

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

ESCUELA POLITÉCNICA DE MIERES

Máster en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica



**ANÁLISIS DE LA ACCESIBILIDAD PARA PERSONAS CON
MOVILIDAD REDUCIDA EN LA LOCALIDAD DE GRADO A TRAVÉS
DE HERRAMIENTAS SIG**

Trabajo Fin de Máster

AUTOR: Carlos Boente López

TUTOR EN LA EMPRESA: Mónica Poncelas Nieto

TUTOR ACADÉMICO: María del Pilar Almudena García Fuente

Junio de 2015

Agradecimientos

A Mónica de SERPA S.A. por tratarme tan bien durante y después de las prácticas. Por su paciencia conmigo durante y después de mi estancia en la empresa y su inestimable ayuda y múltiples ideas y consejos para la realización del presente Trabajo Fin de Máster.

A Almudena por corregir mi trabajo y asesorarme en la presentación del mismo desde un punto de vista más académico.

A Ramón, de la Consejería de Hacienda y Sector Público del Principado de Asturias. Que también me ayudó a la hora de introducir novedades e ideas en el trabajo.

A los trabajadores de SERPA S.A. que desde el principio me acogieron como uno más en la empresa.

RESUMEN

Uno de los objetivos del proyecto MO.DE.LO. (MOdernización y DEsarrollo LOcal) era realizar labores de campo de todas las capitales de municipios asturianos que forman parte de la EIEL (Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales), para confeccionar un inventario de obstáculos, aceras, pasos de peatones, entre otras, que junto a la información propia de la EIEL, como carreteras o equipamientos públicos, permitían afrontar el estudio de la accesibilidad y desplazamiento de personas con movilidad reducida por las capitales asturianas. Sin embargo, finalmente el estudio no pudo llevarse a cabo debido a motivos técnicos y ahora se encuentra parado.

Durante las prácticas que realicé en SERPA S.A. tuve acceso a estos datos e información de la EIEL, pudiendo llevar a cabo un estudio de accesibilidad y desplazamiento para personas con movilidad reducida en la localidad de Grado mediante el uso de la tecnología SIG.

ABSTRACT

One of the purposes of the MO.DE.LO. Project was to make field work in all the local governments of Asturias which are part of the EIEL, in order to make an inventory of the existing obstacles, sidewalks, crosswalks, etc, which together with the own information of the EIEL, as roads or principal equipments, allows the project to make a study of the accessibility and the displacement of disabled people in capitals of Asturias. However, the study could not be done for technical reasons and now it is stopped.

During my practices in SERPA S.A. I had access to all these data and information, so I was able to do the analysis of the accessibility and the displacement of disabled people, focusing in the population of Grado through GIS technology.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	7
1.1. Introducción a la EIEL	7
1.2. Objeto.....	8
1.2.1 Objetivos generales del proyecto:	8
1.2.2 Objetivos específicos del proyecto:	8
1.3. Sistemas de información geográfica utilizados durante el proyecto	8
1.4. Localización del proyecto: El municipio de Grado	9
1.5. Panorama actual de las personas con discapacidad en el Principado de Asturias	10
1.6. Legislación en materia de desplazamiento de personas con movilidad reducida.	10
1.7. Modelo de datos	13
CAPÍTULO 2: PROCEDIMIENTO DE CREACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA18	
2.1. LocalGIS	18
2.1.1 Breve introducción a LocalGIS	18
2.1.2 Descarga de información de campo	20
2.2. ArcGIS: Creación de los aspectos básicos del SIG e importación de datos	22
2.2.1 Breve introducción a ArcGIS	22
2.2.2 Importación de la información a ArcGIS	24
2.2.3 Definición del sistema de coordenadas del proyecto y de las entidades.	26
2.3. ArcGIS: Corrección de errores de importación en entidades y atributos	27
2.3.1 Adaptar el modelo de datos a ArcGIS	27
2.3.2 Dominios.....	28
2.4. ArcGIS: Creación de estilos, consultas y planos.	32
2.4.1 Estilos	32
2.4.2 Consultas	35
2.4.3 Producción de planos y documentación técnica.....	36
2.5. Completando la base de datos: Trabajo de campo y digitalización.	36
2.5.1 Contextualización del área de estudio: División por zonas	37
2.5.2 Trabajo de campo	38
2.5.3 Digitalización y actualización de datos de campo.....	38
2.6. Procedimiento de creación del análisis de redes para el cálculo de rutas	41
2.6.1 Introducción al análisis de redes	41
2.6.2 Creación de un dataset de red.....	41

CAPÍTULO 3: RESULTADOS. EXPLOTACIÓN DE LA INFORMACIÓN: ANÁLISIS DEL DESPLAZAMIENTO Y ACCESIBILIDAD DE PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA.....	47
3.1. Análisis por barrio.....	47
3.1.1 Zona estación	47
3.1.2 Zona chalets.....	48
3.1.3 Zona parque:	49
3.1.4 Zona casco histórico	50
3.1.5 Zona central.....	52
3.1.6 Zona Sur.....	53
3.1.7 Resumen.....	54
3.2. Análisis de accesibilidad a edificios	55
3.3. Análisis de transitabilidad de las calles	56
3.4. Mapa resumen de accesibilidad	58
CAPÍTULO 4: RESULTADOS. EXPLOTACIÓN DE LA INFORMACIÓN: ESTUDIO DE MOVILIDAD DE VIANDANTES Y PMR MEDIANTE ANÁLISIS DE REDES	59
4.1. Movilidad entre varios puntos de la ciudad: Rutas de desplazamiento a edificios públicos.....	59
4.1.1 Acceso al ayuntamiento desde el aparcamiento más próximo	59
4.1.2 De vivienda en el centro a la piscina.....	62
4.1.3 De vivienda al Sur al mercado que se celebra los domingos.....	62
4.1.4 De vivienda en el casco histórico al centro de salud.....	63
4.1.5 De vivienda cercana a la estación a la escuela de música.....	64
4.1.6 De vivienda en el casco histórico a los juzgados.....	65
4.1.7 Conclusiones del análisis de movilidad de viandantes.....	65
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES	67
5.1. A nivel de desplazamiento y accesibilidad PMR en Grado.....	67
5.2. A nivel de Trabajo Fin de Máster	67
5.3. Futuros trabajos	68
CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA.....	69

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción a la EIEL

En la sociedad actual es muy importante conocer el inventario actual de infraestructuras y equipamientos locales con el fin de evaluar las necesidades de los ciudadanos que las utilizan. Es importante conocer no solo la existencia de los mismos, sino las características principales, el estado de conservación o su disponibilidad. Estos elementos no sólo tienen relevancia en el ámbito local, sino que también forman parte de la ordenación del territorio.

En el Principado de Asturias, venía siendo necesaria una herramienta que permita almacenar esta información para la planificación territorial y el análisis de la política del territorio.

Como respuesta a esta necesidad surge el proyecto MO.DE.LO. (MOdernización y Desarrollo Local), financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional y por el Gobierno del Principado de Asturias. Cuyo fin principal era la creación de un Sistema de Información Geográfica que permitiera gestionar el territorio de 75 concejos asturianos con población menor a 50.000 habitantes, es decir, todos los municipios a excepción de Gijón, Oviedo, Avilés. El municipio de Siero, que desde 2008 ya ha superado esa barrera poblacional, continúa actualizándose. El resultado será la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (a partir de ahora: EIEL).

De cada municipio, se actualizan los equipamientos de todos los núcleos con más de 10 viviendas habitadas, y se envían anualmente al Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, para que tengan constancia del estado de las infraestructuras. La información que almacena la encuesta para cada municipio es:

- Redes de abastecimiento y saneamiento.
- Vertederos (también puntos limpios).
- Red de alumbrado.
- Red de carreteras e infraestructuras viarias.
- Equipamientos públicos (casas consistoriales, parques, centros asistenciales, oficinas de correos, instalaciones deportivas etc...)
- Información general de los núcleos de población.

Para gestionar esto, nace LocalGIS, software creado por el ministerio de Industria, Energía y Turismo, y que éste cede a entidades gubernamentales a nivel estatal o a nivel regional con el fin de mejorar su organización territorial. El ministerio sugiere a aquellas entidades que lo utilicen a introducir mejoras en el programa informático, de manera que está en constante evolución, la versión asturiana del mismo recibe el nombre de LocalGIS-MODELO, y sus actualizaciones son enviadas al ministerio para que las ponga a disposición de otros usuarios, que a su vez introducirán mejoras. De esta manera el programa se retroalimenta y está en constante evolución.

1.2. Objeto

1.2.1 Objetivos generales del proyecto:

El principal objeto del proyecto es el de analizar la accesibilidad y desplazamiento de personas como movilidad reducida en la localidad de Grado.

En la presente memoria se explicará paso a paso cómo se debería realizar un proyecto de estas características mediante un caso práctico para la localidad de Grado, Asturias. Para ello se ha dividido el proyecto en varias etapas:

1. Aspectos introductorios e informativos relativos al proyecto, localización y legislación. Planteamiento del modelo de datos.
2. Crear un inventario completo de diversas variables urbanas que afectan al desplazamiento de personas con movilidad reducida.
3. Explotación de datos del SIG. Realización de análisis.

Todos estos pasos son prácticamente coincidentes con las etapas de elaboración de un Sistema de Información Geográfica. Así, se podrán utilizar los conocimientos aprendidos en el máster y elaborar un SIG desde el proceso de nacimiento del concepto hasta su explotación de datos.

1.2.2 Objetivos específicos del proyecto:

A nivel más profundo, se intentará aprovechar la base de datos geográfica creada para responder cuestiones como:

- Cuáles son los edificios accesibles adaptados a la normativa vigente.
- Conocer las carreteras con aceras que cumplen la legislación propuesta.
- Conocer los barrios mejor adaptados y los peor adaptados. Mediante un análisis individualizado de cada barrio.
- Conocer las calles que presentan barreras que dificultan o impiden el paso de personas con movilidad reducida.
- Conocer las plazas de aparcamiento más cercanas a edificios públicos.

Entre otra mucha información que se podrá extraer de la futura base de datos.

1.3. Sistemas de información geográfica utilizados durante el proyecto



Herramienta SIG que ofrece las funciones necesarias para facilitar la gestión de la información de los núcleos urbanos. Tiene la misión de facilitar la implantación de sistemas de información territorial en el ámbito de la Administración Pública, de forma

que permite a las entidades locales georreferenciar la información de los núcleos, las gestiones administrativas, sus actividades diarias etc...

Además de haberlo usado frecuentemente durante las prácticas, también se empleó en una primera fase del proyecto para la obtención de la mayor parte de la información y su posterior importación a formato shape.



Aunque mermado en los últimos años por su elevado precio y el constante crecimiento del software libre, el programa de ESRI continúa siendo el sistema de información geográfica por excelencia y principal referencia en el mundo. Sus herramientas de almacenamiento de datos, análisis y edición siguen siendo las más potentes del mercado, convirtiendo a ArcGIS en la tecnología SIG preferida por las multinacionales.

La gran mayoría del proyecto está creado a partir de ArcGIS, aprovechando el poder de sus denominadas “geodatabases” que permiten un fácil manejo y manipulación de la información.

1.4. Localización del proyecto: El municipio de Grado

Grado es un concejo del Principado de Asturias que limita al norte con Candamo y Las Regueras, al este con Proaza, Santo Adriano y Oviedo, al sur con Teverga y Yernes y Tameza y al oeste con Belmonte y Salas.

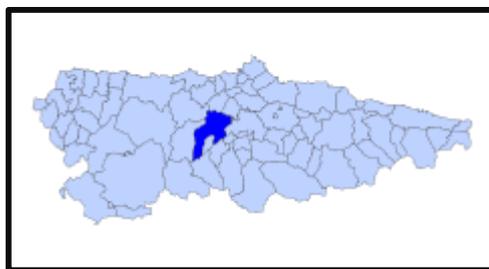


Figura 1.4-I. Localización del municipio de Grado en Asturias

Según el INE, a fecha de 2014, Grado como municipio cuenta con un total de 10471 habitantes y una extensión de 221,63 km². Dando lugar a una densidad de población de 47,25 habitantes por km².

La mayor parte de la economía está basada en el sector primario, mientras que el sector terciario ocupa un segundo lugar. La industria en el municipio tiene una presencia prácticamente testimonial, y la explotación de roca sedimentaria en varias canteras constituye la mayor representación del sector secundario en el concejo.

La artesanía y la gastronomía representan las principales exportaciones y fuentes económicas, especialmente de dos productos: el Tocinillo de Cielo, elaborado a base de yema de huevo y azúcar, y vendido en toda España, y el queso Afuega'l pitu, queso con denominación de origen.

Además de ser un municipio, Grado es también la capital del concejo, según el padrón del año 2014, proporcionado por Serpa, el núcleo cuenta con 7220 habitantes.

En Grado se celebran gran cantidad de fiestas y cuenta con un rico folclore. Durante todo el año, cada domingo tiene lugar el mercado tradicional, que cuenta con gran afluencia. Además, el primer domingo de cada mes coincide con el mercado de ganado. Todo esto hace de Grado uno de los pocos pueblos de España en el que las tiendas abren los domingos, para cerrar en su lugar los lunes.

A Grado llega la Carretera Nacional 634, además de la autovía A-63, que permite llegar a Oviedo en tan solo 20 minutos. Lo que dota a la localidad de una gran comunicación con el exterior. También cuenta con estación de tren, con frecuencias de máximo una hora, y con una estación de autobuses.

1.5. Panorama actual de las personas con discapacidad en el Principado de Asturias

Según el INE, el número de personas con discapacidad en 2008 en Asturias era de 111.692, de los cuales 104.500 residían en el hogar, 7192 en residencias y alrededor de unos 500 niños de entre 0 a 5 años.

Dentro de las 104.500 personas que residían en el hogar, 66.900 tenían 65 o más años (64%). El número de hombres discapacitados es de 36.900 (35,3%), mientras que 67.600 (64,7%) son mujeres.

Dentro de los grupos con discapacidad, también según datos proporcionados por el INE, el 66% de las personas se encuentran dentro del grupo de discapacidad de personas con movilidad reducida. Lo que totalizan un total de 73716 minusválidos en el Principado de Asturias.

Todas estas personas, deben enfrentarse día a día a múltiples obstáculos que impiden su desplazamiento a través de las calles o su acceso a edificios básicos. Cada ciudad o pueblo es una historia, todos tienen distintas características en las calles o diferentes barreras. Lo cierto es que hay un código o legislación que lo regula.

1.6. Legislación en materia de desplazamiento de personas con movilidad reducida.

En 2012 se publica el I Plan de Accesibilidad del Principado de Asturias, que tiene por objeto convertir al principado de Asturias en la primera Comunidad Autónoma con una

hoja de ruta para cumplir la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad, actualizada por última vez el 3/12/2013. Ley que hace especial alusión a la fecha del 1 de enero de 2019, momento en el que vence el plazo previsto para adaptar el callejero a la normativa y conseguir una sociedad realmente accesible, tanto para las personas de movilidad reducida como para las que no, en orden de hacer prevalecer la igualdad de oportunidades, derecho básico de la Constitución.

El primer paso lo dio la Consejería de Asuntos Sociales, que publicó en el BOPA el Decreto 37/2003, de 22 de mayo, por el que se aprueba el reglamento de la Ley del Principado de Asturias 5/1995, de 6 de abril, de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras, en los ámbitos urbanístico y arquitectónico.

Esta misma ley define a las personas con movilidad reducida como “aquellas que temporal o permanentemente tienen limitada su capacidad de relacionarse de forma independiente con el medio, de utilizarlo o de desplazarse por él”.

La ley define una serie de normativa que deberán cumplir las vías peatonales para que se puedan considerar adaptadas y accesibles. Si bien, la mayoría de itinerarios peatonales construidos en la actualidad se hacen o deberían hacer acorde a la ley, existen multitud de itinerarios que a día de hoy no cumplen esas condiciones.

En el inventario definido en el proyecto se intenta cubrir todos los aspectos que abarca esta ley de manera que se pueda hacer un análisis objetivo de la situación de desplazamiento de transeúntes con movilidad reducida por las calles de Grado.

En el documento se definen varios conceptos en relación a PMR:

a) Se entienden por **barreras urbanísticas**:

- Los elementos de la urbanización. Obras de pavimentación, saneamiento, alumbrado, jardinería, etc.
- El mobiliario urbano. Objetos y construcciones ubicados en las vías de espacios libres. Por ejemplo semáforos, barandillas, cabinas telefónicas, fuentes, papeleras.

