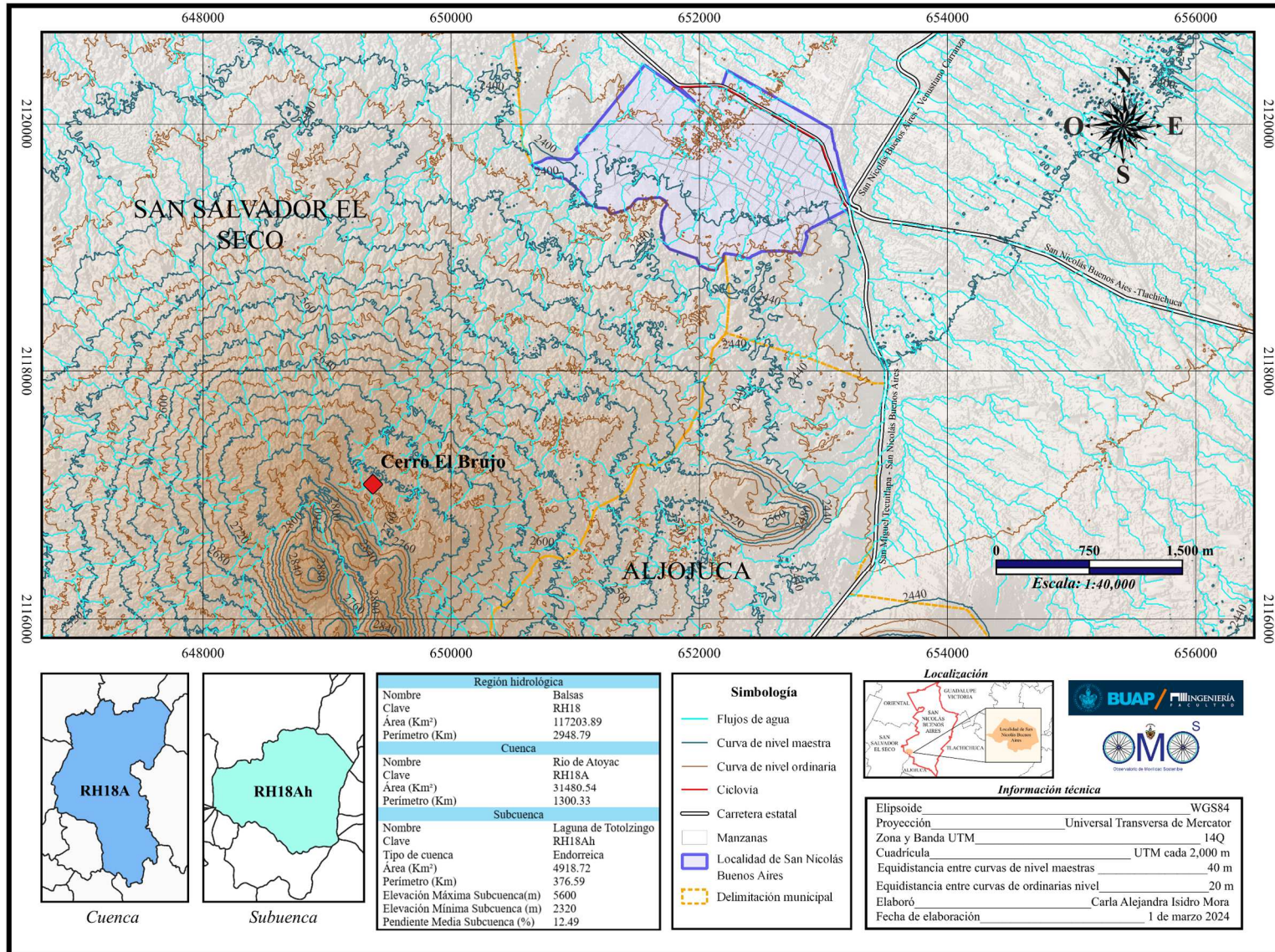


Ilustración 62. Mapa hidrológico de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

1. La localidad de San Nicolás Buenos Aires pertenece en la región hidrológica de Balsas, a la cuenca del Río Atoyac y a subcuenca de la Laguna de Totolzingo, siendo la última de tipo endorreica, con un área de 4918.72 Km² y un perímetro de 376.59 Km.
2. Todos los escurrimientos de agua cerca de la zona de estudio provienen del cerro El Brujo debido a su topografía, pues genera la pendiente adecuada para que circule el agua. El valor máximo de altura en la zona de estudio corresponde a la cima del cerro con 2880 m.s.n.m, mientras que el nivel mínimo de altura corresponde a la zona urbana con 2380 m.s.n.m.
3. La ubicación de la localidad de San Nicolás Buenos Aires en las laderas del cerro El Brujo genera que la zona urbana se vea afectada por los escurrimientos de agua debido a que la localidad no cuenta con una red de drenaje pluvial capaz de recabar toda el agua en temporada de lluvias. La zona afectada corresponde principalmente a la tercera sección de la localidad, es decir, la zona noroeste, debido a que presenta inundaciones dentro de sus calles, de igual manera, se ven afectadas vialidades como la ciclovía y la red carretera que conecta con la localidad, situación que daña su infraestructura.

Uso de suelo de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

El mapa de uso de suelo se desarrolló en base a la clasificación de la Carta Urbana Digital del municipio de Puebla, realizada por el Instituto Municipal de Planeación de Puebla, (IMPLAN, 2022). Sin embargo, no todos los usos de suelo mostrados en la carta digital aplican a la localidad, por lo cual en el mapa solo se presentan los siguientes: 1) Zona agropecuaria, 2) Zona arqueológica, 3) Zona forestal, 4) Zona urbana, 5) Baldíos, 6) Equipamiento, 7) Comercios y servicios, 8) Zona de monumentos y 9) Parque urbano.

Para la elaboración de este mapa, se usó como base las capas en formato vectorial de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, manzanas, red carretera y curvas de nivel generadas a través del DEM; las ordinarias cada 20 m y las maestras cada 40 m. Por otro lado, las características

de los tipos de uso de suelo fueron descritas en el capítulo II, por lo cual a partir de cada concepto se realizó la clasificación a través la entidad vectorial del polígono, creando nuevas capas shapefile que delimitan los diferentes tipos de uso de suelo en base al conocimiento de la localidad y con apoyo del mapa base Google Satellite Hybrid. A cada archivo vectorial se le asigno un formato para su representación en el mapa.

Otro elemento que se agregó son los puntos característicos que definen las zonas de equipamiento y las zonas de monumentos dentro de la localidad. Para ello dentro de la tabla de atributos de estas capas se ingresó el nombre de los sitios de interés, además de un ID para su reconocimiento. Así a través de las propiedades de las capas de agregó una etiqueta que muestra el ID asignado a cada sitio para poder ser localizado dentro del mapa con ayuda de una tabla que muestra el nombre y tipo de servicio que ofrecen. Finalmente, al mapa se le determinó una escala de 1:15,000 y una cuadrícula UTM cada 1,000 m.

En la Ilustración 63, se presenta el mapa de “Uso de suelo de la localidad de San Nicolás Buenos Aires,” realizado a través de QGIS y como complemento, a partir de cada una de las capas de clasificación, se extrajo el área de cada polígono dentro de la tabla de atributos a través de la calculadora de campos, para que posteriormente se realizó una sumatoria total con la finalidad de observar la mayoría de uso de suelo que se concentra dentro de la localidad, como resultado se presenta la Tabla 31.

Tabla 31. Porcentaje de territorio que ocupa cada uso de suelo en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

| Uso de suelo | Porcentaje de territorio ocupado |
|-----------------------|---|
| Zona agropecuaria | 49.72% |
| Zona arqueológica | 29.53% |
| Zona forestal | 17.30% |
| Zona urbana | 2.37% |
| Baldíos | 0.46% |
| Equipamiento | 0.39% |
| Comercios y servicios | 0.19% |
| Zona de monumentos | 0.03% |
| Parque urbano | 0.02% |

Uso de suelo de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

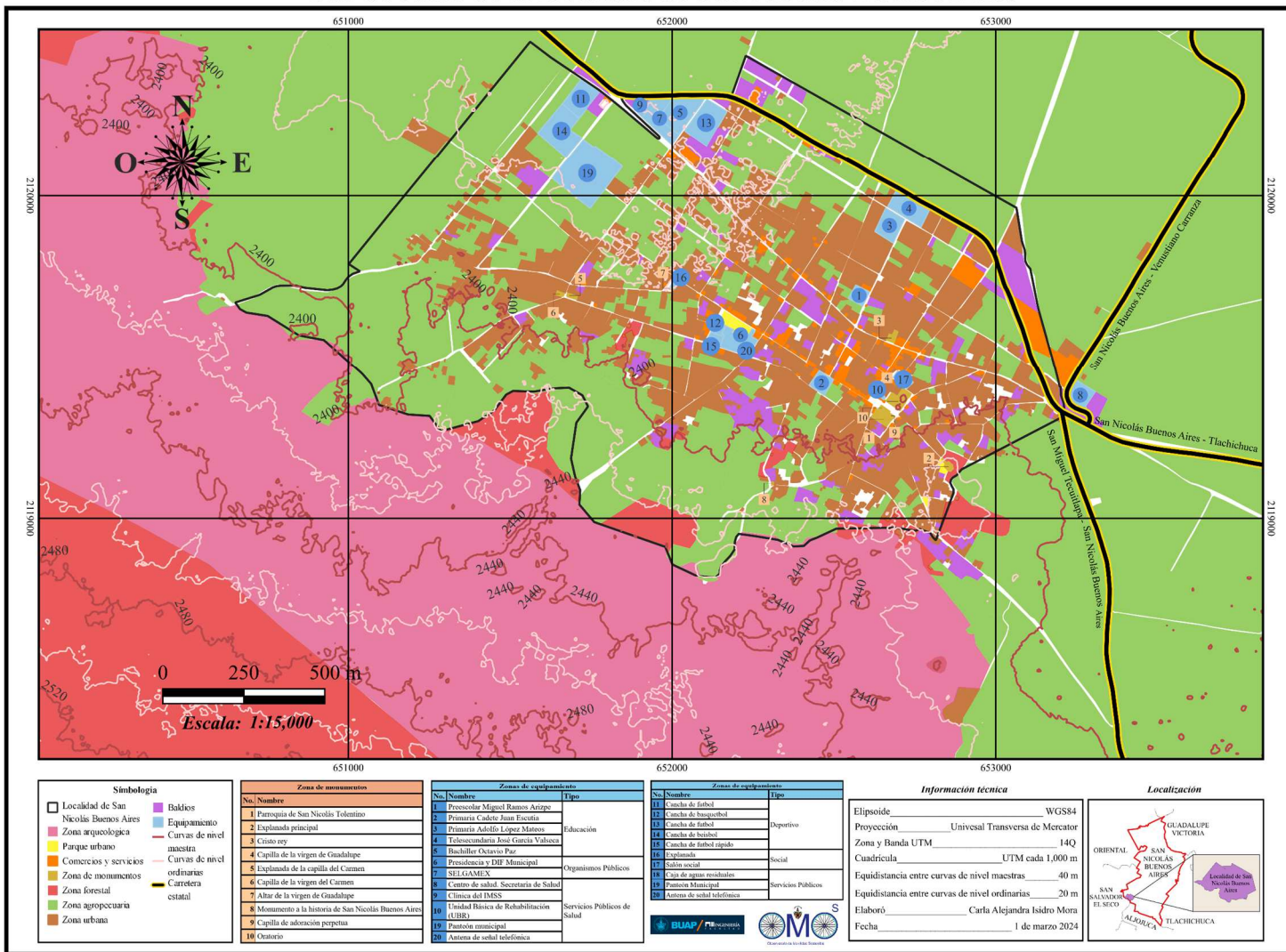


Ilustración 63. Mapa de uso de suelo de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, Pue. Fuente: Elaboración propia, 2024.

NDMI: Índice de Humedad de Diferencia Normalizada

Como se mencionó en el capítulo III, el Índice de Humedad de Diferencia Normalizada (NDMI), sirve para determinar el nivel de humedad en la vegetación a través del análisis de imágenes satelitales, principalmente las bandas cercanas al infrarrojo.

Siendo la agricultura de temporal y de riego una de las principales actividades económicas dentro el municipio y la localidad de San Nicolás Buenos Aires, fue importante realizar un análisis de humedad en la vegetación de la zona de estudio, de igual manera, debido a la disminución de precipitación provocada por las afectaciones climáticas de los últimos años, generando como consecuencia que la producción de alimentos disminuya y la flora y fauna sufra afectaciones.

Para la obtención de este índice, se descargaron imágenes satelitales de la Misión Sentinel 2, Nivel 1C, obtenidas de la plataforma de la Agencia Espacial Europea (ESA), la fecha de captura de las imágenes fue el 22 de junio de 2023.

Una vez descargadas fueron sometidas a correcciones atmosféricas y radiométricas en el software de QGIS, para así calibrar los niveles digitales del píxel de la imagen y eliminar la dispersión atmosférica que pudo haberla afectado al ser capturada por el sensor. Para realizar la corrección de imágenes se hizo uso del complemento de Semi-Automatic Classification Plugin (SCP), en la opción de preprocesamiento y conversión de imágenes, donde se seleccionaron las 12 bandas descargadas, el metadato y el método de corrección DOS1.

Ya que se logró obtener las imágenes corregidas, en él mismo software de QGIS se realizó un apilamiento de las bandas multiespectrales, de la misión Sentinel 2 o también conocido como juego de bandas, éste fue conformado por la Banda 1 hasta la Banda 12. El juego de bandas es un modelo ráster que permite la combinación de las diversas bandas en un sistema RGB, logrando así la generar falsos colores. Para el cálculo de este índice se aplicó la siguiente ecuación con el juego de bandas.

$$NDMI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

NIR en las imágenes Sentinel 2 corresponde con la Banda 8, esta “recoge la reflectancia brillante de la estructura interna de la hoja y el contenido de materia seca de la misma” (EOSDA, s.f.-a), por otro lado, SWIR corresponde a la Banda 11, esta banda es “sensible al contenido de agua de la vegetación y a la estructura del mesófilo de las hojas” (EOSDA, s.f.-a). Se hizo el remplazo de estos datos en la ecuación anterior, donde se obtuvo lo siguiente.

$$NDMI = \frac{(Banda\ 08 - Banda\ 11)}{(Banda\ 08 + Banda\ 11)}$$

La sustitución de bandas dentro de la ecuación se ingresó en la calculadora ráster del software de QGIS, donde el mismo programa realizó el cálculo y generó un nuevo modelo ráster representando los valores del NDMI.

El rango del índice va del -1 al 1 y la interpretación de cada intervalo fue obtenida a través de la plataforma de EOS Data Analytics (EOSDA) un proveedor global de soluciones de análisis satelital, con la finalidad de presentar soluciones más sostenibles (EOSDA, s.f.-b). La interpretación de valores presentada por el EOS Data Analytics se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 32. Interpretación de valores del Índice de Humedad de Diferencia Normalizada (NDMI). Fuente: (EOSDA, s.f.-b),

| Valor | Interpretación |
|-------------|--|
| -1 a -0.8 | Suelo desnudo |
| -0.8 a -0.6 | Cobertura del dosel casi inexistente |
| -0.6 a -0.4 | Cobertura del dosel muy baja |
| -0.4 a -0.2 | Cobertura del dosel baja y seca |
| -0.2 a 0 | Cobertura del dosel media-baja y estrés hídrico alto |
| 0 a 0.2 | Cobertura media del dosel y alto estrés hídrico |
| 0.2 a 0.4 | Cobertura del dosel media-alta y poco estrés hídrico |
| 0.4 a 0.6 | Cobertura del dosel alta, sin estrés hídrico |
| 0.6 a 0.8 | Cobertura del dosel muy alta, sin estrés hídrico |
| 0.8 a 1 | Cobertura total del dosel, sin estrés hídrico |

La interpretación de los valores descritos se ingresó en las propiedades de simbología del ráster del NDMI, generando así las 10 clases de clasificación, cada una definida con su intervalo

y su etiqueta. Esto generó la diferenciación de clases dentro del mapa y la definición de la simbología.

En la Ilustración 64, se muestra la ventana de QGIS, donde se ejecutó la configuración de valores del índice, definiendo el valor mínimo y máximo, el modo de clasificación, el número de clases, los intervalos, la etiqueta de cada clase y la gama de colores para su representación.

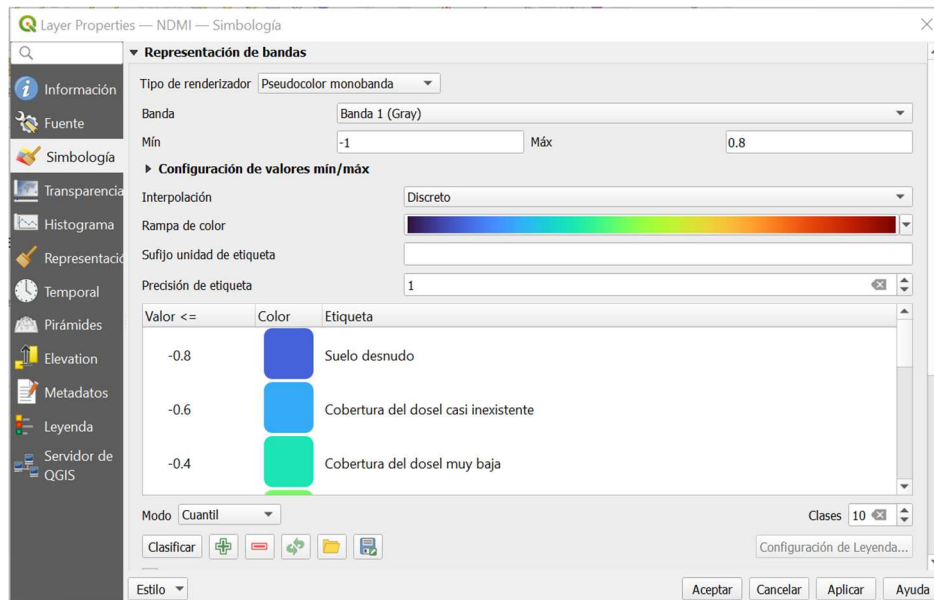


Ilustración 64. Ventana de QGIS, donde se realizó la configuración de valores, clases, intervalos y etiquetas de clasificación del NDMI. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Una vez que se obtuvo la clasificación del NDMI, se agregaron los modelos vectoriales de: la división municipal del Estado de Puebla, la delimitación de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, sus manzanas, la red carretera, así como, las curvas de nivel generadas a través del DEM, ordinarias cada 20 m y las maestras acotadas cada 40 m.

Se colocó el mapa a una escala de 1:38,000, con una cuadrícula UTM cada 2,000 m, además, de todos los elementos que lo componen. En la Ilustración 65, se presenta el mapa del NDMI: Índice de Humedad de Diferencia Normalizada, generado para la zona de estudio, además de una interpretación de datos, obtenidos del mismo.

Índice de Humedad de Diferencia Normalizada (NDMI) de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

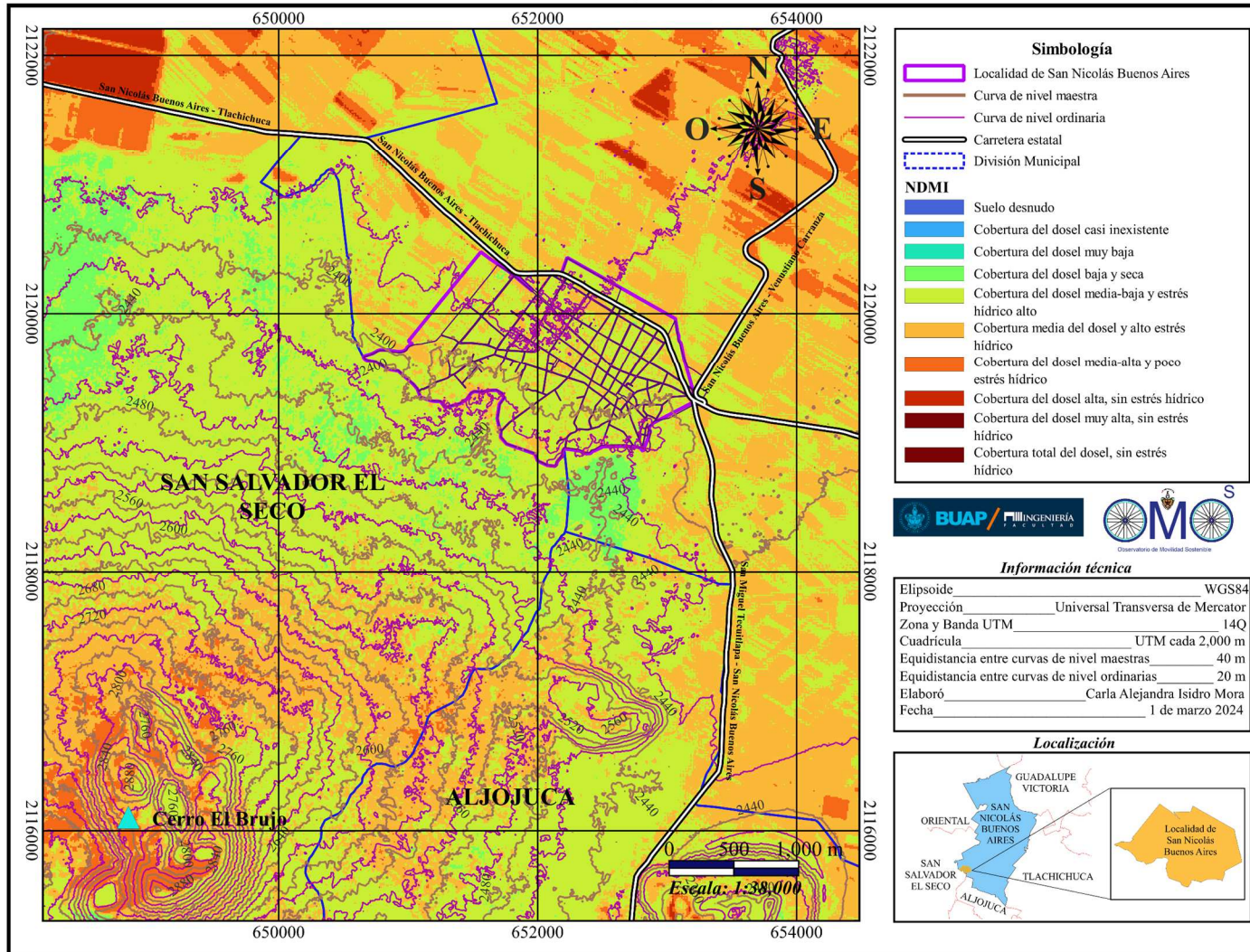


Ilustración 65. Mapa del Índice de Humedad de Diferencia Normalizada (NDMI) de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

1. *Cobertura de dosel media-baja y estrés hídrico alto*, es la clasificación que más territorio ocupa la zona de estudio, comprendido por tierras dedicadas al cultivo por temporal, además, de zonas de vegetación de tipo matorral xerófilo y pastizales en el cerro El Brujo. La agricultura por temporal ha sufrido bastantes afectaciones por la contaminación, debido a la alteración de los sistemas climáticos provocando temporadas de sequía en las principales fechas de cultivo.
2. *Cobertura media del dosel y alto estrés hídrico*, es la segunda clasificación que ocupa más territorio, comprendido por áreas de bosque en el cerro El Brujo y cultivos por temporal, dado que en el 2023 los cultivos y la vegetación se vieron afectados por las sequias.
3. *Cobertura del dosel baja y seca*, tercera clasificación que ocupa mayor porcentaje de superficie se identifica por su color verde en las laderas del cerro y se definen como áreas de riesgo por su probable inicio a incendios forestales.
4. *Cobertura del dosel alta sin estrés hídrico*, cuarta clasificación que ocupa mayor porcentaje de superficie, comprendida por zonas de bosque en la cima del cerro El Brujo, además de zonas de cultivo por riego, donde la planta no sufre afectaciones de sequía debido a su riego constante a través de agua extraída por pozos.
5. *Cobertura del dosel muy alta sin estrés hídrico*, clasificación que ocupa menor porcentaje de territorio en la zona de estudio y de igual manera se compone por tierras dedicadas al cultivo por riego.

NDVI: Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada

Este índice permite obtener un análisis de vegetación dentro de las imágenes multiespectrales, es decir, densidad y estado de salud o de vigor, todo a través de la banda del infrarrojo cercano y la banda roja. Igual que en el NDMI: Índice de Humedad de Diferencia Normalizada, se utilizaron las imágenes de la misión Sentinel 2, Nivel 1C con fecha de captura del 22 de junio de 2023.

La metodología que se aplicó para generar el mapa del NDVI: Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, consistió inicialmente en generar un juego de bandas de las imágenes satelitales de la Misión Sentinel 2, imágenes que previamente fueron corregidas atmosférica y radiométricamente. En cuanto este se obtuvo el juego de bandas, se aplicó la fórmula del NDVI.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

En la Misión Sentinel 2, las bandas aplicadas para la ecuación anterior es la NIR, que corresponde con la Banda 8 y la RED que corresponde con la Banda 4. Por lo cual, se realizó la sustitución dentro de la calculadora ráster de QGIS y así se generó un nuevo modelo representando los valores del NDVI.

Por otro lado, la clasificación del índice fue definida a partir del artículo de Orlando & López (2019), donde “los valores de NDVI se clasificaron en 5 categorías: 1-Suelo sin vegetación (<0.2), 2-Poca vegetación (0.2-0.4), 3-Vegetación media (0.4-0.6), 4-Vegetación densa (0.6-0.8) y 5-Vegetación muy densa (>0.8)” (Chuvienco, 1999, como se citó en Orlando y López , 2019).

Los valores anteriores se ingresaron dentro de las propiedades del ráster del NDVI, en la configuración de simbología dentro del software de QGIS. En la Ilustración 66, se presenta la ventana, donde se estableció el valor mínimo de -1, valor máximo de 1, la interpolación de manera

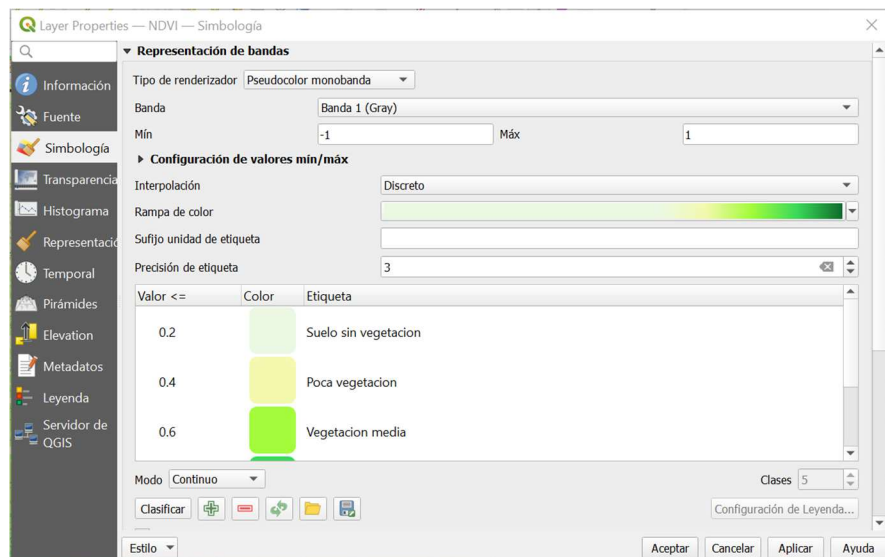


Ilustración 66. Ventana de QGIS, donde se realizó la configuración de valores, clases, intervalos y etiquetas de clasificación del NDVI. Fuente: Elaboración propia, 2024.

discreta, el número de clases que se generaron, los valores de los intervalos que corresponden de 0.2 a 1 y la etiqueta de cada intervalo; además, del modo de clasificación, que corresponde en generar intervalos iguales entre los valores y la elección de gama de colores.

Luego de configurar los valores del NDVI, se agregaron las capas vectoriales de la localidad de estudio, las manzanas, la red carretera, los límites municipales y las curvas de nivel ordinarias y maestras generadas a través del DEM. Se asignó una escala de 1: 35,000, con una cuadrícula UTM cada 2,000 m y los elementos que componen el mapa.

En la Ilustración 67, se presenta el mapa de NDVI: Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada generado de la zona de estudio, además del análisis obtenido a través de este.

1. El criterio de clasificación *suelo sin vegetación* se compone por áreas urbanas de la localidad y tierras agrícolas que se encuentran en suelo desnudo.
2. La clasificación de *poca vegetación* se constituye por aquellas áreas de uso de suelo agrícola por temporal, pues debido a la escasez de lluvia en los últimos años, varios cultivos se han visto afectados por las sequías, por lo cual, el estado de vigor de la planta no es bueno y se pierde, también sucede por la afectación de plagas que han ido en aumento.
3. *Vegetación media*, es la zona ocupada por sembradíos de legumbres, donde su riego se da a través de la obtención de agua por pozos, además, de vegetación de pastizales y matorrales en las laderas del cerro El Brujo.
4. Las zonas de *vegetación densa* se componen por bosques de coníferas ubicados en la parte superior del cerro, además de áreas de cultivo por riego.
5. Las zonas de *vegetación muy densa* se conforman por bosques de coníferas, sin embargo, este se encuentra en la parte superior del cerro, siendo la vegetación que en mejor estado de vigor se encuentra. Además de estar conformada por suelos de uso agrícola a través del riego, productos alimentarios que necesitan de un regadío constante.

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

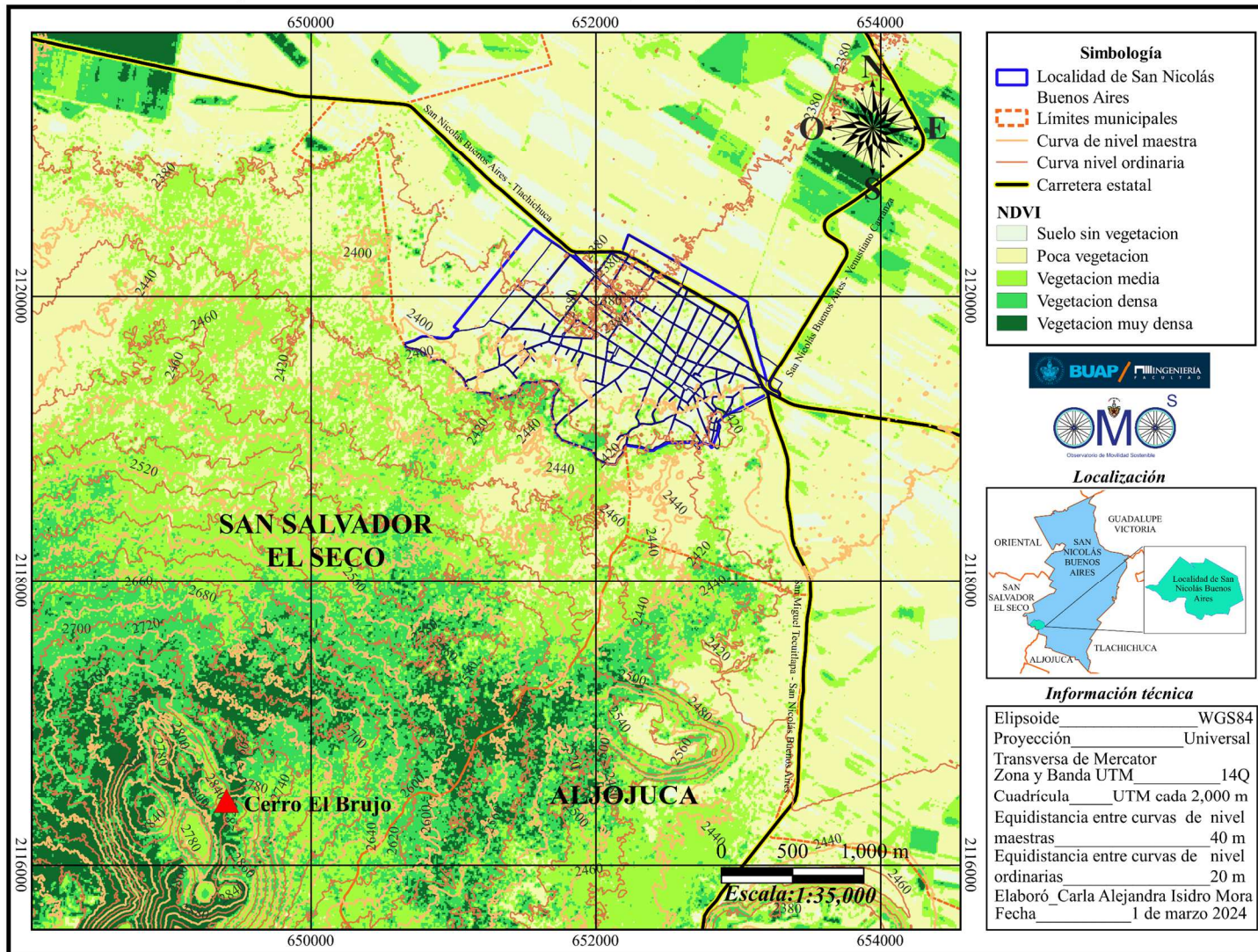


Ilustración 67. Mapa del Índice De Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

4.2 Cartografía y estudios de movilidad en la localidad de San Nicolás Buenos Aires

Para la implementación de cualquier proyecto de infraestructura vial y movilidad, es necesario aplicar una serie de estudios que permitan una toma de decisiones más acertada, es decir, que genere un beneficio al desarrollo de las ciudades y su población de manera que no afecte al medio ambiente. Por ello, para la zona de estudio se generaron inventarios viales, estudios de origen-destino, aforos y levantamientos topográficos; cada uno complementado con el desarrollo de cartografía temática, una herramienta que permite visualizar el concepto de estudio a través de un análisis espacial.