Todos ellos son potenciales obstáculos para personas con movilidad reducida, y deben ser localizados.

b) **Itinerarios peatonales**. La legislación habla de:

- El ancho libre mínimo será de 1,5 m. Se permitirán estrechamientos puntuales de 1,20 m.
- Altura libre de obstáculos de 2,2 m.
- La pendiente longitudinal será inferior al 8 % y la transversal inferior al 2%.
- No podrán incluir ningún peldaño aislado.
- El bordillo tendrá una altura máxima de 15 cm máximo, y deberá rebajarse a nivel de pavimento en los pasos peatonales. Si se elevasen más de 15 cm, tendrán que tener elementos de protección contra las caídas.

- Si hubiera un itinerario de tránsito mixto de peatones y vehículos (calle peatonal), deberán tener una anchura libre mínima de 3,5 m, permitiéndose estrechamientos puntuales de 3 metros.

La base de datos establecida deberá reflejar si se cumplen o no estas condiciones.

c) Pavimento.

- Será compacto, duro, regular, antideslizante y sin resaltes distintos a los propios del grabado de las piezas. Franjas de 1 m de ancho en las esquinas, vados, paradas de autobús etc.
- Las bases de las rejillas o registros, o los alcorques de los árboles, estarán enrasados con el pavimento circundante.

d) Vados. Son las superficies inclinadas que unen dos planos horizontales al mismo nivel.

- Las partes superior e inferior de la superficie inclinada del vado deben enrasarse con el pavimento. Que la unión sea firme, sin escalones.
- Las pendientes que debe cumplir el vado son las mismas que las de los itinerarios peatonales.

e) Pasos de peatones

- Se salvará el desnivel entre la acera y la calzada con un vado de las características indicadas.
- Los vados se situarán enfrentados, si no fuera posible, se instalará una franja de guía táctil.
- Si en el recorrido del paso de peatones es preciso atravesar una isleta intermedia, ésta se recordará rebajándola al nivel de las calzadas.
- Si el paso se realiza en dos tiempos con parada intermedia, la isleta tendrá unas dimensiones mínimas que permitan la inscripción de un círculo de 1,5 m de diámetro. Estas isletas tendrán un pavimento de textura y color distintos.

f) Rampas

- Serán de directriz recta o ligeramente curvada, con un radio de curvatura mínimo de 50 m.
- La pendiente longitudinal de la rampa será inferior al 8% y la transversal a 2%. Debiendo mantener la pendiente a lo largo.
- Si la rampa fuese muy larga (10 m), deberá incluir descansillos.
- Excepcionalmente, se permitirán rampas con pendientes comprendidas entre el 8-10%, siempre y cuando su longitud sea inferior a 3 m.
- Deberán dotarse de pasamanos y barandillas, además de encontrarse los bordillos resaltados.

La ley incluye muchas más restricciones. Se detalla claramente normativa de características que deben reunir los elementos urbanos, tales como señales de tráfico, semáforos, cabinas telefónicas, papeleras y buzones, etc. Sin embargo, el proyecto se ha ceñido únicamente a las posibilidades de desplazamiento de PMR, y para describir dicho movimiento es suficiente con las entidades recogidas, que son las mismas que utilizó el proyecto MODELO para su base de datos.

Se deja, no obstante, una puerta abierta a la posibilidad de continuar el estudio, haciéndolo más exhaustivo y que abarque más ámbitos, como asegurar que los elementos urbanos cumplan la normativa impuesta por el Principado. En este caso, estos elementos urbanos sólo figurarán en la base de datos si actuasen como obstáculos para las PMR.

En cuanto a los **edificios públicos**, existió el RD 556/1989, de 19 de mayo, por el que se arbitran medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios públicos, y que tuvo vigencia hasta el 12 de marzo de 2010, momento de llegada del RD 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación. No obstante, el objeto del trabajo no es estudiar la accesibilidad dentro de los edificios, sino el acceso desde el exterior a estas edificaciones, facilitándose la información necesaria para evaluar éste.

Para regular las normas de accesibilidad en los modos de transporte, se aplica el RD 1544/2007, de 23 de noviembre, de condiciones de accesibilidad en el transporte, aplicable a todos los modos y medios de transporte citados en el mismo, pero que incluyen el tren o el autobús.

1.7. Modelo de datos

El modelo de datos trata de cubrir todos los aspectos legislativos, en materia de personas con movilidad reducida, mencionados en el Decreto 37/2003. Para ello se dividió el problema en una serie de entidades y atributos con el fin de abarcar todos estos campos.

Tablas del modelo de datos:

Serie de equipamientos:

Se incluye las siguientes entidades correspondientes a equipamientos e infraestructuras de la localidad.

Tramos de calle (entidad de tipo LINEA).

Nombre	Observaciones	Tipo
id	Clave primaria de la tabla	Double
id_municipio	Código del municipio	Double
Ancho_max_dcha	Ancho máximo en la acera derecha del tramo de calle	Double
Ancho_max_izqda	Ancho máximo en la acera izquierda del tramo de calle	Double
Ancho_min_dcha	Ancho mínimo en la acera derecha del tramo de calle	Double
Ancho_min_izqda	Ancho mínimo en la acera izquierda del tramo de calle	Double
Pend_long_may_8_dcha	Pendiente longitudinal de la acera derecha del tramo de calle	Texto
Pend_long_may_8_izqda	Pendiente longitudinal de la acera izquierda del tramo de calle	Texto
Pend_trans_may_2_dcha	Pendiente transversal de la acera derecha del tramo de calle	Texto
Pend_trans_may_2_izqda	Pendiente transversal de la acera izquierda del tramo de calle	Texto
Observaciones	Observaciones	Texto
Transitable_si_no	Si el tramo de calle cumple la normativa vigente	Texto

Tabla 1. Atributos de la entidad "Tramos de calle"

Acorde a la normativa impuesta por el Decreto, un tramo de calle será transitable cuando:

- El ancho mínimo de ambas aceras sea superior a 1,2 m y la pendiente y transversal de ambas sea inferior al 8% y al 2% respectivamente. Si sólo hubiera una acera que cumpla las condiciones, el tramo de calle se considerará transitable por una acera.

El municipio se incluye en todas las entidades por si se pretende ampliar la base de datos a otros concejos. Es una manera de ordenación, aunque en este caso siempre será, evidentemente, el mismo.

Edificios públicos (entidad de tipo POLÍGONO).

Nombre	Observaciones	Tipo
id	Clave primaria de la tabla	Double
id_municipio	Código del municipio	Double
Rampa_acceso	El tipo de rampa de acceso, si la hubiera	Texto
Tipo_de_acceso	Define si el edificio es accesible, accesible pero no adaptado, o no accesible	Texto
Nombre_edif	Nombre del edificio o uso	Texto
Observaciones	Observaciones	Texto

Tabla 2. Atributos de la entidad "Edificios públicos"

El campo `rampa_acceso` puede recoger las siguientes opciones, de modo que se cumpla la legislación en materia de PMR:

- 1) Sin rampa de acceso.
- 2) Pendiente $\leq 10\%$ y longitud hasta 3 m o pendiente $\leq 8\%$ y longitud hasta 10 m sin pasamanos.
- 3) Pendiente $\leq 10\%$ y longitud hasta 3 m o pendiente $\leq 8\%$ y longitud hasta 10 m con pasamanos
- 4) Pendiente $\geq 10\%$.

El campo `Tipo_de_acceso`, recogerá una de las siguientes opciones.

- Será no accesible si se cumplen las condiciones 1 o 4 de la categoría rampa de acceso.
- Será accesible pero no adaptado, si se cumple la condición 2 de la categoría rampa de acceso.
- Será accesible y adaptado, si se cumple la condición 3 de la categoría rampa de acceso.

NOTA: Adicionalmente, se considerará el edificio accesible si dispusiese de un ascensor o cualquier otro método similar de acceso al mismo.

Transporte público (entidad de tipo PUNTO).

Nombre	Observaciones	Tipo
id	Clave primaria de la tabla	Double
id_municipio	Código del municipio	Double
Tipo_de_parada	El tipo de parada de transporte público	Texto
Tipo_de transporte	El tipo de transporte público	Texto
Accesibilidad	Si la parada es accesible	Texto
Observaciones	Observaciones	Texto

Tabla 3. Atributos de la entidad "Transporte público"

- Se recogen los siguientes tipos de parada: Monolito, marquesina, estación, otros.
- Se recogen los siguientes tipos de transporte público: Autobús, tren, taxi, otros.
- La parada es accesible si una persona minusválida puede acceder a ella cumpliendo las normas de circulación.



Figura 1.7-I. Ejemplo de parada no accesible en Grado

Pasos de peatones (entidad de tipo PUNTO).

Nombre	Observaciones	Tipo
id	Clave primaria de la tabla	Double
id_municipio	Código del municipio	Double
Bordillo_no_rebajado	Si el bordillo está rebajado o no	Texto
Pavimento_no_diferenciado	Si el pavimento en las aceras se encuentra diferenciado o no	Texto
Observaciones	Observaciones	Texto

Tabla 4. Atributos de la entidad "Pasos de peatones"

Se planteó la entidad como tipo polígono en lugar del punto. Pero se utilizó esta última para aprovechar el planteamiento original del proyecto MODELO, que había escogido el punto para representar los pasos de peatones.

Aparcamientos de minusválidos (entidad de tipo PUNTO).

Nombre	Observaciones	Tipo
id	Clave primaria de la tabla	Double
id_municipio	Código del municipio	Double
Observaciones	Observaciones	Texto

Tabla 5. Atributos de la entidad "Aparcamientos de minusválidos"

Serie de obstáculos:

Aunque algunos elementos de la serie de equipamientos pueden incluir zonas inaccesibles (bien por su construcción incorrecta o por su no adaptabilidad a la norma con el paso del tiempo), esta serie de obstáculos hace referencia a los elementos urbanos que impiden el acceso a minusválidos a otras zonas de la ciudad.

Barreras urbanas (entidad de tipo PUNTO).

Nombre	Observaciones	Tipo
id	Clave primaria de la tabla	Double
id_municipio	Código del municipio	Double
Tipo_barrera	El tipo de barrera	Texto
Clase_barrera	La categoría a la que se aplica la barrera	Texto
Observaciones	Observaciones	Texto

Tabla 6. Atributos de la entidad "Barreras urbanas"

El tipo de barrera puede ser fija (escaleras, un estrechamiento en la calle) o móvil (obras temporales).

Se distinguen los siguientes tipos de clases de barrera: Obstáculos en la trayectoria, escaleras/Escalones, estrechamiento en la calle, obras, otros.

Pavimento irregular (entidad de tipo PUNTO).

Nombre	Observaciones	Tipo
id	Clave primaria de la tabla	Double
id_municipio	Código del municipio	Double
Lado	El lado de la acera en el que se encuentra	Texto
Observaciones	Observaciones	Texto

Tabla 7. Atributos de la entidad "Pavimento irregular"

Se considera pavimento irregular a superficies resbaladizas o baches.

Bordillos no rebajados de los pasos de peatones (entidad de tipo PUNTO).

Nombre	Observaciones	Tipo
id	Clave primaria de la tabla	Double
id_municipio	Código del municipio	Double
Observaciones	Observaciones	Texto

Tabla 8. Atributos de la entidad "Bordillos sin rebaje"

El planteamiento original del proyecto MODELO era el de incluir los bordillos no rebajados de los pasos de peatones como obstáculo por separado y no como atributo de la entidad "pasos de peatones". Para el presente proyecto se importó desde el módulo de LocalGIS esta capa de puntos y se incluyó como entidad aparte, manteniendo la idea inicial. Si bien la información se introdujo también en la tabla de "pasos de peatones" a modo de realizar un inventario de pasos de peatones que es necesario adaptar para cumplir la legislación.

Pavimento no diferenciado de los pasos de peatones (entidad de tipo PUNTO).

Nombre	Observaciones	Tipo
id	Clave primaria de la tabla	Double
id_municipio	Código del municipio	Double
Observaciones	Observaciones	Texto

Tabla 9. Atributos de la entidad "Pavimento no diferenciado"

Presenta un caso similar al de los bordillos no rebajados. Si bien el pavimento no diferenciado afecta más a invidentes que de personas con movilidad reducida, se ha incluido pues forma parte de la legislación en pasos de peatones, de manera que el estudio se podría extrapolar a invidentes.

CAPÍTULO 2: PROCEDIMIENTO DE CREACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

2.1. LocalGIS

La primera fase del proyecto se realizó mediante LocalGIS. Y se corresponde con la descarga de datos de campo. Aprovechando que fue necesaria su utilización para la realización del presente trabajo, y de que se trata de un programa muy interesante y utilizado por las administraciones públicas, aprovecharé para realizar una pequeña introducción del mismo.

2.1.1 Breve introducción a LocalGIS

Entre las características de LocalGIS, destacan:

- Facilitar la gestión municipal proporcionando una fácil accesibilidad a la información de manera rápida y efectiva y a un coste menor. Por lo que se incrementa la eficiencia y la efectividad de los servicios municipales.
- Suministrar una plataforma de trabajo que permite la actualización de la información del municipio y su gestión.
- Georreferenciar tipos de informaciones que hasta entonces sólo se referenciaban textualmente a una dirección postal.

La versión LocalGIS-MODELO es una aplicación web programada en lenguaje java, por lo que hay que tener conexión a Internet si se pretende acceder a sus funciones, esto es una de sus principales desventajas. Se puede acceder directamente desde el navegador en la página <http://modelo.asturias.es/>, sin embargo, LocalGIS necesita permisos para acceder a su aplicación, por lo que se necesitará un usuario y una contraseña proporcionados por el Principado de Asturias si se quiere acceder a su aplicación.

Como todos los SIG, existen diferentes perfiles de usuario. Usuarios visualizadores (que sólo pueden visualizar la información), publicadores del gobierno (pueden modificar información de cualquier municipio de Asturias, pero ésta no se guarda, sino que deja una notificación a un validador para que lo incluya en el sistema si lo considera correcto), publicadores del municipio (personal del ayuntamiento con el mismo permiso que los anteriores, pero que sólo pueden modificar información del municipio en el que trabajan) o validador (con los permisos de modificación anteriores, pero también actualización). Este perfil lo tienen los usuarios que se ocupan de consolidar los datos e información.

Una vez dentro de la aplicación, se presentan varios módulos, los dos más importantes y destacables en el proyecto son:

- **Módulo de la EIEL:** Es el módulo que permite editar todos los datos gráficos y alfanuméricos correspondientes a las capas de la EIEL.

- **Editor:** Útil para crear capas temáticas al gusto y colgarlas en un catálogo online que permite descargar a cualquier usuario de LocalGIS-MODELO. Por ejemplo: Mapa de movilidad de PMR. Aquí es donde se descargan los datos a utilizar en el proyecto.

Adicionalmente, LocalGIS incluye otras herramientas, pero que no se han empleado en la realización del presente proyecto. Dichas herramientas son:

- Administrador de cartografía
- Generador de informes.
- Módulo de Backup.
- Módulo de espacio público.
- Módulo de catastro.
- Módulo de infraestructuras.
- Módulo de Inventario de Patrimonio.
- Módulo de licencias de obra mayor y obra menor.
- Módulo de planeamiento.

Interfaz del módulo de la EIEL:

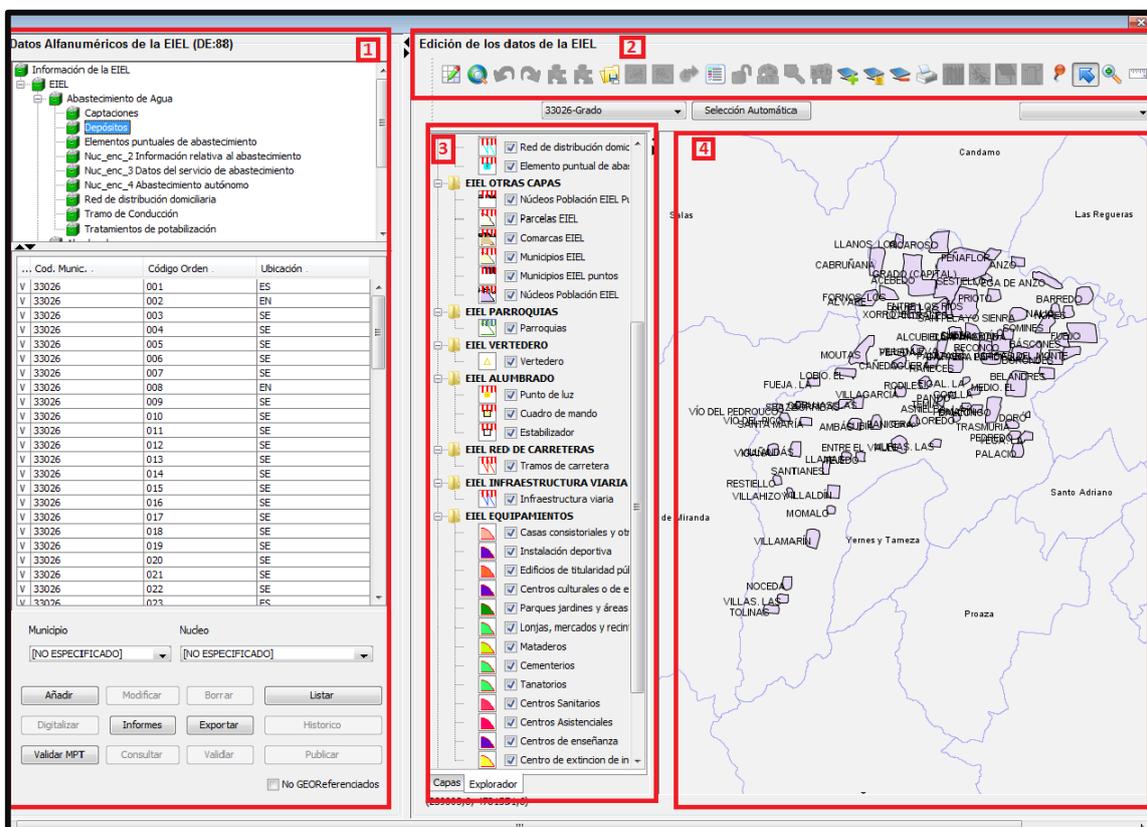


Figura 2.1-I. Interfaz de LocalGIS

En la captura de pantalla superior se distinguen 4 zonas principales:

- Zona 1: Datos alfanuméricos de la EIEL. En esta sección se pueden añadir datos alfanuméricos a cada una de las capas de la EIEL. Por ejemplo introducir la información de una nueva depuradora.
- Zona 2: Edición de los datos de la EIEL. Donde se encuentran las herramientas de edición de datos gráficos. Se puede dibujar directamente sobre el visualizador.
- Zona 3: Catálogo de capas de la EIEL. Permite seleccionar las capas que deseamos ver. Se debe cargar cada capa antes de poder visualizarla.
- Zona 4: Visualizador de la EIEL. Donde se muestra la información gráfica. Por ejemplo, en pantalla aparecen los núcleos urbanos del municipio de Grado.

La interfaz del editor es similar a la anterior, aunque presenta más herramientas de edición. De hecho, algunas funciones no están implementadas en el módulo de la EIEL y deben hacerse desde el editor.

2.1.2 Descarga de información de campo

Como ya se mencionó, una UTE hizo trabajo de campo para estudiar los obstáculos para personas con movilidad reducida de las capitales de los concejos que forman parte de la EIEL. Esta información, aunque sin uso en la actualidad, se encuentra almacenada en el editor bajo el nombre de “EIEL_PMR_Datos_de_Campo”.

Nada más abrir el editor, se abre una ventana que pide el municipio en el que se va a trabajar. Elegimos Grado.

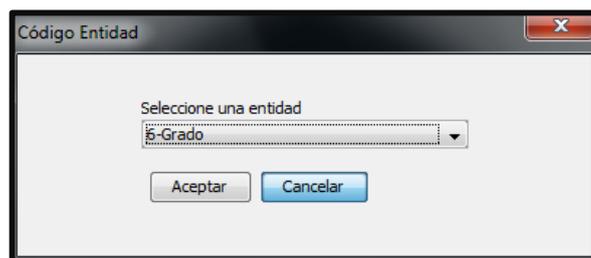


Figura 2.1-II

A continuación hay que abrir un archivo nuevo y elegir el sistema de coordenadas proyectado UTM Zona 29 N del ETRS 89, correspondiente a Grado, y se elige el mapa “EIEL_PMR_Datos_de_Campo”, donde se almacenan el conjunto de capas objeto del proyecto.

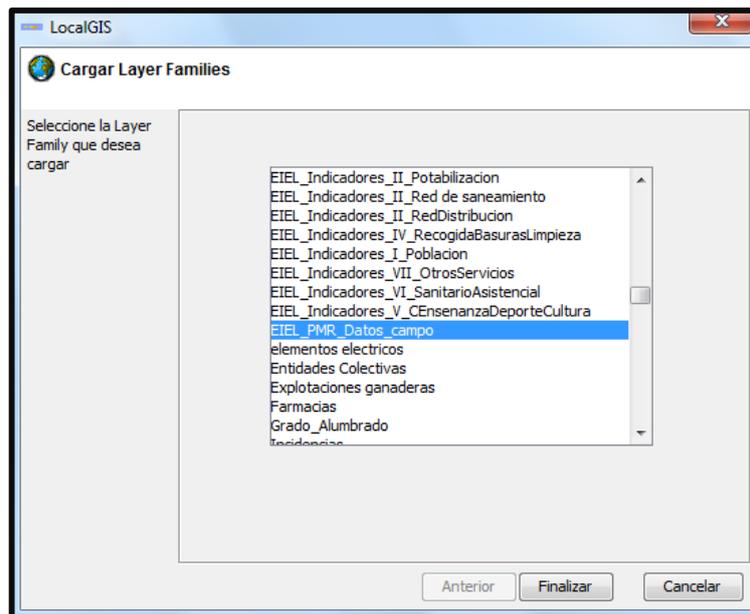


Figura 2.1-III

Y en pantalla se muestra la información pedida:



Figura 2.1-IV

Para descargar una capa, en la parte izquierda de la pantalla, se debe hacer clic derecho en la capa que se pretenda descargar e ir a "Guardar fichero". Como vamos a trabajar en ArcGIS se almacenará como fichero .shp de ESRI.

Las capas que contienen información para nuestro proyecto son:

- Tramos de calle
- Edificios públicos

- Aparcamientos de minusválidos
- Barreras urbanas
- Bordillos sin rebaje
- Pasos de peatones
- Pavimento irregular
- Pavimento no diferenciado
- Transporte público.

Estas nueve entidades son las que constituyen el modelo de datos comentado en el apartado 1.7. y formarán parte del SIG. Además no solo contienen información gráfica sino que cada geometría viene acompañada de los atributos completos comentados también en dicho apartado.

La gran ventaja que he tenido para el proyecto, más allá de la calidad de la digitalización de las entidades o del contenido alfanumérico de sus atributos, es disponer desde el inicio de un modelo de datos base sobre el que comenzar a trabajar, y modificarlo para que se ajuste en mayor medida al problema que se pretende solucionar.

Pero no todo es tan sencillo como parece, pues como se comentará en los próximos capítulos la importación desde LocalGIS a los ficheros shape no es perfecta ni mucho menos. Además, esta información no está completa, lo mostrado en la captura de pantalla superior es toda la información que contienen las capas, aproximadamente queda un 80% de la superficie de Grado por digitalizar, por lo que para hacer un estudio más completo he tenido que realizar trabajo de campo particular, que se comentará más adelante. De momento, vamos a adaptar esta información de LocalGIS al sistema de ArcGIS a la vez que desarrollamos el SIG en dicho programa.

2.2. ArcGIS: Creación de los aspectos básicos del SIG e importación de datos

El software elegido para la creación del SIG es ArcGIS. Se valoraron otros programas, pero finalmente se eligió ArcGIS porque ofrece un catálogo de herramientas más completo para lo que se va a hacer frente al de otros programas como GeoMedia o Qgis. Al igual que con LocalGIS, se realizará una pequeña introducción del mismo.

2.2.1 Breve introducción a ArcGIS

El programa de ESRI es la plataforma SIG más utilizada en la actualidad y probablemente la que más opciones de creación, análisis, almacenaje y difusión de datos, modelos o mapas ofrece de tantos como existen en el actual mercado.

El mayor de sus problemas es el precio, inalcanzable para pequeñas y medianas empresas, que lastra mucho su uso a favor de otros programas gratuitos como QGIS o GvSIG.

Como programa, ArcGIS es una familia de aplicaciones como lo es Office. Históricamente dividido en ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene y ArcGlobe. Aunque a día de hoy todos se encuentran integrados dentro de ArcMap para facilitar el uso desde un solo programa.

- ArcMap: Es el principal programa de la serie. En él se visualizan y exploran los datos geográficos, se asignan los símbolos, se crean los archivos de mapa para imprimir o publicar, se dibuja, se crean y edita la información, etc.
- ArcCatalog: Es el programa que proporciona una ventana con una lista desplegable que se utiliza para organizar y administrar diversos tipos de información geográfica. En él se crean y organizan las geodatabases, las capas vectoriales, los archivos ráster, los metadatos, etc.
- ArcToolbox: Constituye el conjunto de herramientas de análisis y post-proceso. Para este trabajo sólo se han utilizado unas pocas.
- ArcScene y ArcGlobe: Se utilizan para análisis y visualización 3D. En este proyecto no se utilizará ninguno de los dos.

En cuanto a las herramientas de ArcToolbox, destacan las siguientes::

- **Análisis espacial:** Que proporciona gran cantidad de recursos relacionados con el análisis de datos espacial ráster, como creación o análisis de datos ráster, combinación de capas ráster, aplicar funciones matemáticas. Pero también herramientas de tratamiento de información vectorial, hallar ubicaciones, realizar análisis de distancia mediante el análisis de distancia, buscar la mejor ruta entre dos puntos, realizar análisis estadísticos, etc. Serán estas últimas herramientas las más utilizadas en el proyecto, pues la información utilizada es esencialmente vectorial.
- **Análisis 3D:** ArcGIS también permite crear, visualizar y analizar datos SIG en tres dimensiones, y utilizar ArcScene para visualizarlo. Si bien, estas utilidades no se utilizarán en el trabajo actual.
- **Análisis geoestadístico:** Partiendo del análisis exploratorio de los datos y, hasta su representación espacial, se pueden realizar potentes análisis geoestadísticos con las herramientas de ArcGIS, si bien estas aplicaciones están más enfocadas de nuevo a la información ráster.

También permite crear tus propias herramientas. Tanto si sabemos programar, mediante la consola Python, como si no, mediante la aplicación Model Builder, incluida en ArcMap, que aprovechándose de una intuitiva interfaz gráfica de iconos y flechas nos permite indicar los pasos y operaciones a seguir para lograr nuestros propósitos, aunque, lógicamente, es más limitada y no da tanto pie a la creatividad como la consola de programación. En cualquier caso, podemos compartir todas las aplicaciones que creamos con el resto de usuarios en la red, o bien descargar las creadas por otros usuarios desde Internet. Todo ello con su sistema de evaluación por estrellas como si de una red social se tratase.

Tras esta breve visión de todas las opciones que ofrece ArcGIS. Echemos un vistazo a la pantalla principal de ArcMap:

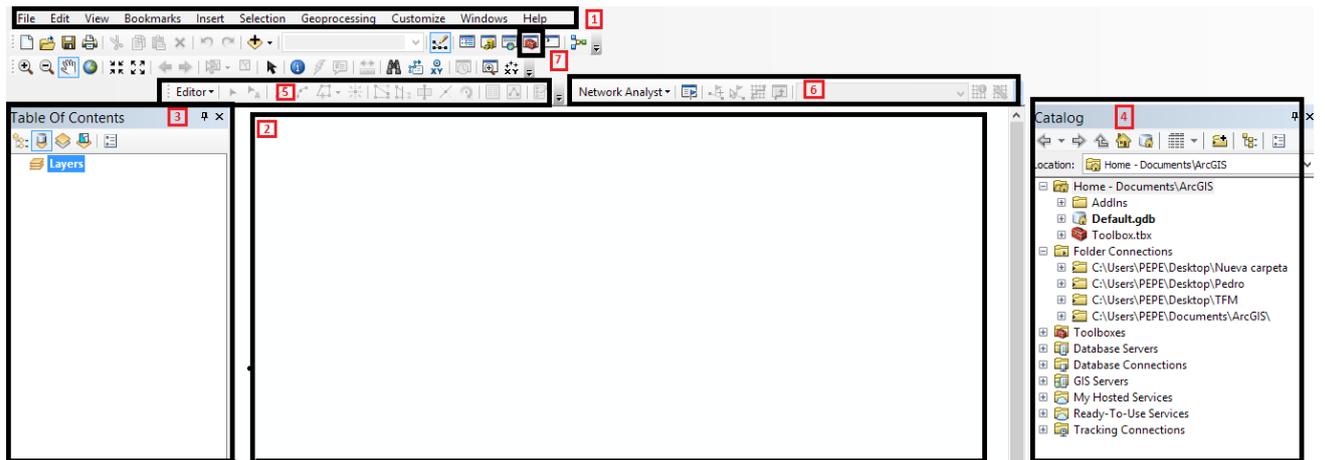


Figura 2.2-1. Pantalla principal de ArcGIS

Los números indicados en la captura de pantalla representan:

1. Barra de herramientas principal. Donde se encuentran la mayoría de opciones y accesos de ArcMap.
2. Pantalla de visualización. Donde se ven los mapas, dibujos, etc.
3. Tabla de contenidos. Que permite mostrar y ocultar capas en la pantalla de visualización, y también el acceso a las tablas de atributos de las entidades, copiar capas, etc.
4. ArcCatalog. Implementado en ArcMap. Como se puede ver, está formado por listas desplegables.
5. Barra del editor. Donde se encuentran las opciones de digitalización, inserción de atributos etc...
6. Barra del análisis de redes. Para el cálculo de rutas.
7. ArcToolbox. Haciendo clic en el botón se mostrará una lista de herramientas de análisis disponibles.

A grandes rasgos, estas son las herramientas básicas y que se irán detallando y explicando a medida que se vayan utilizando a lo largo de todo el proyecto. Aunque existen muchas más. Si por algo destaca ArcGIS, es por la enorme cantidad y calidad de utilidades de las que dispone.

2.2.2 Importación de la información a ArcGIS

La información se había descargado desde LocalGIS en formato .shp (el formato que almacena las entidades geométricas de los objetos). Sin embargo, ArcGIS no permite editar sus atributos, para ello es necesario importar las capas a las Geodatabases de ArcGIS. Para ello se abre ArcMap y desde el catálogo hacer click en una carpeta y *New* → *File Geodatabase*, que llamaremos TFM.gdb.

Haciendo click derecho sobre TFM.gdb se elige la opción Export to geodatabase (multiple).