A continuación, se describe la metodología que se aplicó para generar la cartografía temática de la zona de estudio, además, de los resultados obtenidos a partir de esta.

4.2.1 Inventario vial

Dentro de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, se realizó un inventario de su infraestructura en movilidad, es decir, red vial, banquetas, señalamiento y mobiliario urbano, desarrollado con la finalidad de evaluar la calidad del servicio, para ello se verificó que la infraestructura cumpliera con los lineamientos establecidos por Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla, de igual manera, permitió detectar aquellas zonas que carecen y necesitan algún servicio de infraestructura en movilidad.

Red vial

Para el desarrollo de esta cartografía, se hizo uso de modelos vectoriales descargados de geoportales, como: la delimitación de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, las manzanas y los límites municipales del Estado de Puebla.

Estas capas se ingresaron dentro del software de QGIS, con el Datum WGS84, sistema de coordenadas planas UTM, zona 14 N, se colocó el mapa base de Google Satellite Hybrid y es a través de estos modelos que se crearon nuevas capas vectoriales que representan la clasificación

de la red vial, a través de las características definidas en el capítulo II y que se delimitaron con la entidad geométrica de línea.

Para diferenciar la clasificación de la red vial, a cada capa se le asignó un color, además de un ID dentro de la tabla de atributos. El color rojo define la red vial primaria, el azul la red vial secundaria y el naranja la red vial terciaria. Por otro lado, se extrajeron las curvas de nivel maestras y ordinarias de un DEM, cada 20 m y 10 m respectivamente, sin embargo, solo las primeras fueron acotadas; de igual manera, se crearon nuevos modelos vectoriales que representan la ciclovía localizada en la periferia de la localidad, así como la red carretera.

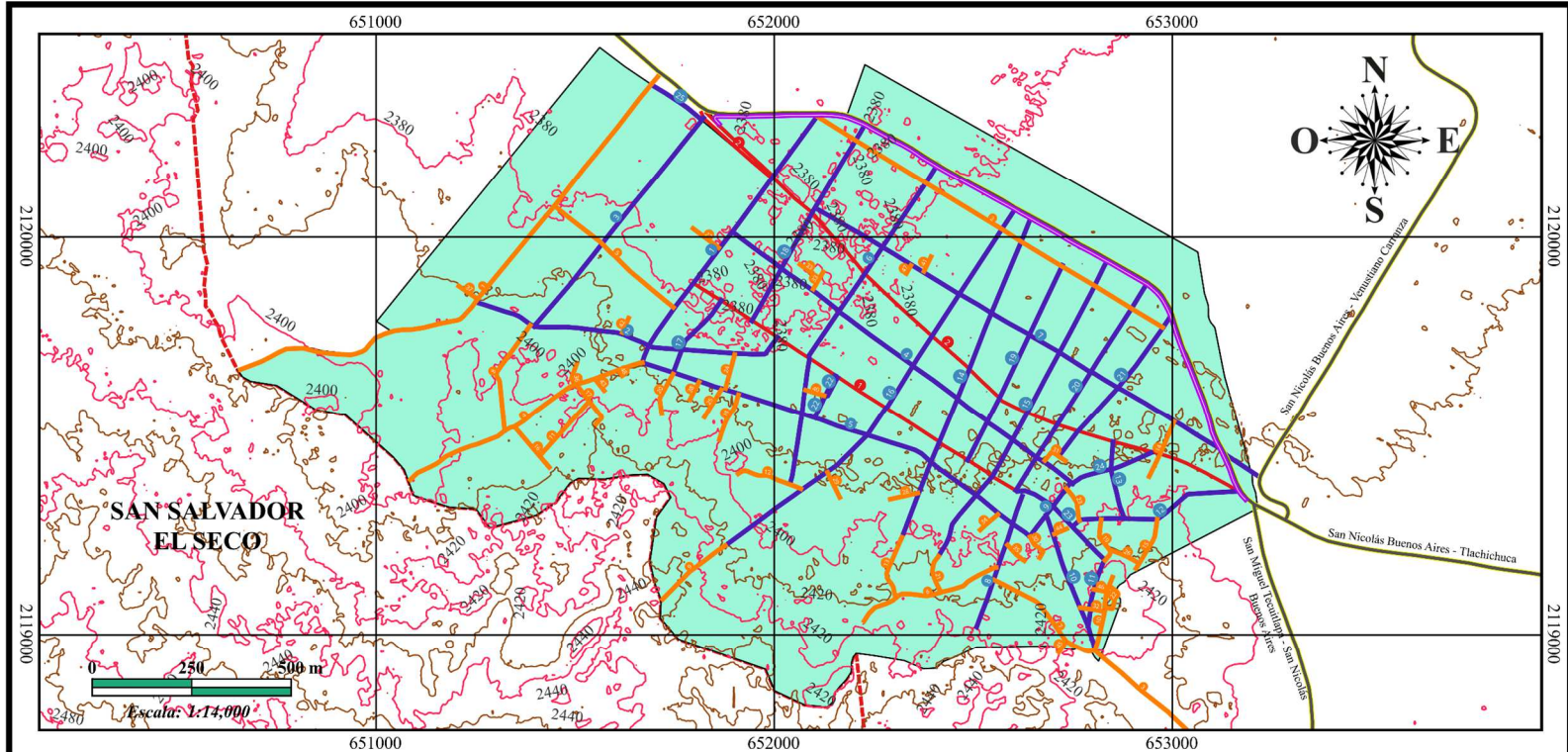
En la tabla de atributos de los modelos de la red vial primaria, secundaria y terciaria se crearon nuevos campos como: ID, nombre de la calle, longitud, ancho, si cuentan con pavimento y el estado en que se encuentra. La longitud promedio de la calle se obtuvo a través de la calculadora de campos, la cual, permite generar medidas de las entidades geométricas creadas, mientras que el ancho promedio se obtuvo a través de su medición física.

Con la información recuperada de cada calle, se generaron tablas que contienen su clasificación por primaria, secundaria y terciaria, además de contener su longitud promedio y ancho promedio. Fue a través de las propiedades de capa que se asignó una etiqueta a cada calle, esta muestra el valor del ID, que permite detectar su localización dentro del mapa y las tablas que se generaron.

Se asignó una escala de 1:14,000 para su representación, con una cuadrícula UTM cada 1,000 m. Además, se agregaron los elementos que lo componen como, el título, la simbología, la localización, la información técnica, la escala numérica, la escala gráfica y el norte. En la Ilustración 68, se presenta el mapa de la “Red vial de la localidad de San Nicolás Buenos Aires” generada dentro de software de QGIS, además, del análisis que se obtuvo a través de este.

1. La localidad de San Nicolás Buenos Aires está conformada por un total de 75 calles y una ciclovía.

Red vial de la localidad de San Nicolás Buenos Aires



Simbología

- Localidad de San Nicolás Buenos Aires
- Ciclovía
- Via primaria
- Vías secundarias
- Via terciaria
- Carretera estatal
- Límites municipales
- Curva de nivel maestra
- Curva de nivel ordinaria



Información técnica

Elipsoide WGS84

Proyección Universal

Transversa de Mercator

Zona y Banda UTM 14Q

Cuadrícula UTM cada 1,000 m

Equidistancia de curvas de nivel maestra 40 m

Equidistancia de curvas de nivel ordinarias 20 m

Elaboró Carla Alejandra

Isidro Mora

Fecha 1 de marzo 2024

| VÍAS PRIMARIAS | | | VÍAS SECUNDARIAS | | | VÍAS TERCIARIAS | | |
|----------------|--------------------|-----------------------|------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------|
| ID | NOMBRE DE LA CALLE | LONGITUD PROMEDIO (m) | ID | NOMBRE DE LA CALLE | LONGITUD PROMEDIO (m) | ID | NOMBRE DE LA CALLE | LONGITUD PROMEDIO (m) |
| 1 | AV. JUAN ESCUTIA | 955 139 | 1 | C. TURBIDE | 765 020 | 1 | ALDAMA | 1381 323 |
| 2 | AV. ROSOR | 1656 950 | 2 | C. RAFAEL ALDUCEN | 809 391 | 2 | FRAY BERNARDO TERESA DE MÉR | 1037 462 |
| 3 | AV. LEONOR | 209 540 | 3 | C. CASTRO | 871 764 | 3 | SNR | 841 560 |
| 4 | AV. LEONOR | 209 540 | 4 | AV. AMADO NERVO | 1597 080 | 4 | C. IVERRIDE | 601 607 |
| 5 | AV. LEONOR | 209 540 | 5 | AV. AGUILERAS SERDAN | 1083 311 | 5 | C. CORRIGIDORA | 351 040 |
| 6 | AV. LEONOR | 209 540 | 6 | AV. DE SEPTIEMBRE | 968 812 | 6 | BRIVOLACION | 173 461 |
| 7 | AV. LEONOR | 209 540 | 7 | AV. DONATO CARRAGOSA | 1381 384 | 7 | CALLE MELCHOR OCAMPO | 323 539 |
| 8 | AV. LEONOR | 209 540 | 8 | AV. AYUNTAMIENTO | 147 093 | 8 | SNR | 238 401 |
| 9 | AV. LEONOR | 209 540 | 9 | AV. ESTO SIERRA | 110 020 | 9 | AV. 3 DE MAYO | 237 062 |
| 10 | AV. LEONOR | 209 540 | 10 | C. PORTO DIAZ | 913 811 | 10 | CALLE DE LA CRUZ | 189 510 |
| 11 | AV. LEONOR | 209 540 | 11 | ARENAL | 172 801 | 11 | SNR | 186 217 |
| 12 | AV. LEONOR | 209 540 | 12 | C. LAGARDO CADERNAS | 433 483 | 12 | 3 DE FEBRERO | 428 |
| 13 | AV. LEONOR | 209 540 | 13 | C. FRANCISCO MADRUGA | 187 329 | 13 | AV. 3 DE MAYO | 164 933 |
| 14 | AV. LEONOR | 209 540 | 14 | AV. 3 DE MAYO | 819 011 | 14 | PRIV. REFORMA | 153 474 |
| 15 | AV. LEONOR | 209 540 | 15 | AV. 3 DE MAYO - AV. MIGUEL HIDALGO | 802 383 | 15 | PRIV. LAGARDO CADERNAS | 136 417 |
| 16 | AV. LEONOR | 209 540 | 16 | AV. 3 DE MAYO | 1133 182 | 16 | SIERRA PRIV. DE TURBIDE | 132 394 |
| 17 | AV. LEONOR | 209 540 | 17 | PRIVADA AGUILERAS SERDAN | 217 480 | 17 | PRIVADA TURBIDE | 124 071 |
| 18 | AV. LEONOR | 209 540 | 18 | C. SENESE | 174 088 | 18 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 14 284 |
| 19 | AV. LEONOR | 209 540 | 19 | CENENARI | 141 481 | 19 | PRIVADA AGUILERAS SERDAN | 48 893 |
| 20 | AV. LEONOR | 209 540 | 20 | AV. CONSTITUCION | 612 414 | 20 | PRIVADA ANADO NERVO | 88 393 |
| 21 | AV. LEONOR | 209 540 | 21 | AV. BENTO FERRAZ | 450 462 | 21 | PRIVADA 18 DE SEPTIEMBRE | 48 130 |
| 22 | AV. LEONOR | 209 540 | 22 | PARQUE | 118 077 | 22 | FARFUGOSA | 46 741 |
| 23 | AV. LEONOR | 209 540 | 23 | PARQUE | 118 077 | 23 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 24 | AV. LEONOR | 209 540 | 24 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 24 | USURADA TURBIDE | 14 284 |
| 25 | AV. LEONOR | 209 540 | 25 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 25 | PRIVADA PORTO DIAZ | 33 291 |
| 26 | AV. LEONOR | 209 540 | 26 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 26 | PRIVADA MELCHOR OCAMPO | 33 149 |
| 27 | AV. LEONOR | 209 540 | 27 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 27 | SNR | 13 621 |
| 28 | AV. LEONOR | 209 540 | 28 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 28 | PRIVADA ROSASCO | 23 111 |
| 29 | AV. LEONOR | 209 540 | 29 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 29 | FARFUGOSA | 13 111 |
| 30 | AV. LEONOR | 209 540 | 30 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 30 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 31 | AV. LEONOR | 209 540 | 31 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 31 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 32 | AV. LEONOR | 209 540 | 32 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 32 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 33 | AV. LEONOR | 209 540 | 33 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 33 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 34 | AV. LEONOR | 209 540 | 34 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 34 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 35 | AV. LEONOR | 209 540 | 35 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 35 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 36 | AV. LEONOR | 209 540 | 36 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 36 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 37 | AV. LEONOR | 209 540 | 37 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 37 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 38 | AV. LEONOR | 209 540 | 38 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 38 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 39 | AV. LEONOR | 209 540 | 39 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 39 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 40 | AV. LEONOR | 209 540 | 40 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 40 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 41 | AV. LEONOR | 209 540 | 41 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 41 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 42 | AV. LEONOR | 209 540 | 42 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 42 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 43 | AV. LEONOR | 209 540 | 43 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 43 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 44 | AV. LEONOR | 209 540 | 44 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 44 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 45 | AV. LEONOR | 209 540 | 45 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 45 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 46 | AV. LEONOR | 209 540 | 46 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 46 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 47 | AV. LEONOR | 209 540 | 47 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 47 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 48 | AV. LEONOR | 209 540 | 48 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 48 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 49 | AV. LEONOR | 209 540 | 49 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 49 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |
| 50 | AV. LEONOR | 209 540 | 50 | AV. EMILIANO ZAPATA | 211 110 | 50 | PRIVADA RAFAEL ALDUCEN | 19 311 |

Ilustración 68. Mapa de la red vial de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

2. La red carretera estatal conecta a la localidad con el municipio de Tlachichuca, Aljojuca y San Salvador el Seco, además, de localidades del municipio de San Nicolás Buenos Aires, como: San José Buenavista, Pozo Guerra, Miguel Hidalgo, San Francisco la Mata, San José Buenavista y Venustiano Carranza.
3. Son dos vías primarias las que se localizan en la zona urbana, estas son la Av. Juan Escutia y la Av. Leonor Castro – Reforma, ambas conectan con los puntos principales de la localidad. La primera tiene un ancho promedio de 5.17 m, por lo tanto, sobre esta vialidad es más común el tránsito de peatones y de vehículos no motorizados. Por el contrario, la Av. Leonor Castro – Reforma, cuenta con un arroyo vial mayor, al tener un ancho promedio de 11.34 m, en la zona este y un ancho promedio de 7.52 en la zona oeste, sobre esta vialidad circula el transporte público y la mayoría de los vehículos motores.
4. Son un total de 25 calles las que conforman la red vial secundaria con un ancho promedio de 6.05 m y una longitud promedio de 553.48 m.
5. Son 48 calles las que conforman la red vial terciaria con un ancho promedio de 4.56 m. Son vialidades que comúnmente no cuentan con espacio suficiente para banquetas debido a que son calles privadas que se encuentran en la periferia de la localidad.
6. Son 19 calles dentro de la localidad las que no cuentan con pavimento, estas principalmente son de tipo privada, sin embargo, las que si cuentan con este servicio son deterioradas regularmente por inundaciones o excavaciones por servicios de drenaje.

Banquetas

La finalidad de este mapa fue evaluar el servicio de banquetas dentro de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, pues es la principal infraestructura en movilidad que permite el desplazamiento seguro del peatón.

Para su valoración se establecieron criterios de clasificación, el cual fue definido a través de sus medidas de ancho de Franja, ya que, de acuerdo con la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla, una banqueta debe estar compuesta por su Franja de fachada, de circulación y mixta, por lo cual se estableció la siguiente clasificación para la localidad de estudio.

- Sin banqueta o solo guarnición.
- Banqueta con ancho de 0.20 m a 1.00 m.
- Banqueta con ancho de 1.00 m a 2.00 m.
- Banqueta con ancho mayor a 2.00 m.

Una vez que se establecieron los criterios de clasificación, se realizó trabajo de campo para el reconocimiento de este tipo de infraestructura y así medir físicamente su ancho de franja y definir en que criterio se ubica.

Ya dentro del software de QGIS, se utilizaron como base los modelos vectoriales de la localidad, las manzanas, la red carretera y la ciclovía. Además de la extracción de las curvas de nivel maestras y ordinarias, con una equidistancia de 40 m y 20 m respectivamente. Y es a través del trabajo de campo y la ayuda de un mapa base que se crearon nuevas capas vectoriales, cada una definida a través del criterio de clasificación establecido anteriormente y con el cual se realizó el trazo de banquetas a través de la entidad vectorial de línea.

A cada criterio de clasificación se le definió un formato de capa propio para poder distinguirse dentro del mapa, *sin banqueta o solo guarnición* se representó a través de una línea punteada en color rojo, la *banqueta con ancho de 0.20 m a 1.00 m* con una línea en color azul, la *banqueta con ancho de 1.00 m a 2.00 m* con una línea en color verde y la *banqueta mayor a 2.00 m* con una línea color amarillo.

Otro elemento importante que se agregó dentro del mapa de banquetas es la ubicación de los principales sitios de interés de la localidad como: los servicios médicos públicos, el ayuntamiento, el DIF, el Banco del Bienestar, el panteón, las escuelas y la parroquia principal.

Además, se colocó el nombre de cada una de las calles de acuerdo con el mapa anterior de la red vial, con la finalidad de identificar qué tipo de banqueta tiene cada calle.

Por otro lado, con la calculadora de la tabla de atributos, se calculó la longitud de cada criterio de clasificación y se realizó una sumatoria para obtener un total, información que se colocó en la Tabla 33.

Tabla 33. Clasificación de banquetas de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

| Total de banquetas | |
|---------------------------------------|---------------|
| Clasificación | Longitud (Km) |
| Sin banqueta o solo guarnición | 19.128 |
| Banqueta con ancho de 0.20 m a 1.00 m | 16.147 |
| Banqueta con ancho de 1.00 m a 2.00 m | 8.148 |
| Banqueta con ancho mayor a 2.00 m | 0.491 |

El mapa se representó con una escala 1:10,000 y una cuadrícula UTM cada 500 m, además de los elementos que lo componen.

En la Ilustración 69, se presenta el mapa generado de la clasificación de banquetas en la localidad de San Nicolás Buenos Aires, a partir de él, se logró obtener un inventario y su representación espacial. Además, a través de la recopilación de datos por trabajo de campo, se hizo un análisis a detalle de este tipo de infraestructura vial el cuál se presenta de manera conjunta con el mapa.

1. De toda la clasificación, el criterio que abarca más longitud en la zona de estudio es *Sin banqueta o solo guarnición* con una longitud de 19.128 Km, en esta clasificación se encuentran zonas comprendidas principalmente por terrenos baldíos o terrenos dedicados a actividades agropecuarias, de igual manera, existen calles donde el arroyo vial es pequeño, por lo cual no es posible la colocación de banquetas, además, de construcciones que no condicionaron el espacio necesario para esta infraestructura vial.

Clasificación de banquetas en la localidad de San Nicolás Buenos Aires

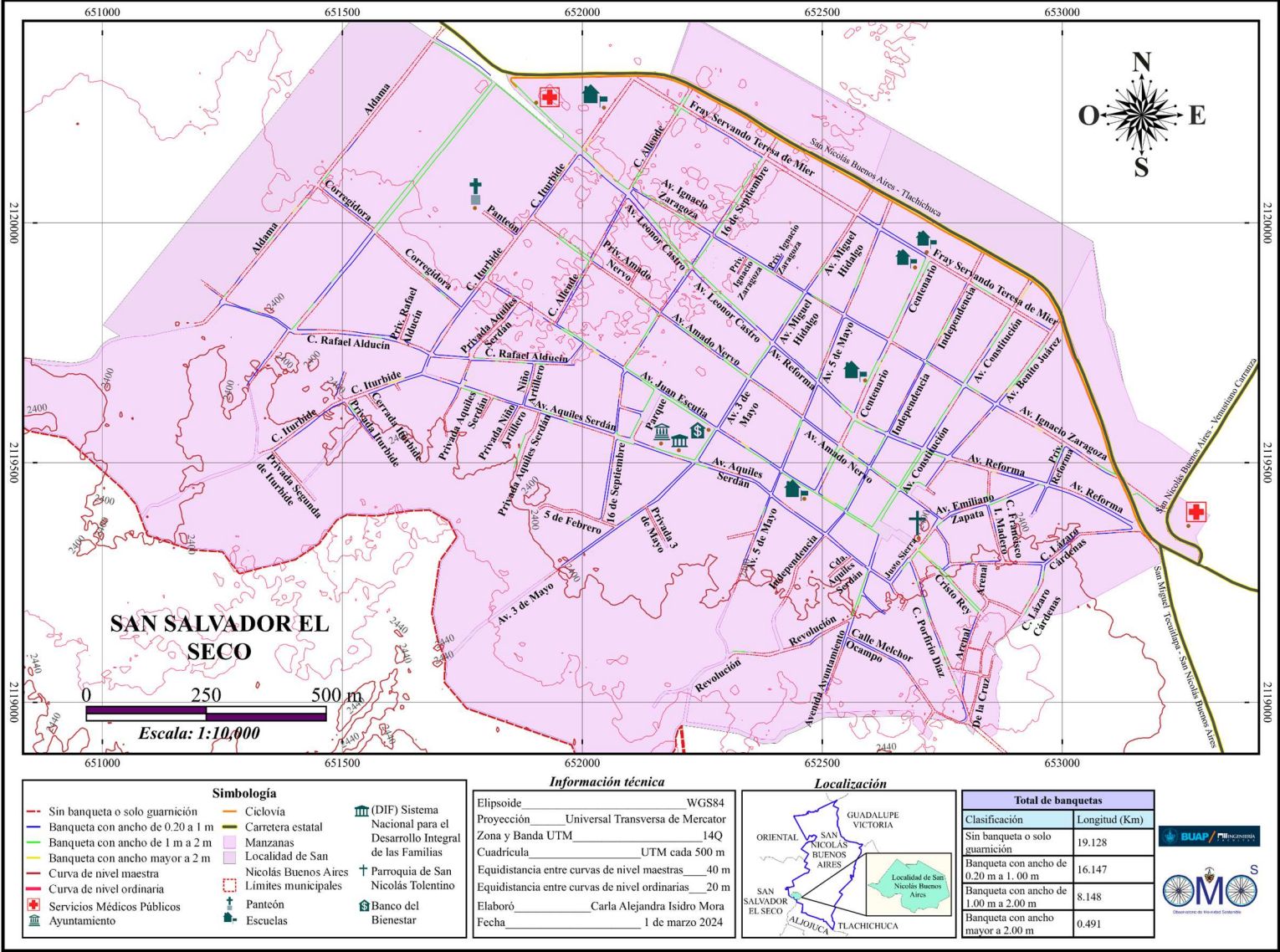


Ilustración 69. Mapa de clasificación de banquetas en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

2. El segundo criterio de clasificación que concentra mayor longitud en la zona de estudio son las *Banquetas con ancho de 0.20 m a 1.00 m* ocupando un espacio de 16.147 Km, sin embargo, estas medidas no generan comodidad para el peatón debido al poco espacio de circulación, causando que las personas caminen sobre el arroyo vial. Este tipo de banquetas se localizan principalmente en vías primarias y secundarias.
3. La clasificación *Banquetas con ancho de 1.00 m a 2.00 m* ocupan una longitud de 8.148 Km, este tipo de medida es de una dimensión más cómoda para los peatones, sin embargo, algunas banquetas no cuentan con franja mixta o la existente no cumple lo respectivo a la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla.
4. La clasificación de *Banqueta con ancho mayor a 2.00 m* son las que más se acerca a las dimensiones establecidas por la norma, es decir, los 2.40 m, sin embargo, estas ocupan un espacio de 0.491 Km dentro de la localidad, además, de que muchas de ellas carecen de una franja mixta.

Señalamiento y mobiliario urbano

El mapa de señalización dentro de la localidad fue elaborado con la finalidad de obtener un inventario del señalamiento vertical y horizontal a través de su representación espacial, de igual manera, se verificó que su colocación cumple lo respectivo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.

La colocación del señalamiento vertical se ubica mayormente en vías primarias, es decir, la Av. Leonor Castro – Reforma y Av. Juan Escutia; en vías secundarias se localiza sobre la Av. Aquiles Serdán, la calle Parque, la Av. 3 de mayo – Miguel Hidalgo y la Avenida Ayuntamiento.

Por otro lado, el señalamiento horizontal se encuentra ubicado en varias calles de la localidad, sin embargo, para fines de la investigación, el inventario se realizó únicamente sobre las calles mencionadas anteriormente debido su conexión con sitios importantes. De igual manera, el inventario de señalamiento se realizó sobre la ciclovía y la carretera que conecta con la localidad.

Una vez definidas las vialidades donde se localiza la señalización, se hizo la captura de coordenadas de cada una de ellas a través de un navegador instalado en un equipo móvil. El navegador utilizado fue Mapa Geo UTM, una aplicación, que permite la “visualización de coordenadas en tiempo real, tanto no proyectadas (latitud, longitud) como proyectadas (UTM, MGRS) desde la ubicación en el mapa o en los datos GPS” (Y2 Technology, 2024), esto a través de una variedad de Sistemas de Referencia Coordenados (SRC), definidos a través de un código EPSG.

La precisión del navegador depende del número de satélites que reciban la señal, además de las condiciones climáticas y los obstáculos cercanos. En la captura de las coordenadas del señalamiento se obtuvo una precisión promedio de 3.6 m.

El SRC que se utilizó para la captura de datos corresponde al EPSG:32614, es decir, Datum WGS84, con proyección UTM en la zona 14 N y una vez que se obtuvo las coordenadas, estas se ingresaron en un archivo KML. Posteriormente cada punto fue clasificado de acuerdo con el tipo de señalamiento que corresponde, primero en horizontal y vertical, para después clasificarlos por señal preventiva, restrictiva, informativa y turística; finalmente la última clasificación fue por el nombre asignado por la SCT.

Se ingreso el archivo KML dentro del software de QGIS y cada una de las capas se convirtió en un modelo vectorial en formato .shp, a cada una de ellas se le asigno un estilo propio y un ID para su reconocimiento en el mapa. En la tabla de atributos de cada uno de los modelos, se crearon nuevos campos: ID, coordenada X, coordenada Y y el tipo de señalamiento. Para generar los valores de las coordenadas, se utilizó la calculadora de campos de la tabla de atributos.

Para mejor visualización de cada una de las señales, el mapa se dividió en dos, uno representando el señalamiento vertical y otro el horizontal, sin embargo, ambos compartieron las siguientes capas vectoriales: manzanas, red vial primaria, red vial secundaria, vía carretera y ciclovía. Por otro lado, partir del ID asignado a cada tipo de señalamiento se generó una etiqueta que permitiera su visualización en el mapa, a cada una de ellas se le aplico una distancia

determinada y un callouts, para que así no existiera un choque entre ellas, la clasificación del señalamiento dentro del mapa corresponde a la siguiente numeración:

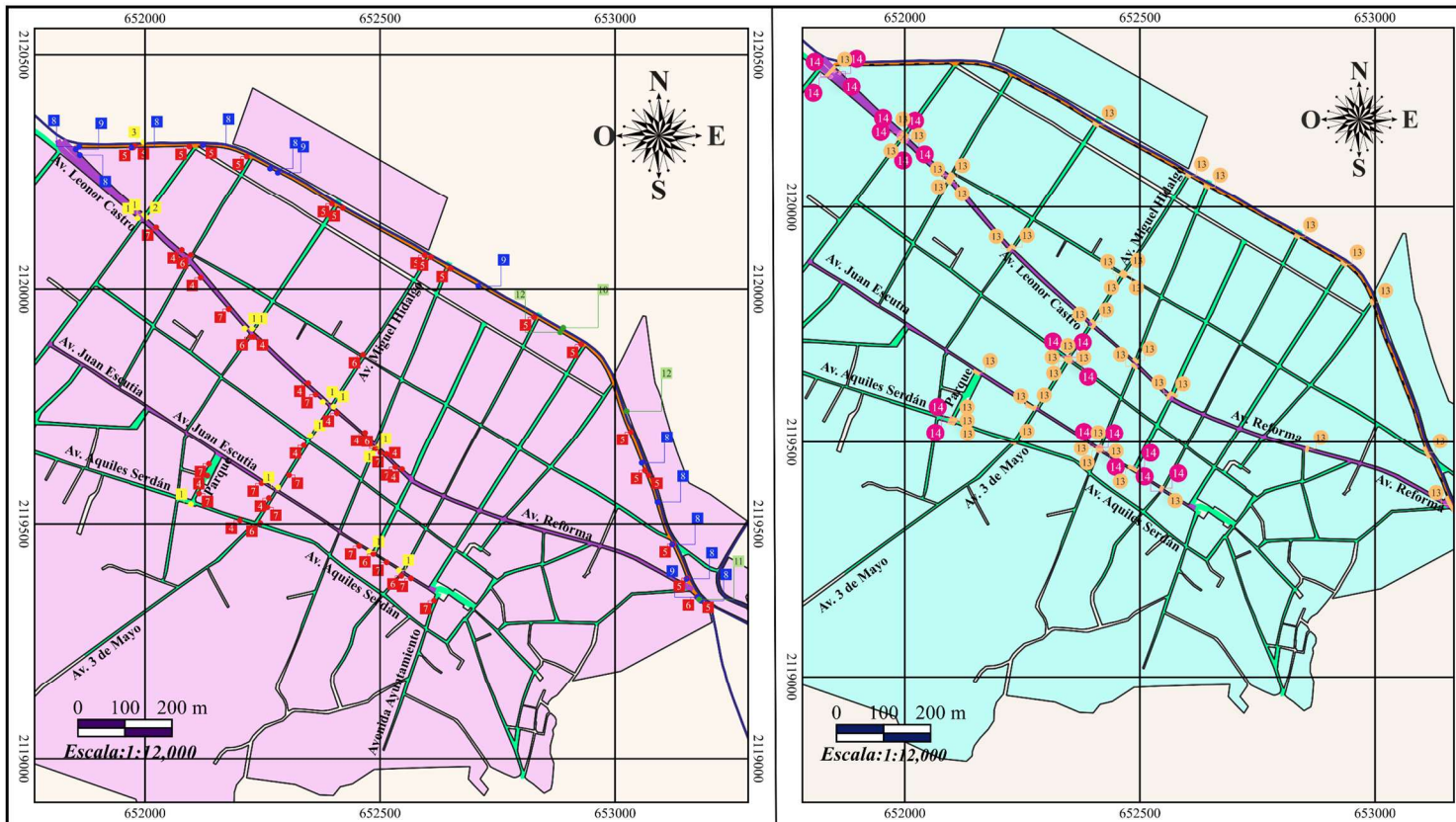
Tabla 34. ID asignado a cada tipo de señalamiento. Fuente: Elaboración propia, 2024.

| ID | Tipo de señal |
|----|--|
| 1 | SP-32 PEATONES |
| 2 | SP-33 ESCOLARES |
| 3 | SP-6 CURVA |
| 4 | SR-9 VELOCIDAD |
| 5 | SR-7 CEDA EL PASO |
| 6 | SR-6 ALTO |
| 7 | SR-22 PROHIBIDO ESTACIONARSE |
| 8 | SOLO BICICLETAS |
| 9 | SIT-26 CICLISMO TABLERO ADICIONAL |
| 10 | SIG-7 LUGAR |
| 11 | SID-9 ENTRONQUE |
| 12 | SID-11 CONFIRMATIVA |
| 13 | RAYAS PARA CRUCE DE PEATONES EN VÍAS PRIMARIAS Y PARA CRUCE DE CICLISTAS (M-7.1) |
| 14 | FLECHAS (M-11.1) |

De igual manera, cada uno de los mapas se representó a una escala 1:12,000 con una cuadrícula UTM cada 500 m y todos los elementos que lo componen. Finalmente se elaboraron las tablas de inventario de señalización, donde se agregó el ID, el pictograma y las coordenadas correspondientes. En la Ilustración 70, se presenta el mapa obtenido, además del análisis generado a través de este.