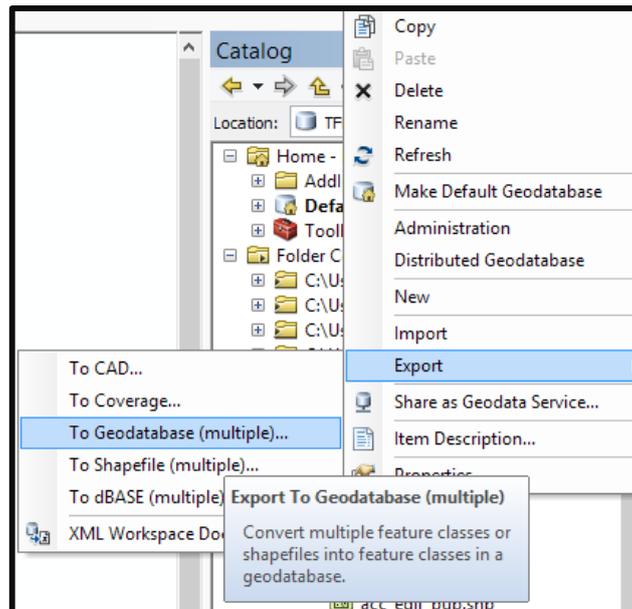


Figura 2.2-II

Se abre la herramienta “Feature class to geodatabase”, en la que se deben introducir los shapes que constituyen la base de datos descargados de LocalGIS-MODELO. Dichos ficheros shape son:

- Edificios públicos
- Aparcamientos minusválidos
- Barreras urbanas
- Bordillos sin rebaje
- Pasos de peatones
- Pavimento irregular
- Pavimento no diferenciado
- Tramos de calle
- Transporte público

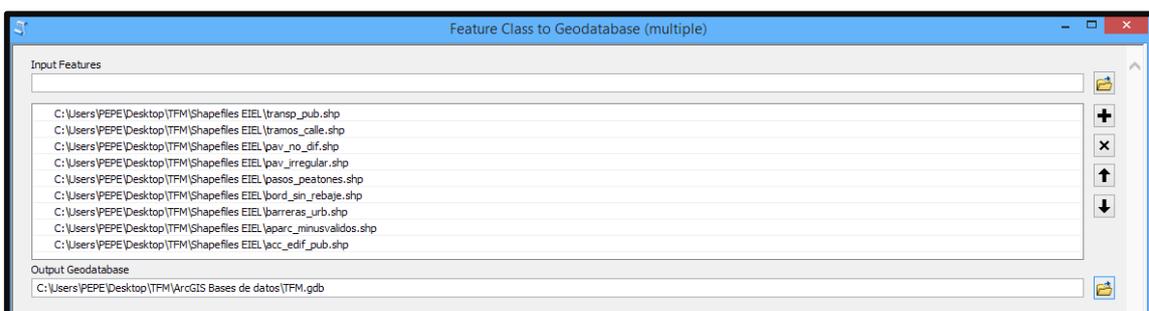


Figura 2.2-III. Herramienta Feature Class to Geodatabase

Si se arrastran los ficheros shape de la geodatabase y la ortofoto al mapa en blanco se puede visualizar la información en pantalla. ArcGIS ya los muestra georreferenciados:



Figura 2.2-IV. Vista general del mapa de Grado tras la importación de datos

2.2.3 Definición del sistema de coordenadas del proyecto y de las entidades.

Aunque las imágenes se muestran perfectamente georreferenciadas. Conviene asegurar que el sistema de coordenadas es el correcto. Dentro de la geodatabase TFM.gdb, haciendo click derecho sobre una entidad y yendo a “Properties” se abre la ventana “feature class properties” (propiedades de la clase de entidad). En la pestaña “XY Coordinate system”, localizar en “Projected Coordinate Systems” el sistema proyectado ETRS89 – UTM Zona 29N, que es el sistema de coordenadas correspondiente a Grado. Guardarlo como favorito para no tener que volver a buscarlo. Click en aplicar. Ahora la capa se encontrará en el sistema de coordenadas que le corresponde.

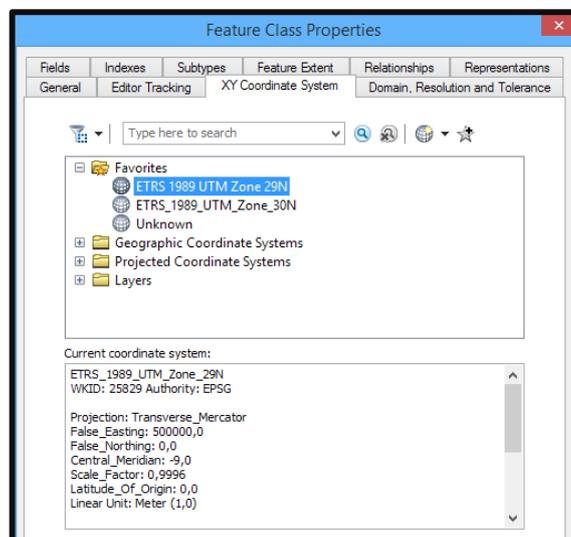


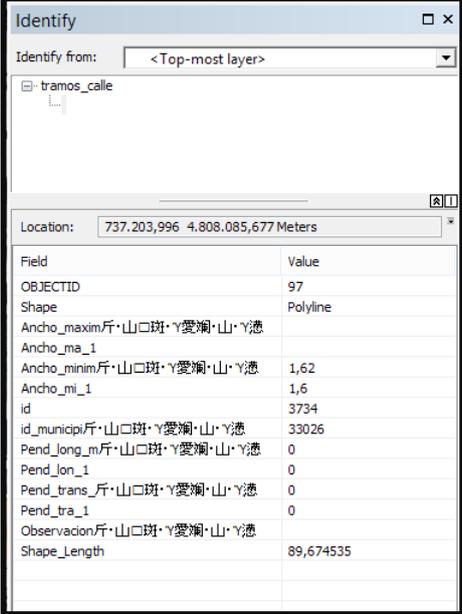
Figura 2.2-V. Sistema de coordenadas de la clase de entidad. En Current Coordinate System (actual sistema de coordenadas) aparece el establecido.

Y se hace lo mismo para todas las clases de entidad.

También conviene establecer el sistema de coordenadas del proyecto, para ello ir a *View* → *Data frame properties* → *Coordinate system*, y elegir la proyección.

2.3. ArcGIS: Corrección de errores de importación en entidades y atributos

Si se selecciona  en la barra de herramientas podemos acceder a los atributos de una entidad. Por ejemplo en una calle, se nos muestra lo siguiente:



The screenshot shows the 'Identify' tool window in ArcGIS. It displays the 'tramos_calle' layer and a table of attributes for a selected feature. The 'Location' is given as 737,203,996 4.808.085,677 Meters. The table lists various fields with their corresponding values, including some fields with unusual characters.

Field	Value
OBJECTID	97
Shape	Polyline
Ancho_maxim斤·山口斑·Υ愛斓·山·Υ憑	
Ancho_ma_1	
Ancho_minim斤·山口斑·Υ愛斓·山·Υ憑	1,62
Ancho_mi_1	1,6
id	3734
id_municipi斤·山口斑·Υ愛斓·山·Υ憑	33026
Pend_long_m斤·山口斑·Υ愛斓·山·Υ憑	0
Pend_lon_1	0
Pend_trans_斤·山口斑·Υ愛斓·山·Υ憑	0
Pend_tra_1	0
Observacion斤·山口斑·Υ愛斓·山·Υ憑	
Shape_Length	89,674535

Figura 2.3-1

En la imagen superior se pueden ver multitud de fallos. Si bien los datos alfanuméricos que son números enteros se han guardado correctamente, no se puede decir lo mismo de los que son del tipo “lista desplegable” (a la postre llamados “dominios”), como pueden ser las pendientes. Además, los nombres de los atributos aparecen cambiados en relación a como los veíamos en LocalGIS, ahora presentan caracteres extraños, probablemente por acentos o nombres demasiado extensos, que los ficheros shape de ESRI no reconocen. Lamentablemente, esto es un fallo de la importación y pasará siempre que se importe a fichero .shp. No quedará más remedio que corregirlo manualmente. Dividiremos este proceso en varias partes:

2.3.1 Adaptar el modelo de datos a ArcGIS

A continuación hay que añadir los atributos que faltan en el modelo de datos y editar los nombres de los atributos que aparecían con caracteres extraños. De nuevo, en “feature class properties” accedemos esta vez a la pestaña “Fields” (campos) y ahí podemos editar el nombre o actualizar el tipo de dato al modelo de datos definido para

el proyecto. (NOTA: Además se debe modificar la longitud de los campos de tipo texto, que se alteró también). El resultado, por ejemplo de la entidad “edificios_publicos” es el siguiente:

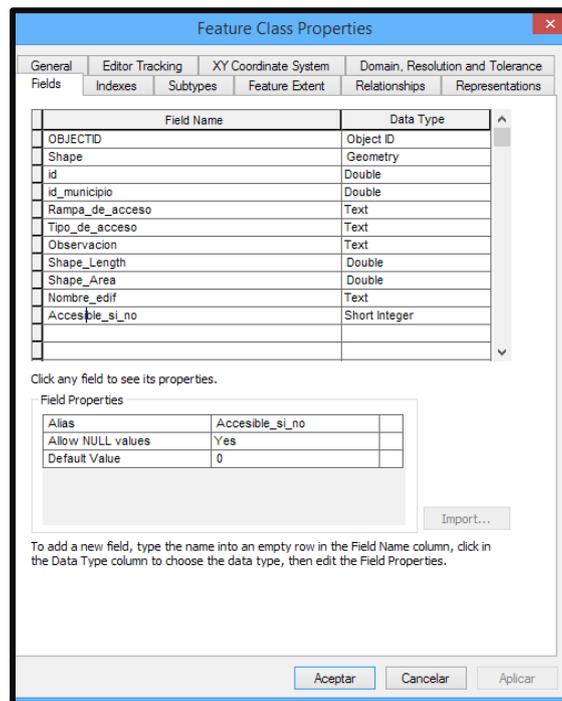


Figura 2.3-II. Ventana de propiedades de clase de entidad

Básicamente, se eliminaron los caracteres extraños y se añadieron los campos nuevos que antes no aparecían: El nombre del edificio y si en definitiva es accesible o no. Se actualizó también el campo “Alias”, ya que aunque internamente el programa utiliza el código descrito en “field name”, cuando se visualizan los datos en realidad muestra el alias, por lo que para que no resulte confuso es importante que lleve el mismo nombre que el campo.

Por este procedimiento se editaron también el resto de clases de entidad, quedando constituido el modelo de datos expuesto en el apartado 2.1.

2.3.2 Dominios

En ArcGIS, los dominios son reglas que describen los valores de un tipo de campo. Se utilizan para forzar la integridad referencial de los datos limitando los valores permitidos en cualquier atributo concreto de una tabla o clase de entidad.

Los dominios pueden ser de rango o codificados. Un dominio de rango especifica un rango de valores válido para un atributo numérico. Por ejemplo, la velocidad límite de una carretera, cuyos coches deberán circular a una velocidad entre 0 y 90 km/h.

Los dominios codificados pueden aplicarse a cualquier tipo de atributo. Por ejemplo el tipo de parada de transporte público puede ser de bus, tren o taxi. Este tipo de dominios será el utilizado en la base de datos del proyecto.

Gracias a los dominios, si un usuario quisiese elegir un atributo de un campo, tendría que escogerlo entre una lista desplegable, de manera que no podría tomar otro valor, por lo que ayudan a mantener la integridad referencial.

Para las clases de entidad que constituyen la geodatabase, se han introducido los siguientes dominios, todos codificados, unos tratan de indicar si se cumple o no una determinada norma de las establecidas en el apartado 1.6, mientras que otros son meramente descriptivos. Para saber más acerca de estos dominios, consultar el apartado 1.7 sobre modelo de datos:

- **Accesibilidad:** A transporte público (si/no).
- **Clase de barrera:** La clase de obstáculo (puede tomar valores de “obstáculo en la trayectoria”, “estrechamiento”, “escaleras”, “obras” u “otros”).
- **Lado:** Para atributos como lado del bordillo rebajado o del pavimento no diferenciado, entre otros (toma valores de izquierda, derecha, o ambos, siempre en dirección desde el ayuntamiento a la calle).
- **Pendiente longitudinal:** Para tramos de calle (toma valores de “inferior al 8%” o “mayor o igual al 8%”).
- **Pendiente transversal:** Para tramos de calle (toma valores de “inferior al 2%” o “mayor o igual al 2%”).
- **Rampa de acceso:** A edificios públicos (“sin rampa de acceso”, “pendiente superior al 8%”, “Pendiente \leq 8% y longitud hasta 3 m o pendiente \leq 8% y longitud hasta 10 m sin pasamanos” o “Pendiente \leq 10% y longitud hasta 3 m o pendiente con pasamanos”).
- **Tipo de accesibilidad:** A edificios públicos (“accesible y adaptado”, “accesible, mas no adaptado”, “no accesible y no adaptado”).
- **Tipo de barrera urbana:** Fija o móvil.
- **Tipo de parada:** Para el transporte público (marquesina, estación o monolito).
- **Tipo de transporte:** Referido al transporte público (taxi, tren o bus)
- **Transitable:** Si las calles son transitables o no (“transitable por dos aceras”, “transitable por una acera” o “no transitable”).

Al importar las capas desde LocalGIS, estos dominios han desaparecido en los ficheros shape, aunque sí que se han guardado sus valores numéricos. Por ejemplo, para la entidad “transporte público” en LocalGIS se muestra una lista desplegable en la que podemos elegir el tipo de transporte (autobús, tren o taxi). Tras la importación, ya en ArcGIS, no solo no aparece la lista desplegable (que sería el dominio), sino que ni siquiera indica si es de tipo taxi o autobús. Simplemente muestra un número.

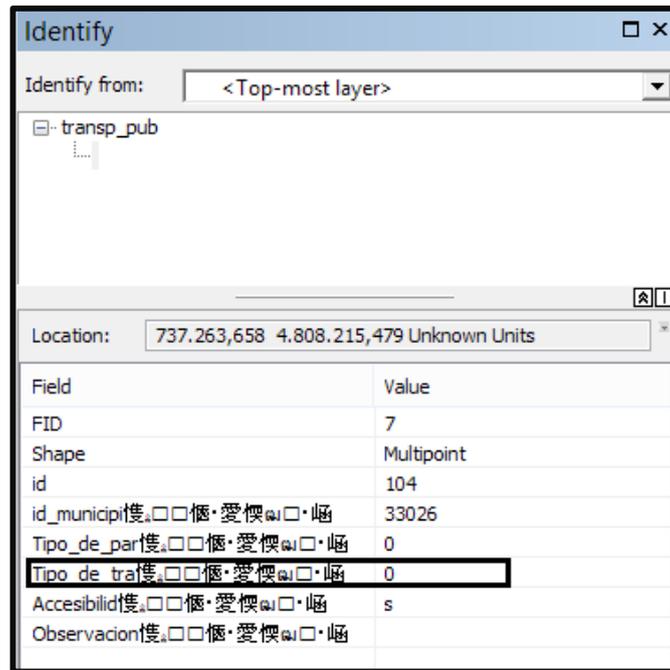


Figura 2.3-III

Ejemplo de mala importación de datos: Para el tipo de transporte vemos un “0” en lugar de “Autobús” como se muestra en LocalGIS.

Este número, por ejemplo “0” en el caso de que el transporte sea un autobús, es el valor codificado en LocalGIS, pero que al no guardarse los dominios, ArcGIS internamente no sabe si es una parada de bus o de tren. Es necesario, entonces, crear esos dominios.

Para introducir un dominio, se debe hacer click derecho en ArcCatalog sobre una entidad de la geodatabase, por ejemplo “transporte_publico” e ir a la pestaña “subtypes” y hacer click en “Domains”.

- En “Domain name” se introduce el nombre del dominio. Por ejemplo, tipo_de_transporte. No tiene por qué llamarse necesariamente igual que en LocalGIS.
- En “Domain properties” se debe indicar el tipo de dominio entre los explicados. en este caso será codificado. Es muy importante que en “field type” el tipo de campo sea coincidente con el campo que se aplicó al atributo. En este caso será de tipo texto.
- En Coded Values se introducen los códigos: 0 – Autobús. 1 – Taxi. 2 – Tren. Afortunadamente, LocalGIS nos devuelve la lista en orden, por lo que si en la lista desplegable en LocalGIS el primer atributo a elegir es el autobús, en ArcGIS aparecerá el número 0.

Introduje también el tipo de parada (0 – Marquesina. 1 – Monolito. 2 – Estación).

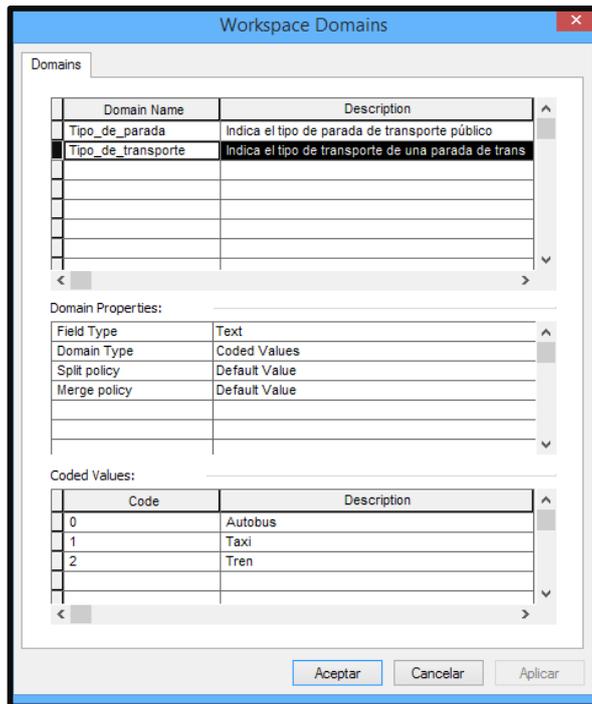


Figura 2.3-IV

Aplicar y en el campo “fields” de “feature class properties” se indica el dominio a aplicar en el campo “Tipo_de_Transporte”.

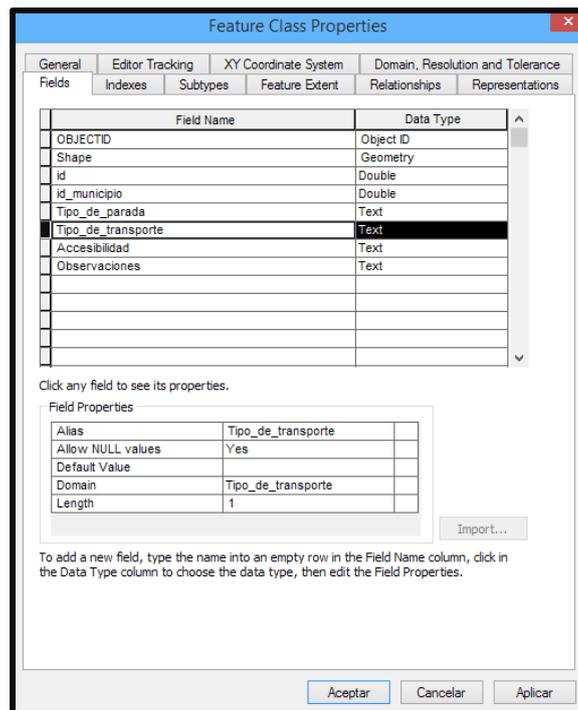


Figura 2.3-V

Ahora las tablas de atributos de LocalGIS y de ArcGIS son iguales:

id_municipio	Tipo_de_parada	Tipo_de transporte	Accesibilidad	Observaciones	OBJECTID	SHAPE	id	id municipio	Tipo de parada	Tipo de transporte	Accesibilidad
33026	Marquesina	Autobus	s		1	Multipoint	6001	33026	Marquesina	Autobus	Accesible
33026	Monolito	Autobus	n		2	Multipoint	6002	33026	Monolito	Autobus	No accesible
33026	Monolito	Autobus	n		3	Multipoint	6003	33026	Monolito	Autobus	No accesible
33026	Monolito	Autobus	n		4	Multipoint	6004	33026	Monolito	Autobus	Accesible
33026	Monolito	Autobus	s		5	Multipoint	6005	33026	Marquesina	Autobus	Accesible
33026	Marquesina	Autobus	s		6	Multipoint	6006	33026	Monolito	Autobus	No accesible
33026	Monolito	Autobus	s		7	Multipoint	6007	33026	Monolito	Autobus	Accesible
33026	Monolito	Autobus	n		8	Multipoint	6008	33026	Monolito	Autobus	Accesible
33026	Monolito	Autobus	s		9	Multipoint	6009	33026	Monolito	Taxi	Accesible
33026	Monolito	Autobus	s		10	Multipoint	6010	33026	Estacion	Tren	Accesible
33026	Monolito	Taxi	s		11	Multipoint	6011	33026	Marquesina	Autobus	Accesible

Figura 2.3-VI. Tabla de atributos de la entidad “Transporte público” original en LocalGIS (izquierda) y en ArcGIS tras el proceso de adaptación

Hay que proceder análogamente para las entidades restantes y crear del mismo modo los dominios anteriormente explicados. De manera que el modelo de datos quedará igual definido que en LocalGIS.

Una de las ventajas de los dominios es, como se comentó, la posibilidad de crear listas desplegables que ayuden a mantener la integridad referencial. Ahora cada vez que se quiera añadir un atributo a un campo nuevo aparecerá una lista desplegable que obligará al editor a elegir los datos entre las opciones disponibles.

id	id municipio	Tipo de parada	Tipo de transporte	Accesibilidad	Observaciones
99	33026	Marquesina	Autobus	Accesible	
100	33026	Monolito	Autobus	No accesible	
98	33026	Monolito	Autobus	No accesible	
102	33026	Monolito	Autobus	Accesible	
103	33026	Marquesina	Autobus	Accesible	
105	33026	Monolito	Autobus	No accesible	
101	33026	Monolito	Autobus	Accesible	
104	33026	Monolito	Autobus	Accesible	
106	33026	Monolito	Taxi	Accesible	

Figura 2.3-VII. Las listas desplegables ayudan a asegurar la integridad referencial, pues el usuario debe elegir una opción

2.4. ArcGIS: Creación de estilos, consultas y planos.

2.4.1 Estilos

Para una visualización más intuitiva, se introdujeron en ArcGIS una serie de símbolos y estilos que representan cada una de las entidades incluidas en la base de datos. La simbología utilizada es la siguiente:

Icono	Leyenda
	Tramos de calle
	Edificios públicos
	Paso de peatones
	Aparcamiento Minusválidos
	Parada de autobús
	Parada de taxi
	Parada de tren
	Barrera urbana
	Pavimento irregular
	Pavimento no diferenciado
	Bordillo no rebajado

Figura 2.4-I. Simbología utilizada

Introducir simbología personalizada en ArcGIS.

Para introducir simbología, existe una herramienta disponible en *Customize* → *Style Manager*. Hacer click en “styles” y a continuación “Create new style”. Habrá que guardar los estilos con un nombre, que para el actual proyecto se ha llamado “estilos_tfm.style”.

En la parte izquierda de la herramienta “Style Manager” aparecerá ahora el archivo de estilos recién creado. En esta misma ventana, acceder a la carpeta “Marker symbols” (símbolos de marcador) y añadir los diferentes iconos mediante click derecho *New* → *Marker Symbol*. En “type” se selecciona “Picture Marker Symbol” y se elige el símbolo en la carpeta en la que esté guardado.

Ahora el SIG contará con su propia base de datos de iconos:

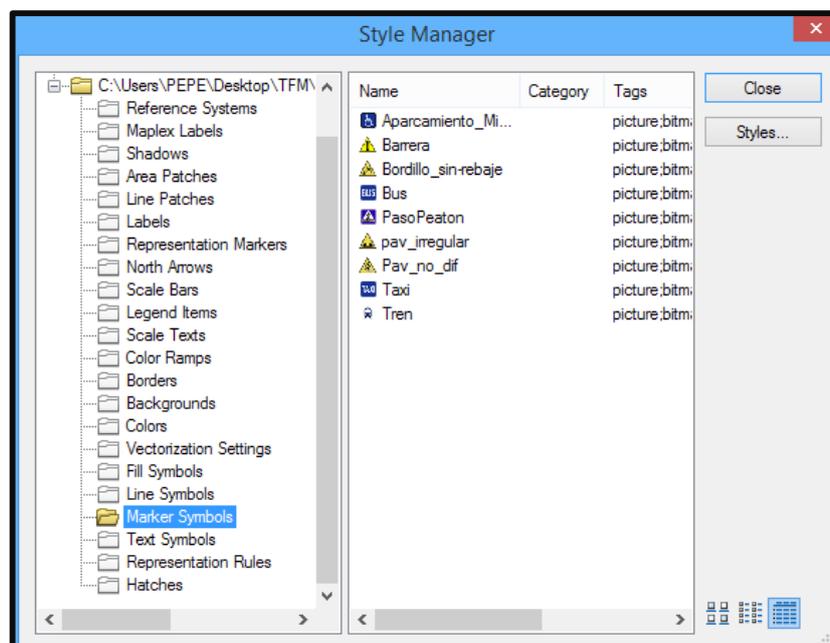


Figura 2.4-II. Esta será la lista definitiva de símbolos añadidos a la biblioteca de estilos personalizada para el proyecto en ArcGIS

Desde la leyenda se pueden añadir estos iconos a las diferentes capas que componen el proyecto. Nótese que la entidad “transporte público” cuenta con 3 iconos distintos dependiendo si la parada es de bus, taxi o tren. Para poder incluir los 3 iconos hay que hacer click derecho en la entidad transporte público, Properties → Symbology y en “categories”, en “value field” indicar el atributo “tipo de transporte” y a continuación “Add values”. Lo que hace esta opción es establecer 3 símbolos distintos en función del tipo de transporte. Editar cada símbolo de la manera habitual haciendo clic en él y elegir el icono correspondiente.

Otros estilos:

- Para las carreteras. Para una correcta visualización se optó por una línea roja de ancho 2,00 pts.
- Para los edificios. Se eligió un fondo rosado, de manera que destaque y se vea desde la distancia sin dar lugar a confusiones, con transparencia del 50%, para que se visualice la ortofoto y se vea el edificio. En propiedades, pestaña “labels”, se sacó una etiqueta con el nombre de los edificios para que aparezca el nombre de los mismos sobre el mapa. Para no saturar la pantalla, se estableció que estas etiquetas sólo se vean haciendo zoom a escala de mayor detalle de 1:3000.

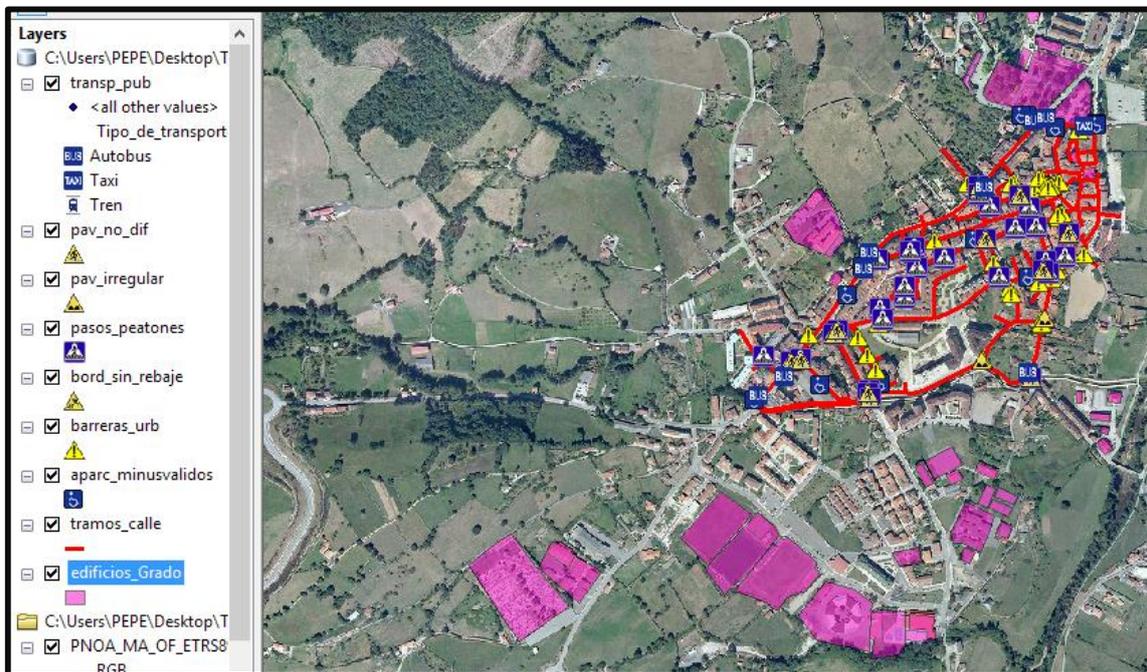


Figura 2.4-III. Visualización final del mapa tras la aplicación de estilos (antes de la digitalización del resto de entidades, por eso faltan tantas zonas sin adición de obstáculos, calles, etc.)

Al hacer zoom se pueden ver las etiquetas de los edificios públicos:



Figura 2.4-IV

2.4.2 Consultas

La mayoría de las consultas para realizar los mapas temáticos se harán directamente a la tabla de atributos, pues se consideró como la forma más rápida y eficaz de obtener respuestas.

Gracias a las herramientas de ArcGIS podremos obtener rápidamente respuestas a preguntas como “cuáles son los edificios accesibles de Grado” o “por qué calles no puede circular una silla de ruedas”, bien utilizando las herramientas de construcción de consultas (query builder) en las propiedades de cada una de las capas o con las herramientas de seleccionar atributos (select by attributes) de la tabla de atributos.

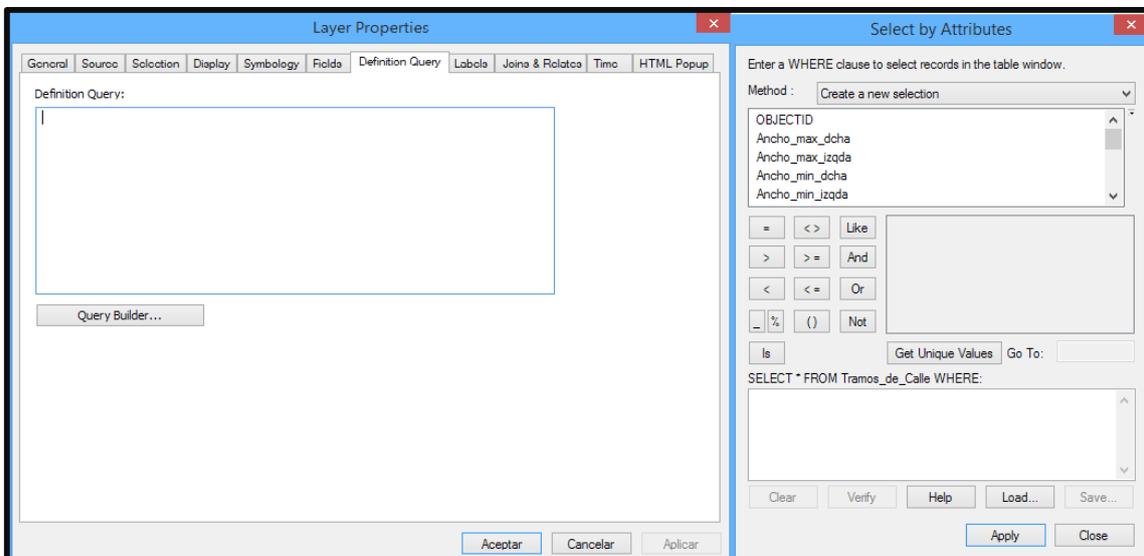


Figura 2.4-V. “Query Builder” y “Select by Attributes”. Las dos herramientas más utilizadas para la creación de consultas

2.4.3 Producción de planos y documentación técnica

A lo largo de la fase de análisis se crearon una serie de planos en formato DIN A4, todos ellos realizados con el editor de planos de ArcGIS (Layout View), creando una plantilla de manera manual, mediante la barra de herramientas de dibujo (Draw) de ArcGIS, permitiendo producir con gran rapidez mapas temáticos, pues se programó de tal forma que la escala, leyenda o la malla cambie automáticamente. Tan solamente hay que elegir las capas que se pretenden representar y elegir la sección del mapa a visualizar.

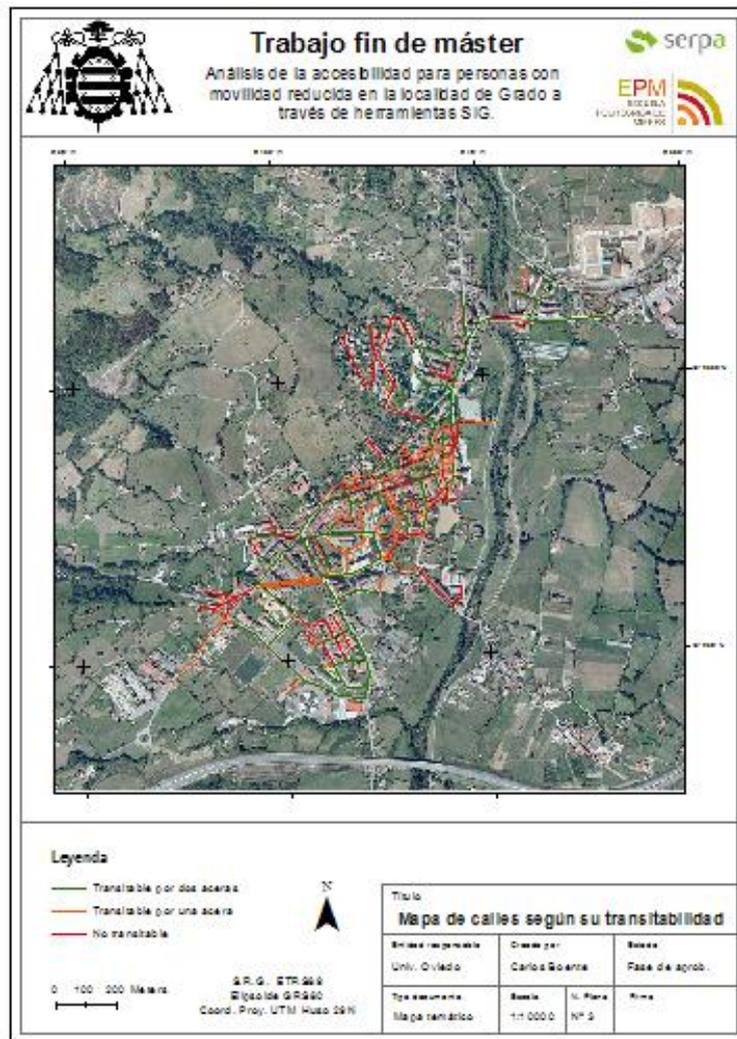


Figura 2.4-VI. Plantilla creada para la representación de mapas del TFM

2.5. Completando la base de datos: Trabajo de campo y digitalización.

Hasta ahora, lo que hemos hecho ha sido adaptar el modelo de datos desde LocalGIS a ArcGIS y ofrecer una visualización intuitiva mediante iconos. Tal y como se ve en las capturas de pantalla superiores, evidentemente, faltan todavía muchas partes de Grado

por georreferenciar. En este apartado se plantearán qué zonas de Grado se van a estudiar y completar, cómo se va a llevar a cabo el trabajo de campo y se abordará también las herramientas de digitalización de ArcGIS para dibujar la información tomada in situ.