1. Existe un total de 15 señales preventivas dentro de la zona urbana, sin embargo, no todas cumplen con lo establecido en la norma, debido a que algunas señales se encuentran instaladas en la zona de riesgo, cuando estas deben ser situadas de manera anticipada para notificar al usuario.
2. El mayor señalamiento vertical que se encuentra en la zona de estudio es el restrictivo, con un total de 52 señales. El principal corresponde a SR-7 CEDA EL PASO, continua con SR-22 PROHIBIDO ESTACIONARSE, luego SR-9 VELOCIDAD y en minoría SR-6 ALTO.

Señalización en la localidad de San Nicolás Buenos Aires



Señalamiento vertical

Señalamiento horizontal

| Simbología | |
|--|--|
| Señalamiento vertical | Rayas para cruce de peatones en vías primarias y para cruce de ciclistas (M-7.1) |
| ● Señalamiento Informativo | Manzanas de San Nicolás Buenos Aires |
| ● Señalamiento Turístico | Manzanas de San Nicolás Buenos Aires |
| ● Señalamiento Restringido | Vía primaria |
| ● Señalamiento Preventivo | Vías secundarias |
| ▭ Manzanas de San Nicolás Buenos Aires | Via carretera |
| Señalamiento horizontal | Ciclovía |
| - - Raya continua sencilla (M-1.1) | |
| • Flechas (M-11.1) | |



Información técnica

Elipsoide WGS84
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Zona y Banda UTM 14Q
 Mapa: Señalamiento vertical Cuadrícula UTM cada 500 m
 Mapa: Señalamiento horizontal Cuadrícula UTM cada 500 m
 Elaboró Carla Alejandra Isidro Mora
 Fecha 1 de marzo 2024

| Señalamiento vertical | | Señalamiento horizontal | |
|-----------------------|------------|-------------------------|------------|
| ID | Programa | ID | Programa |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-011 | SP-10-PELIGROSA | 320010-011 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-012 | SP-10-PELIGROSA | 320010-012 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-013 | SP-10-PELIGROSA | 320010-013 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-014 | SP-10-PELIGROSA | 320010-014 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-015 | SP-10-PELIGROSA | 320010-015 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-016 | SP-10-PELIGROSA | 320010-016 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-017 | SP-10-PELIGROSA | 320010-017 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-018 | SP-10-PELIGROSA | 320010-018 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-019 | SP-10-PELIGROSA | 320010-019 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-020 | SP-10-PELIGROSA | 320010-020 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-021 | SP-10-PELIGROSA | 320010-021 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-022 | SP-10-PELIGROSA | 320010-022 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-023 | SP-10-PELIGROSA | 320010-023 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-024 | SP-10-PELIGROSA | 320010-024 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-025 | SP-10-PELIGROSA | 320010-025 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-026 | SP-10-PELIGROSA | 320010-026 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-027 | SP-10-PELIGROSA | 320010-027 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-028 | SP-10-PELIGROSA | 320010-028 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-029 | SP-10-PELIGROSA | 320010-029 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-030 | SP-10-PELIGROSA | 320010-030 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-031 | SP-10-PELIGROSA | 320010-031 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-032 | SP-10-PELIGROSA | 320010-032 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-033 | SP-10-PELIGROSA | 320010-033 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-034 | SP-10-PELIGROSA | 320010-034 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-035 | SP-10-PELIGROSA | 320010-035 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-036 | SP-10-PELIGROSA | 320010-036 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-037 | SP-10-PELIGROSA | 320010-037 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-038 | SP-10-PELIGROSA | 320010-038 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-039 | SP-10-PELIGROSA | 320010-039 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-040 | SP-10-PELIGROSA | 320010-040 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-041 | SP-10-PELIGROSA | 320010-041 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-042 | SP-10-PELIGROSA | 320010-042 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-043 | SP-10-PELIGROSA | 320010-043 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-044 | SP-10-PELIGROSA | 320010-044 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-045 | SP-10-PELIGROSA | 320010-045 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-046 | SP-10-PELIGROSA | 320010-046 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-047 | SP-10-PELIGROSA | 320010-047 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-048 | SP-10-PELIGROSA | 320010-048 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-049 | SP-10-PELIGROSA | 320010-049 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-050 | SP-10-PELIGROSA | 320010-050 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-051 | SP-10-PELIGROSA | 320010-051 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-052 | SP-10-PELIGROSA | 320010-052 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-053 | SP-10-PELIGROSA | 320010-053 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-054 | SP-10-PELIGROSA | 320010-054 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-055 | SP-10-PELIGROSA | 320010-055 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-056 | SP-10-PELIGROSA | 320010-056 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-057 | SP-10-PELIGROSA | 320010-057 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-058 | SP-10-PELIGROSA | 320010-058 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-059 | SP-10-PELIGROSA | 320010-059 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-060 | SP-10-PELIGROSA | 320010-060 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-061 | SP-10-PELIGROSA | 320010-061 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-062 | SP-10-PELIGROSA | 320010-062 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-063 | SP-10-PELIGROSA | 320010-063 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-064 | SP-10-PELIGROSA | 320010-064 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-065 | SP-10-PELIGROSA | 320010-065 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-066 | SP-10-PELIGROSA | 320010-066 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-067 | SP-10-PELIGROSA | 320010-067 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-068 | SP-10-PELIGROSA | 320010-068 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-069 | SP-10-PELIGROSA | 320010-069 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-070 | SP-10-PELIGROSA | 320010-070 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-071 | SP-10-PELIGROSA | 320010-071 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-072 | SP-10-PELIGROSA | 320010-072 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-073 | SP-10-PELIGROSA | 320010-073 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-074 | SP-10-PELIGROSA | 320010-074 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-075 | SP-10-PELIGROSA | 320010-075 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-076 | SP-10-PELIGROSA | 320010-076 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-077 | SP-10-PELIGROSA | 320010-077 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-078 | SP-10-PELIGROSA | 320010-078 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-079 | SP-10-PELIGROSA | 320010-079 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-080 | SP-10-PELIGROSA | 320010-080 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-081 | SP-10-PELIGROSA | 320010-081 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-082 | SP-10-PELIGROSA | 320010-082 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-083 | SP-10-PELIGROSA | 320010-083 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-084 | SP-10-PELIGROSA | 320010-084 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-085 | SP-10-PELIGROSA | 320010-085 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-086 | SP-10-PELIGROSA | 320010-086 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-087 | SP-10-PELIGROSA | 320010-087 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-088 | SP-10-PELIGROSA | 320010-088 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-089 | SP-10-PELIGROSA | 320010-089 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-090 | SP-10-PELIGROSA | 320010-090 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-091 | SP-10-PELIGROSA | 320010-091 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-092 | SP-10-PELIGROSA | 320010-092 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-093 | SP-10-PELIGROSA | 320010-093 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-094 | SP-10-PELIGROSA | 320010-094 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-095 | SP-10-PELIGROSA | 320010-095 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-096 | SP-10-PELIGROSA | 320010-096 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-097 | SP-10-PELIGROSA | 320010-097 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-098 | SP-10-PELIGROSA | 320010-098 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-099 | SP-10-PELIGROSA | 320010-099 |
| SP-10-PELIGROSA | 320010-100 | SP-10-PELIGROSA | 320010-100 |

Ilustración 70. Mapa de señalización en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

3. El señalamiento vertical turístico y de servicio se compone de 14 señales, estas se ubican principalmente sobre la ciclovía de la localidad. Por otro lado, el señalamiento vertical informativo se localiza sobre la carretera estatal a Tlachichuca y consta de 4 señales.
4. La mayoría del señalamiento vertical no cumple correctamente con los criterios de colocación establecidos en la NORMA Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, debido, al reducido espacio de banquetas, lo que solo genera un obstáculo para el peatón.
5. El señalamiento horizontal de la localidad se encuentra en deterioro, además, de que muchas calles carecen de este, incluso la ciclovía ha perdido parte de su señalamiento debido a que no se ha proporcionado el mantenimiento adecuado.
6. Existe señalamiento removido, dañado y vandalizado, que debe ser remplazado, además, se recomienda la colocación de señalamiento cerca de las zonas escolares debido a que se carece de ellos.

Por otro lado, el inventario de mobiliario urbano y su cartografía se realizó definiendo inicialmente las zonas y vialidades a contabilizar. Dentro de la localidad, el área con mayor mobiliario es el parque urbano, continuando con la plaza principal. En vialidades, se contabilizó sobre vías primarias (Av. Juan Escutia y la Av. Leonor Castro – Reforma), en vías secundarias (Av. Aquiles Serdán, Calle Parque y la Av. 3 de mayo – Miguel Hidalgo) y la ciclovía.

Asimismo, se determinó el tipo de mobiliario a enumerar entre ellos se encuentra: lámparas, bolardos, bancas y botes para residuos.

Una vez que se definieron los parámetros, se realizó el trabajo de campo para obtener su localización a través de coordenadas, para ello, se utilizó el navegador Mapa Geo UTM, con código EPSG:32614, que corresponde al Datum WGS84, proyección UTM zona 14 N. La captura de coordenadas tuvo una precisión promedio 4.10 m.

Una vez, que se realizó el conteo y la recopilación de coordenadas, los valores se ingresaron dentro de un archivo KML, donde se clasificó cada punto de acuerdo con el tipo de mobiliario. Posteriormente, en el SIG de QGIS, se ingresaron los datos para poder ser modelados en formato vectorial y se le asignó un estilo propio a cada capa para poder diferenciarse dentro del mapa.

En la tabla de atributos de los modelos creados se agregaron nuevos campos como: ID, tipo de mobiliario, coordenada X y coordenada Y; valores que se obtuvieron a través de la calculadora de campos.

Se crearon dos mapas, el Mapa 1, con la finalidad de representar el mobiliario urbano dentro de las vialidades y la ciclo vía, mientras que el Mapa 2, se elaboró con el propósito de visualizar el mobiliario urbano dentro del parque de la localidad. Para ello se utilizaron los modelos vectoriales de las manzanas, la red carretera, la red vial primaria, la red vial secundaria y la ciclo vía. Sin embargo, también se crearon nuevas capas con la entidad geométrica de polígono, para delimitar el parque y las jardineras dentro del mismo.

Al Mapa 1 se le colocó una escala de 1:10,000 con una cuadrícula UTM cada 500 m, mientras que, el Mapa 2 se representó con una escala 1: 3,000 y una cuadrícula UTM cada 150 m sobre el eje X y cada 100 m sobre el eje Y, del mismo modo, se colocó el nombre de las vialidades, los elementos que componen al mapa y una tabla que resume el inventario del mobiliario, a través del tipo, la cantidad y las vialidades sobre las que se encuentra.

En la Ilustración 71, se presenta el mapa del “Mobiliario urbano en la localidad de San Nicolás Buenos Aires,” creado con el software de QGIS, además del análisis que se consiguió a través de este.

1. El mayor mobiliario urbano que se encuentra en la localidad de San Nicolás Buenos Aires, son las lámparas, con un total de 165. Gran parte de este mobiliario se concentra en la ciclo vía, siendo un gran indicador pues proporciona al ciclista un viaje más seguro y confortable.

Mobiliario urbano de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

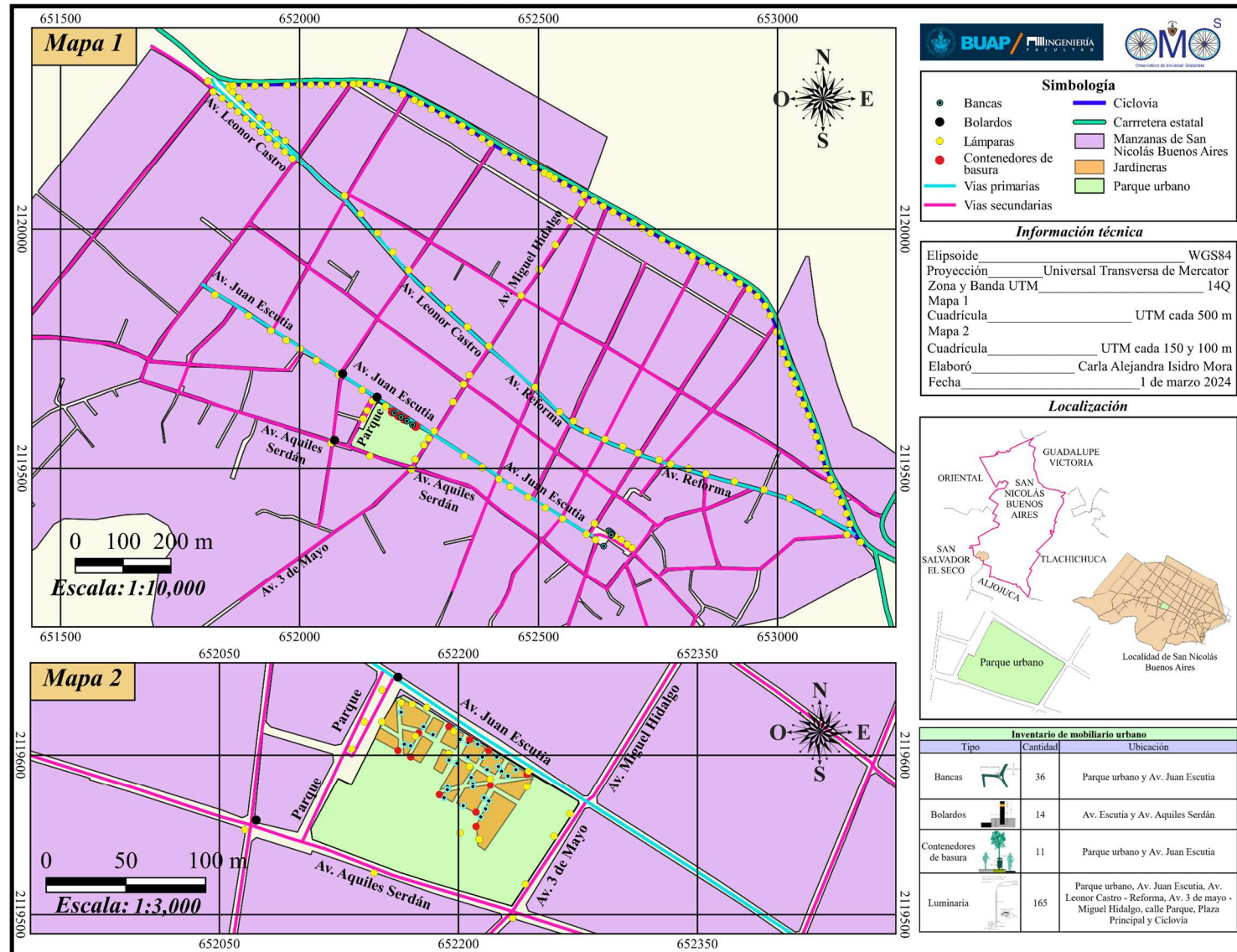


Ilustración 71. Mapa de mobiliario urbano de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

2. El segundo mobiliario que se encuentra en mayoría dentro de la localidad, son las bancas con un total de 36, este mobiliario se concentra principalmente en el parque con un total de 30 bancas, mientras que las otras 6 se ubican en la plaza principal. Estas son de material duradero y resistentes a la intemperie.
3. Existe un total de 11 contenedores de basura dentro de la localidad, estos se concentran en el parque urbano, están elaborado de material resistente a la intemperie, desmontable y con forma redondeada.
4. Existe un total de 14 bolardos en la zona de estudio, su colocación no cumple correctamente con la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla, debido a que no cuenta con las dimensiones, color y criterios de ubicación establecidos.

Levantamiento Topográfico de la ciclovía de la localidad de San Nicolás Buenos Aires

Se realizó el levantamiento topográfico de la ciclovía de la localidad de San Nicolás Buenos Aires ubicada en la periferia, para recopilar todas sus características físicas y de diseño geométrico. A continuación, se describe la metodología que se utilizó para el levantamiento y el procesamiento de datos.

Inicialmente se comenzó con la planificación, por lo que se solicitó los permisos correspondientes a las autoridades del municipio, asimismo, se planeó el equipo y herramienta a utilizar para realizar el levantamiento topográfico.

Finalmente, en el trabajo de campo se señalaron los puntos de control planimétrico y altimétrico, estos se ubicaron en las zonas con mayor visibilidad de puntos y en un sitio estable a través de estacas. Posteriormente se realizó la captura de coordenadas del punto de control inicial a través de un navegador móvil, donde se obtuvo las coordenadas Este (E), Norte (N) y altura (Z) con un sistema de referencia WGS84 con proyección UTM zona 14 N. Las coordenadas del PC-1, fueron:

| | |
|-------------|-------------|
| Este (E): | 51844.739 |
| Norte (N): | 2120284.443 |
| Altura (Z): | 2377.184 |

Una vez que se obtuvo las coordenadas del PC-1, se emplazó la estación total sobre el mismo con ayuda de la plomada laser, posteriormente se niveló el equipo ajustando el nivel esférico y tubular. Luego se encendió la estación total para crear un nuevo trabajo y orientarlo, por lo que se ingresó el valor de las coordenadas del PC-1, además, de la altura del instrumento. Después se eligió el método de orientación a través del ángulo, es decir, con la dirección del norte magnético, donde se ingresó el valor del azimut $0^{\circ} 0' 0''$ y la altura del prisma.

Una vez ingresados los datos anteriores, a través de la brújula se orientó el telescopio de la estación total hacia al norte magnético, de la misma forma que el prisma, se aseguró el tornillo de tangencia horizontal y finalmente se disparó el láser para orientar el equipo. Por último, se volvió a realizar un disparo hacia el prisma ubicado en el mismo punto, donde se obtuvo el valor de las coordenadas del PC-2.

| | |
|-------------|-------------|
| Este (E): | 651858.986 |
| Norte (N): | 2120284.711 |
| Altura (Z): | 2377.186 |

Ya que se realizó la orientación del equipo, se comenzó con el levantamiento de puntos de la ciclovía, se tomó datos cada 20 m, del eje, guarnición, hombro derecho e izquierdo. Además de realizar cambio de estación cada que fue necesario.

Para el trabajo de gabinete se descargó la base de datos de la estación total y esos puntos se ingresaron dentro del software de AutoCAD para su procesamiento. Como complemento de georreferenciación se utilizó una imagen base de Google Earth, con la cual se trazó la red vial cercana a la ciclovía, se colocó su nomenclatura y se delimitó la red carretera.

Otro elemento importante fue establecer el eje de la ciclovía, de esta manera, se marcó las estaciones cada 20 m y se obtuvo el cuadro de construcción que contiene: estación (EST), punto

visado (PV), rumbo, distancia, vértice y coordenadas UTM. Para la planta se marcó la señalización horizontal de la ciclovía, la sección tipo, la retícula cada 200 m, las curvas y sus datos como: cadenamiento, ángulo de deflexión, radio, arco y cuerda.

Por otro lado, con el eje delimitado se generó el perfil longitudinal, con su retícula, cambio de pendientes, estaciones y elevación. Posteriormente, se obtuvieron las secciones transversales de la ciclovía, con su retícula, estación, altura, off, escala horizontal y vertical.

La planta se estableció en su solapa con escala 1:2000, el perfil a escala 1:1500 y las secciones transversales a una escala 1:200, divididas en tres planos para mejor visualización. La solapa de cada plano contiene, el norte, microlocalización, simbología, escala gráfica, logos y cuadro informativo; este mismo indica: el nombre del proyecto, ubicación, nombre de la persona que levantó y dibujo, nombre de la persona que revisó, el contenido, escala numérica, fecha, número de plano y el código.

La planta de la ciclovía, el perfil longitudinal y las secciones transversales, se localizaron en el ANEXO 2, para mejor visualización. Sin embargo, a través del levantamiento topográfico y su procesamiento se obtuvo la siguiente información:

1. La ciclovía tiene una longitud de 1,861.016 m y un ancho promedio de 2.60 m. En la Ilustración 72 se representa la sección tipo.
2. La elevación del cadenamiento inicial es de 2,377 m, mientras que la del cadenamiento final es de 2,392 m, por lo cual existe un desnivel de 15 m y una pendiente de 0.81 %.

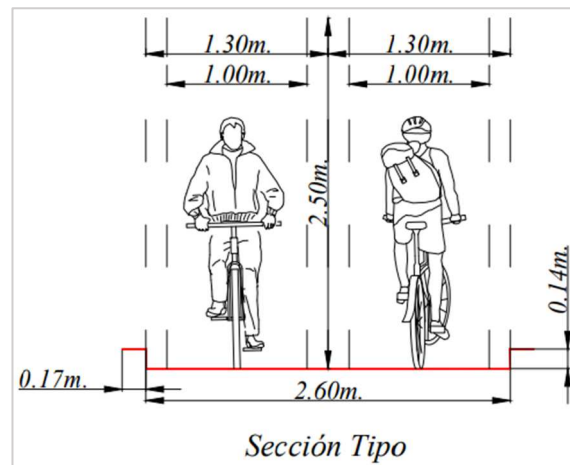


Ilustración 72. Sección tipo de la ciclovía de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.2.2 Aforos

Dentro de la localidad de San Nicolás Buenos Aires se realizó una serie de aforos enfocados en contabilizar a los usuarios que aplican una movilidad sostenible, es decir, el número de peatones y ciclistas que circulan sobre una calle, con la finalidad de obtener un análisis subjetivo y social sobre la movilidad de los usuarios dentro de su entorno y de esa manera realizar propuestas que incentiven el uso de transportes no motorizados, aumenten la actividad física, entre otros.

Aforo peatonal

Antes de realizar este estudio se determinaron los cinco puntos dentro de la localidad para ser evaluados, por tal motivo, se eligieron vialidades donde el tránsito de peatones es mayor, ahora bien, para un análisis amplio, cada aforo se realizó en una fecha y hora distinta.

Como siguiente punto, se realizó el formato de recopilación de datos, a través del cual se contabilizó el número de peatones en un tiempo límite de una hora, asimismo, se clasificaron por género, rango de edad y sentido de circulación. Además de recopilar datos adicionales, como la fecha, nombre de las vialidades, temperatura y condición climática.


|  BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA FACULTAD DE INGENIERIA OBSERVATORIO DE MOVILIDAD SUSTENTABLE FI- BUAP AFORO DE PEATONES | | | | | | | | | | | |
|--|----------|---------------------------|------------------|--------------|--------------|----------------------|---------|--------------------------------|----|----|--|
| FECHA: | | 8 julio 2023 | | | | CONDICION CLIMATICA: | | NUBLADO CON POCA PRECIPITACION | | | |
| NOMBRE DE LA CALLES (E-W): | | JUAN ESCUTIA | | | | TEMPERATURA: | | 18°C | | | |
| NOMBRE DE LA CALLES (N-S): | | MIGUEL HIDALGO- 3 DE MAYO | | | | | | | | | |
| HORAS | GENERO | | EDAD | | | | SENTIDO | | | | |
| | FEMENINO | MASCULINO | Menor de 13 años | 13 a 20 años | 20 a 50 años | Más de 50 años | A | B | C | D | |
| 19:00- 20:00 | 61 | 46 | 29 | 18 | 50 | 10 | 40 | 45 | 13 | 9 | |
| 20:00- 21:00 | 79 | 49 | 30 | 29 | 59 | 10 | 30 | 84 | 4 | 10 | |
| 21:00- 22:00 | 49 | 56 | 16 | 33 | 53 | 3 | 40 | 52 | 6 | 7 | |

Ilustración 73. Formato para la realización de aforos peatonales. Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la Ilustración 74, se presenta un resumen de los aforos peatonales realizados en la zona de estudio, muestra los puntos de la localidad donde se realizó el conteo, la fecha, la hora, además de la temperatura y condiciones climáticas en las que se encontraba el día que se realizó el aforo.

| ID | Punto de aforo | Fecha de aforo | Horas de aforo | Temperatura y condición climática |
|------------|--|--------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 1 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Miguel Hidalgo- Av. 3 de mayo | 08/07/2023 | 19:00-20:00 | 18°C nublado con poca precipitación |
| | | | 20:00-21:00 | |
| | | | 21:00-22:00 | |
| | | 09/07/2023 | 7:00-8:00 | 12°C nublado con neblina |
| | | | 8:00-9:00 | |
| | | | 9:00-10:00 | |
| 10/07/2023 | 7:00-8:00 | 12°C nublado con neblina | | |
| | 8:00-9:00 | | | |
| 2 | Cruce entre la Av. Constitución y Av. Amado Nervo | 24/09/2023 | 7:00-8:00 | 11° frío |
| | | | 8:00-9:00 | |
| | | 22/10/2023 | 13:00-12:00 | 23°C parcialmente nublado |
| 3 | Cruce entre la Av. Constitución y Av. Reforma | 01/10/2023 | 8:00-9:00 | 10°C frío |
| | | | 9:00-10:00 | |
| | | 22/10/2023 | 14:00-15:00 | 23°C parcialmente nublado |
| | | | 7:00-8:00 | 8°C mayormente nublado |
| | | 01/11/2023 | 8:00-9:00 | |
| 4 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Constitución- Avenida Ayuntamiento | 09/07/2023 | 13:00-14:00 | 23°C cálido |
| 5 | Cruce entre la av. Juan Escutia y Av. Centenario | 09/07/2023 | 14:00-15:00 | 23°C cálido |

Ilustración 74. Recopilación de puntos de aforo peatonal por fecha, hora, temperatura y condición climática. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Ahora bien, en la Ilustración 75, se presentan los resultados de los aforos realizados dentro de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, cada uno de los puntos aforados se resumió en promedios de una hora, a través de sus valores absolutos y de porcentaje.

| Promedio de peatones por hora | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|----------------------|------------|------------|------------------|--------------|--------------|------------------|------------------------|------------|------------|------------|
| ID | Punto de aforo | Promedio de peatones | Mujeres | Hombres | Rangos de edades | | | | Sentido de circulación | | | |
| | | | | | Menor de 13 años | 13 a 20 años | 20 a 50 años | Mayor de 50 años | A | B | C | D |
| 1 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Miguel Hidalgo- Av. 3 de mayo | 82 | 49 | 33 | 17 | 17 | 38 | 10 | 7 | 8 | 33 | 34 |
| | | 100% | 60% | 40% | 21% | 21% | 46% | 12% | 9% | 10% | 40% | 41% |
| 2 | Cruce entre la Av. Constitución y Av. Amado Nervo | 91 | 55 | 36 | 13 | 10 | 39 | 29 | 20 | 40 | 11 | 20 |
| | | 100% | 60% | 40% | 14% | 11% | 43% | 32% | 22% | 44% | 12% | 22% |
| 3 | Cruce entre la Av. Constitución y Av. Reforma | 95 | 59 | 36 | 11 | 10 | 50 | 24 | 20 | 29 | 14 | 31 |
| | | 100% | 62% | 38% | 12% | 10% | 53% | 25% | 21% | 31% | 15% | 33% |
| 4 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Constitución- Avenida Ayuntamiento | 159 | 96 | 63 | 26 | 31 | 85 | 17 | 12 | 22 | 85 | 40 |
| | | 100% | 60% | 40% | 16% | 20% | 53% | 11% | 8% | 14% | 53% | 25% |
| 5 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Centenario | 156 | 84 | 72 | 33 | 25 | 73 | 25 | 11 | 0 | 25 | 120 |
| | | 100% | 54% | 46% | 21% | 16% | 47% | 16% | 7% | 0% | 16% | 77% |
| Total | | 583 | 583 | 343 | 240 | 100 | 93 | 285 | 105 | 70 | 99 | 168 |
| | | 100% | 59% | 41% | 17% | 16% | 49% | 18% | 12% | 17% | 29% | 42% |

Ilustración 75. Promedio de peatones por hora. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con la finalidad de comprender mejor los resultados de la tabla anterior se generó cartografía temática enfocada en la zona de estudio, principalmente para visualizar la circulación de los usuarios en cada una de las vialidades aforadas. En el mapa se señalaron cada uno de los puntos donde se realizó el conteo de usuarios, a través del ID asignado a cada cruce; asimismo, a

través de las letras A, B, C y D se establecieron las etiquetas dentro del mapa que señalan los sentidos de circulación. En otro aspecto, se agregó la tabla presentada en la Ilustración 75, con el objetivo de interpretar los resultados obtenidos de manera visual.

En la cartografía temática de aforos se señalaron los sitios más importantes dentro de la localidad con la finalidad comprender como es que estos puntos influyen sobre la movilidad de los peatones. Se señalan las vías primarias, secundarias y terciarias, que anteriormente se trazaron para el mapa de la red vial, también, se colocaron las curvas de nivel cada 10 m con su acotamiento, la nomenclatura de cada calle.

En la Ilustración 76, se presenta el mapa de aforos peatonales realizado dentro de QGIS, asimismo, el análisis que se obtuvo a través de los resultados de este estudio de movilidad y el desarrollo de la cartografía.

1. El mayor número de peatones está conformado por mujeres, pues de acuerdo con los resultados este grupo se conforma por el 59%, mientras, que los hombres peatones se componen por el 41%.
2. De acuerdo con las estadísticas, el rango de edad en el que se encuentra la mayor parte de peatones es de los 20 a los 50 años ocupando un 49%, continua con los peatones mayores a los 50 años con un 18% y en tercer lugar los peatones menores de 13 años, con un 17%.
3. Los sentidos de circulación con mayor desplazamiento de peatones son los C y D, ocupando el 29% y 42%, respectivamente. Las calles que corresponden a estas letras son: la Av. Juan Escutia, la Av. Leonor Castro – Reforma y la Av. Amado Nervo; las dos primeras son vialidades primarias y la ultima una vía secundaria, son las más circuladas, debido a que permiten el acenso y descenso a las zonas de equipamiento, monumentos, comercios y servicios.