2.5.1 Contextualización del área de estudio: División por zonas

Una vez preparados los estilos y programadas las entidades y atributos, se puede empezar a dibujar sobre ArcGIS los nuevos tramos de calle, obstáculos o paradas de autobús.

Es hora de plantear qué espacios de la localidad se van a estudiar y digitalizar y por qué. Hacia qué rincones del pueblo se va a extender el trabajo de campo.

Se consultó el Plan General de Ordenación Urbana de Grado (PGO), con fecha de publicación en el BOPA 14/11/2012. El área de trabajo estaría englobada dentro del suelo urbano consolidado, incluyéndose una pequeña área de suelo urbanizable en fase de construcción.

Pese a que dentro de esta área de suelo urbanizable se encontraba el polígono industrial de la Cardosa, este no se incluyó pues el proyecto trata de abarcar el suelo residencial.

Por lo tanto, se decidió dividir el núcleo de Grado en las siguientes zonas:



Figura 2.5-I. Existen 6 zonas principales y una senda peatonal

Se definieron estas 7 zonas (6 lugares de viviendas y 1 senda de recreo) pues se encuentran perfectamente diferenciadas unas de otras y tienen las suficientes características propias que permiten ayudar a su delimitación. Por ejemplo, la época de construcción de los edificios afecta al ancho de las aceras, las calles del casco histórico por lo general serán más estrechas que las de las urbanizaciones periféricas.

2.5.2 Trabajo de campo

El trabajo de campo realizado por el proyecto MODELO no era demasiado completo, y para el núcleo de Grado sólo se encuentran digitalizados el casco histórico y la zona adyacente al mismo. Por lo que es necesario recoger la información que falte.

Se programaron dos salidas de campo para tomar la información de todas las zonas de Grado que quedaban por abarcar. Se imprimieron en formato DIN A-3 una serie de ortofotos a escala 1:5000 y se diseñaron una serie de fichas a completar.

Se revisó cada zona con detalle, incluido un repaso a la zona del casco antiguo, pues se debe recordar que la información descargada de LocalGIS-MODELO pertenece al año 2012. Se recorrieron las calles y se anotaron los obstáculos encontrados, las paradas de autobús, tren o taxi, las plazas de aparcamiento de minusválidos, el ancho de las aceras (medido con flexómetro) y todos los demás aspectos ya comentados.

El trabajo de campo se realizó mediante unas fichas para completar a mano, donde se marcaban los atributos necesarios para caracterizar cada entidad. Se podría haber tomado la información desde dispositivos electrónicos, como un Tablet, pero finalmente se optó por tomarlos manualmente.

2.5.3 Digitalización y actualización de datos de campo

La siguiente tabla representa el número de entidades recogidas por el proyecto MODELO y las digitalizadas posteriormente tras las salidas de campo.

Tipo	Base de datos EIEL	Base de datos tras campo	Entidades nuevas
Nº Calles	177	259	82
Nº Pasos de peatones	32	80	48
Nº Paradas transp. Público	9	15	6
Nº Barreras urbanas	40	95	55
Nº Plazas aparcamientos minusválidos	16	25	9
Nº Bordillos sin rebaje	1	6	5
Nº Pavimento irregular	2	6	4
Nº Pavimento no diferenciado	16	45	29
TOTAL:	293	531	238
Incremento BD (%):		81,23	

Se ha incrementado la base de datos en un 81,23% respecto a los datos proporcionados por LocalGIS-MODELO. Todo ello para conseguir una mejor caracterización de la situación actual de la movilidad para personas discapacitadas en la localidad de Grado.

El proceso de digitalización no solo incluye la adición de nuevos elementos gráficos que no se recogían en las capas de LocalGIS-MODELO, sino que hubo que editar también la posición de algunos elementos, como pasos de peatones que no se encontraban en la localización exacta (revisada en campo), o el recorrido de algunos tramos de carretera que no se encontraba dividido en tramos o no intersecaba con ningún otro tramo.

En general, estas labores fueron de las más costosas a realizar en el proyecto y fue un proceso considerablemente largo.

Las herramientas de digitalización vectorial de ArcGIS son muy intuitivas y ofrecen una gran precisión. Lo primero que debe hacerse para digitalizar una entidad es activar la barra de herramientas de edición, que se encuentra en *Customize* → *Toolbars* → *Editor*. Y comenzar una sesión de edición mediante “Start editing”

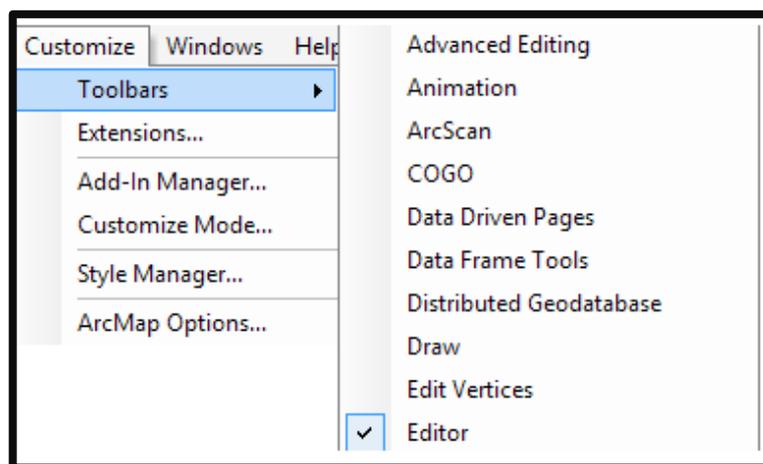


Figura 2.5-II

La barra de herramientas tiene múltiples botones. Para el presente proyecto se han utilizado las siguientes:



1. Dibujar una línea: Utilizada para dibujar las entidades de tipo línea, como los tramos de calle.
2. Dibujar un punto: Para las entidades de tipo punto, como las paradas de transporte público, los obstáculos, los aparcamientos, etc...
3. Edición de vértices: Muy útil para mover los vértices y actualizar entidades de tipo línea ya digitalizadas, como algunas calles importadas desde LocalGIS.
4. Edición de atributos: Asignar los valores de un atributo a las entidades ya digitalizadas. Por ejemplo, definir el tipo de obstáculo (estrechamiento, escaleras, etc...) o el ancho mínimo de una calle.
5. Crear entidades: Herramienta que nos permite elegir la entidad que se pretende dibujar.

Con estas cinco herramientas se llevó a cabo toda la labor de digitalización e introducción de información alfanumérica del proyecto, que se puede introducir de manera muy sencilla gracias a la inclusión de los dominios y sus listas desplegables, de esta manera cada entidad digitalizada tendrá toda su información correspondiente:

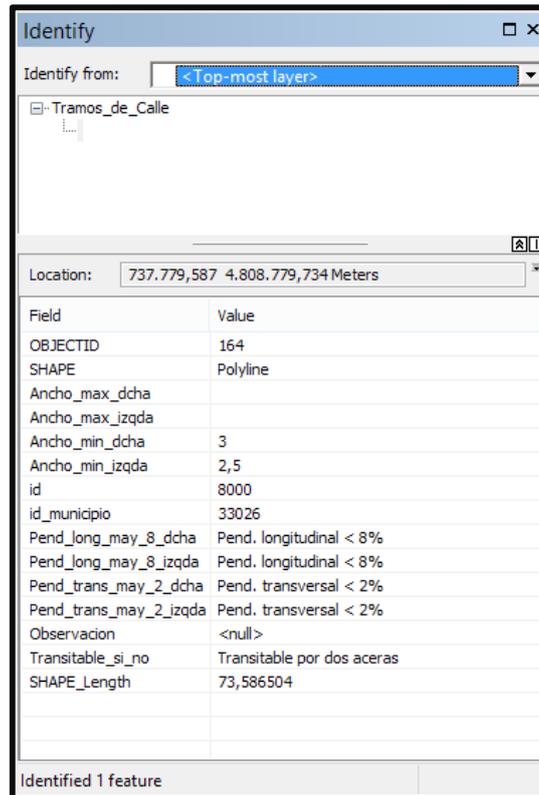


Figura 2.5-III. Ejemplo de ficha de un tramo de calle

Recordar que también se modificó el trazado de algunas de las partes del casco antiguo que se encontraban mal digitalizadas en LocalGIS, para adaptarlas a nuevos caminos u optimizar vértices para mostrar un trazado más correcto. La siguiente representa la diferencia visual entre el material de análisis final y el inicial realizado por el proyecto MODELO.



Figura 2.5-IV. Base de datos definitiva (izquierda) frente a base de datos inicial (derecha)

2.6. Procedimiento de creación del análisis de redes para el cálculo de rutas

El SIG ahora estará completo a nivel de información. No obstante, aún hay que crear una serie de características que se utilizarán en la fase de explotación de datos: El dataset de red.

2.6.1 Introducción al análisis de redes

Los dataset de red son la herramienta natural de ArcGIS para modelar redes de transporte. Se crean a partir de entidades de origen (en nuestro caso serán los tramos de calle digitalizados) y giros. Almacenan la conectividad de las entidades de origen. Una vez creado el dataset de red se puede realizar un análisis de éste mediante la herramienta Network Analyst de ArcGIS.

Para simular el análisis de redes de una red viaria, se pueden hacer dos tipos de análisis.

- Análisis de longitud: Determina el camino más corto entre dos puntos establecidos. Es necesaria la longitud de los tramos.
- Análisis de tiempo: Determina el camino más breve entre dos puntos. Es necesaria la longitud de los tramos y la velocidad de los tramos. Ojo. El camino más breve no tiene por qué ser el más corto.

Para el caso de nuestro estudio, no tiene sentido realizar un análisis de tiempo pues una silla de ruedas circulará a velocidad constante y no existe un límite de velocidad para peatones. Como $e = v \cdot t$, si v es constante, el tiempo y el espacio siempre aumentarán o disminuirán en la misma proporción, por lo tanto la longitud sería el único factor que influiría al tiempo.

El análisis de tiempo tendría más sentido si se pretende emular la circulación en coche por una ciudad, donde cada calle tiene una limitación. Este análisis es mucho más complicado pues en él influyen muchos factores: Los semáforos, el tráfico. No es lo mismo circular por una ciudad un jueves a las 04:00 que un lunes en hora punta.

De todos modos, por las razones expuestas para el presente trabajo se utilizará el análisis de longitud.

2.6.2 Creación de un dataset de red

Se van a crear dos datasets de red: Uno para una persona capaz, y otro para personas con movilidad reducida, para poder hacer una comparación entre ellos.

El primer paso es elegir el material que se va a utilizar. Para las personas hábiles se utilizarán todos los tramos de calle digitalizados, sin embargo, los tramos de calle considerados como “no transitables” estarán fuera del análisis para PMR. Habrá que crear entonces una capa shape que incluya sólo los transitables por una y por dos aceras, utilizando la herramienta “select by attributes”.

Los dos datasets se construyen de la misma forma, cada uno a partir de su capa de vías, iré describiendo el de todos los ciudadanos.

Lo primero de todo es crear un “feature dataset” sobre la geodatabase (TFM.gdb), que constituirá el conjunto de capas a utilizar.

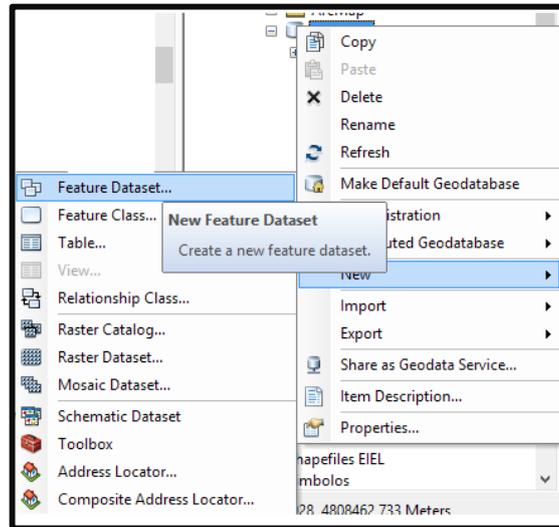


Figura 2.6-I

Haciendo click derecho sobre el feature dataset y yendo a “import”, se pueden importar las capas que participarán: Importaré los tramos de calle, las plazas de aparcamiento para PMR, las paradas de transporte público y las barreras urbanas.

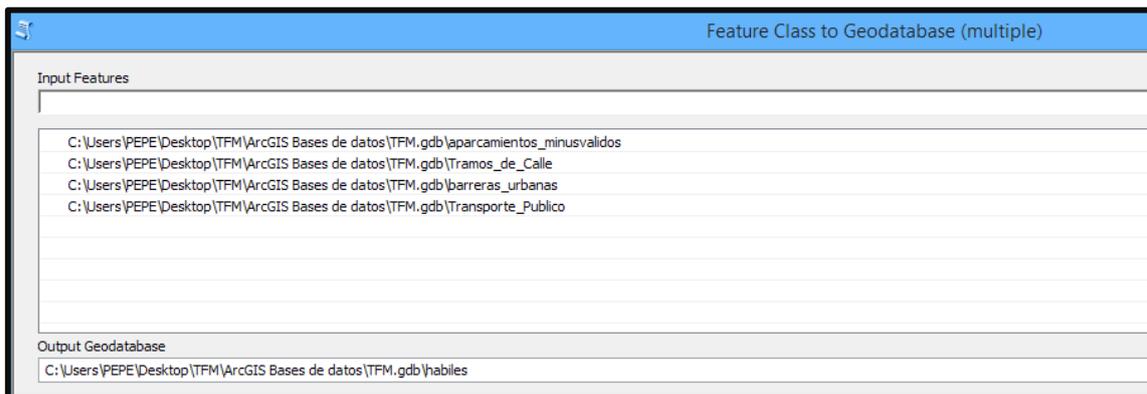


Figura 2.6-II

Ahora ya estamos en condiciones de crear el dataset de red, para ello hacemos click sobre el “feature dataset” creado y en nuevo seleccionamos “Network Dataset”

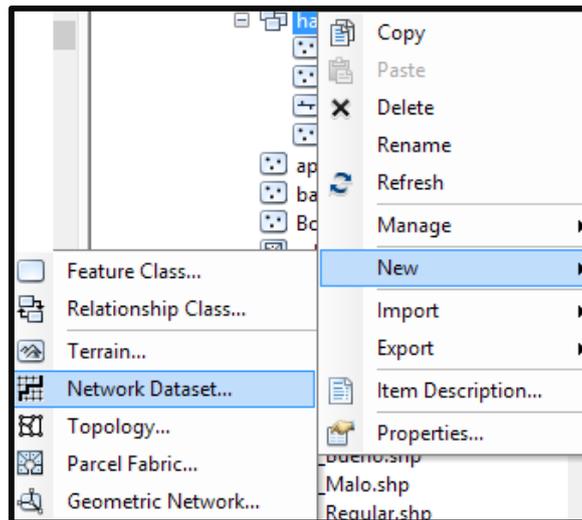


Figura 2.6-III

En la primera pantalla establecemos el nombre, en la siguiente hay que seleccionar qué elementos van a intervenir en la red, deben de ser de tipo línea, en este caso los tramos de calle, que son los únicos elementos de tipo línea disponibles.

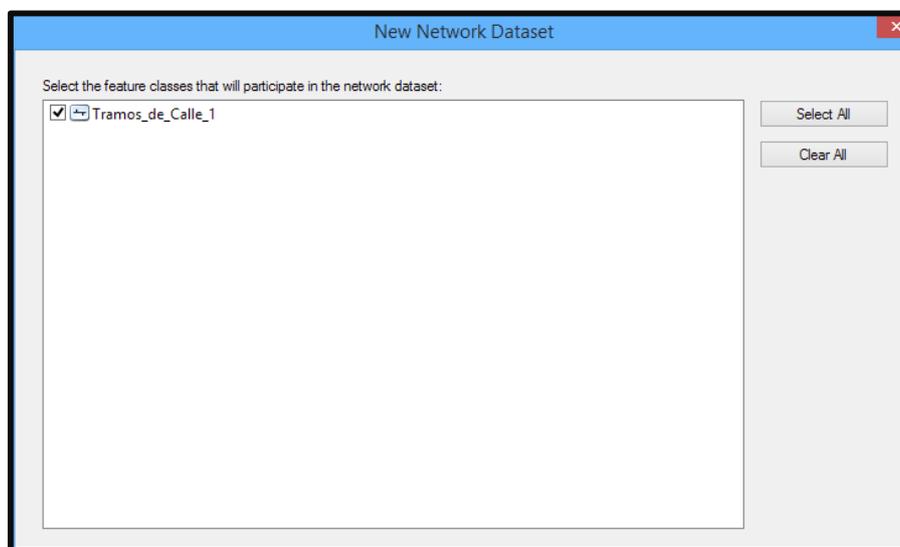


Figura 2.6-IV

En la siguiente pantalla, el sistema pregunta si vamos a modelar los giros en la red. En este trabajo vamos a permitir todos los tipos de giros: hacia la izquierda, hacia la derecha, etc, pues un ciudadano tiene libre circulación por las aceras. No habrá giros prohibidos, por lo que lo que se debe indicar como "No". Pero en un caso más complejo, como podría ser la simulación de la circulación de los coches.

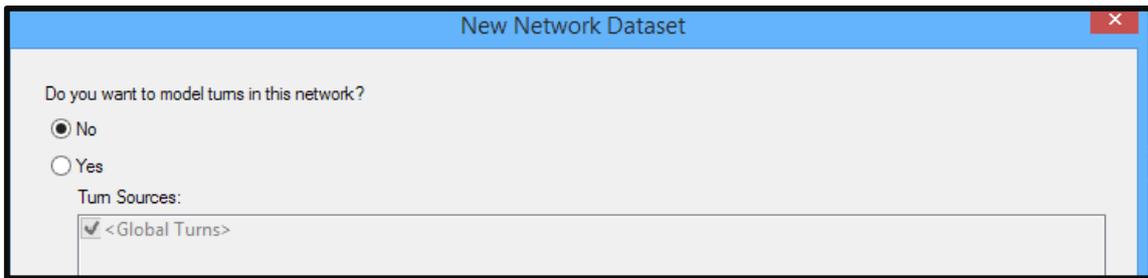


Figura 2.6-V

En la siguiente pantalla nos pregunta si queremos modelizar la elevación. En este caso no es necesario modelizar la elevación, así se le indica que “No”.

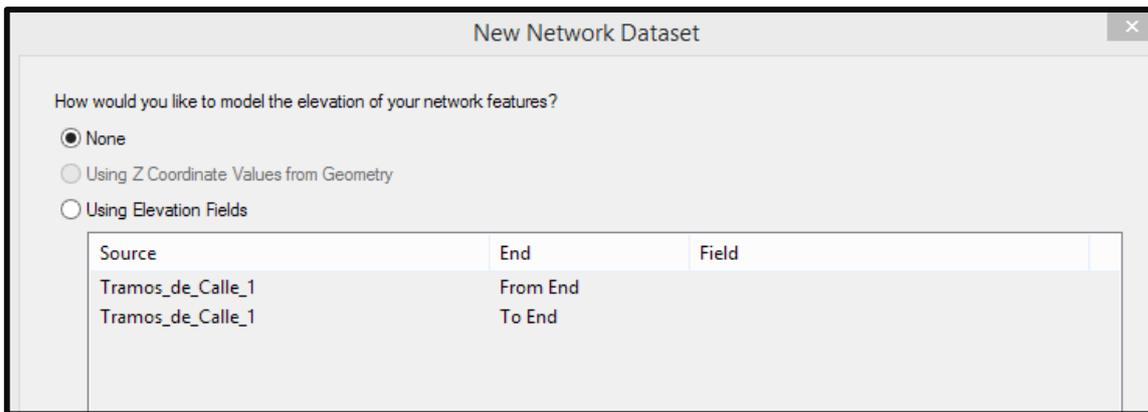


Figura 2.6-VI

La siguiente pantalla se configura el análisis que vamos a pedirle que realice ArcGIS. Recordar que se iba a realizar un análisis de longitud, cuya unidades son metros y tipo de datos “doble” (con decimales), lo indicamos, tal y como aparece en la pantalla inferior.

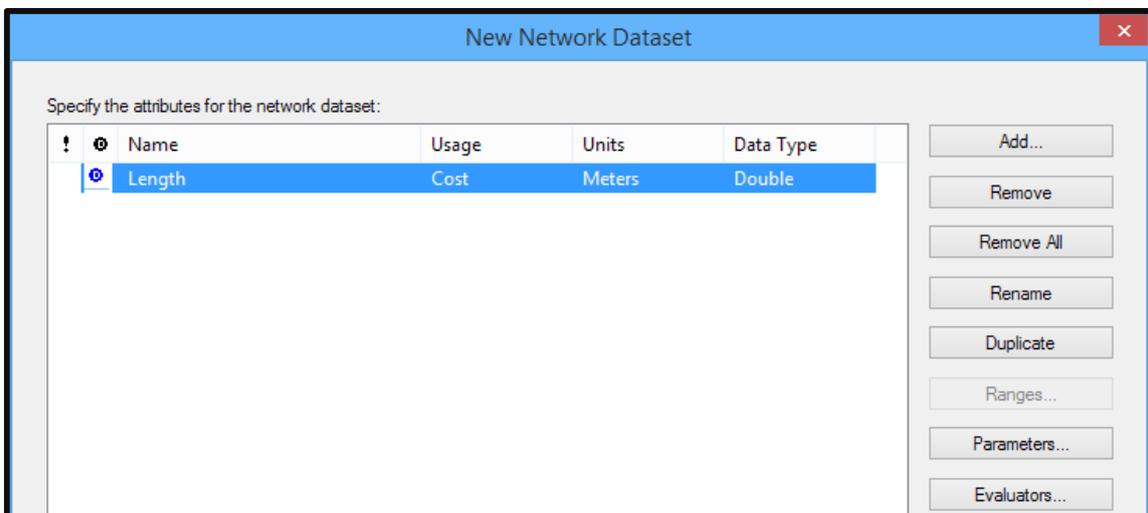


Figura 2.6-VII

A continuación hacer click en “Evaluators”, en esta pantalla hay que indicarle cuál es el campo de la entidad “tramos_de_Calle” que incluye la longitud del tramo de calle (los

metros que mide una línea en el programa). Cuando se digitaliza una línea, ArcGIS lo almacena por defecto en un campo llamado "Shape_Length", que es el que se selecciona y se hace click en siguiente.

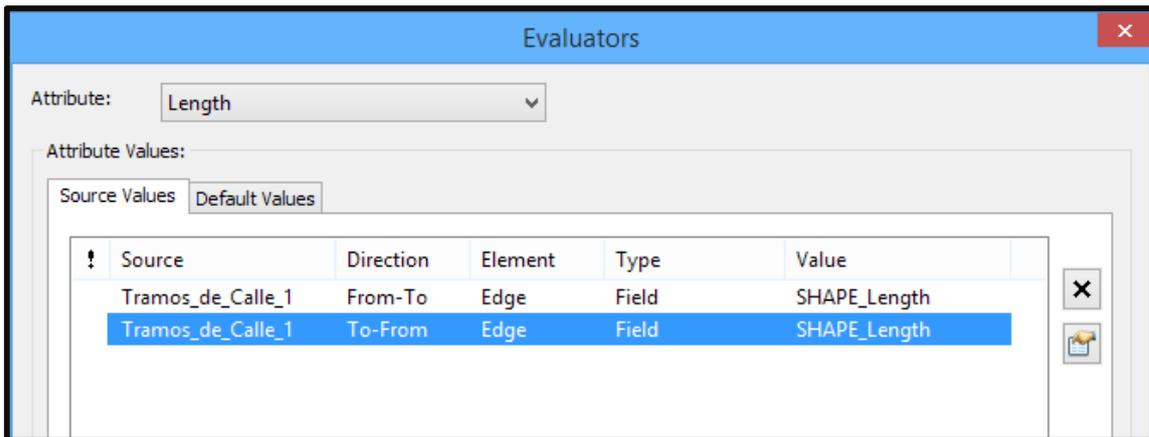


Figura 2.6-VIII

En la siguiente pantalla indicamos si queremos establecer direcciones. Como la circulación de un peatón es libre, le decimos que "No".

Hacemos click en siguiente para crear así el dataset de los viandantes sin problemas físicos. Aquí se muestran los tramos de vía digitalizados junto con un nuevo fichero "junction" que ha creado el programa y que representa los nodos de unión entre dos o más tramos de calle. Es decir, las intersecciones entre calles.

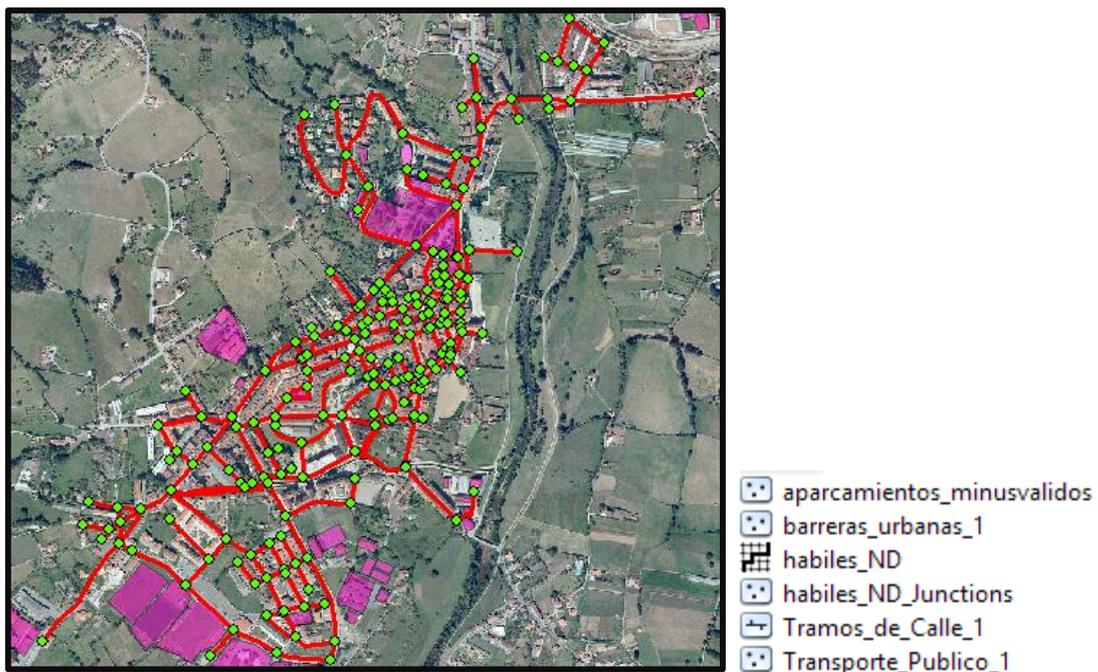


Figura 2.6-IX. Capa de tramos de calle y nodos o intersecciones de tramos de calle

Con esto ya se está en condiciones de hacer análisis de red. Se realizó de manera análoga un dataset de red para PMR, con el fin de comparar. En la parte de análisis se hará el uso y la explotación de esta herramienta.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS. EXPLOTACIÓN DE LA INFORMACIÓN: ANÁLISIS DEL DESPLAZAMIENTO Y ACCESIBILIDAD DE PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA

Un sistema de información geográfica no dejaría de ser una simple base de datos sin la capacidad de análisis que ofrece la herramienta. En este capítulo se va a utilizar la información disponible y las herramientas de ArcGIS para realizar un estudio de la movilidad por la villa de Grado, así como el acceso a edificios públicos y el análisis de distintas rutas a través de las calles del pueblo.

3.1. Análisis por barrio

En este apartado se realizará un análisis de cada uno de los barrios de Grado desde el punto de vista de la movilidad para personas con movilidad reducida. Y se propondrán una serie de mejoras que el ayuntamiento podría considerar para mejorar el desplazamiento por la villa.

La valoración está hecha de manera subjetiva y es una opinión personal. Se trató de buscar un índice de calidad representativo, pero al ser un análisis multivariable no se pueden introducir variables del tipo “número de barreras máximas” para decidir si un barrio es más accesible que otro, porque no todas las barreras son igual de importantes.

3.1.1 Zona estación



Figura 3.1-1

Análisis:

La zona al este del río Cubia, donde se encuentra la estación, está constituida fundamentalmente por viviendas de protección social, con calles más o menos amplias y con aceras y pasos de peatones correctos.

En la zona situada al oeste, existen algunas barreras infranqueables para las personas de movilidad reducida, especialmente es la colocación de una señal (punto 1) justo en el centro de la acera, que hace imposible que una silla de ruedas pueda pasar, así como la presencia de aceras muy estrechas y de esquinas poco suavizadas.

El puente que une ambas localizaciones tiene un espacio de acera útil de 1,10 m en ambos lados. No alcanzando así el mínimo exigible de 1,2 m. Y cortando la comunicación entre los dos sectores, especialmente grave pues es el único acceso por carretera a Grado desde las residencias próximas a la estación.

Los accesos a la senda (en los márgenes izquierdo y derecho del río) son inalcanzables. La entrada en el margen izquierdo del río es inaccesible para PMR debido a unas escaleras, mientras que la derecha presenta una pendiente muy fuerte y es inaccesible sin tener que pisar la calle, pues la acera termina con bordillo (obstáculo punto 2). La distribución de los pasos de peatones no ayuda a alcanzar tampoco esta entrada.

VALORACIÓN DE ACCESIBILIDAD: **Regular.**

Sugerencias de mejora:

- Ampliación si fuera posible del espacio de acera del puente. Por ejemplo se podría quitar unos protectores cilíndricos que ocupan demasiado espacio en la acera y colocar en su lugar una barandilla, que ocupa menos espacio.
- Adaptar acceso a la senda, por lo menos en la parte oriental, mediante una rampa algo más suavizada y una acera que permita acceder.
- Recolocación de la señal del punto 1.
- Suavizar algunas esquinas.

3.1.2 Zona chalets

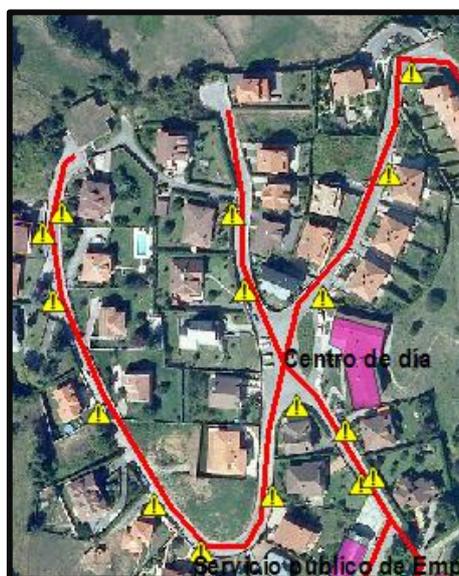


Figura 3.1-II

Análisis:

La zona occidental, correspondiente a una urbanización de chalets de vía pública. Es totalmente inaccesible. Está constituida por aceras de 80 cm de pendientes elevadas, con farolas situadas en medio de éstas que hacen imposible el paso de una persona en silla de ruedas. El edificio “centro de día”, si bien cuenta con las medidas de accesibilidad necesarias, es imposible de alcanzar sin utilizar un vehículo.

VALORACIÓN DE ACCESIBILIDAD: **Mala.**

Sugerencias de mejora:

- El planteamiento original de la urbanización, así como la geomorfología del lugar, hacen de ésta una zona totalmente inaccesible para una persona en silla de ruedas, a menos que se realice una fuerte inversión en ampliación de aceras, allanar el terreno y mejorar la distribución de las farolas en la calle.