Aforos peatonales en la localidad de San Nicolás Buenos Aires

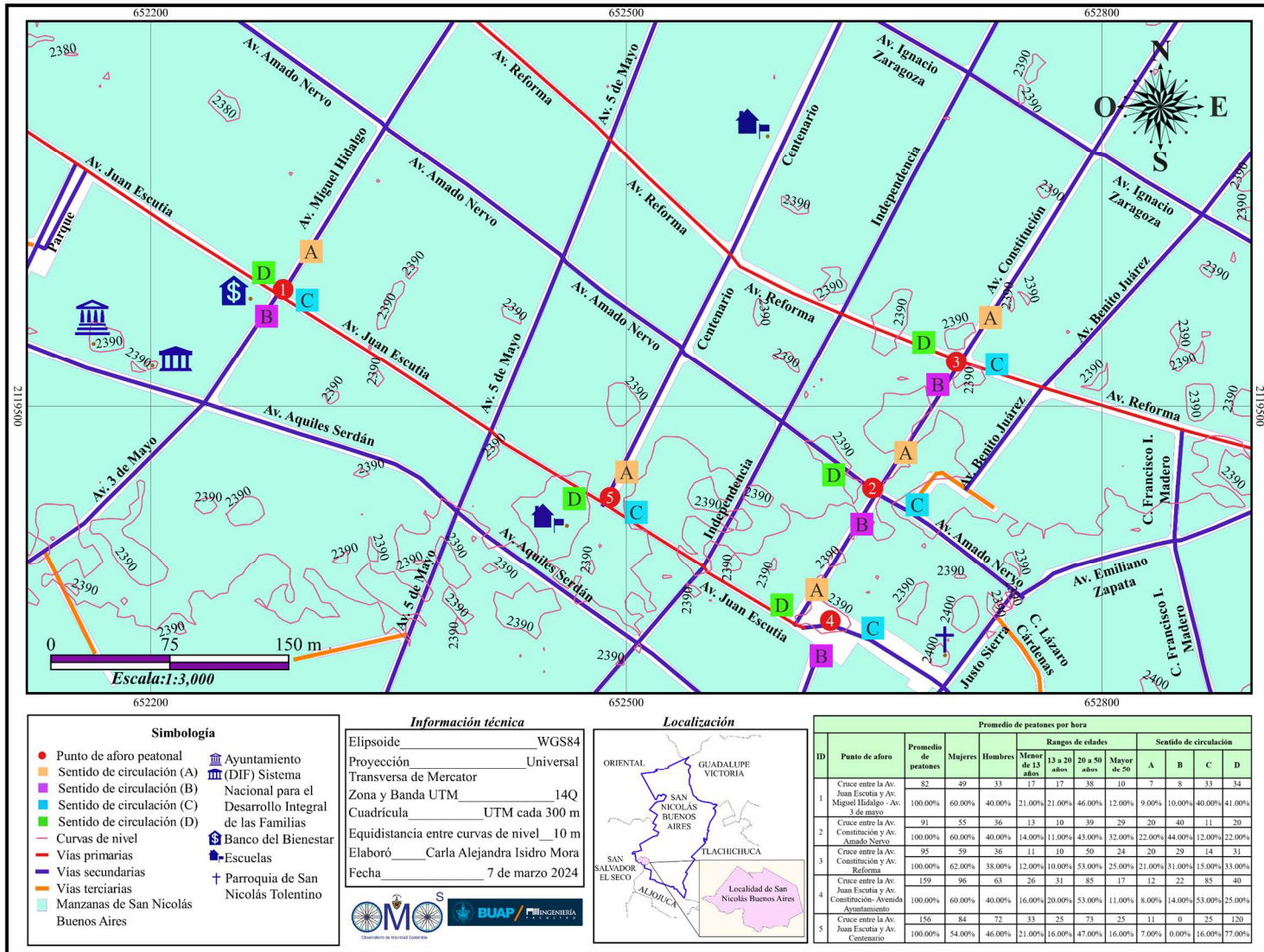


Ilustración 76. Mapa de aforos peatonales en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Aforo ciclista

Para la realización de este estudio se tomaron doce puntos principales con tiempos de cada 15 min para el registro de datos. El formato de conteo concentro el número de ciclistas por género, tipo de bicicleta y número de rodada; asimismo, se contabilizó el uso de otros tipos de vehículos no motorizados como: carriolas, carretillas, triciclos, sillas de ruedas, etc. El formato de la Ilustración 27, recopila datos adicionales como: el nombre de las vialidades, las condiciones climáticas y nombre del aforador.

| HORA | | USUARIO | | ***** | | TIPO DE VEHICULOS NO MOTORIZADOS | | | | | | | | | | | | | | ACCESORIOS | | | | | |
|-------------|--------|---------|---------|-------|----|--|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|---------|----------------|--------------------|------------|---------|---------|-------|-----------------------|---------|
| CADA 15 MIN | GENERO | | PRIVADO | SI | NO | URBANA Bici (Bicicleta Publica) Pr- 26 | BICICLETA TURISMO | BICICLETA DE RUTA | BICICLETA MONTAÑA | BICICLETA CROSS | BICICLETA HIBRIDA | BICICLETA ELECTRICA | BICICLETA PLEGABLE | TRICICLO | HONOPATH | PATINETA | PATINES | CARRETI LLA | SILLA DE RUEDAS | CARREOLA | FRONTAL | TRASERA | CASCO | PANEL DE INSTRUMENTOS | GUANTES |
| | NOMBRE | SEXO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ilustración 77. Formato para la recopilación de datos de aforos ciclistas. Fuente: OMOS, 2023.

Por otro lado, en la Ilustración 78, se presenta la tabla que contiene los cruces donde se realizaron los aforos ciclistas dentro de la localidad, la fechas, horas y condición climática del día que se ejecutó.

| ID | Punto de aforo | Fecha de aforo | Horas de aforo | Temperatura y condición climática |
|----|---|----------------|----------------|-----------------------------------|
| 1 | Cruce de la Av. Reforma e Independencia | 10/06/2023 | 11:15- 11:30 | Semicálido 18°C y 22°C |
| 2 | Cruce de la Av. Reforma y Centenario | | 11:30- 11:45 | Semicálido 18°C y 22°C |
| 3 | Cruce de la Av. Reforma y Av. 5 de mayo | | 11:45- 12:00 | Semicálido 18°C y 22°C |
| 4 | Cruce de la Av. Leonor castro y Av. Miguel Hidalgo - Av. 3 de mayo | | 12:00- 12:15 | Cálidos sobre 22°C |
| 5 | Cruce de la Av. Leonor castro y 16 de septiembre | | 12:15- 12:30 | Cálidos sobre 22°C |
| 6 | Cruce de la Av. Leonor castro y Av. Allende | | 12:30- 12:45 | Cálidos sobre 22°C |
| 7 | Cruce entre la Carretera a Tlachichuca y Av. Miguel Hidalgo - Av. 3 de mayo | | 12:45- 13:00 | Cálidos sobre 22°C |

| ID | Punto de aforo | Fecha de aforo | Horas de aforo | Temperatura y condición climática |
|------------|--|--------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 8 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Miguel Hidalgo - Av. 3 de mayo | 08/07/2023 | 19:00-20:00 | 18°C nublado con poca precipitación |
| | | | 20:00-21:00 | |
| | | | 21:00-22:00 | |
| | | 09/07/2023 | 7:00-8:00 | 12°C nublado con neblina |
| | | | 8:00-9:00 | |
| | | | 9:00-10:00 | |
| 10/07/2023 | 7:00-8:00 | 12°C nublado con neblina | | |
| | 8:00-9:00 | | | |
| 9 | Cruce entre la Av. Constitución y Av. Amado Nervo | 24/09/2023 | 7:00-8:00 | 11°C frio |
| | | | 8:00-9:00 | |
| 10 | Cruce entre la Av. Constitución y Av. Reforma | 10/06/2023 | 11:00- 11:15 | Semicálido 18°C y 22°C |
| | | | 01/10/2023 | |
| | | 9:00-10:00 | | |
| | | 22/10/2023 | 14:00-15:00 | 23°C parcialmente nublado |
| | | | 01/11/2023 | |
| | | 8:00-9:00 | | |
| 11 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Constitución- Avenida Ayuntamiento | 09/07/2023 | 13:00-14:00 | 23°C cálido |
| 12 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Centenario | 09/07/2023 | 14:00-15:00 | 23°C cálido |

Ilustración 78. Recopilación de puntos de aforo ciclista por fecha, hora, temperatura y condición climática. Fuente: Elaboración propia, 2024.

A partir de los datos obtenidos de cada uno de los conteos, se recopiló toda la información en una tabla, con la finalidad de obtener un promedio del número de ciclistas que circulan en las vialidades en un intervalo de tiempo de 15 min. Los resultados obtenidos se muestran en la Ilustración 79 a través de valores absolutos y de porcentaje. De igual manera, como complemento de análisis, se realizó cartografía temática que representa la ubicación de cada uno de los puntos de aforo a través de un ID asignado.

En el mapa se visualiza la red vial primaria, secundaria y terciaria de la localidad; la ubicación de los sitios importantes y la nomenclatura de las calles. Se colocaron las curvas de nivel acotadas cada 10 m, inclusive, en la parte inferior se localizan los resultados obtenidos de cada punto de aforo, clasificados por género, tipo de bicicleta y número de rodada de uso más frecuente. En la Ilustración 79, se representa el mapa de aforos ciclistas de la localidad de estudio y como complemento se generó un análisis de resultados.

| ID | Punto de aforo | | Total, de ciclistas | Mujeres | Hombres | Bicicleta turismo | | | | Bicicleta de ruta | | | | Bicicleta montaña | | | | Bicicleta Cross | | | | Bicicleta híbrida | | | | Triciclo | Carretilla | Carréalas | Silla de rueda | | |
|--------------|---|----------|---------------------|------------|------------|-------------------|-------------|-----------|-----------|-------------------|-------------|------------|------------|-------------------|-------------|------------|-----------|-----------------|-------------|----|----|-------------------|----|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|----------------|-----|----|
| | | | | | | 14 | 24 | 26 | 28 | 14 | 24 | 26 | 28 | 14 | 24 | 26 | 28 | 14 | 24 | 26 | 28 | 14 | 24 | 26 | 28 | | | | | | |
| 1 | Cruce de la Av. Reforma e Independencia | Subtotal | 12 | 3 | 9 | | | 1 | | | | 6 | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | 2 | | | | |
| | | % | 100% | 25% | 75% | | | 8% | | | | | 50% | | | 17% | 8% | | | | | | | | | | 17% | | | | |
| 2 | Cruce de la Av. Reforma y Centenario | Subtotal | 27 | 17 | 10 | | | 1 | | | | 6 | 2 | | | 10 | 2 | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | | |
| | | % | 100% | 63% | 37% | | | 4% | | | | | 22% | 7% | | | 37% | 7% | | | | | | | | | 7% | 7% | 7% | | |
| 3 | Cruce de la Av. Reforma y Av. 5 de mayo | Subtotal | 15 | 3 | 12 | | | | | | | 1 | | | | 8 | 1 | | | | | | | | | | 4 | 1 | | | |
| | | % | 100% | 20% | 80% | | | | | | | | 7% | | | | 53% | 7% | | | | | | | | | 27% | 7% | | | |
| 4 | Cruce de la Av. Leonor castro y Av. Miguel Hidalgo - Av. 3 de mayo | Subtotal | 9 | 1 | 8 | | | 1 | | | | 1 | | | | 4 | 2 | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| | | % | 100% | 11% | 89% | | | 11% | | | | | 11% | | | | 44% | 22% | | | | | | | | | | 11% | | | |
| 5 | Cruce de la Av. Leonor castro y 16 de septiembre | Subtotal | 11 | 1 | 10 | | | 1 | | | | 4 | 2 | | | 3 | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| | | % | 100% | 9% | 91% | | | 9% | | | | | 36% | 18% | | | 27% | | | | | | | | | | | 9% | | | |
| 6 | Cruce de la Av. Leonor castro y Av. Allende | Subtotal | 5 | 3 | 2 | | | | | | | 1 | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | % | 100% | 60% | 40% | | | | | | | | 20% | | | | 80% | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Cruce entre la Carretera a Tlachichuca y Av. Miguel Hidalgo - Av. 3 de mayo | Subtotal | 5 | 0 | 5 | | | | | | | | | | | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | % | 100% | 0% | 100% | | | | | | | | | | | | 60% | 40% | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Miguel Hidalgo - Av. 3 de mayo | Subtotal | 123 | 18 | 105 | | | 2 | 11 | 2 | 4 | | | 40 | 15 | 2 | 1 | 19 | 8 | 3 | 1 | | | | | 1 | 7 | 1 | 1 | 5 | |
| | | % | 100% | 15% | 85% | | | 2% | 9% | 2% | 3% | | | 33% | 12% | 2% | 1% | 15% | 7% | 2% | 1% | | | | | 1% | 6% | 1% | 1% | 4% | |
| 9 | Cruce entre la Av. Constitución y Av. Amado Nervo | Subtotal | 38 | 9 | 29 | 1 | | 2 | | 1 | | 8 | 6 | | 1 | 8 | 4 | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 5 | |
| | | % | 100% | 24% | 76% | 3% | | 5% | | 3% | | 21% | 16% | | 3% | 21% | 11% | | | | | | | | | | 3% | | 3% | 13% | |
| 10 | Cruce entre la Av. Constitución y Av. Reforma | Subtotal | 111 | 15 | 96 | 1 | | 7 | | 1 | | 40 | 10 | 1 | 2 | 18 | 7 | | | | | | | | | 1 | 14 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| | | % | 100% | 14% | 86% | 1% | | 6% | | 1% | | 36% | 9% | 1% | 2% | 16% | 6% | | | | | | | | | 1% | 13% | 2% | 3% | 3% | 1% |
| 11 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Constitución- Avenida Ayuntamiento | Subtotal | 25 | 10 | 15 | | | 1 | 1 | | 1 | 8 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | 2 | 2 | | 7 | |
| | | % | 100% | 40% | 60% | | | 4% | 4% | | 4% | 32% | | | | 4% | 4% | 4% | | | | | | | | | 8% | 8% | | 28% | |
| 12 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Centenario | Subtotal | 23 | 3 | 20 | | | | | | 1 | 11 | 4 | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 1 | |
| | | % | 100% | 13% | 87% | | | | | | 4% | 48% | 17% | | | 9% | 4% | | | | | | | | | | | 4% | 9% | 4% | |
| Total | | | 404 | 83 | 321 | 2 | 2 | 25 | 3 | 6 | 2 | 126 | 39 | 3 | 4 | 82 | 29 | 4 | 1 | | | | | 2 | 24 | 14 | 10 | 24 | 2 | | |
| % | | | 100% | 21% | 79% | 0.5% | 0.5% | 6% | 1% | 1.5% | 0.5% | 31% | 10% | 0.7% | 1.0% | 20% | 7% | 1.0% | 0.2% | | | | | 0.5% | 6% | 3% | 2% | 6% | 0.5% | | |
| Total | | | 404 | 83 | 321 | 32 | | | | 173 | | | | 118 | | | | 5 | | | | 26 | | | | 14 | 10 | 24 | 2 | | |
| % | | | 100% | 21% | 79% | 8% | | | | 43% | | | | 29% | | | | 1% | | | | 6% | | | | 3% | 2% | 6% | 0.5% | | |

Ilustración 79. Promedio de ciclistas cada 15 min, en los puntos de aforo. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Aforos ciclistas en la localidad de San Nicolás Buenos Aires

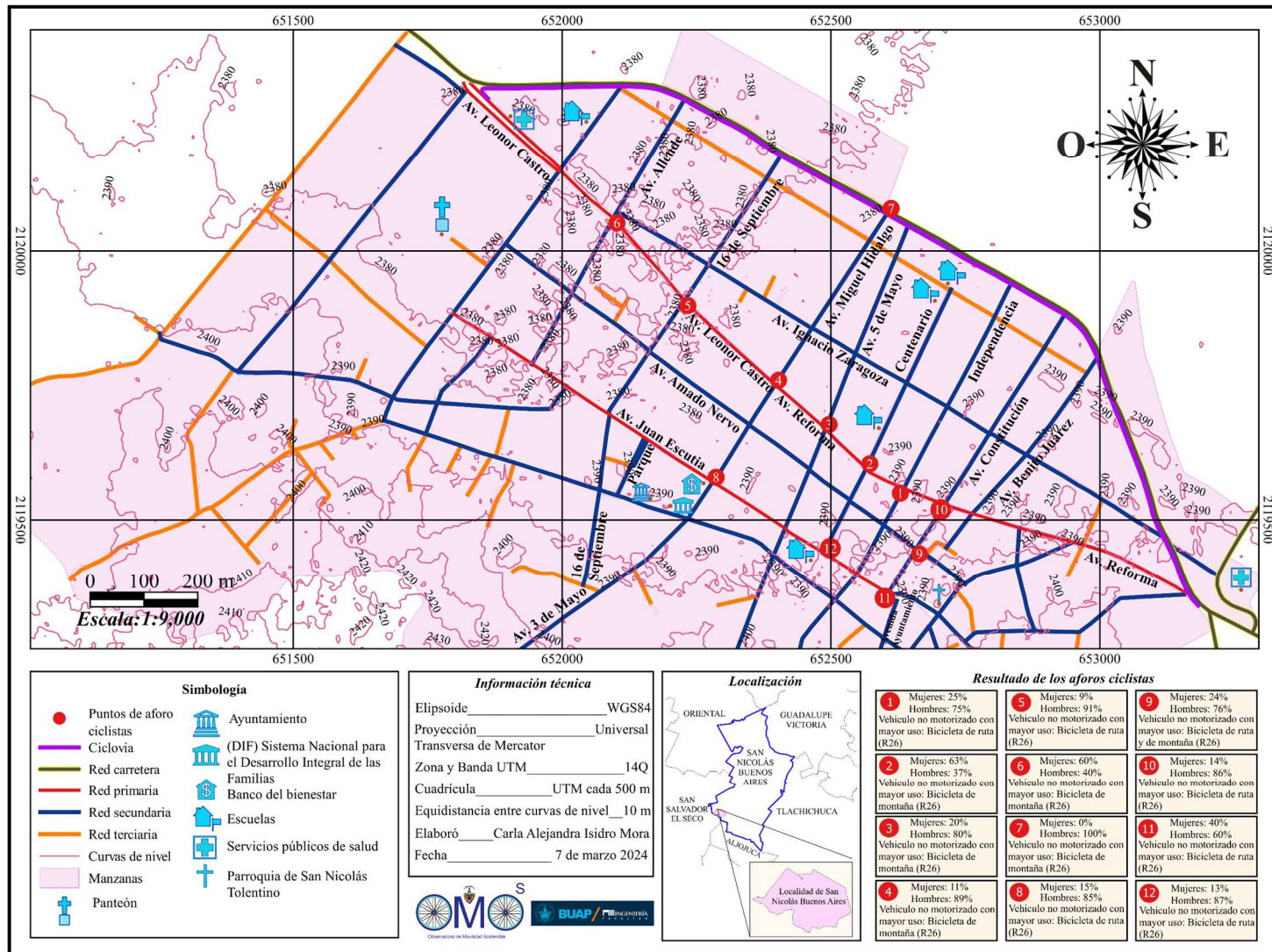


Ilustración 80. Mapa de aforos ciclistas en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

1. El mayor número de usuarios ciclistas se compone por hombres ocupando un 79%, mientras que las mujeres ciclistas se agrupan en un 21%.
2. El transporte no motorizado que más se utiliza para circular dentro de la zona urbana es: la bicicleta de ruta con un 43%, en segundo lugar, se encuentra la bicicleta de montaña con un 29% y en tercer lugar la bicicleta de turismo con un 8%. Ahora bien, el número de rodada más común en los tres tipos es la número 26.
3. De los doce puntos de aforo el que presento más tránsito de ciclistas, corresponde con el ID 8, es decir, el cruce entre la Av. Juan Escutia y la Av. Miguel Hidalgo - 3 de mayo, pues sobre esta transito el 30% de ciclistas contabilizados. El segundo punto de aforo donde circulan más usuarios de transportes no motorizados corresponde con el ID 10, el cruce entre la Av. Constitución y la Av. Reforma, ocupando el 27% de usuarios.
4. La carriola es el otro vehículo no motorizado que más se utiliza dentro de la localidad ocupando un 6%, continúa con el triciclo en un 3% y en tercer lugar la carretilla con un 2%.

4.2.3 Otros medios de transporte

A continuación, se describen otros medios de transporte que se utilizan dentro de la zona de estudio con la finalidad de comprender la movilidad de los habitantes, sus trayectos, ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Transporte Público



Ilustración 81. Transporte público de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

El transporte público permite a los habitantes poder trasladarse a mayores distancias a un bajo costo, este se compone por una serie de combis y autobuses donde el precio puede variar de

acuerdo con el lugar de destino, con un mínimo de 20 pesos hasta un máximo de 105 pesos, actualmente. Las rutas de transporte que proporcionan las combis en la localidad son:

1. San Nicolás Buenos Aires - Cd. Serdán: Recorrido a través de los municipios de Aljojuca o Tlachichuca.
2. Venustiano Carranza - San Salvador el Seco: Comienza en la localidad de Venustiano Carranza, viajando a través de las localidades de San José Buenavista, San Francisco la Mata, Miguel Hidalgo, Pozo Guerra, San Nicolás Buenos Aires, hasta llegar al municipio de San Salvador el Seco.

Respecto al servicio de autobuses dentro de la localidad, solo se cuenta con la ruta Tlachichuca – Puebla, que atraviesa las localidades de José María Morelos, San Nicolás Buenos Aires, San Salvador el Seco, Acatzingo, entre otros; para llegar a su destino que es la Ciudad de Puebla, capital del estado. Otro transporte público que se usa en minoría es, el servicio de taxis, debido que este individualmente tiene un precio más elevado, sin embargo, los choferes transportan en grupo para así tener un mayor servicio a bajo costo para el usuario.

La vialidad sobre la cual circula el transporte público dentro de la localidad es, la Av. Leonor Castro – Reforma, a causa de su amplio arroyo vial.

Vehículos motores de uso privado y de carga



Ilustración 82. Vehículos motores de uso privada y de carga que transitan en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la localidad de San Nicolás Buenos Aires, los principales vehículos de uso privado que transitan sobre las calles son: motocicletas, automóviles, camionetas ligeras y vehículos de carga. Cuentan con beneficios, respecto a la distancia y el tiempo de traslado, además, de que permiten la carga de objetos pesados, sin embargo, son los vehículos que mayor contaminación generan al medio ambiente, asimismo, de propiciar accidentes debido al poco respeto sobre los límites de velocidad y no usar el equipo de protección adecuado, en el caso de las motocicletas.

Vehículos motores de uso agropecuario

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, una de las principales actividades económicas que se desarrolla en la localidad de San Nicolás Buenos Aires es, la agricultura. Por tal motivo, sobre las calles es común el tránsito de vehículos de uso agrícola, como lo son: tractores, remolques o incluso máquinas cosechadoras combinadas.



Ilustración 83. Vehículo de uso agropecuario en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Este tipo de vehículo pueden ir complementado con el uso de: arado, rastra, sembradora, empacadoras, etc. Su velocidad va a depender de la marca, pero va aproximadamente de los 25 km/hrs a los 40 km/hrs. El tránsito de estos vehículos sobre la zona urbana, se realiza principalmente sobre las vías secundarias y terciarias, a causa de su conexión con el uso de suelo agrícola.

Vehículos tirados por animales

Otro de los medios de transporte más comunes dentro de la localidad son los vehículos tirados por animales, este consiste en carretas guiadas por caballos, mulas o burros. Sus aplicaciones se basan principalmente para la agricultura, debido a que no todos los campesinos tienen la posibilidad de adquirir un tractor, de igual manera, es un medio de transporte para las personas de las localidades más cercanas a la cabecera municipal.

Las ventajas de utilizar este medio de traslado dentro del municipio es su bajo costo con respecto a otros vehículos motores como el tractor o la camioneta. Además de que permite recorrer mayores distancias en tiempos más cortos y sin mucho esfuerzo físico.



Ilustración 84. Vehículo tirado por animales en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Sin embargo, este medio de transporte contribuye al maltrato animal, a la par de contaminar el aire y las vialidades de la zona urbana, a causa del excremento.

4.3 Calzadas prehispánicas

Como se mencionó en capítulos anteriores, dentro de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, se encuentran ubicados los vestigios arqueológicos de la cultura popoloca que se estableció en las laderas del cerro El Brujo.

Para fines de la investigación se realizó trabajo de campo en las zonas prehispánicas con el objetivo de comprender su cultura e influencia en el desarrollo de la localidad a través del tiempo. El recorrido fue guiado por un miembro de asociación Pro-Conservación Cultural Tezontilco A. C.; sociedad que se ha dedicado a cuidar y difundir la zona arqueológica.



Ilustración 85. Monumento a la creación del municipio de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2023.

El trabajo de campo comenzó su recorrido en el monumento a la creación del municipio, localizado en la calle Revolución (Ilustración 85), en él se encuentra una placa con la leyenda “A la memoria de los naturales de este lugar que fueron sujetos a la gañanía de la hacienda San Nicolás Tecuitlapla” su interpretación se basa en la historia del municipio, desde los indígenas que habitaban la zona, su conquista, explotación y despojo de tierras; hasta que llegó a ser un municipio

libre. El monumento se representa con una pirámide en la parte inferior, que simboliza a los habitantes popolocas que ocuparon la zona y una cruz en la parte superior, representando su conquista, e imposición de la religión cristiana.

Se realizó un recorrido de aproximadamente 4 horas, a través del cual se ascendió al cerro para explorar el territorio habitado por los popolocas, asimismo, en el trayecto, el guía explicó la historia y costumbres de los pobladores que habitaron la zona.

Entre los sitios más característicos que se apreciaron se encuentra la formación terrazas, es decir, delimitaciones hechas con piedra volcánica que determinaban la división de tierra entre los pobladores, asimismo, las de mayor altitud eran designadas a las personas de mayor poder. En la Ilustración 86, se muestra la formación de terrazas en tierras del cerro El brujo; esta cultura se estableció sobre elevaciones naturales con fines de defensa.



Ilustración 86. Terrazas de los popolocas, elaboradas con piedra volcánica. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Por otra parte, dentro de la zona también se observó la formación de calzadas o calles delimitadas con piedras calizas. La movilidad de sus habitantes era a pie con mecanismos que facilitaban la carga de productos u objetos, por lo que sus calzadas o calles contaban con un arroyo aproximado de 0.50 a 2.00 m



Ilustración 87. Sección tipo de las calzadas prehispánicas. Fuente: Elaboración propia, 2023.

como máximo. En la Ilustración 86, se presenta en primer lugar la sección tipo de una de las calzadas de menor arroyo y posteriormente la de mayor arroyo vial, es decir, que era un camino principal para los pobladores.

De igual manera, entre el ascenso a cada una de las terrazas fue posible apreciar la creación de figuras talladas en piedra que representaban alguna



Ilustración 88. Figuras talladas en piedra por lo popolocas. Fuente: Elaboración propia, 2023.

deidad o figura religiosa, entre los más destacados se encuentra la figura de un águila ubicada en la parte superior del cerro. Las técnicas de tallado resultaron de gran impacto debido a la precisión de los detalles a pesar de la época en que se realizaron. En la Ilustración 85, se presentan las figuras destacables del recorrido.

De acuerdo con la historia, uno de los principales cultos religiosos de esta cultura fue la fertilidad, como consecuencia son variables las figurillas encontradas en la zona representando la imagen femenina a través de las técnicas de cerámica de anaranjado delgado. La asociación Pro-Conservación Cultural



Ilustración 89. Figuras de representación de fertilidad y tumba popoloca saqueada por pobladores. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tezontilco A. C., ha recuperado parte de las figuras que se muestran en la Ilustración 89. De igual manera, los popolocas tenían un gran respeto a la muerte, debido a ello, en la zona se logró observar

las áreas designadas a la sepultura, donde desafortunadamente varias tumbas han sido saqueadas por los mismos pobladores del municipio.

Dentro del recorrido de campo, se visitó igualmente la zona donde se localiza una de las pirámides de esta cultura (Ilustración 90), se ubica en la parte sureste del cerro donde fue posible el ascenso a una altura aproximada de los 2440 a los 2450 msnm. Su diseño es rustico, debido a que se elaboró con material de piedra volcánica, sin embargo, su arquitectura se encuentra en deterioro, debido al tiempo, pues está cubierta por vegetación y no es posible su acceso interior por su inestabilidad.

Finalmente, como parte final del recorrido, se acudió a una cueva para observar la representación de pinturas rupestres de la cultura popoloca (Ilustración 91); de acuerdo con el guía, las imágenes representan a deidades o símbolos de prosperidad.

Actualmente la zona del cerro donde se ubican los vestigios arqueológicos se encuentra resguardada por el INAH y la asociación Pro-Conservación Cultural Tezontilco A. C. con la finalidad de estudiar el territorio habitado por los popolocas, además, cuidar y difundir los objetos y conocimientos adquiridos de esta cultura.



Ilustración 90. Vista frontal de pirámide popoloca. Fuente: Elaboración propia, 2023.



Ilustración 91. Pinturas rupestres en la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Conclusiones

La localidad de San Nicolás Buenos Aires ha sido víctima del cambio climático y la contaminación en los últimos años, principalmente de manera económica con la pérdida de cultivos, además, de la disminución de sus recursos naturales, por tal motivo, con este proyecto de investigación se busca sumar soluciones y cambios que generen ciudades sostenibles. De igual manera, ser una fuente de información geográfica para la planeación de futuros proyectos en el municipio y la localidad.

En este apartado se enlistan las propuestas para la implementación de una movilidad sostenible dentro de la localidad de San Nicolás Buenos Aires. Para ello, se tomó en cuenta el análisis socioespacial de la zona de estudio que se presentó en el capítulo IV, además, de los estudios de movilidad y cartografía temática que se realizaron.

El desarrollo de una movilidad sostenible dentro de la zona de estudio tiene como objetivo dar prioridad de tránsito al peatón y ciclista de manera que en el futuro se den resultados de beneficio a la salud física y mental de la población, permita un cuidado de los recursos naturales, un mayor desarrollo económico, una disminución en los percances automovilísticos y por último una mejor convivencia entre los pobladores.

Para la implementación de este tipo de movilidad, se proponen las siguientes etapas:

Etapa 1. Mantenimiento y mejora de la infraestructura ciclistas existente.

Etapa 2. Creación de espacios para la movilidad de ciclistas y peatones.

Más adelante, se presenta la descripción de cada una de las etapas y las propuestas de infraestructura tomando como referencia los estudios de movilidad realizados y la normativa correspondiente para así cumplir con los principios de inclusión, sustentabilidad, seguridad y resiliencia.

Etapa 1. Mantenimiento y mejora de la infraestructura ciclista existente

La localidad de San Nicolás Buenos Aires cuenta con una infraestructura ciclista localizada en la periferia dentro de la zona urbana, sin embargo, por su ubicación la ruta no permite la conexión con sitios de interés, además, de presentar deterioro por la intemperie, daño por mal uso y vandalismo. A causa de lo anterior, uno de los principales objetivos de esta etapa es realizar el mantenimiento y mejora de la ciclovia, de manera que sea un sitio atractivo, de entretenimiento, que permita la convivencia con el medio ambiente y fomente al deporte entre los ciudadanos. Para que este objetivo se cumpla se plantea la colocación de mobiliario urbano, vegetación y señalización dentro de la ciclovia, a continuación, se presentan las propuestas de cada uno de manera detallada.

Mobiliario urbano

Para la distribución de estos servicios sobre la ciclovia, se proyecta la colocación de islas de mobiliario, que incluyan: techo con protección de lluvia y calor, bancas que permitan el descanso de los ciclistas, zona de estacionamiento de bicicletas y la colocación de contenedores de basura. Los paraderos deberán de colocarse en los espacios disponibles, proponiendo las siguientes medidas guiadas por la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla, que se presenta en la Ilustración 92; cada medida esta acotada en metros.

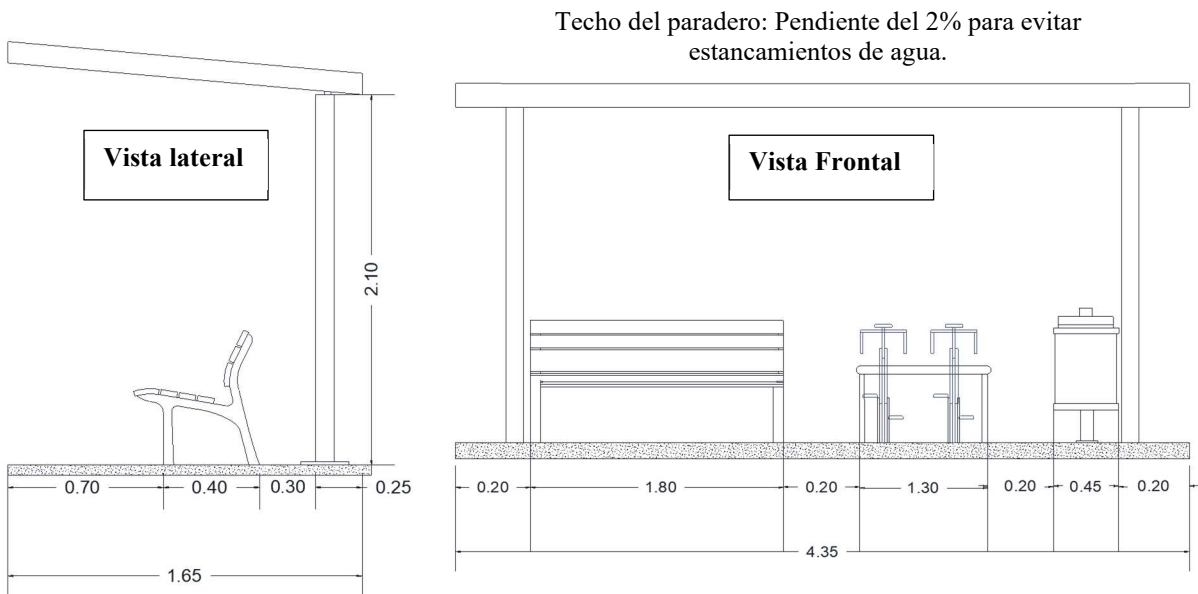


Ilustración 92. Propuesta de islas de mobiliario para la ciclovia de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Debido a que, en ciertos puntos de la ciclovía, el espacio es reducido para la colocación de islas de mobiliario, de igual manera, se propone la colocación de bancas, estacionamientos de bicicleta y contenedores de basura de manera alternada, cada 60 m.

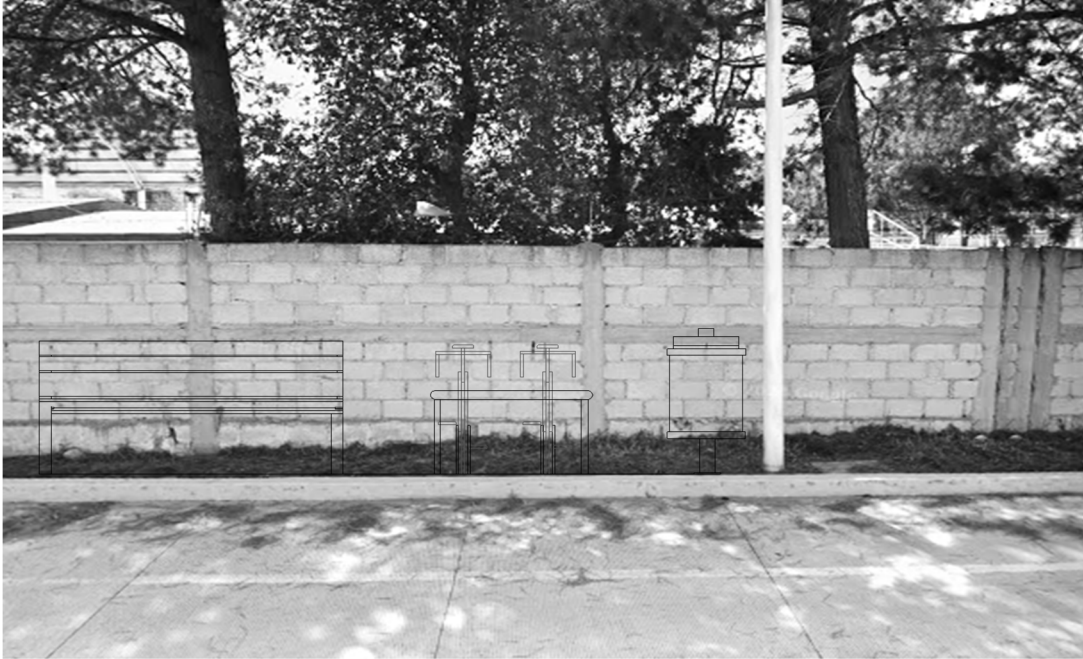


Ilustración 93. Simulación de mobiliario urbano sobre la ciclovía de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Otro mobiliario importante que permite seguridad de tránsito, son las lámparas, afortunadamente la ciclovía no carece de este servicio pues cuenta con el mobiliario suficiente para proporcionar iluminación, con un total de 78 postes de luz, a menos que, estos requieran servicio de mantenimiento o su remplazo por daño o deterioro.

Asimismo, las cámaras de seguridad son un mobiliario que proporcionan seguridad al usuario, por tal motivo, dentro de la ciclovía se encuentran colocadas tres de ellas. Su ubicación corresponde al inicio sobre la Av. Leonor Castro, posteriormente entre el cruce de la ciclovía y la Av. Miguel Hidalgo y por último sobre la Av. Reforma. Para aumentar la seguridad de los ciclistas, se propone la colocación de dos cámaras de seguridad extra, la primera corresponde al cruce entre la ciclovía y la calle 16 de septiembre y la segunda con la intersección de la Av. Constitución.


Vegetación urbana


La colocación de vegetación sobre la ciclovía busca cumplir con los siguientes propósitos: 1) Generar microclimas que regulen las altas temperaturas de calor provocadas principalmente por el tránsito de vehículos motores, 2) Mejorar la calidad del aire, 3) Evitar la erosión del suelo 4) Propiciar la absorción de agua para evitar inundaciones, 5) Generar un espacio estético y confortable, 6) Reducir el estrés en los usuarios y 7) Mitigar la exposición al sol.

De acuerdo con la normativa, todo árbol colocado sobre la vía pública debe tener un espacio para su crecimiento de 1 m² y debe colocarse entre luminarias para no reducir la luz. A partir de estos criterios, se propone la distribución de vegetación sobre la ciclovía indicando el cadenamamiento obtenido del levantamiento topográfico que se realizó.

| | |
|----------------------|----------------------|
| 0+020.00 al 0+260.00 | 1+100.00 al 1+140.00 |
| 0+340.00 al 0+400.00 | 1+160.00 al 1+200.00 |
| 0+700.00 al 0+860.00 | 1+480.00 al 1+640.00 |
| 0+960.00 al 0+980.00 | 1+840.00 al 1+860.00 |

A continuación, se presentan las propuestas de vegetación para colocar sobre la infraestructura ciclista guiadas por el Catálogo de Especies permitidas para la restitución de la masa vegetal. Su elección se basó en: vegetación de poco riego, adaptable a las condiciones climáticas de la localidad, además de tener un crecimiento rápido y buena tolerancia a plagas.

| Tejocote | |
|---|---|
|  | Árbol nativo |
| | Sombra: Media |
| | Crecimiento: Rápido |
| | Altura: 4-10 m |
| | Diámetro tronco: 38-55 cm |
| | Riego: Poco |
| | Tolerancia: Buena |
| | Suelo: ácidos, negros, arcillosos y pedregosos. |

| Ocote | | |
|---|-----------------------|------------------------------------|
|  | Árbol nativo | Diámetro tronco: 70-100 cm |
| | Sombra: Densa | Riego: Poco |
| | Crecimiento: Moderado | Tolerancia: Buena |
| | Altura: 20 a 40 m | Suelo: ácidos, arcillosos, rocosos |


| Capulín | | |
|---|---------------------|--|
|  | Árbol nativo | Diámetro tronco: 1.2 m |
| | Sombra: Media | Riego: Poco |
| | Crecimiento: Rápido | Tolerancia: Buena |
| | Altura: 5 a 15 m | Suelo: pedregoso, ácido, húmedo y profundo |

Ilustración 94. Propuesta de vegetación para colocar sobre la ciclovía de San Nicolás Buenos Aires. Fuente: Comisión de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, 2014.

Señalamiento

Uno de los principales objetivos es el remplazo de la señalización vertical debido a que se encuentra dañada o desprendida, además, de la colocación del señalamiento horizontal que le corresponde de acuerdo con la norma.

Para ello se propone la colocación de señalamiento turístico y de servicio que corresponde a la señal SIT-26 CICLISMO, este se coloca a una altura de 2.50 m respecto al nivel de suelo y de manera longitudinal, se sitúa en la zona donde existe el servicio. De acuerdo con los lineamientos de colocación, se propone ubicar en cada cruce de calle, con ángulo normal al eje vial, dando un total de 22 señales; además de la colocación de señales anticipadas, con un tablero adicional que indique la dirección de la ciclovía, su ubicación se propone sobre las vías primarias en intersección con la Av. Constitución y la Av. 3 de mayo – Miguel Hidalgo.

Otro señalamiento que se encuentra situado sobre la ciclovía es SR-7 CEDA EL PASO, de igual manera, será necesario el remplazo de las señales, colocándose a una altura de 2.50 m, y justo en la zona de restricción, que en este caso corresponde a la intersección con cada calle, siendo un total de 20 señales, debido a que se coloca en ambos sentidos de la ciclovía.

Respecto al señalamiento horizontal, las marcas que se proponen colocar son: Raya continua sencilla (M-1.1), para delimitar los sentidos de circulación y complementando su colocación con botones reflejantes; Rayas para cruce de ciclistas (M-7.1), situada en cada cruce de calle para protección del usuario ante los automóviles y Marca para identificar ciclovías (M-15), para restringir el uso solo al usuario correspondiente. En la siguiente ilustración se muestra un ejemplo de colocación y sus características de acuerdo con la norma.

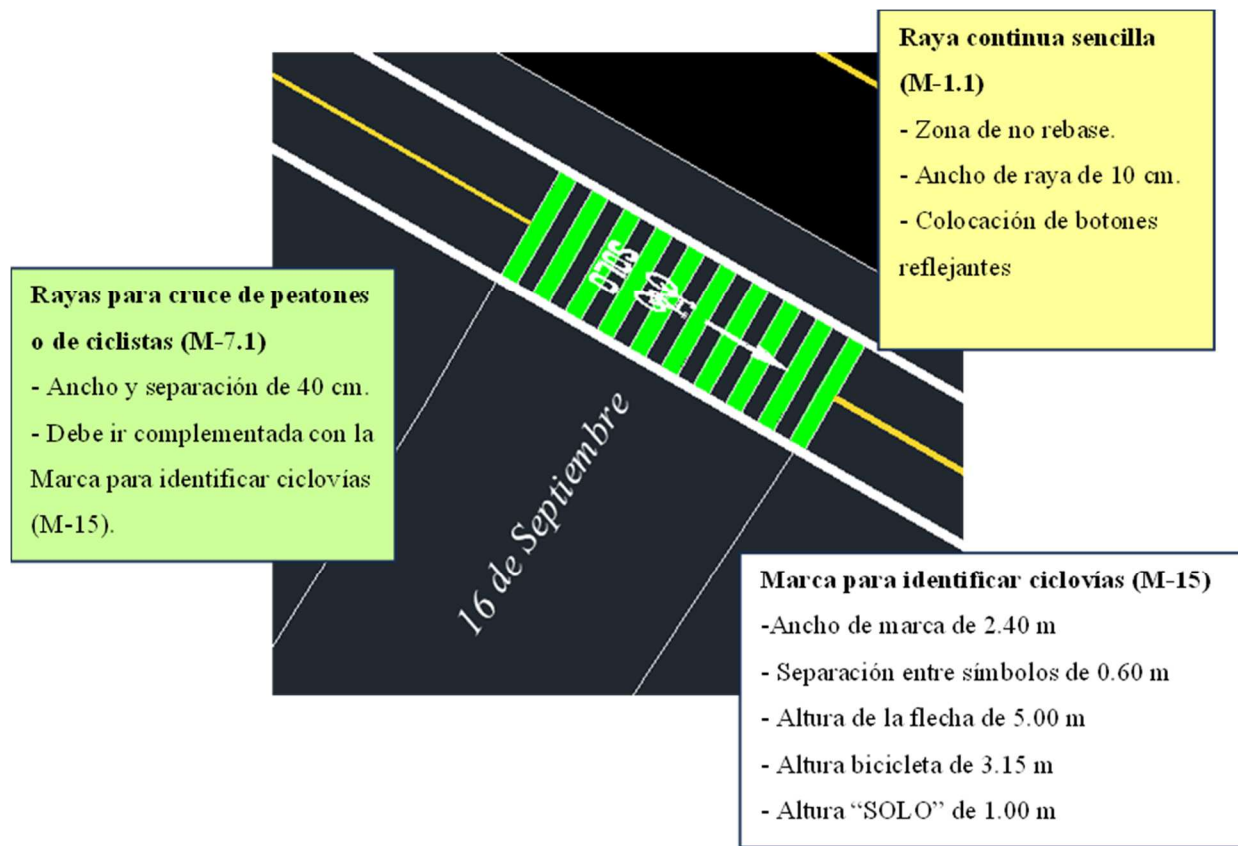


Ilustración 95. Propuesta de señalamiento horizontal en la ciclovía. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Etapa 2. Creación de espacios para la movilidad de ciclistas y peatones

El propósito de esta etapa es instaurar espacios que fomenten la movilidad ciclista y peatonal sobre las calles de la localidad, creando redes de viaje que promuevan el respeto y permitan la conexión con la infraestructura ciclista existente, de manera que se logre ampliar una red de movilidad sostenible.

Para ello se propone, la creación de vialidades compartidas sobre la Avenida Juan Escutia, Amado Nervo y Miguel Hidalgo, calles que proporcionaran prioridad ciclista y peatonal, pues de acuerdo con los aforos realizados, sobre la Av. Amado Nervo circulan un promedio de 59 peatones y 17 ciclistas por hora, en la Av. Juan Escutia transita un promedio de 67 peatones y 15 ciclistas por hora y sobre la Av. Miguel Hidalgo transitan un promedio de 15 peatones por hora.

La Av. Juan Escutia, al ser una vialidad de tipo primaria, permite la conexión con sitios importantes de la localidad, además, de conectar con la zona de comercios y equipamiento urbano. Tiene un ancho promedio de 5.17 m por lo que permite el control de la movilidad. A causa de lo anterior, se propone asignar un sentido de circulación peatonal, además, de un carril compartido ciclista, el primero restringirá la movilidad para uso exclusivo del peatón, debido que el ancho de franja de las banquetas existentes en esta calle no permite el desplazamiento seguro, mientras que, en el carril compartido ciclista, transitarán vehículos motores, pero con prioridad para bicicletas.

Por otro lado, la Av. Amado Nervo será la vialidad que proporcione el sentido de circulación contrario a la Av. Juan Escutia, compartiendo las mismas características de diseño. La Av. Miguel Hidalgo, sin embargo, solo será una vialidad compartida ciclista, ya que permitirá la conexión con la ciclovía existente.

A partir de las vialidades compartidas, se busca disminuir el tránsito de vehículos motores y concentrar su circulación sobre otras calles alternas, principalmente la Av. Leonor Castro – Reforma que tiene un mayor arroyo vial.

En la Ilustración 96, se presenta la sección tipo de la Av. Juan Escutia con la modalidad de un carril peatonal y un carril compartido ciclista, las medias están acotada en metros de acuerdo con el ancho promedio de la calle. Por otro lado, en la Ilustración 97, se encuentra la sección tipo

de la Av. Amado Nervo con el sentido de circulación contrario. Cada una de las dimensiones se establece de acuerdo con la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla.

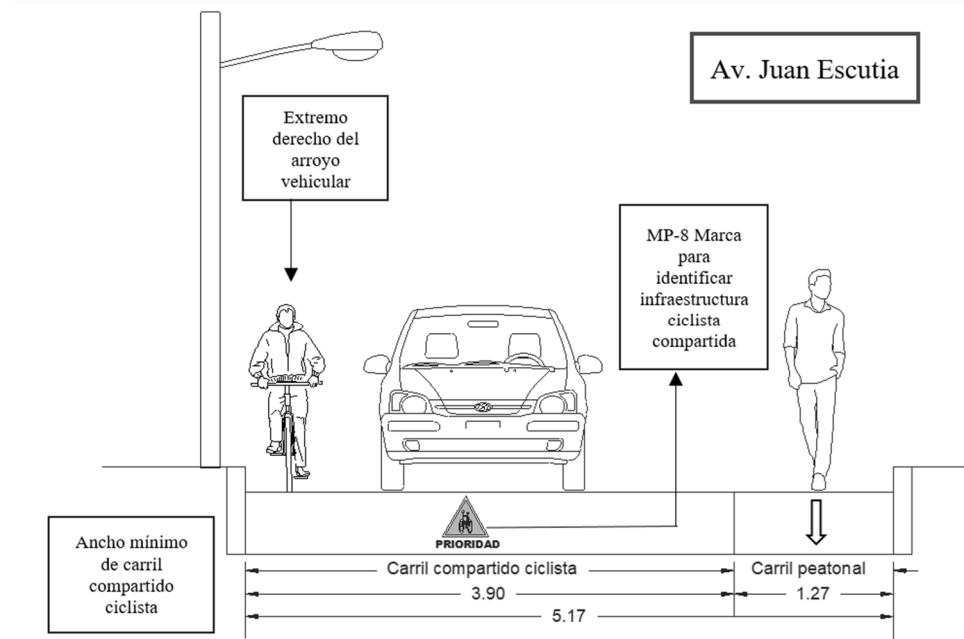


Ilustración 96. Sección tipo de la Av. Juan Escutia con la implementación de una vialidad compartida. Fuente: Elaboración propia, 2024.

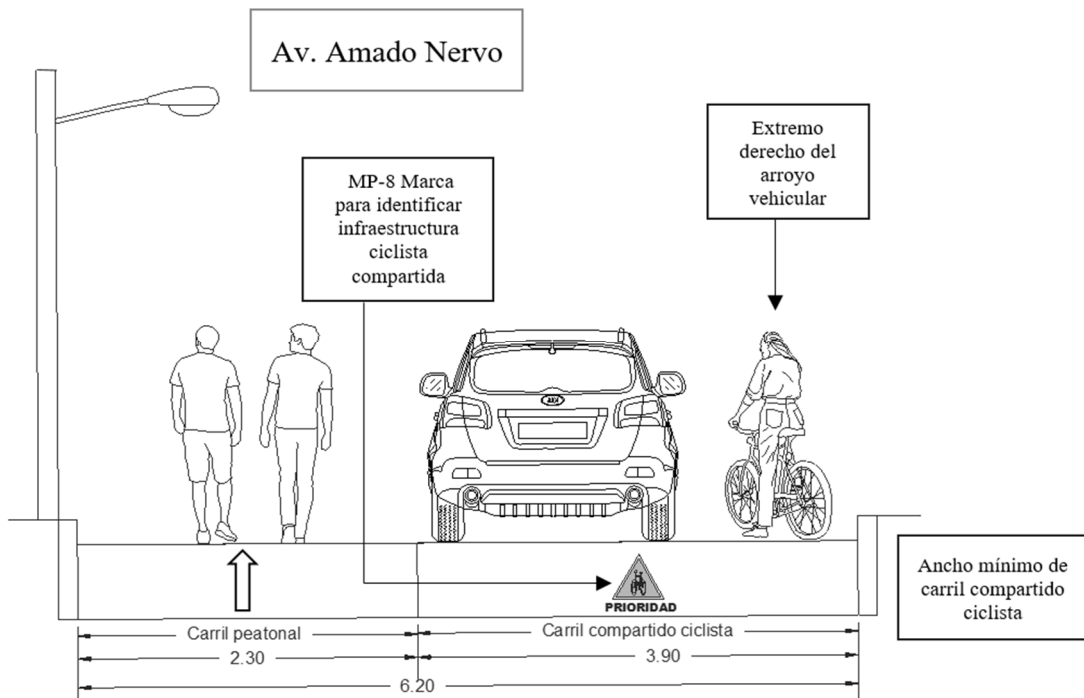


Ilustración 97. Sección tipo de la Av. Amado Nervo con la implementación de una vialidad compartida. Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el caso de la Av. Miguel Hidalgo, se propone la modalidad de vialidad compartida ciclista, puesto que, conectará con la ciclovía localizada en la periferia. Sin embargo, sobre esta calle no es posible el estacionamiento de autos, a causa de su arroyo vial reducido. Por tal motivo, se plantea la implementación de dos sentidos de circulación, que de acuerdo con la norma deben ser menores a 3.00 m y con velocidad máxima de 30 Km/hrs.

En la Ilustración 98, se presenta la sección tipo que representa la modalidad de vialidad compartida ciclista en la Av. Miguel Hidalgo, de acuerdo con su ancho promedio y medidas establecidas respecto a la norma.

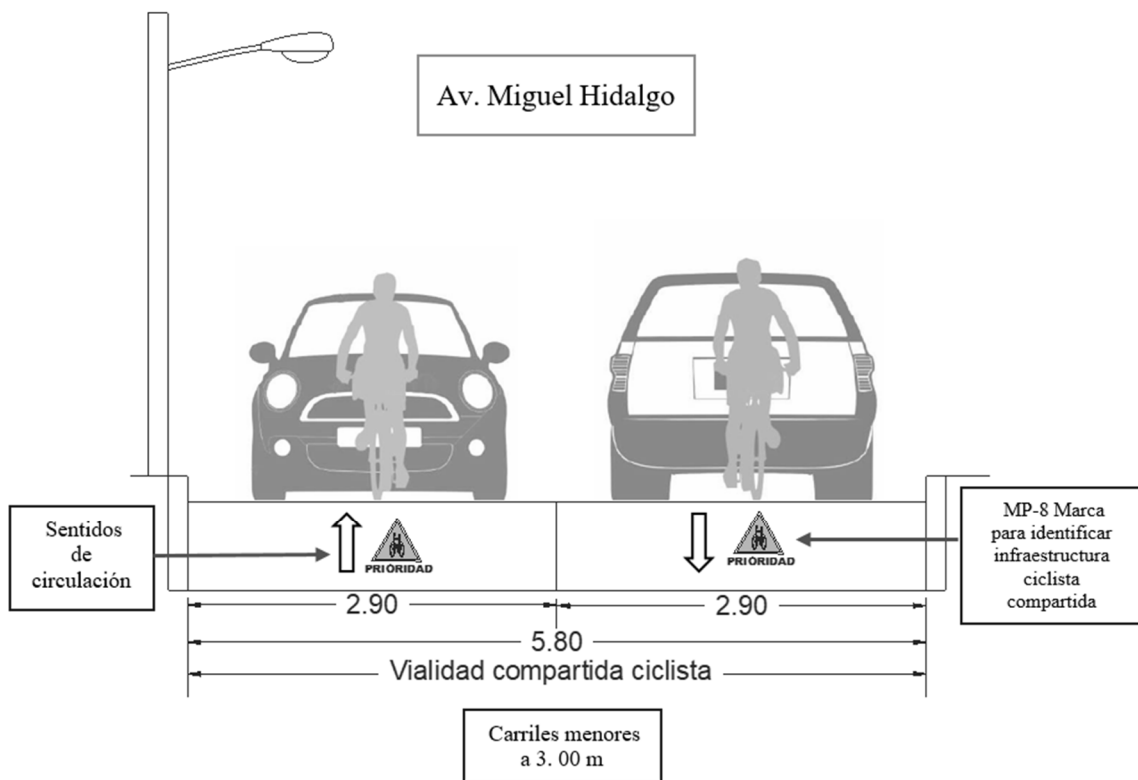


Ilustración 98. Sección tipo de la Av. Miguel Hidalgo con la implementación de una vialidad compartida ciclista. Fuente: Elaboración propia, 2024.

Un elemento importante para el funcionamiento de una vialidad compartida es el señalamiento vertical y horizontal, sin embargo, con el objetivo de no generar más obstáculos en la calle, principalmente en las banquetas, se reducirá la colocación de señalamiento vertical.

Teniendo en cuenta lo anterior, para la separación de carril compartido ciclista con el carril peatonal se utilizará la Raya separadora de carriles, continua doble (M-2.2) marca indicada por la norma para señalar carriles exclusivos y como complemento se agregarían delimitadores reflejantes colocados cada 30 m sobre la raya, a partir del inicio de la zona marcada. A través de la longitud promedio de la Av. Juan Escutia se propone la colocación de 32 delimitadores mientras que para la Av. Amado Nervo se propone la colocación a de 35 delimitadores.

Otro de los señalamientos horizontales a implementar es la MP-8 Marca para identificar infraestructura ciclista compartida, donde indicará la prioridad de carril sobre la vialidad, de igual manera, acompañado con flechas que indiquen el sentido de circulación. La marca se alojará sobre el eje del carril y se repetirá sistemáticamente en el inicio y final de cada tramo de vía, dando un total de 19 señales para su colocación entre la Avenida Juan Escutia y Amado Nervo.

Para el señalamiento vertical, se plantea la colocación de SR-22 PROHIBIDO ESTACIONARSE pues el ancho del arroyo vial no permite el estacionamiento prolongado de vehículos motores, de igual manera, SR-9 VELOCIDAD el cual indicara que la velocidad máxima de tránsito es de 30 Km/hrs, y por último SP-32 PEATONES, principalmente para indicar el carril exclusivo. En la Tabla 35, se presenta el número de señalamiento vertical que se propone colocar en las vialidades compartidas, considerando las señales existentes del inventario realizado anteriormente.

Tabla 35. Propuesta de señalamiento vertical de las vialidades compartidas. Fuente: Elaboración propia, 2024.

| | SR-22 PROHIBIDO ESTACIONARSE | SR-9 VELOCIDAD | SP-32 PEATONES |
|--------------------|------------------------------------|-------------------|----------------|
| Av. Juan Escutia | 5 | 9 | 6 |
| Av. Amado Nervo | 6 | 6 | 7 |
| Av. Miguel Hidalgo | 4 | 7 | 2 |
| Total | 15 | 22 | 15 |

Desafortunadamente por el espacio reducido de arroyo vial, no es posible la implementación de mobiliario urbano y vegetación en las vialidades compartidas, ya que solo

serían un obstáculo para el tránsito de los usuarios, únicamente se recomienda la colocación de contenedores de basura y bancas en la plaza principal, de manera que genere espacios de descanso y confort a los usuarios ciclistas y peatones. Por otro lado, para garantizar seguridad de los usuarios, se requiere el mantenimiento de las lámparas, a causa de, que no todas se encuentran en buen estado, asimismo, colocar cámaras de seguridad en los carriles ciclistas compartidos uno al inicio de cada calle, posteriormente en medio, es decir, la Av. Miguel Hidalgo y al final de cada vialidad.

Para que una avenida o calle compartida funcione requiere de un trabajo en conjunto, principalmente de las autoridades para verificar que se cumpla con la prioridad de tránsito y posteriormente de los pobladores para cuidar la infraestructura y señalamiento colocado.

Otras propuestas de movilidad

A través de este trabajo de investigación fue posible conocer la historia y cultura de la localidad de San Nicolás Buenos Aires, información que debe de ser difundida para evitar su pérdida, pues la localidad cuenta con una riqueza cultural que muchos de sus pobladores desconocen.



*Ilustración 99. Vestigios arqueológicos de la cultura popoloca.
Fuente: Elaboración propia, 2023.*

Para ello se propone la creación de redes de senderismos guiadas sobre las faldas del cerro El brujo, principalmente a través de un recorrido por las ciudades popolocas y de esa manera generar una conexión con la naturaleza, conocer el modo de vida y costumbre de los habitantes en el México prehispánico y así valorar los recursos naturales y culturales del municipio.

Por otro lado, sería un enfoque turístico para la localidad, permitiendo que más personas conozcan los vestigios arqueológicos y la historia que hay detrás de ellos.

Bibliografía

- Alcántara, G. D. (2014). *Topografía y sus aplicaciones*. Ciudad de México: GRUPO PATRIA CULTURAL S.A. DE C.V.
- Berné, V. J., Garrido, V. N., & Capilla, R. R. (2019). *GNSS: GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU. Fundamentos y métodos de posicionamiento*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Castillo, R. J. (2017). *Introducción a la Ingeniería*. Bogotá : Fundación Universitaria del Área Andina.
- Chavira, Q. M. (2019). Las vialidades como elementos vertebradores del territorio en el entorno urbano. *Vías Terrestres*(57), 5-9.
- Chuvieco, E., Bosque, J., Pons, X., Conesa, C., Santos, J., Puebla, J., . . . Prados, M. J. (2005). ¿Son las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) parte del núcleo de la Geografía? *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*(40), 35-55.
- Comisión de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. (2014). *Catálogo de Especies Permitidas para la Restitución de la Masa Vegetal*. Puebla: Gobierno Municipal de Puebla.
- Comisión Nacional de Vivienda [Conavi]. (2022). *Clima templado subhúmedo*. Ciudad de México: Conavi.
- CONABIO. (2019). *Estadísticas de biodiversidad, ambientales y sociodemográficas. San Nicolás Buenos Aires*. Ciudad de México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. CONABIO.
- CONABIO. (22 de Noviembre de 2021). *Ecosistemas de México*. Obtenido de Matorrales: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/Matorral.html>
- Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos . (2021). *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- CONUEE. (2018). *Movilidad Urbana Sostenible*. Ciudad de México: Dirección de Movilidad y Transporte.
- Corral, M. d. (2009). *Topografía de obras*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Del Real, W. P. (2013). El Moviliario Urbano como Objeto de Uso Público: Implicaciones de diseño. *Trilogía. Ciencia-Tecnología-Sociedad*, 25(35), 29-49.

Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa [DGPPyEE]. (14 de 10 de 2024). *Sistema de Información y Gestión Educativa, SIGED*. Obtenido de San Nicolás Buenos Aires: <https://siged.sep.gob.mx/SIGED/escuelas.html>

E-consulta. (14 de Marzo de 2023). San Nicolás Buenos Aires y su cerro Brujo, entre la historia y la leyenda. *E-consulta*.

EOSDA. (s.f.-a). *NDMI: Índice De Humedad De Diferencia Normalizada*. Obtenido de Fórmula Del NDMI: <https://eos.com/es/make-an-analysis/ndmi/>

EOSDA. (s.f.-b). *Soluciones Espaciales A Los Problemas De La Tierra*. Obtenido de Acerca De La Empresa: <https://eos.com/es/company/>

Equipo de desarrollo de QGIS. (09 de Diciembre de 2020). *Análisis del terreno ráster*. Obtenido de Sombreado:
https://docs.qgis.org/3.10/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/rasterterrainanalysis.html#id26

Equipo de desarrollo de QGIS. (09 de Diciembre de 2020). *Análisis del terreno ráster*. Obtenido de Aspecto:
https://docs.qgis.org/3.10/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/rasterterrainanalysis.html#id26

Equipo de desarrollo de QGIS. (13 de 02 de 2024). *Guía del usuario de QGIS*. Obtenido de Prólogo: https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/user_manual/preamble/foreword.html

ESA. (2015). *Manual del usuario de Sentinel-2*. Paris: ESA.

Gámez, E. A. (2003). *Los popolocas de Tecamachalco-Quecholac. Historia, cultura y sociedad de un señorío prehispánico*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Gámez, E. A. (2006). *Popolocas. Pueblos Indígenas del México Contemporáneo*. Ciudad de México: Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI).

García, Á. D. (2008). *Sistema GNSS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM)*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

García, M. F. (2017). *Curso Básico de Topografía. Planimetría. Agrimensura. Altimetría*. Ciudad de México: Pax México.

Ghilani, C. D., & Wolf, P. R. (2016). *Topografía*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C. V., México.

- Gobierno del Estado de Puebla. (2017). *Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla*. Puebla: Gobierno del Estado de Puebla.
- GRASS GIS. (27 de Febrero de 2023). *r.fill.dir*. Obtenido de <https://grass.osgeo.org/grass83/manuals/r.fill.dir.html>
- GRASS GIS. (12 de Febrero de 2023). *r.stream.extract.*. Obtenido de <https://grass.osgeo.org/grass83/manuals/r.stream.extract.html>
- GRASS GIS. (26 de Enero de 2023). *r.watershed*. Obtenido de <https://grass.osgeo.org/grass83/manuals/r.watershed.html>
- H. Ayuntamiento de San Nicolás Buenos Aires. (2022). *San Nicolás Buenos Aires. Gobierno 2021-2024*. Obtenido de Historia: <https://snbuenosaires.gob.mx/gobierno/nosotros/municipio>
- IGN. (2020). *Fundamentos de teledetección aplicada*. Madrid: IGN.
- IGN. (s.f.). *¿Qué es la Geodesia?* Madrid: IGN.
- IMPLAN. (17 de Marzo de 2022). *Carta Urbana Digital*. Obtenido de <https://ti.implanpuebla.gob.mx/CartaUrbanaDigital/>
- IMPLAN. (s.f.). *Carta Urbana v2. Manual de Usuario*. Puebla: IMPLAN.
- INEGI. (2004a). *Guía de Proyecciones Cartográficas*. Aguascalientes: INEGI.
- INEGI. (2004b). *Guías para la Interpretación de Cartografía Edafología*. Aguascalientes: INEGI.
- INEGI. (2005). *Guía para la interpretación de cartografía climatológica*. Aguascalientes: INEGI.
- INEGI. (2010a). *Compendio de información geográfica municipal 2010. San Nicolás Buenos Aires. Puebla*. Ciudad de México: INEGI.
- INEGI. (2010b). *Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- INEGI. (2018). *Mapas*. Obtenido de Modelo digital de elevación de tipo terreno con resolución de 1.5 metros generado a partir de datos de altimetría del relieve. D15B42f2: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463806967>
- INEGI. (2020a). *CENSO 2020. Presentación de resultados. Puebla*. INEGI. Puebla: INEGI.
- INEGI. (2020b). *Sistema para la Consulta de Información Censal 2020 (SCINCE 2020)*. Obtenido de San Nicolás Buenos Aires: <https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/>
- INEGI. (2021). *EN MÉXICO SOMOS 126 014 024 HABITANTES: CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020*. INEGI. Ciudad de México: INEGI.
- INEGI. (2022). *Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada*. México: INEGI.

- INEGI. (s.f.-a). *Cuéntame de México*. Obtenido de Población rural y urbana: https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx
- INEGI. (s.f.-b). *Economía y Sectores Productivos*. Obtenido de Industria manufacturera: https://www.inegi.org.mx/temas/manufacturas/#informacion_general
- INEGI. (s.f.-c). *Geografía y Medio Ambiente*. Obtenido de Fisiografía: <https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/>
- INEGI. (s.f.-d). *Glosario de términos. Cuéntame de México*. Obtenido de <https://www.cuentame.inegi.org.mx/glosario/l.aspx?tema=G>
- Instituto Nacional de Antropología e Historia [INAH]. (s.f.). *Zonas de Monumentos Históricos*. Obtenido de Monumentos históricos: <https://www.inah.gob.mx/zonas-de-monumentos-historicos#:~:text=Un%20conjunto%20que%20contenga%20diversos%20monumentos%20hist%C3%B3ricos%20puede,a%20hechos%20pret%C3%A9ritos%20de%20relevancia%20para%20el%20pa%C3%ADs.>
- ITDP. (2011). *La movilidad en bicicleta como política pública*. Ciudad de México: LASSO Comunicación.
- Mabel, I. M. (2011). *Derecho Urbanístico*. Ciudad de México: UNAM.
- Molina, G. A. (2018). *Oleadas piroclásticas de Las Derrumbadas (Puebla, México): estructuras, componentes y procesos de formación*. Ciudad de México: UNAM.
- Muñoz, B. A. (2009). *Geodesia y cartografía. Fundamentos de los sistemas de información geográfica*. Barcelona: Universidad Oberta de Catalunya.
- Núñez, V. (2012). *Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. Salta, Argentina: Universidad Nacional de Salta.
- Olaya, F. V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. España: CreateSpace.
- Orlando, O. B., & López, B. M. (Junio de 2019). Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada aplicado al territorio indígena agrícola de Kashaama, Venezuela. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(2), 112-121.
- Pachas, R. (2009). Levantamiento Topográfico: Uso del GPS y Estación Total. *Academia*, 8(16), 29-45.
- Peguero, O. C. (2016). *Sensores remotos y aplicaciones en teledetección geodesia y gestión de recursos naturales y patrimonio natural*. Huelva, España: Inpro Huelva (IPH).

- Puerta, T. R., Rengifo, T. J., & Bravo, M. N. (2011). *ArcGIS 10 Básico 10*. Tingo María, Perú: Universidad Nacional Agraria del Selva.
- RAE. (2023a). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Parque: <https://dle.rae.es/parque>
- RAE. (2023b). *Diccionario panhispánico del español jurídico*. Obtenido de zona arqueológica: <https://dpej.rae.es/lema/zona-arqueol%C3%B3gica>
- RAE. (2023c). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de urbanismo: <https://dle.rae.es/urbanismo>
- Sánchez, M. (13 de Abril de 2024). Glaciar Jamapa en camino a desaparecer, experto nos explica. *El Sol de Orizaba*. Obtenido de <https://www.elsoldeorizaba.com.mx/doble- via/ecologia/glaciar-del-pico-de-orizaba-esta-en-riesgo-de-desaparecer-que-riesgos- tendra-su-extincion- 11751093.html#:~:text=Aunque%20los%20estudios%20m%C3%A1s%20actualizados% 20del%20hielo%20glaciar>
- Saravia, C. F. (2021). Análisis socioespacial en trabajo social. *Eleuthera*, 23(1), 338-354.
- SCT. (2014). *Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad*. Ciudad de México: SCT.
- SCT. (2022). *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-034-SCT2/SEDATU-2021, Señalización y dispositivos*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- SEDATU. (2019). *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*. Ciudad de México: SEDATU.
- Semarnat. (2012). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*. México: Semarnat.
- SGM. (22 de Marzo de 2017). *Rocas sedimentarias*. Obtenido de <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Rocas- sedimentarias.html#:~:text=Rocas%20sedimentarias%20Las%20rocas%20sedimentarias %20%28del%20lat%C3%ADn%20sedimentum%2C,y%2Fo%20animales%20que%20se %20consolidan%20en%20rocas%20duras>.
- SGM. (22 de marzo de 2017). *Rocas ígneas*. Obtenido de <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Rocas-igneas.html>
- SMN y CONAGUA. (3 de Julio de 2024). *Monitor de Sequía en México (MSM)*. Obtenido de <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fsmn.conagua.gob>.

mx%2Ftools%2FRESOURCES%2FMonitor%2520de%2520Sequia%2520en%2520Mexico%2FMunicipiosSequia.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK

Suárez, L. M., & Delgado, C. G. (2015). *Entre mi casa y mi destino. Movilidad y transporte en México*. Ciudad de México: UNAM.

Torres Degró, A. (2011). Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo matemático lineal, geométrico y exponencial. *CIDE digital*, 2(1), 142-160.

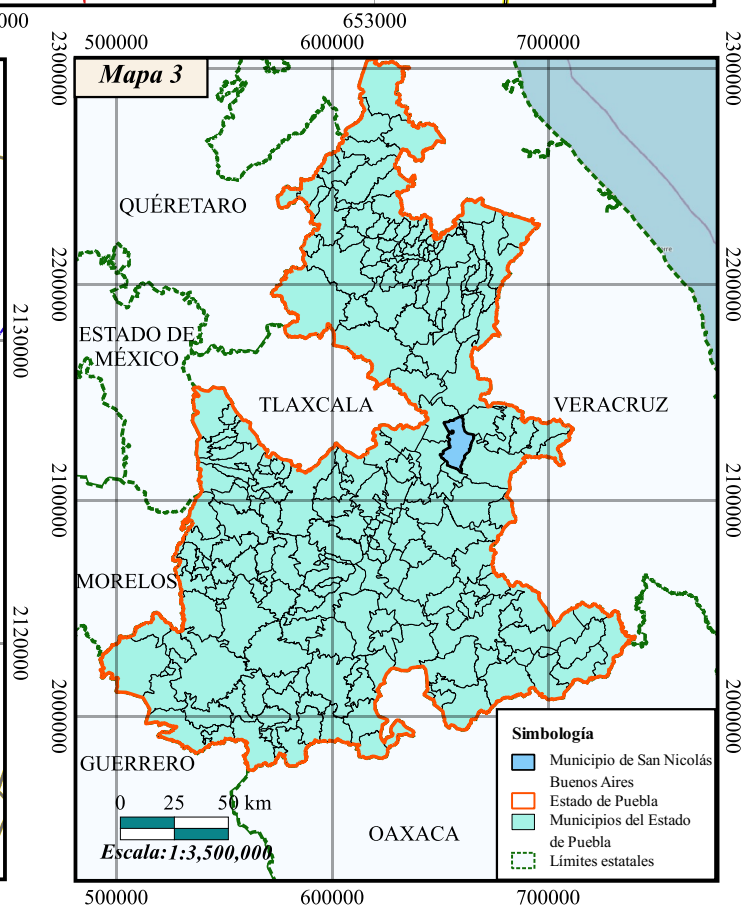
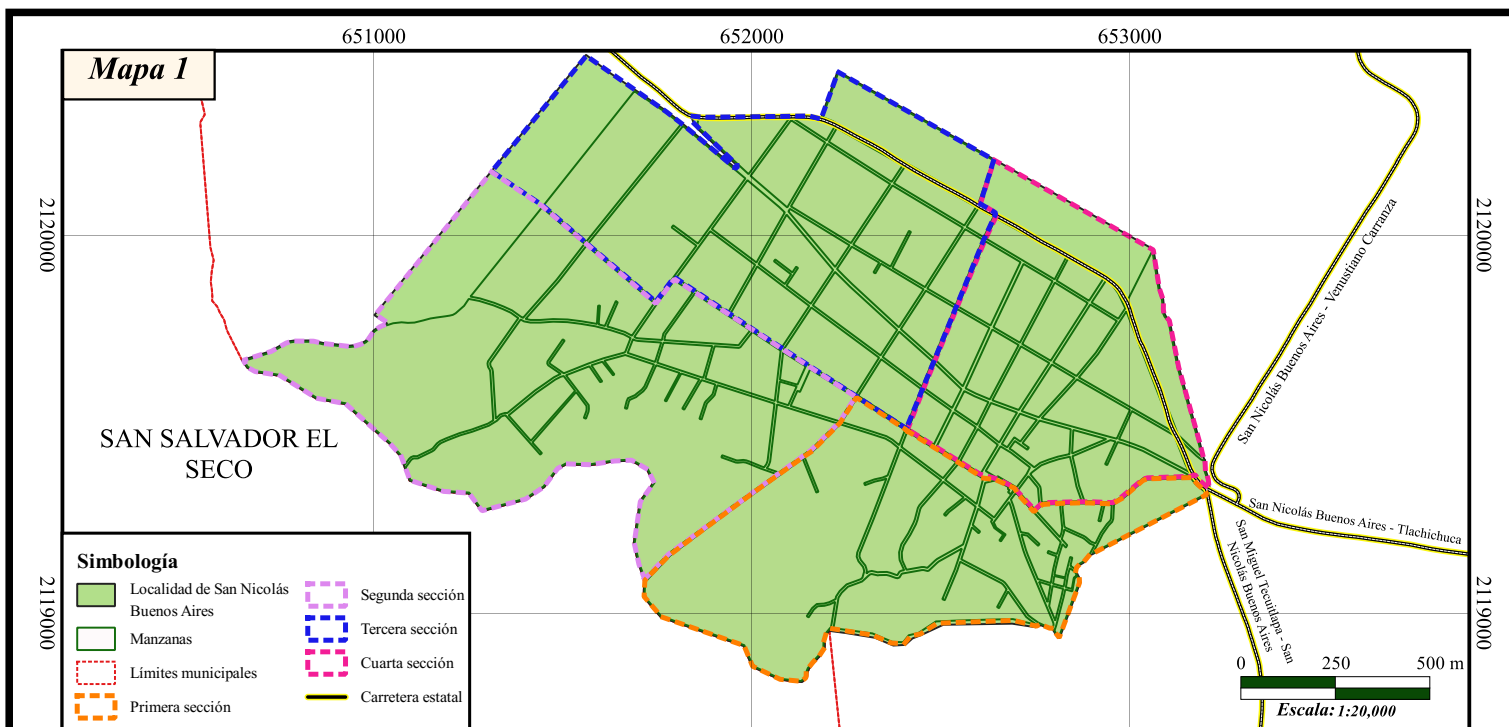
Villa, C. R. (2016). El datum, el geoide, el elipsoide y la cartografía. *Revista General de Marina*, 270(1), 27-37.

Wildlife Conservation Society [WCS]. (2018). *Manual de Sistemas de Información Geográfica Usando el Software Libre QGIS*. Lima, Perú.: Wildlife Conservation Society (WCS).

Y2 Technology. (2024). *Mapa Geo UTM*. Obtenido de Coordinadas: <https://www.utmgeomap.com/>

ANEXO 1

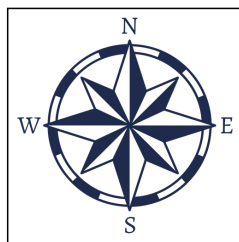
Ubicación de la localidad de San Nicolás Buenos Aires



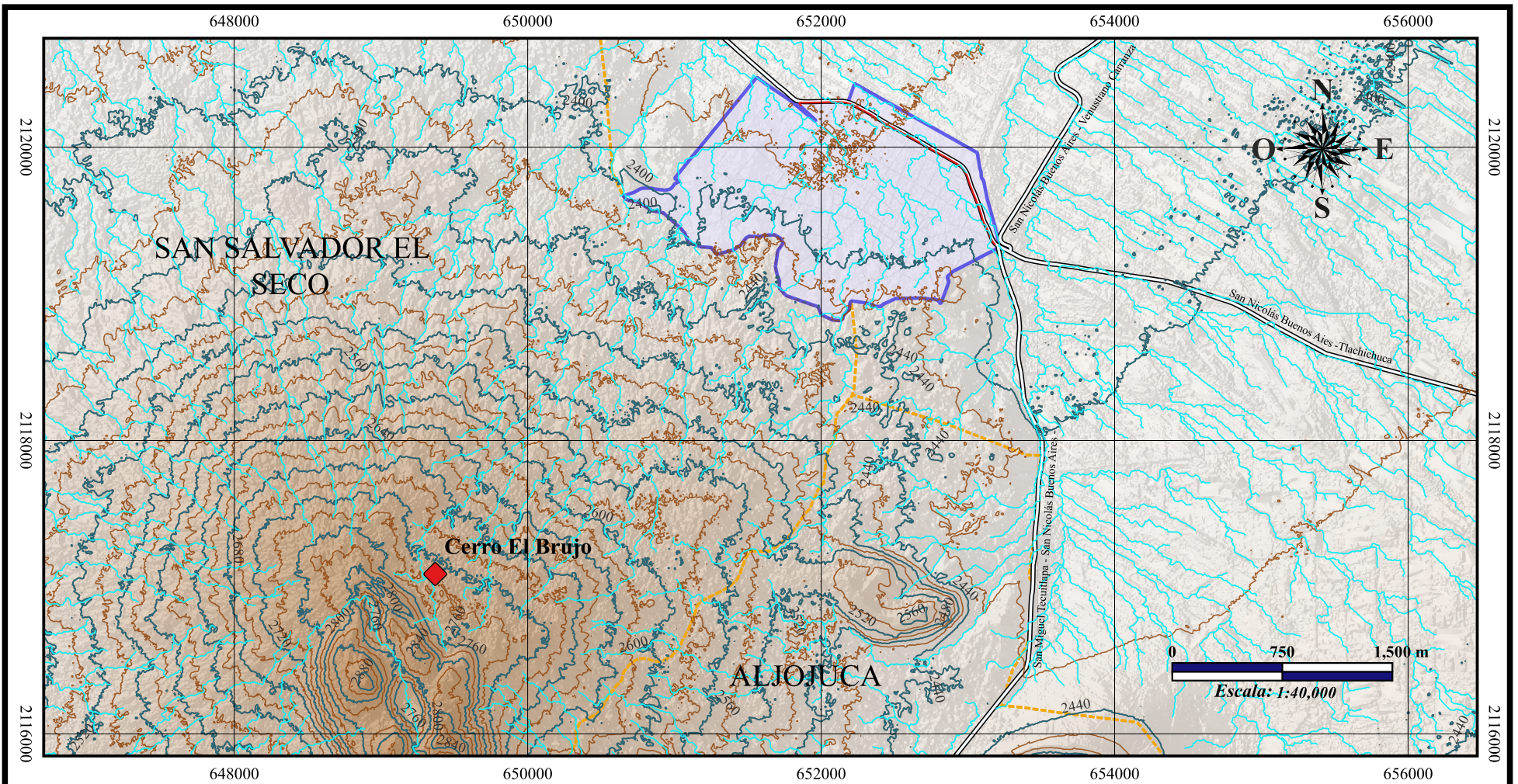
Información técnica

Elipsoide _____ WGS84
 Proyección _____ Universal Transversa de Mercator
 Zona y Banda UTM _____ 14Q
 Mapa 1
 Cuadrícula _____ UTM cada 1,000 m
 Mapa 2
 Cuadrícula _____ UTM cada 10,000 m
 Mapa 3
 Cuadrícula _____ UTM cada 100,000 m
 Elaboró _____ Carla Alejandra Isidro Mora
 Fecha _____ 1 de marzo 2024

| Datos generales | |
|-------------------------|--------------------------|
| Entidad Federativa: | Puebla |
| Clave de la entidad: | 21 |
| Nombre del municipio: | San Nicolás Buenos Aires |
| Clave municipal: | 137 |
| Nombre de la localidad: | San Nicolás Buenos Aires |
| Área (Km²): | 239.923 |
| Perímetro (Km): | 7.67 |
| Número de manzanas | 86 |



Hidrología de la localidad de San Nicolás Buenos Aires



Cuenca



Subcuenca

| Región hidrológica | |
|--------------------------------|----------------------|
| Nombre | Balsas |
| Clave | RH18 |
| Área (Km ²) | 117203.89 |
| Perímetro (Km) | 2948.79 |
| Cuenca | |
| Nombre | Rio de Atoyac |
| Clave | RH18A |
| Área (Km ²) | 31480.54 |
| Perímetro (Km) | 1300.33 |
| Subcuenca | |
| Nombre | Laguna de Totolzingo |
| Clave | RH18Ah |
| Tipo de cuenca | Endorreica |
| Área (Km ²) | 4918.72 |
| Perímetro (Km) | 376.59 |
| Elevación Máxima Subcuenca (m) | 5600 |
| Elevación Mínima Subcuenca (m) | 2320 |
| Pendiente Media Subcuenca (%) | 12.49 |

| Simbología | |
|------------|---------------------------------------|
| | Flujos de agua |
| | Curva de nivel maestra |
| | Curva de nivel ordinaria |
| | Ciclovía |
| | Carretera estatal |
| | Manzanas |
| | Localidad de San Nicolás Buenos Aires |
| | Delimitación municipal |



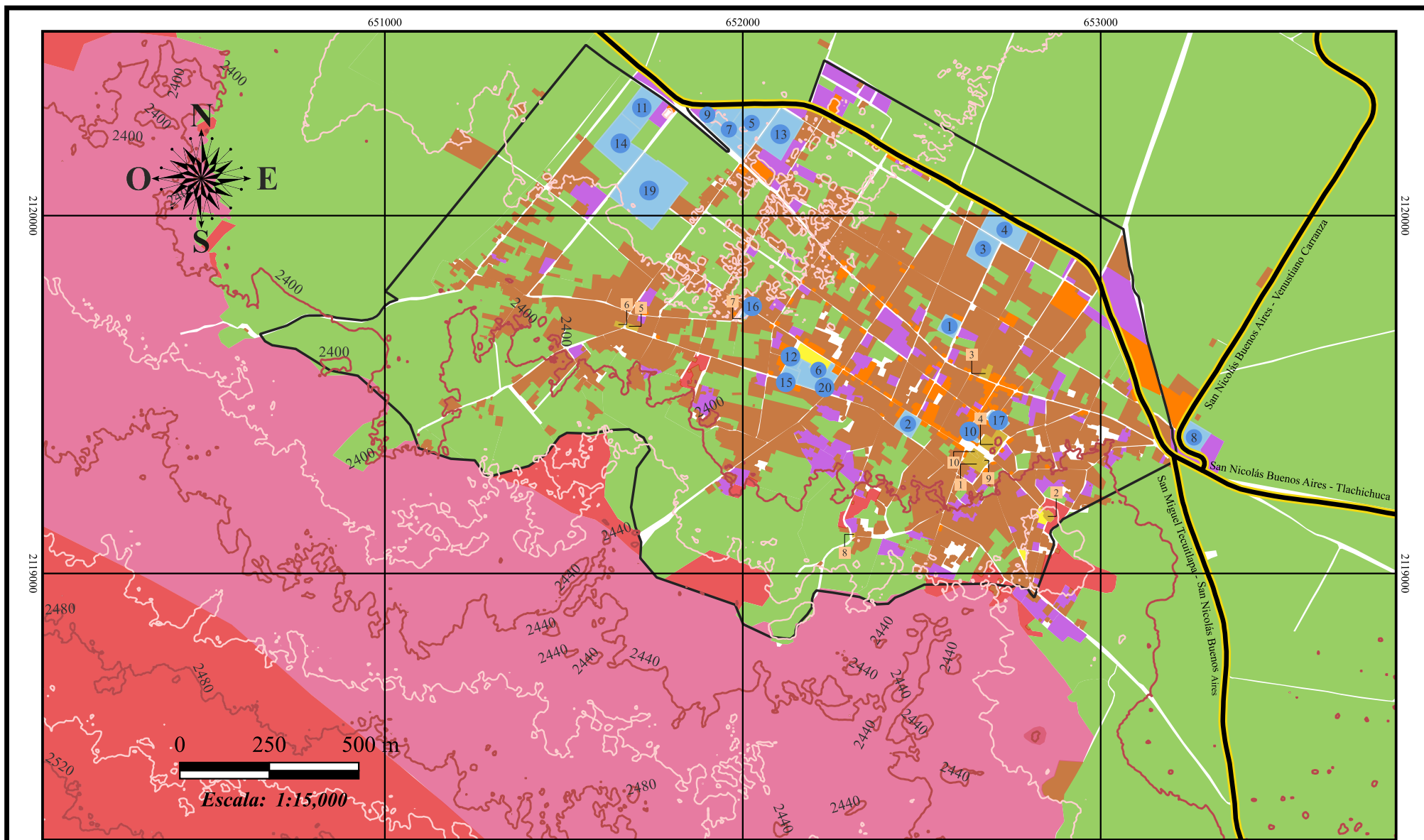
Localización



Información técnica

| | |
|--|----------------------------------|
| Elipsoide | WGS84 |
| Proyección | Universal Transversa de Mercator |
| Zona y Banda UTM | 14Q |
| Cuadrícula | UTM cada 2,000 m |
| Equidistancia entre curvas de nivel maestras | 40 m |
| Equidistancia entre curvas de ordinarias nivel | 20 m |
| Elaboró | Carla Alejandra Isidro Mora |
| Fecha de elaboración | 1 de marzo 2024 |

Uso de suelo de la localidad de San Nicolás Buenos Aires



0 250 500 m
Escala: 1:15,000

| Símbología | |
|------------|---------------------------------------|
| | Localidad de San Nicolás Buenos Aires |
| | Zona arqueológica |
| | Parque urbano |
| | Comercios y servicios |
| | Zona de monumentos |
| | Zona agropecuaria |
| | Zona urbana |
| | Baldíos |
| | Equipamiento |
| | Curvas de nivel maestra |
| | Curvas de nivel ordinarias |
| | Carretera estatal |

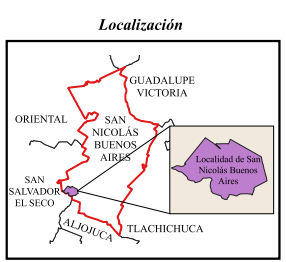
| Zona de monumentos | |
|--------------------|---|
| No. | Nombre |
| 1 | Parroquia de San Nicolás Tolentino |
| 2 | Explanada principal |
| 3 | Cristo rey |
| 4 | Capilla de la virgen de Guadalupe |
| 5 | Explanada de la capilla del Carmen |
| 6 | Capilla de la virgen del Carmen |
| 7 | Altar de la virgen de Guadalupe |
| 8 | Monumento a la historia de San Nicolás Buenos Aires |
| 9 | Capilla de adoración perpetua |
| 10 | Oratorio |

| Zonas de equipamiento | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| No. | Nombre | Tipo | |
| 11 | Preescolar Miguel Ramos Arizpe | Educativo | |
| 12 | Primaria Cadete Juan Escutín | | |
| 13 | Primaria Adolfo López Matus | | |
| 14 | Telesecundaria José García Valseca | | |
| 15 | Bachiller Octavio Paz | Organismos Públicos | |
| 16 | Presidencia y DIF Municipal | | |
| 17 | SELGAMEX | Servicios Públicos de Salud | |
| 18 | Centro de salud. Secretaria de Salud | | |
| 19 | Clinica del IMSS | Servicios Públicos de Salud | |
| 20 | Unidad Básica de Rehabilitación (UBR) | | |
| | 19 | Panteón municipal | Servicios Públicos de Salud |
| | 20 | Antena de señal telefónica | |

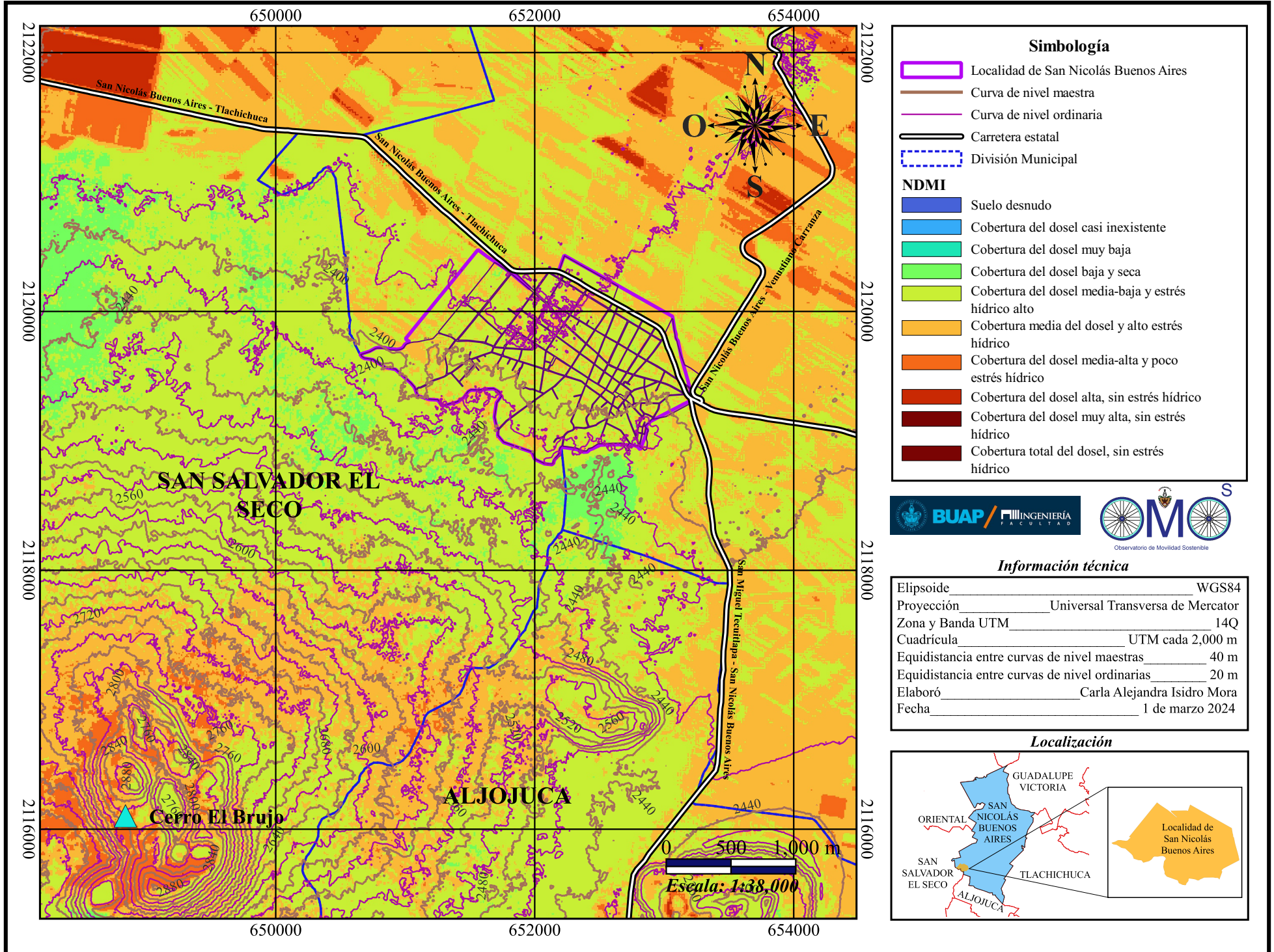
| Zonas de equipamiento | | |
|-----------------------|----------------------------|--------------------|
| No. | Nombre | Tipo |
| 1 | Cancha de fútbol | Deportivo |
| 2 | Cancha de básquetbol | |
| 3 | Cancha de fútbol | |
| 4 | Cancha de beisbol | |
| 5 | Cancha de fútbol rápido | |
| 6 | Explanada | Social |
| 7 | Salón social | Servicios Públicos |
| 8 | Caja de aguas residuales | |
| 9 | Panteón Municipal | |
| 10 | Antena de señal telefónica | Servicios Públicos |

Información técnica

Elipsoide _____ WGS84
 Proyección _____ Univesal Transversa de Mercator
 Zona y Banda UTM _____ 14Q
 Cuadrícula _____ UTM cada 1,000 m
 Equidistancia entre curvas de nivel maestras _____ 40 m
 Equidistancia entre curvas de nivel ordinarias _____ 20 m
 Elaboró _____ Carla Alejandra Isidro Mora
 Fecha _____ 1 de marzo 2024



Índice de Humedad de Diferencia Normalizada (NDMI) de la localidad de San Nicolás Buenos Aires



Simbología

- Localidad de San Nicolás Buenos Aires
- Curva de nivel maestra
- Curva de nivel ordinaria
- Carretera estatal
- División Municipal

NDMI

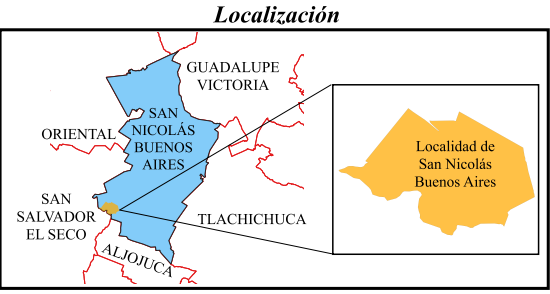
- Suelo desnudo
- Cobertura del dosel casi inexistente
- Cobertura del dosel muy baja
- Cobertura del dosel baja y seca
- Cobertura del dosel media-baja y estrés hídrico alto
- Cobertura media del dosel y alto estrés hídrico
- Cobertura del dosel media-alta y poco estrés hídrico
- Cobertura del dosel alta, sin estrés hídrico
- Cobertura del dosel muy alta, sin estrés hídrico
- Cobertura total del dosel, sin estrés hídrico

BUAP / INGENIERÍA FACULTAD

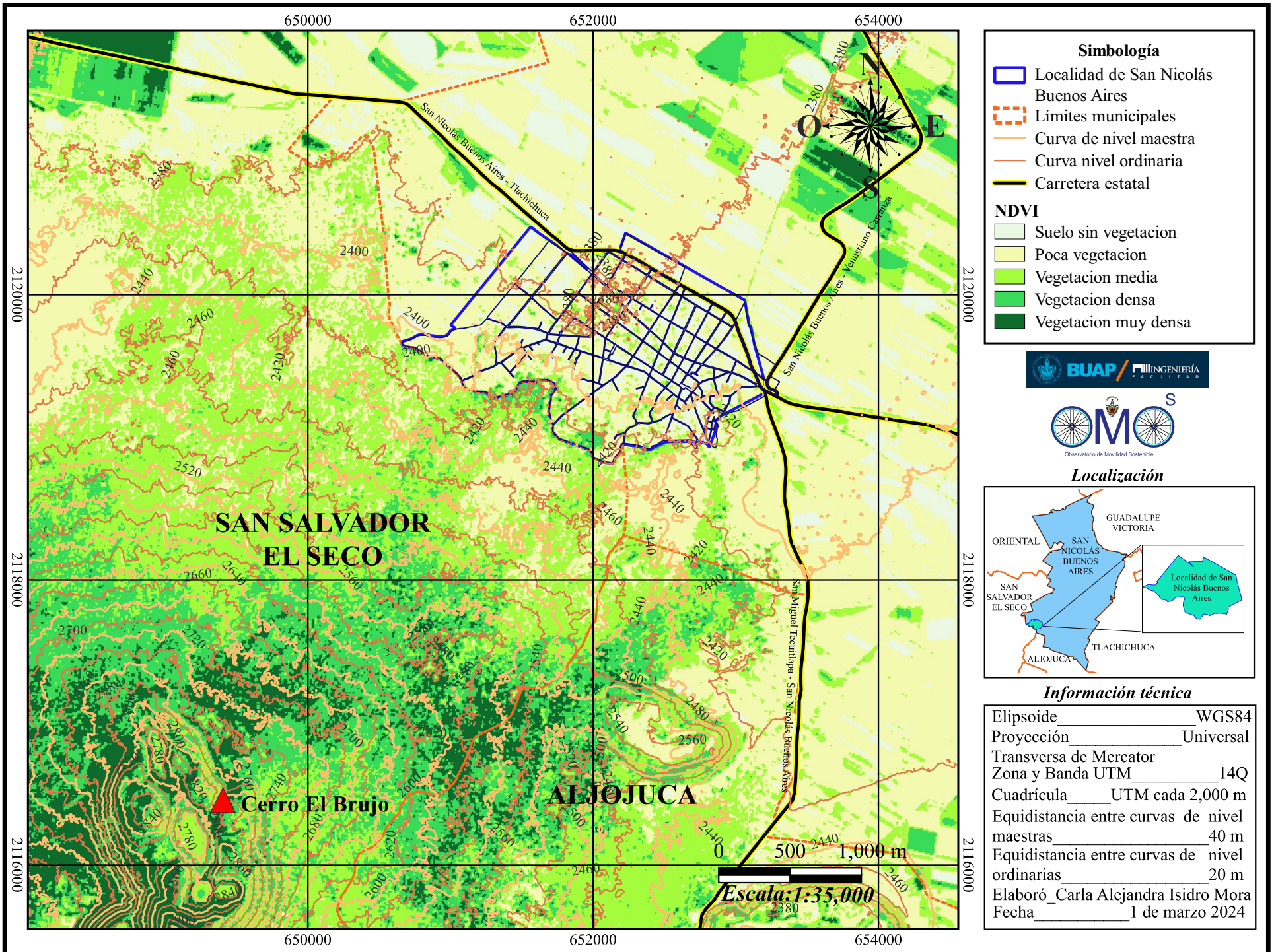
OMS
Observatorio de Movilidad Sostenible

Información técnica

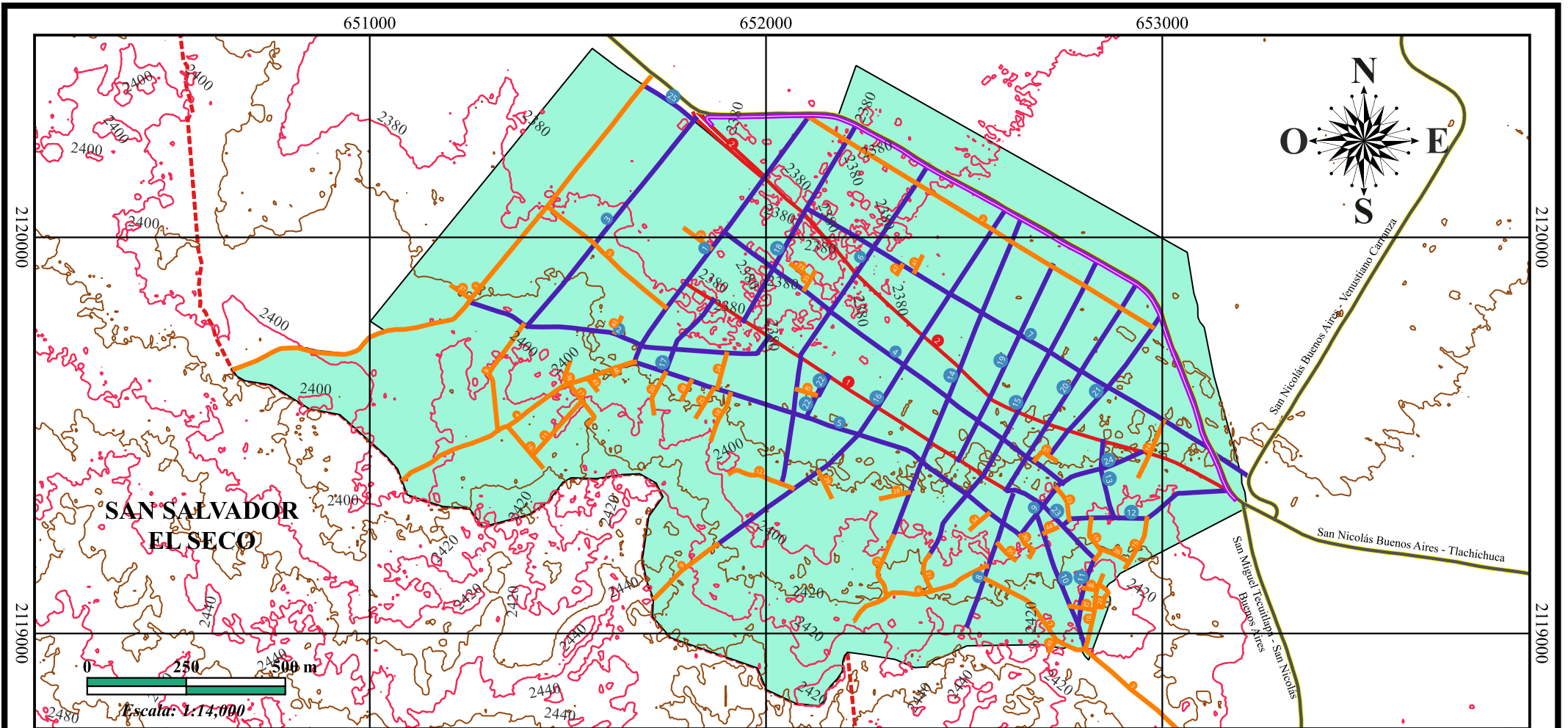
| | |
|--|----------------------------------|
| Elipsoide | WGS84 |
| Proyección | Universal Transversa de Mercator |
| Zona y Banda UTM | 14Q |
| Cuadrícula | UTM cada 2,000 m |
| Equidistancia entre curvas de nivel maestras | 40 m |
| Equidistancia entre curvas de nivel ordinarias | 20 m |
| Elaboró | Carla Alejandra Isidro Mora |
| Fecha | 1 de marzo 2024 |



Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de la localidad de San Nicolás Buenos Aires



Red vial de la localidad de San Nicolás Buenos Aires



Simbología

- Localidad de San Nicolás Buenos Aires
- Ciclovía
- Vía primaria
- Vías secundarias
- Vía terciaria
- Carretera estatal
- Límites municipales
- Curva de nivel maestra
- Curva de nivel ordinaria



Información técnica

Elipsoide _____ WGS84

Proyección _____ Universal

Transversa de Mercator

Zona y Banda UTM _____ 14Q

Cuadrícula _____ UTM cada 1,000 m

Equidistancia de curvas de nivel maestra _____ 40 m

Equidistancia de curvas de nivel ordinarias _____ 20 m

Elaboró _____ Carla Alejandra

Isidro Mora

Fecha _____ 1 de marzo 2024

VÍAS PRIMARIAS

| ID | NOMBRE DE LA CALLE | LONGITUD PROMEDIO (m) | ANCHO PROMEDIO (m) |
|----|----------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | AV. JUAN ESCUTIA | 955.130 | 5.170 |
| 2 | AV. LEONOR CASTRO- REFORMA | 1658.950 | 11.340 |
| 2 | AV. LEONOR CASTRO | 269.540 | 7.520 |

VÍAS SECUNDARIAS

| ID | NOMBRE DE LA CALLE | LONGITUD PROMEDIO (m) | ANCHO PROMEDIO (m) |
|----|------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | C. ITURBIDE | 765.629 | 5.740 |
| 2 | C. RAFAEL ALDUCIN | 809.395 | 7.350 |
| 3 | S/N | 675.764 | 6.260 |
| 4 | AV. AMADO NERVO | 1065.969 | 6.200 |
| 5 | AV. AQUILES SERDÁN | 1082.331 | 5.240 |
| 8 | 10 DE SEPTIEMBRE | 508.522 | 5.880 |
| 9 | AV. RONALDO ZARAGOZA | 1301.744 | 5.560 |
| 9 | AVENIDA AYUNTAMIENTO | 347.093 | 5.780 |
| 9 | JUSTO SIERRA | 170.926 | 5.560 |
| 10 | C. PORFIRIO DIAZ | 357.811 | 5.500 |
| 11 | ARENAL | 172.905 | 4.780 |
| 12 | C. LAZARO CÁRDENAS | 435.818 | 5.380 |
| 13 | C. FRANCISCO MADRERO | 197.597 | 5.650 |
| 14 | AV. 5 DE MAYO | 870.045 | 5.720 |
| 15 | INDEPENDENCIA | 865.583 | 4.640 |
| 16 | AV. 1 DE MAYO - AV. MIGUEL HIDALGO | 1133.102 | 5.830 |
| 17 | PRIVADA AQUILES SERDÁN | 217.480 | 6.840 |
| 18 | C. ALLENDE | 574.048 | 5.400 |
| 19 | CENTENARIO | 545.401 | 7.800 |
| 20 | AV. CONSTITUCIÓN | 612.434 | 6.920 |
| 21 | AV. BENTO JUÁREZ | 430.462 | 6.330 |
| 22 | PARKIE | 118.077 | 5.990 |
| 23 | PARQUE | 59.126 | 8.880 |
| 23 | CRISTO REY | 286.645 | 4.420 |
| 24 | AV. EMILIANO ZAPATA | 213.150 | 5.860 |
| 25 | AVENIDA LEONOR CASTRO | 155.462 | 7.070 |



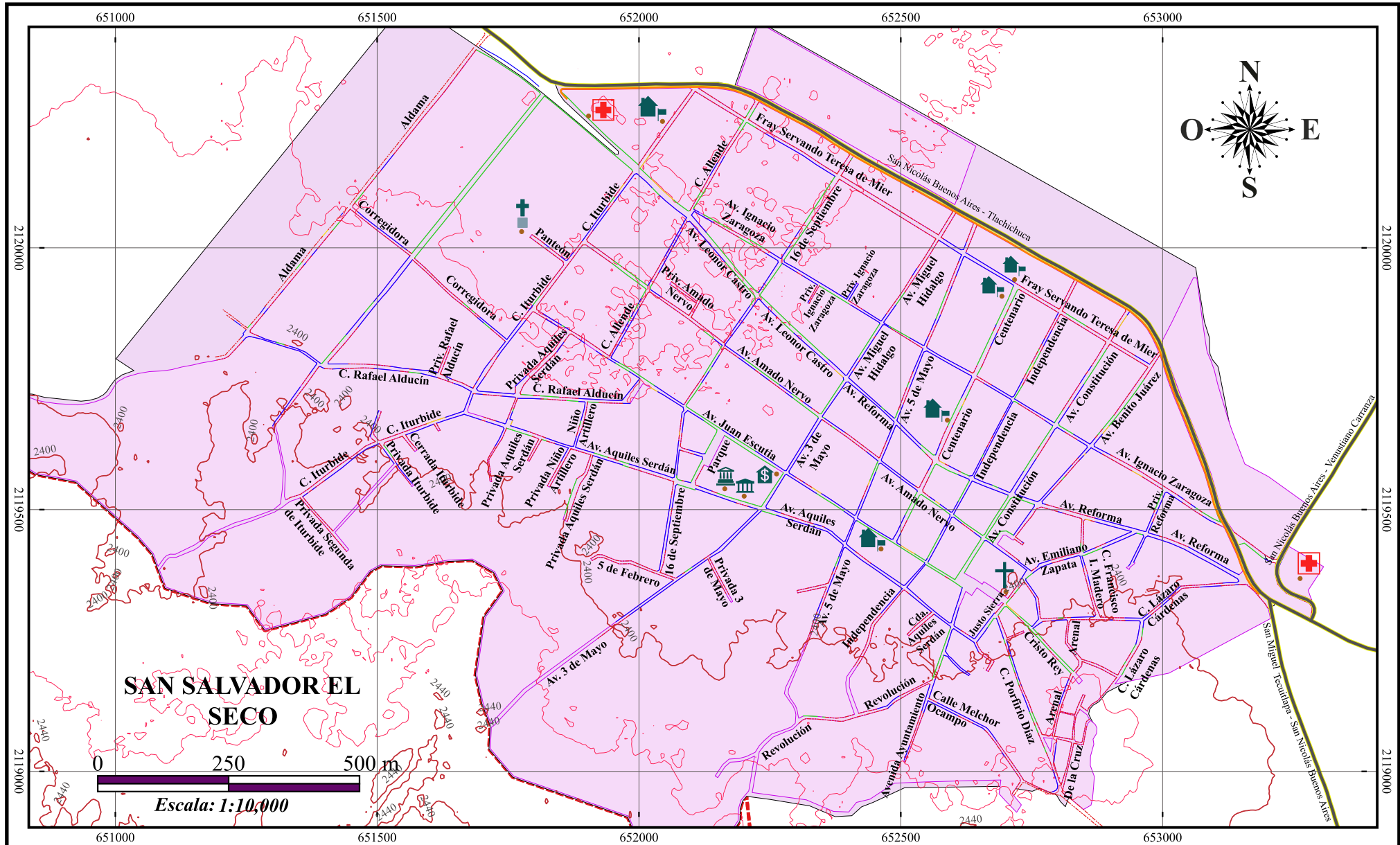
VÍAS SECUNDARIAS

| ID | NOMBRE DE LA CALLE | LONGITUD PROMEDIO (m) | ANCHO PROMEDIO (m) |
|----|------------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | ALDAMA | 1381.725 | 6.240 |
| 2 | FRAY SERVANDO TERESA DE MIER | 1017.462 | 5.540 |
| 3 | S/N | 841.360 | 5.000 |
| 4 | C. ITURBIDE | 661.407 | 5.030 |
| 5 | CORREGIDORA | 391.049 | 4.230 |
| 6 | REVOLUCIÓN | 373.495 | 3.950 |
| 7 | CALLE MELCHOR OCAMPO | 323.539 | 4.280 |
| 8 | S/N | 295.601 | 6.970 |
| 9 | AV. 3 DE MAYO | 207.882 | 4.230 |
| 10 | CALLE DE LA CRUZ | 189.210 | 4.630 |
| 11 | S/N | 186.237 | 3.930 |
| 12 | 5 DE FEBRERO | 167.972 | 4.220 |
| 13 | AV. 5 DE MAYO | 164.335 | 4.150 |
| 14 | PRIV. REFORMA | 151.474 | 3.910 |
| 15 | PRIVADA LAZARO CÁRDENAS | 136.417 | 6.370 |
| 16 | SEGUNDA PRIV. DE ITURBIDE | 132.394 | 4.030 |
| 17 | PRIVADA ITURBIDE | 125.477 | 3.430 |
| 18 | PRIVADA AQUILES SERDÁN | 124.607 | 9.650 |
| 19 | ARENAL | 116.202 | 3.680 |
| 20 | PRIVADA AQUILES SERDÁN | 109.638 | 4.170 |
| 21 | INDEPENDENCIA | 98.779 | 4.290 |
| 22 | S/N | 96.415 | 5.230 |
| 23 | LAZARO CÁRDENAS | 88.954 | 3.450 |

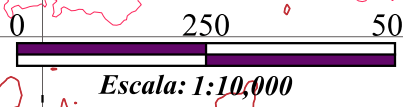
VÍAS Terciarias

| ID | NOMBRE DE LA CALLE | LONGITUD PROMEDIO (m) | ANCHO PROMEDIO (m) |
|----|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| 24 | Niño Artillerio | 85.075 | 5.450 |
| 25 | PRIVADA NIÑO ARTILLERO | 81.335 | 3.380 |
| 26 | S/N | 80.265 | 3.220 |
| 27 | PANTEÓN | 80.264 | 5.750 |
| 28 | PRIVADA 3 DE MAYO | 70.710 | 4.100 |
| 29 | PRIVADA 3 DE MAYO | 69.752 | 3.720 |
| 30 | PRIVADA AQUILES SERDÁN | 69.315 | 3.700 |
| 31 | AV. BENTO JUÁREZ | 67.992 | 10.640 |
| 32 | PRIV. TERCERA PORFIRIO DIAZ | 62.057 | 5.690 |
| 33 | PRIVADA AMADO NERVO | 59.204 | 4.040 |
| 34 | CDA. AQUILES SERDÁN | 58.722 | 3.560 |
| 35 | PRIVADA AYUNTAMIENTO | 57.696 | 3.510 |
| 36 | PRIVADA ITURBIDE | 55.544 | 4.970 |
| 37 | RAFAEL ALDUCIN | 51.392 | 3.750 |
| 38 | PRIVADA AQUILES SERDÁN | 49.905 | 3.030 |
| 39 | PRIVADA AMADO NERVO | 49.591 | 4.110 |
| 40 | PRIVADA 16 DE SEPTIEMBRE | 48.170 | 4.780 |
| 41 | PRIVADA IGNACIO ZARAGOZA | 40.745 | 3.580 |
| 42 | PRIVADA RAFAEL ALDUCIN | 39.131 | 4.660 |
| 43 | CERRADA ITURBIDE | 34.284 | 3.620 |
| 44 | PRIVADA PORFIRIO DIAZ | 33.298 | 4.510 |
| 45 | PRIVADA MELCHOR OCAMPO | 31.149 | 3.840 |
| 46 | S/N | 31.622 | 2.990 |
| 47 | PRIVADA IGNACIO ZARAGOZA | 23.112 | 3.310 |

Clasificación de banquetas en la localidad de San Nicolás Buenos Aires



SAN SALVADOR EL SECO



| Simbología | |
|------------|--|
| | Sin banqueta o solo guarnición |
| | Banqueta con ancho de 0.20 a 1 m |
| | Banqueta con ancho de 1 m a 2 m |
| | Banqueta con ancho mayor a 2 m |
| | Curva de nivel maestra |
| | Curva de nivel ordinaria |
| | Servicios Médicos Públicos |
| | Ayuntamiento |
| | Ciclovia |
| | Carretera estatal |
| | Manzanas |
| | Localidad de San Nicolás Buenos Aires |
| | Límites municipales |
| | Parroquia de San Nicolás Tolentino |
| | Banco del Bienestar |
| | Panteón |
| | Escuelas |
| | (DIF) Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de las Familias |

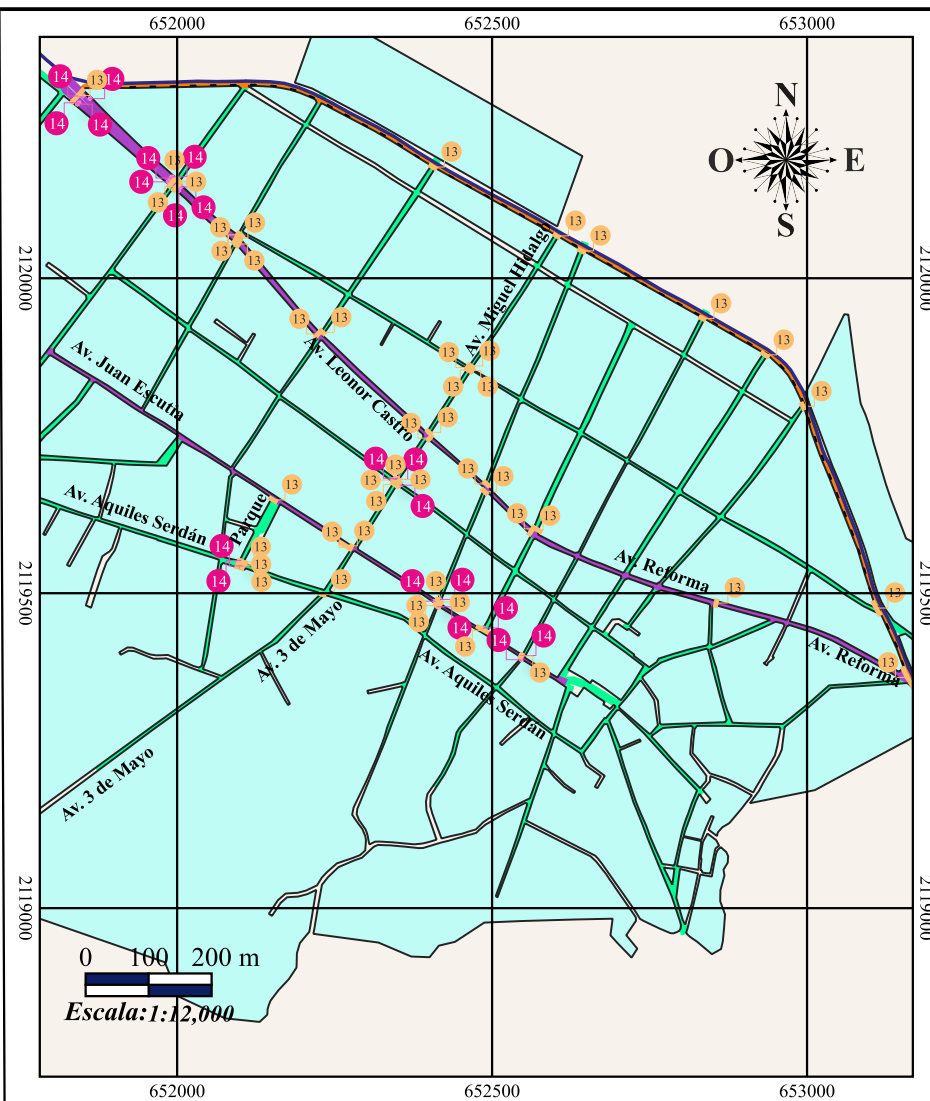
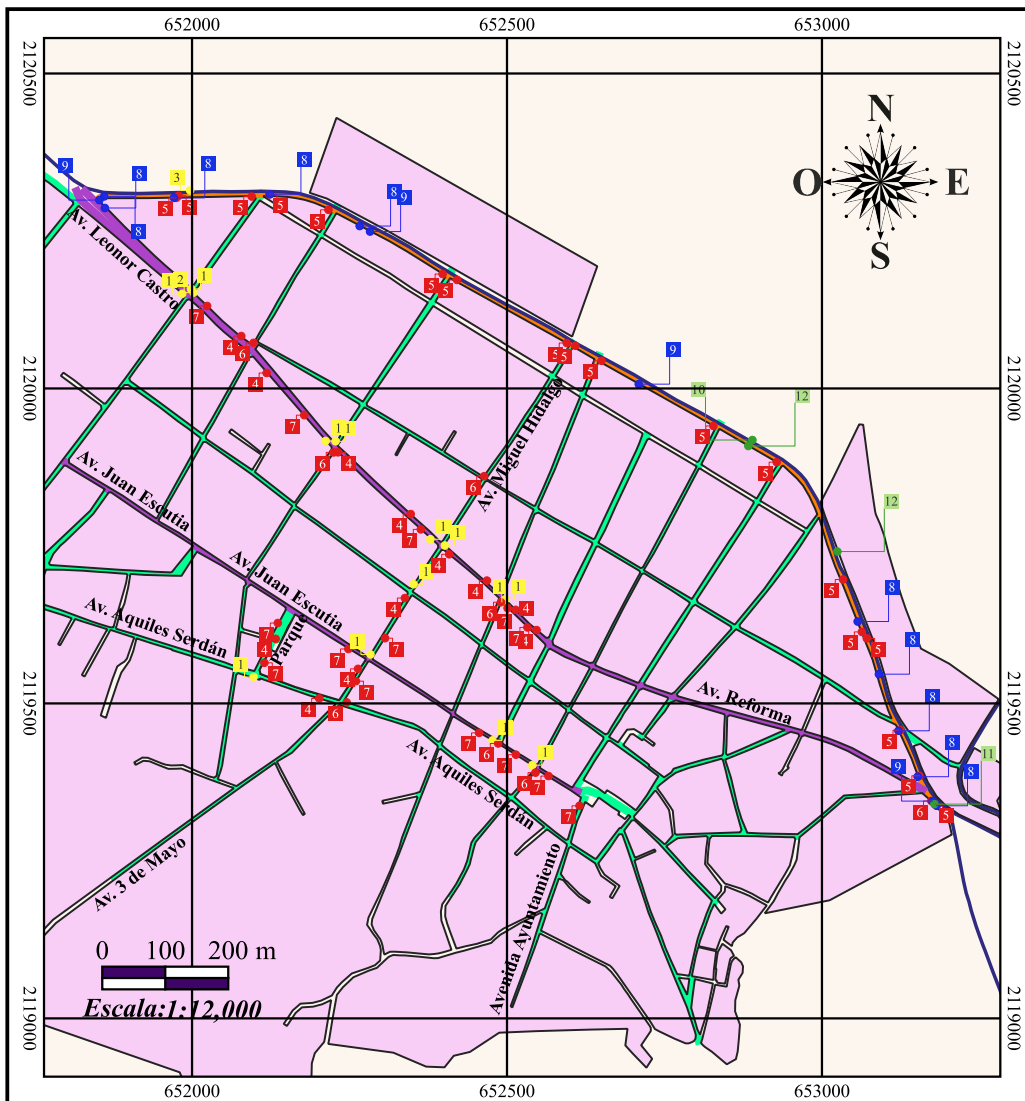
| Información técnica | |
|--|----------------------------------|
| Elipsoide | WGS84 |
| Proyección | Universal Transversa de Mercator |
| Zona y Banda UTM | 14Q |
| Cuadrícula | UTM cada 500 m |
| Equidistancia entre curvas de nivel maestras | 40 m |
| Equidistancia entre curvas de nivel ordinarias | 20 m |
| Elaboró | Carla Alejandra Isidro Mora |
| Fecha | 1 de marzo 2024 |



| Total de banquetas | |
|---------------------------------------|---------------|
| Clasificación | Longitud (Km) |
| Sin banquetas o solo guarnición | 19.128 |
| Banqueta con ancho de 0.20 m a 1.00 m | 16.147 |
| Banqueta con ancho de 1.00 m a 2.00 m | 8.148 |
| Banqueta con ancho mayor a 2.00 m | 0.491 |



Señalización en la localidad de San Nicolás Buenos Aires



Señalamiento vertical

Señalamiento horizontal

Simbología

Señalamiento vertical

- Señalamiento Informativo
- Señalamiento Turístico
- Señalamiento Restringitivo
- Señalamiento Preventivo
- Manzanas de San Nicolás Buenos Aires
- Manzanas de San Nicolás Buenos Aires

Señalamiento horizontal

- - Raya continua sencilla (M-1.1)
- Flechas (M-11.1)

— Rayas para cruce de peatones en vías primarias y para cruce de ciclistas (M-7.1)

■ Manzanas de San Nicolás Buenos Aires

— Vía primaria

— Vías secundarias

— Vía carretera

— Ciclovía



Información técnica

Elipsoide WGS84

Proyección Universal Transversa de Mercator

Zona y Banda UTM 14Q

Mapa: Señalamiento vertical

Cuadrícula UTM cada 500 m

Mapa: Señalamiento horizontal

Cuadrícula UTM cada 500 m

Elaboró Carla Alejandra Isidro Mora

Fecha 1 de marzo 2024

Señalamiento preventivo

| ID | Tipo - Pictograma | Coordenadas UTM | X | Y | |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------|------------|-------------|
| SP-02 PEATONES | | 615894.370 | 2120150.322 | 620718.126 | 2120083.311 |
| | | 621118.100 | 2120024.807 | 621118.100 | 2120024.807 |
| | | 615898.439 | 2120151.246 | 620283.764 | 2119936.697 |
| | | 621211.094 | 2119916.661 | 621247.209 | 2119930.673 |
| | | 62227.908 | 2119916.261 | 622488.313 | 2119736.800 |
| | | 625491.809 | 2119660.920 | 625468.184 | 2119695.073 |
| | | 621247.002 | 2119484.413 | 621247.002 | 2119484.413 |
| | | 621209.018 | 2119671.224 | 621209.018 | 2119671.224 |
| | | 625203.907 | 2119597.907 | 625203.907 | 2119597.907 |
| | | 621312.311 | 2119662.329 | 621312.311 | 2119662.329 |
| | | 625209.877 | 2119541.941 | 625209.877 | 2119541.941 |
| SP-03 ESCOLARES | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| SP-04 CURVA | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |
| | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |
| | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |
| | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |
| | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |
| | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |
| | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |
| | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |
| | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |
| | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |
| | | 615897.003 | 2120314.541 | 615897.003 | 2120314.541 |

Señalamiento restrictivo

| ID | Tipo - Pictograma | Coordenadas UTM | X | Y | |
|--------------------|-------------------|-----------------|-------------|------------|-------------|
| SB-04 VELOCIDAD | | 620718.126 | 2120083.311 | 620718.126 | 2120083.311 |
| | | 621118.100 | 2120024.807 | 621118.100 | 2120024.807 |
| | | 620283.764 | 2119936.697 | 620283.764 | 2119936.697 |
| | | 621247.209 | 2119930.673 | 621247.209 | 2119930.673 |
| | | 622488.313 | 2119736.800 | 622488.313 | 2119736.800 |
| | | 625468.184 | 2119695.073 | 625468.184 | 2119695.073 |
| | | 621247.002 | 2119484.413 | 621247.002 | 2119484.413 |
| | | 621209.018 | 2119671.224 | 621209.018 | 2119671.224 |
| | | 625203.907 | 2119597.907 | 625203.907 | 2119597.907 |
| | | 621312.311 | 2119662.329 | 621312.311 | 2119662.329 |
| | | 625209.877 | 2119541.941 | 625209.877 | 2119541.941 |
| SB-01 CEDA EL PASO | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |

Señalamiento restrictivo

| ID | Tipo - Pictograma | Coordenadas UTM | X | Y | |
|-----------------------|-------------------|-----------------|-------------|------------|-------------|
| SB-04 ALTO | | 615711.946 | 2119442.147 | 615711.946 | 2119442.147 |
| | | 620897.492 | 2120073.232 | 620897.492 | 2120073.232 |
| | | 620223.029 | 2119988.586 | 620223.029 | 2119988.586 |
| | | 614486.602 | 2116660.042 | 614486.602 | 2116660.042 |
| | | 622431.508 | 2118551.463 | 622431.508 | 2118551.463 |
| | | 624484.024 | 2118436.413 | 624484.024 | 2118436.413 |
| | | 625491.809 | 2119660.920 | 625491.809 | 2119660.920 |
| | | 621312.311 | 2119662.329 | 621312.311 | 2119662.329 |
| | | 625209.877 | 2119541.941 | 625209.877 | 2119541.941 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| SB-02 ESTACIONAMIENTO | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |

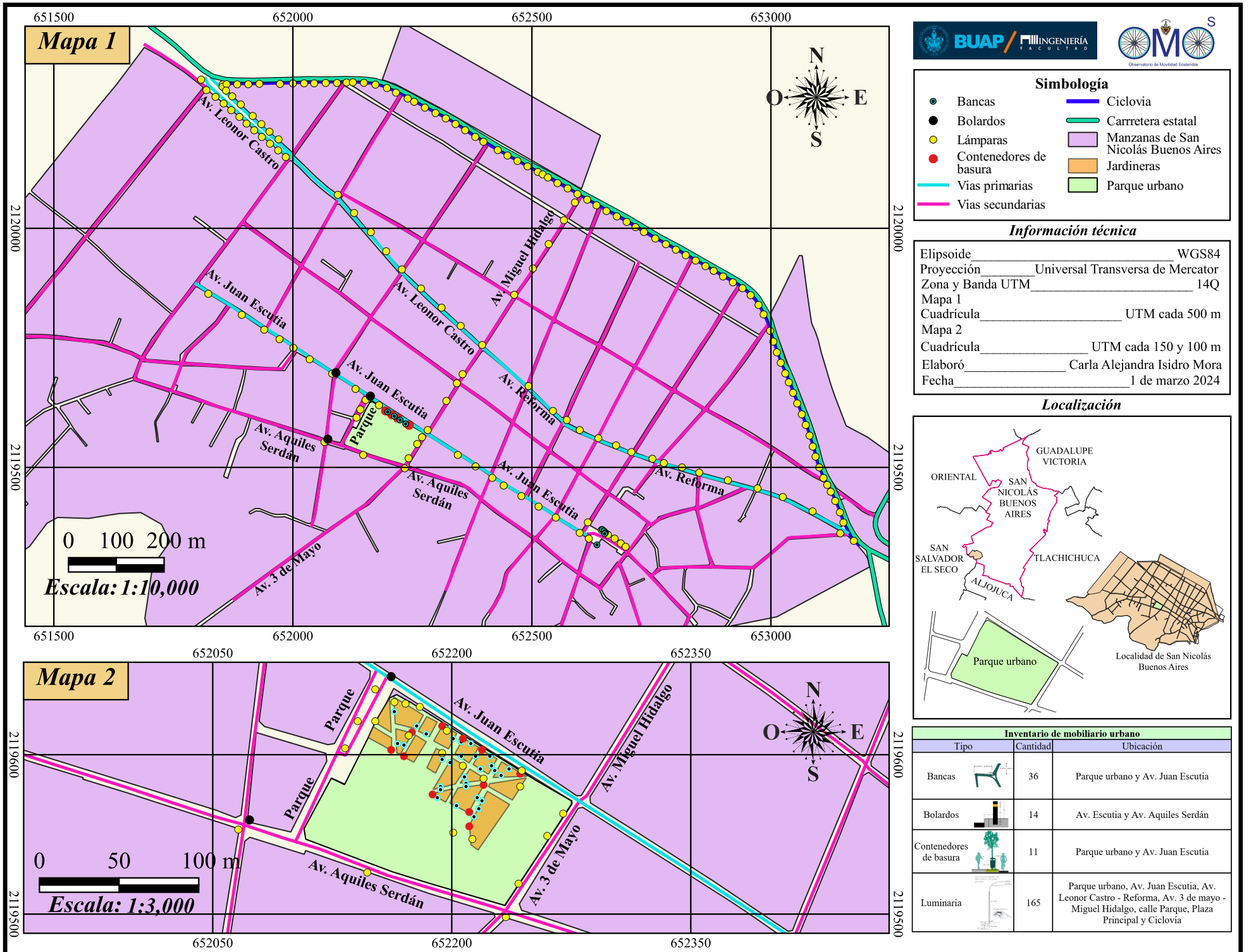
Señalamiento restrictivo

| ID | Tipo - Pictograma | Coordenadas UTM | X | Y | |
|-----------------------|-------------------|-----------------|-------------|------------|-------------|
| SB-04 ALTO | | 615711.946 | 2119442.147 | 615711.946 | 2119442.147 |
| | | 620897.492 | 2120073.232 | 620897.492 | 2120073.232 |
| | | 620223.029 | 2119988.586 | 620223.029 | 2119988.586 |
| | | 614486.602 | 2116660.042 | 614486.602 | 2116660.042 |
| | | 622431.508 | 2118551.463 | 622431.508 | 2118551.463 |
| | | 624484.024 | 2118436.413 | 624484.024 | 2118436.413 |
| | | 625491.809 | 2119660.920 | 625491.809 | 2119660.920 |
| | | 621312.311 | 2119662.329 | 621312.311 | 2119662.329 |
| | | 625209.877 | 2119541.941 | 625209.877 | 2119541.941 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| | | 625202.601 | 2120151.257 | 625202.601 | 2120151.257 |
| SB-02 ESTACIONAMIENTO | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |
| | | 62114.999 | 2119564.599 | 62114.999 | 2119564.599 |

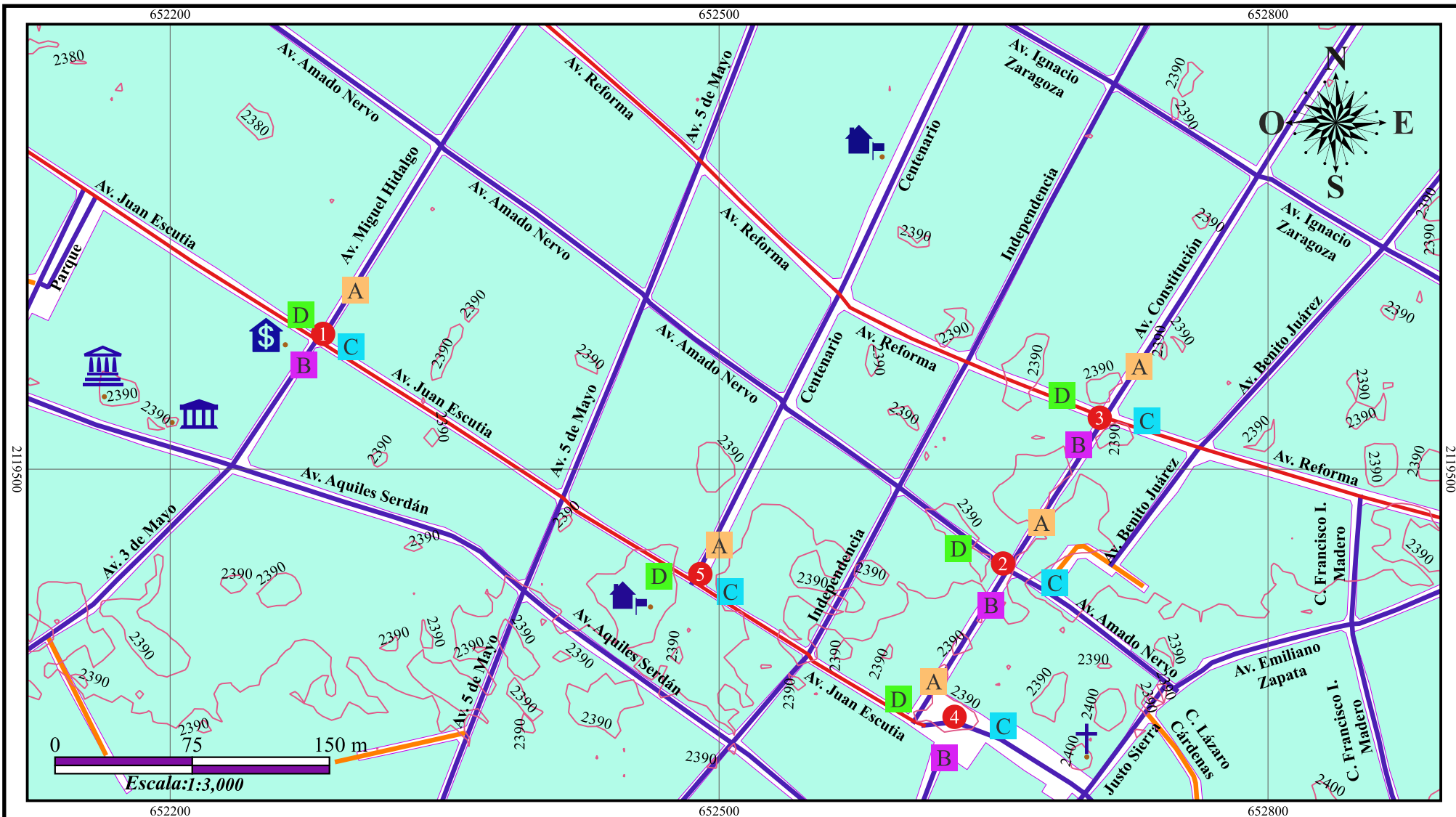
Señalamiento horizontal

| ID | Pictograma | Nombre | Total |
|----|------------|---|-------|
| 1 | | RAYA PARA CRUCE DE PEATONES EN VÍAS PRIMARIAS Y PARA CRUCE DE CICLISTAS (M-7.1) | 1 |
| 13 | | RAYA PARA CRUCE DE PEATONES EN VÍAS PRIMARIAS Y PARA CRUCE DE CICLISTAS (M-7.1) | 46 |
| 14 | | FLECHAS (M-11.1) | 21 |

Mobiliario urbano de la localidad de San Nicolás Buenos Aires



Aforos peatonales en la localidad de San Nicolás Buenos Aires



Simbología

- Punto de aforo peatonal
- Sentido de circulación (A)
- Sentido de circulación (B)
- Sentido de circulación (C)
- Sentido de circulación (D)
- Curvas de nivel
- Vías primarias
- Vías secundarias
- Vías terciarias
- Manzanas de San Nicolás Buenos Aires
- Ayuntamiento
- (DIF) Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de las Familias
- Banco del Bienestar
- Escuelas
- † Parroquia de San Nicolás Tolentino

Información técnica

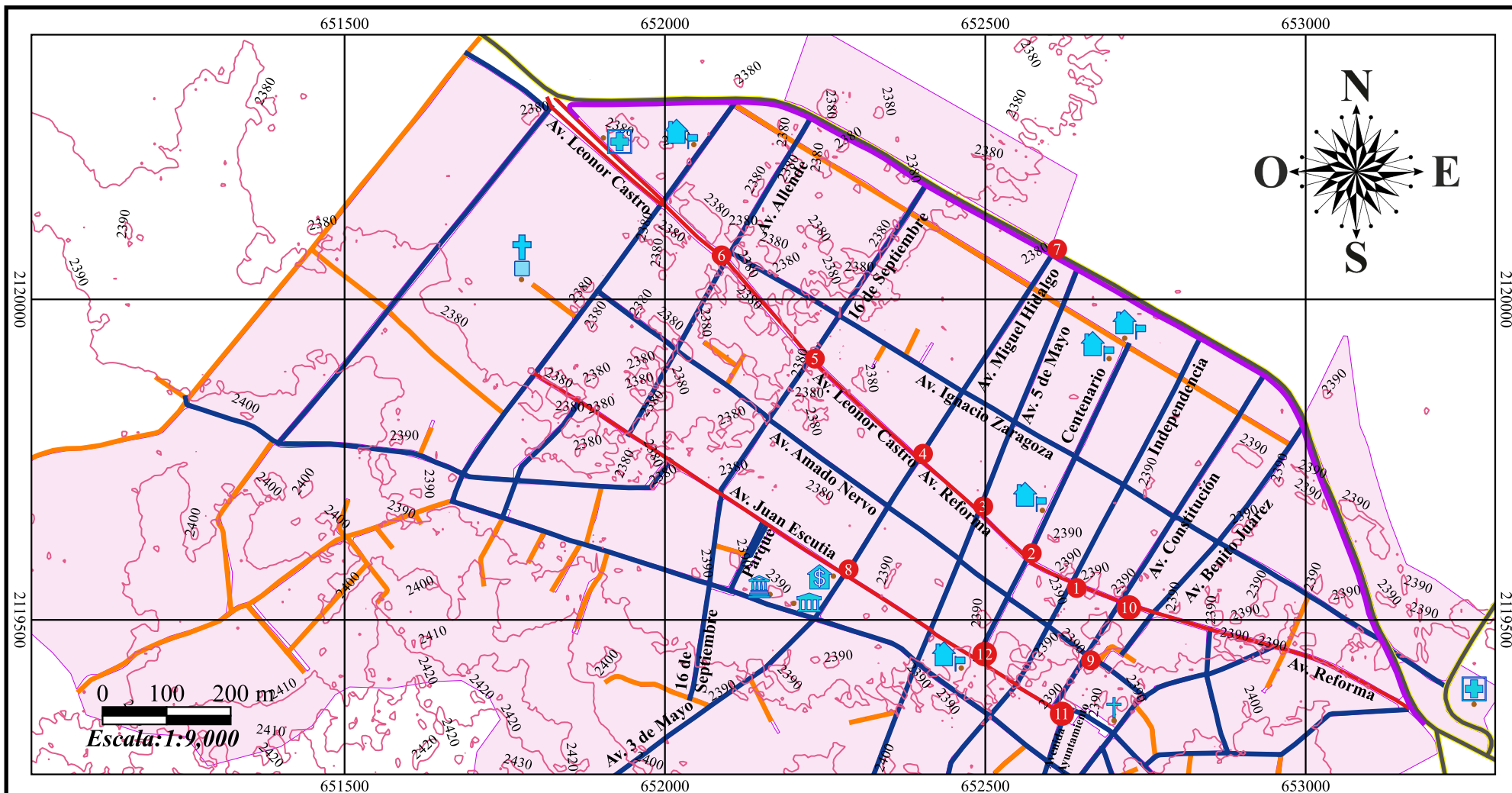
Elipsoide _____ WGS84
 Proyección _____ Universal
 Transversa de Mercator
 Zona y Banda UTM _____ 14Q
 Cuadrícula _____ UTM cada 300 m
 Equidistancia entre curvas de nivel _____ 10 m
 Elaboró _____ Carla Alejandra Isidro Mora
 Fecha _____ 7 de marzo 2024

Localización

Promedio de peatones por hora

| ID | Punto de aforo | Promedio de peatones | Mujeres | Hombres | Rangos de edades | | | | Sentido de circulación | | | |
|----|--|----------------------|---------|---------|------------------|--------------|--------------|-------------|------------------------|--------|--------|--------|
| | | | | | Menor de 13 años | 13 a 20 años | 20 a 50 años | Mayor de 50 | A | B | C | D |
| 1 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Miguel Hidalgo - Av. 3 de mayo | 82 | 49 | 33 | 17 | 17 | 38 | 10 | 7 | 8 | 33 | 34 |
| | | 100.00% | 60.00% | 40.00% | 21.00% | 21.00% | 46.00% | 12.00% | 9.00% | 10.00% | 40.00% | 41.00% |
| 2 | Cruce entre la Av. Constitución y Av. Amado Nervo | 91 | 55 | 36 | 13 | 10 | 39 | 29 | 20 | 40 | 11 | 20 |
| | | 100.00% | 60.00% | 40.00% | 14.00% | 11.00% | 43.00% | 32.00% | 22.00% | 44.00% | 12.00% | 22.00% |
| 3 | Cruce entre la Av. Constitución y Av. Reforma | 95 | 59 | 36 | 11 | 10 | 50 | 24 | 20 | 29 | 14 | 31 |
| | | 100.00% | 62.00% | 38.00% | 12.00% | 10.00% | 53.00% | 25.00% | 21.00% | 31.00% | 15.00% | 33.00% |
| 4 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Constitución- Avenida Ayuntamiento | 159 | 96 | 63 | 26 | 31 | 85 | 17 | 12 | 22 | 85 | 40 |
| | | 100.00% | 60.00% | 40.00% | 16.00% | 20.00% | 53.00% | 11.00% | 8.00% | 14.00% | 53.00% | 25.00% |
| 5 | Cruce entre la Av. Juan Escutia y Av. Centenario | 156 | 84 | 72 | 33 | 25 | 73 | 25 | 11 | 0 | 25 | 120 |
| | | 100.00% | 54.00% | 46.00% | 21.00% | 16.00% | 47.00% | 16.00% | 7.00% | 0.00% | 16.00% | 77.00% |

Aforos ciclistas en la localidad de San Nicolás Buenos Aires



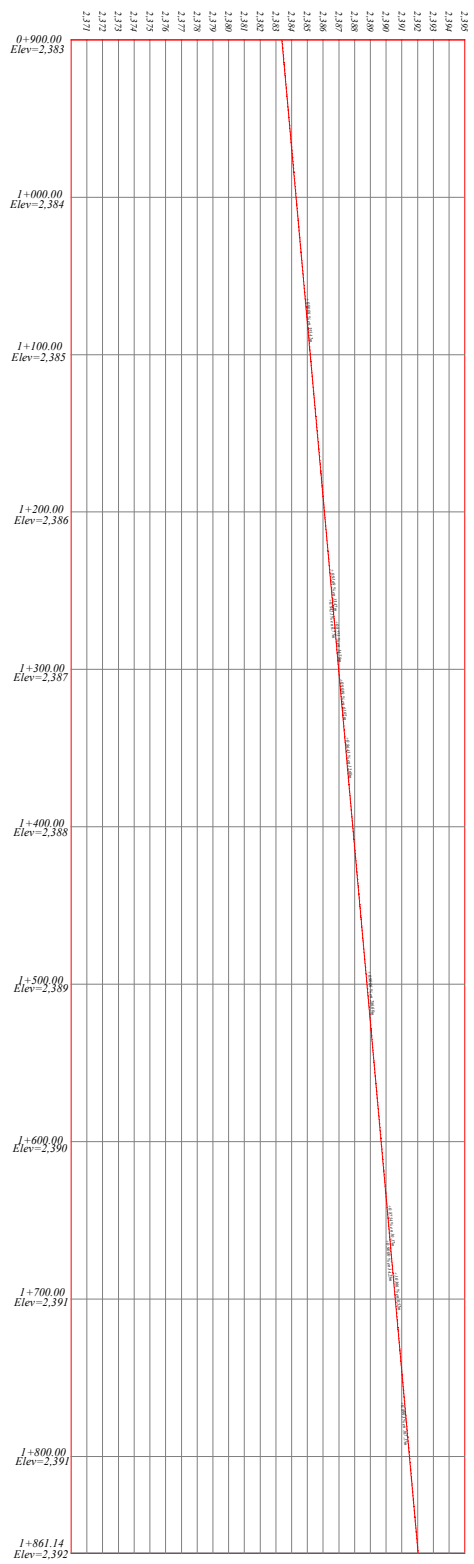
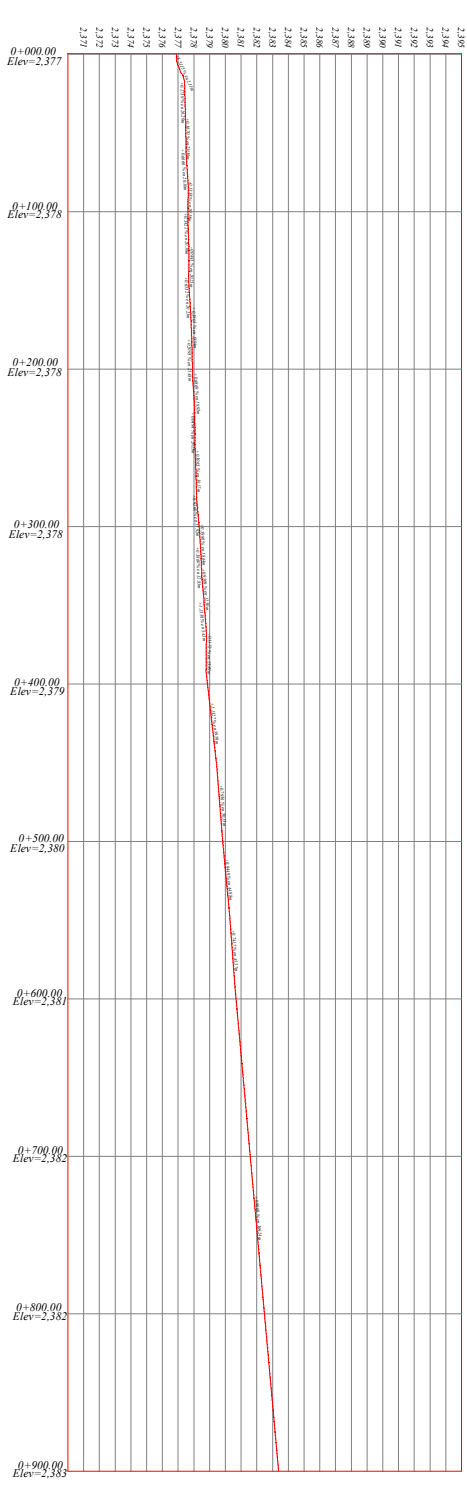
| Simbología | |
|------------|--|
| | Puntos de aforo ciclistas |
| | Ciclovia |
| | Red carretera |
| | Red primaria |
| | Red secundaria |
| | Red terciaria |
| | Curvas de nivel |
| | Manzanas |
| | Panteón |
| | Ayuntamiento |
| | (DIF) Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de las Familias |
| | Banco del bienestar |
| | Escuelas |
| | Servicios públicos de salud |
| | Parroquia de San Nicolás Tolentino |

| Información técnica | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Elipsoide | WGS84 |
| Proyección | Universal |
| Transversa de Mercator | |
| Zona y Banda UTM | 14Q |
| Cuadrícula | UTM cada 500 m |
| Equidistancia entre curvas de nivel | 10 m |
| Elaboró | Carla Alejandra Isidro Mora |
| Fecha | 7 de marzo 2024 |

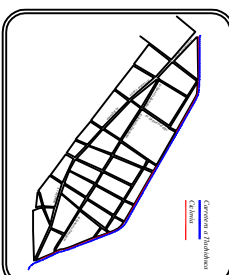


| Resultado de los aforos ciclistas | | |
|---|---|---|
| 1 Mujeres: 25% Hombres: 75% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de ruta (R26) | 5 Mujeres: 9% Hombres: 91% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de ruta (R26) | 9 Mujeres: 24% Hombres: 76% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de ruta y de montaña (R26) |
| 2 Mujeres: 63% Hombres: 37% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de montaña (R26) | 6 Mujeres: 60% Hombres: 40% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de montaña (R26) | 10 Mujeres: 14% Hombres: 86% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de ruta (R26) |
| 3 Mujeres: 20% Hombres: 80% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de montaña (R26) | 7 Mujeres: 0% Hombres: 100% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de montaña (R26) | 11 Mujeres: 40% Hombres: 60% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de ruta (R26) |
| 4 Mujeres: 11% Hombres: 89% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de montaña (R26) | 8 Mujeres: 15% Hombres: 85% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de ruta (R26) | 12 Mujeres: 13% Hombres: 87% Vehículo no motorizado con mayor uso: Bicicleta de ruta (R26) |

ANEXO 2

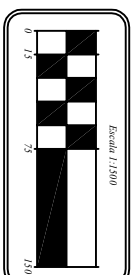


para 1
K=42.000/300/361.798



Simbología

| | |
|--|--------------------|
| | Perfil Topográfico |
| | Perfil Propuesto |
| | Centro de Perfil |
| | Redonda |
| | Proposición |



Proyecto: Perfil Topográfico, constructivo y San. Nudo Buzos Norte

Ubicación: Carretera a Tlachichuca km 304
CP: 29030 San Nicolás Buena Vista, Puebla

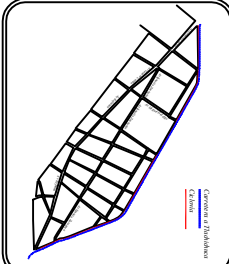
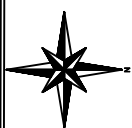
Leyenda / dibujo:
Cecilia Alejandra Kato Mora

Revisó / Autorizó:
Ing. Asim Prang Carrazo Soriano
Ing. José Abraham Torres Valencia

Centro de Planteo: Escala: 1:1500

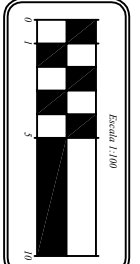
Acomodo: Menos No. Plano: 2/5

Fecha: 13/12/2023 Código: LTC-SANBU2

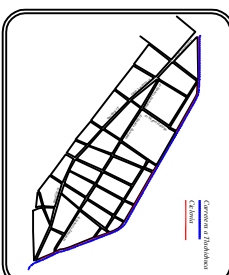
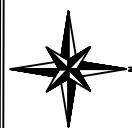
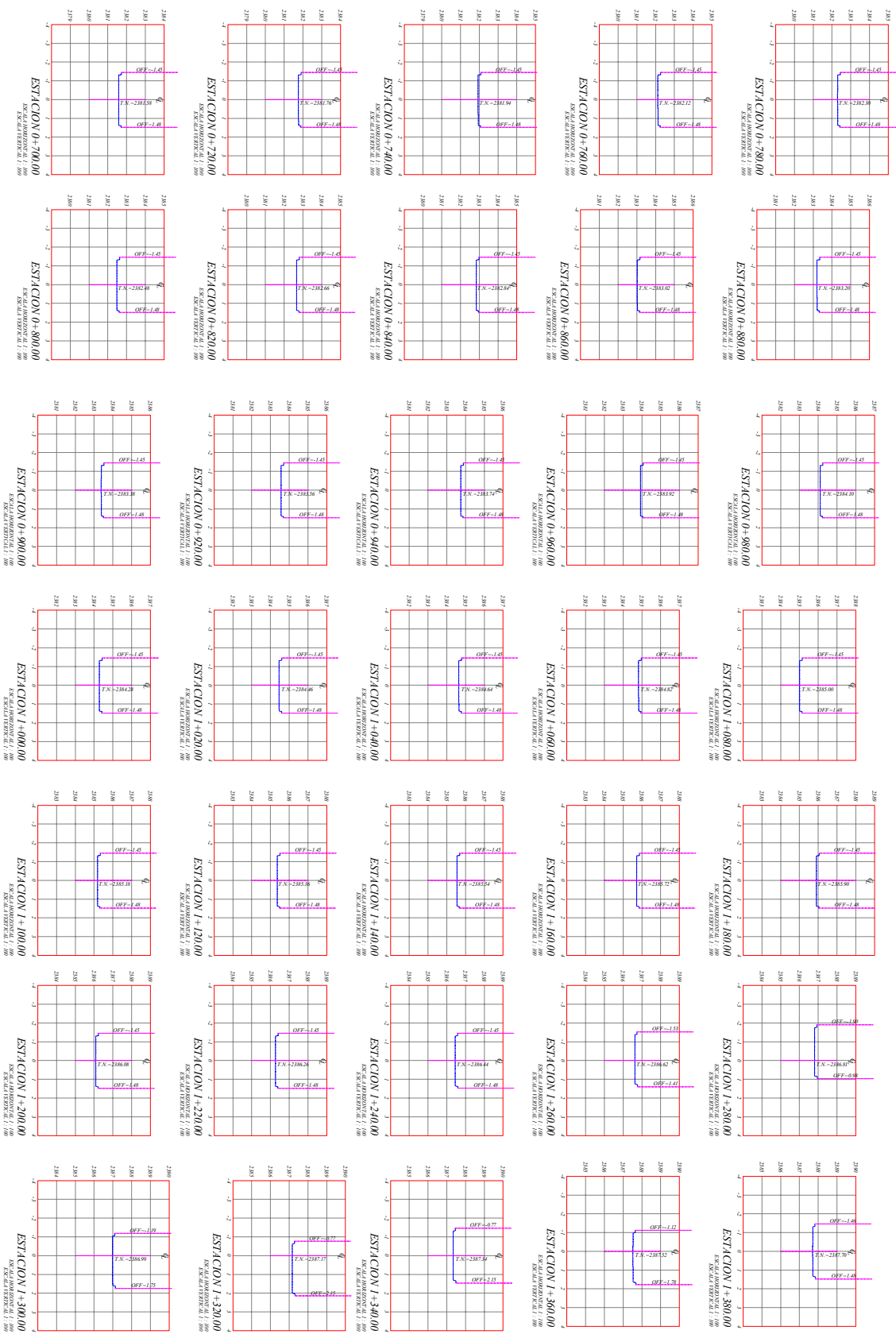


Simbología

| | |
|--|----------------------|
| | Estado tipo |
| | Estado de alarma |
| | Estado de riesgo |
| | Estado de peligro |
| | Estado de emergencia |

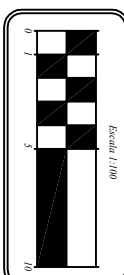


Proyecto: Sistema Transversal de Circulación San Nicolás
 Ubicación: Carretera a Tlachichucam San 314
 CP: 50100 San Nicolás Buenavista, Puebla
 Lema: Seguridad, Calidad y Sostenibilidad
 Cliente: Ayuntamiento de San Nicolás
 Revisión / Autoría:
 Ing. Juan José Carrasco Soriano
 Ing. José Guadalupe Torres Sánchez
 Gerente: Diana
 Escala: 1:100
 Acordada: Mercedes
 No. Plano: 35
 Fecha: 13/12/2023
 Código: LITCS-000813



Simbología

| Color | Significado |
|--------|----------------------|
| Blue | Estado tipo |
| Red | Estado de alarma |
| Green | Estado de alerta |
| Yellow | Estado de riesgo |
| Purple | Estado de emergencia |



Proyecto: Sección Transversal de la estación de San Nicolás

Ubicación: Carretera a Tumbichaca km 394
CP: 75010 San Nicolás de los Rios, Pucallpa.

Levantado / Dibujado:
Cecilia Delgado / Fabian Moran

Revisado / Aprobado:
Ing. Javier Arango / Gerardo Sotomayor
Ing. José Alejandro Torres Mendez

Contenido: Plana
Escala: 1:100

Acordado: Moran
No. Plano: 43

Fecha: 13/12/2023
Código: LTCT-SANRA#