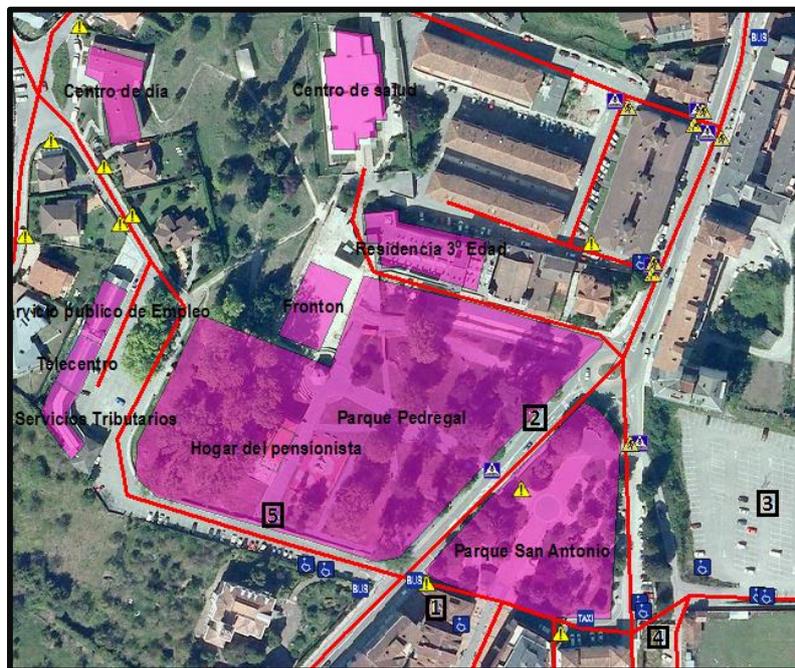
3.1.3 Zona parque:

Figura 3.1-III

Análisis:

En esta zona se encuentra el centro de salud, que presenta accesibilidad adecuada. Especialmente destacable es la ruta entre el parque Pedregal y el centro sanitario, que permite reducir tiempos de llegada al mismo.

La presencia de obstáculos en esta parte de la villa es menor. Algunas escaleras puntuales pero que no privan la accesibilidad, aunque sí obligan a realizar recorridos más largos, especialmente la situada en el punto 1. Las aceras de lo que suponen la calle

principal de Grado (punto 2) son buenas y los parques pueden atravesarse sin ningún problema.

Recientemente, el ayuntamiento realizó una inversión para conectar el aparcamiento de El Charcón (punto 3) con la zona interior de Grado mediante una rampa para personas con discapacidad (punto 4), por lo que supone un acceso adicional a la senda que se encuentra al este.

El único problema en esta zona es el acceso a las oficinas de servicios tributarios, telecentro o servicio público de empleo. Pues existe una pendiente muy prolongada y superior al 8% (punto 5) que hacen el acceso a éstas imposible a menos que se utilice un vehículo propio. Algo especialmente grave al tratarse de servicios públicos frecuentemente utilizados, y que molestó a los vecinos discapacitados pues éstas oficinas no hace muchos años se localizaban en lugares accesibles para personas con movilidad reducida.

El resto de edificios y paradas de bus o transporte público son totalmente accesibles.

VALORACIÓN DE ACCESIBILIDAD: Buena.

Sugerencias de mejora:

- La rampa de acceso prolongada que impide el acceso de viandantes a oficinas importantes como los servicios tributarios o el servicio público de empleo.

3.1.4 Zona casco histórico



Figura 3.1-IV

Análisis:

El casco histórico es la zona más antigua de Grado, y es el lugar en el que las calles son menos transitables. Presenta un entramado de callejuelas muy estrechas, sin aceras en algunos casos, numerosos obstáculos o escaleras. Y unos edificios a los que las personas con movilidad reducida tendrán dificultades para acceder, no porque no se encuentren adaptados, sino porque en ocasiones es difícil llegar hasta el edificio sin tener que pisar en algún momento la carretera, debido a lo estrecho de sus aceras o los obstáculos presentes. En muchas ocasiones los peatones tendrán que invadir la calzada obligatoriamente si quieren alcanzar determinados lugares.

Invadir la calzada supone un esfuerzo extra en esta zona, pues el barrio cuenta con calles hechas de piedra, simulando el antiguo Camino Real de la Mesa, de origen romano y que pasaba por la villa de Grado, que aunque fue remodelado hace pocos años, sigue presentando baches, por lo que el pavimento por el que circulan los coches es además difícil para el desplazamiento en silla de ruedas.

La configuración del casco histórico es algo que evidentemente no se va a cambiar. El espacio disponible es el que es y es complicado adaptarlo para el desplazamiento de sillas de ruedas. Aunque para una persona con movilidad reducida sea difícil desplazarse por este entramado en comparación con otras zonas, hay que entender este tipo de barrios antiguos como casos excepcionales dentro de un núcleo urbano y tratar de adaptarlos lo mejor posible. Entendiendo esto, lo cierto es que el barrio está bastante bien, aunque algunas aceras se podrían ensanchar y mejorar la señalización de algunos pasos de peatones.

VALORACIÓN DE ACCESIBILIDAD: **Regular.**

Sugerencias de mejora:

- La cantidad de obstáculos presentes en algunas zonas puede eliminarse, especialmente algunas terrazas de bar que ocupan literalmente la ya de por sí estrecha acera.
- Las aceras excesivamente estrechas incluso para un viandante válido. Aunque en algunos casos es imposible de ampliar dada la proximidad de los edificios.

3.1.5 Zona central

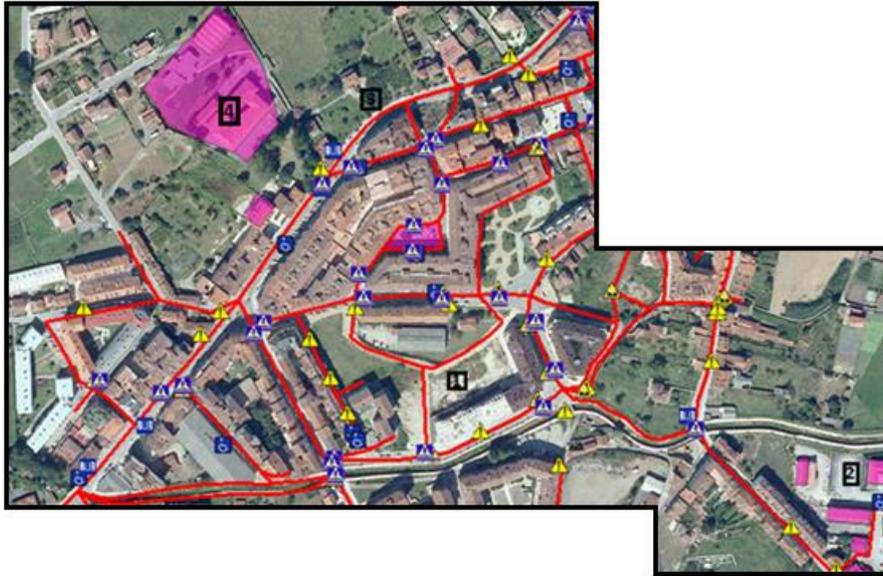


Figura 3.1-V

Análisis:

La zona señalada en el punto 1 es la más moderna y está prácticamente en construcción (se puede apreciar incluso en la ortofoto). Presenta pocos obstáculos y unas calles con aceras anchas, aunque con pasos de peatones con pavimento no diferenciado.

Por esta zona transcurre además una ruta a través de un río, que conecta directamente con la senda de Grado. Se encuentra perfectamente adaptada y nivelada.

Toda esta zona central probablemente sea la más adaptada de Grado, si descontamos las callejuelas que dan a patios o elementos puntuales como escaleras, si bien presenta algunos fallos importantes:

El tanatorio (punto 2) es inaccesible a pie. Los obstáculos para acceder al mismo son infranqueables para una persona con movilidad reducida pues ni siquiera llega la acera hasta el mismo. Y con él la estación de bomberos o el cuartel de la policía municipal, que se encuentran también en el punto 2.

La calle principal (punto 3), presenta algunos problemas, como un monolito de bus no accesible (el próximo al punto 3) para personas con movilidad reducida debido a un obstáculo, que impide el acceso.

VALORACIÓN DE ACCESIBILIDAD: Buena.

Sugerencias de mejora:

- Mejorar los accesos a tanatorio, policía municipal o bomberos. Así como a la parada de bus comentada.
- El colegio del punto 4, presenta dos entradas, por la calle principal, que es inaccesible dada la elevada pendiente que hay que ascender para llegar hasta él.

Y la superior, ya por fuera de Grado, que supone un gran recorrido para acceder al mismo frente a una persona que no necesite acceder en silla de ruedas.

3.1.6 Zona Sur



Figura 3.1-VI

Análisis:

Este barrio se encuentra formado por viviendas bastante nuevas, algunas de protección social. Destacan las instalaciones deportivas, como el campo de fútbol, las pistas de tenis, de rugby y las piscinas. Todas ellas perfectamente accesibles para personas con movilidad reducida, incluso el acceso a la piscina.

También está el mercado de ganado, pero un bordillo alto rodeándolo impide su acceso al mismo, además de no encontrarse adaptado el acceso.

En esta zona se encuentran además varios centros de enseñanza. Un colegio y dos institutos. Si bien el instituto situado más al Sur, el Ramón Areces, está adaptado, es imposible llegar hasta él sin vehículo propio, ya que las calles son muy estrechas y hay muchos tramos sin acera, los otros dos centros son perfectamente accesibles y son los favoritos de los “moscones” en caso de padecer problemas de movilidad. El cementerio, situado en paralelo con el Instituto Ramón Areces, es igualmente inaccesible.

También se encuentra la estación de autobuses, a la que se puede acceder fácilmente desde varios puntos. En general el desplazamiento por la zona es sencillo, quitando estas áreas puntuales.

En definitiva, los espacios son anchos y no hay una gran cantidad de obstáculos, aunque la zona de viviendas central es bastante cerrada y es de difícil desplazamiento entre calles.

VALORACIÓN DE ACCESIBILIDAD: Buena.

Sugerencias de mejora:

- Mejorar los accesos al instituto Ramón Areces y al cementerio no es muy complicado. Hay margen para ampliar las aceras, mejorar su estado, muy deteriorado, e incluir algún paso de peatones que facilite el acceso.
- La zona residencial (punto 1) próxima al instituto César Rodríguez, presenta calles muy estrechas y obstáculos infranqueables.

3.1.7 Resumen

El siguiente mapa temático representa las partes de Grado citadas en este apartado en función de la dificultad que tengan las personas con movilidad reducida para desplazarse. Las zonas verdes representan barrios más accesibles, mientras que los rojos representan las zonas por las que moverse en silla de ruedas es más difícil.

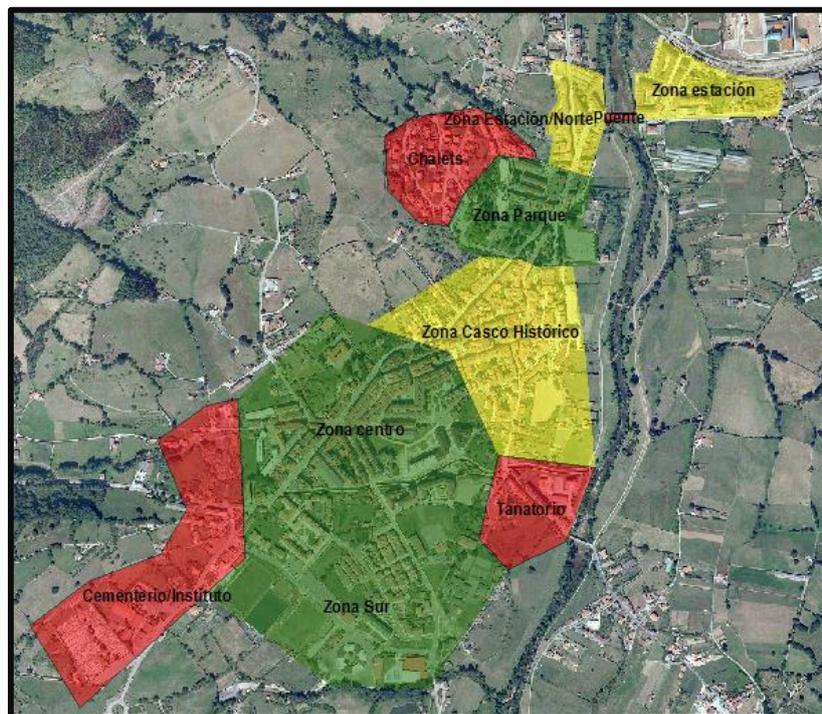


Figura 3.1-VII

Además de las 6 zonas mencionadas con anterioridad me he permitido destacar las áreas con difícil acceso. Como la del tanatorio, la del cementerio, o incluso el puente norte que no cuenta con la anchura reglamentaria y que por lo tanto no permite conectar dos zonas de Grado.

Este mapa permite conocer a gran escala cuáles deberían ser las zonas prioritarias de actuación.

En los anexos puede verse un plano del mismo en formato A4.

3.2. Análisis de accesibilidad a edificios

Mediante una consulta SQL a la tabla de atributos se pudo obtener la lista de edificios accesibles y adaptados, accesibles pero no adaptados, y no accesibles. Darse cuenta que se evalúa la accesibilidad al edificio o parque, no si el interior del mismo cumple la normativa para el desplazamiento de personas con movilidad reducida.

Para no saturar el mapa, no se incluyeron los nombres de los edificios en el mismo.

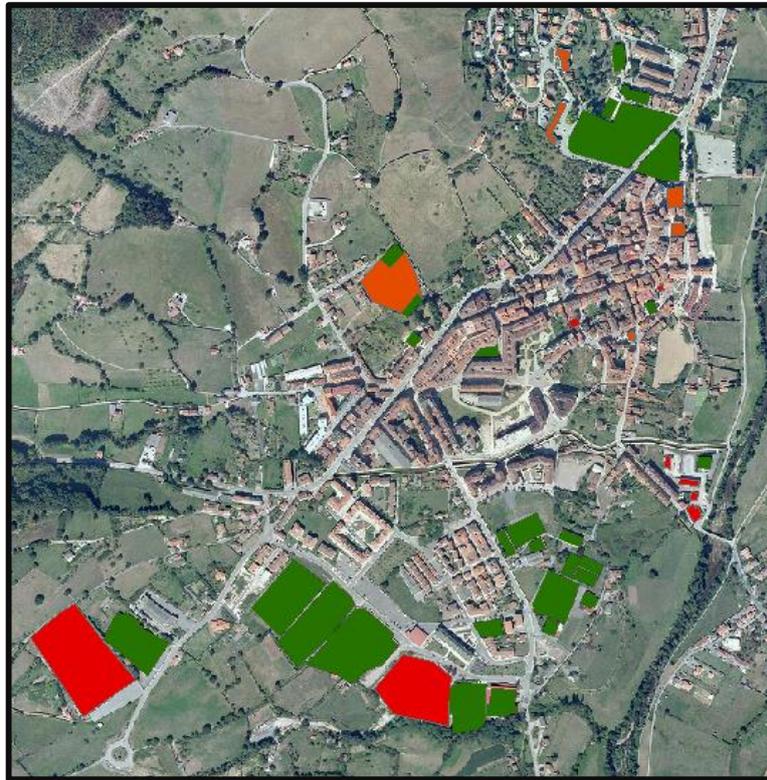


Figura 3.2-1

Este mapa también se encuentra en los anexos en formato A4.

La lista de edificios accesibles y adaptados es:

- Tanatorio
- Parque el Casal
- Parque Infantil
- Parque San Antonio
- Parque Pedregal
- M.V. Anzo (campo de fútbol)
- Frontón
- Campo de rugby
- Piscinas
- Varios complejos deportivos

- Centro de salud
- Escuela de música
- IES César Rodríguez
- IES Ramón Areces
- CP Virgen del Fresno
- EEI Grado
- Centro de la juventud
- Residencia 3º Edad
- Hogar del pensionista

La lista de edificios accesibles pero no adaptados, es:

- CP Bernardo Gurdíel
- Centro de día
- Telecentro
- Centro social de Grado
- Oficina de Servicios Tributarios
- Servicio público de empleo
- Juzgado
- Ayuntamiento

La mayoría de estos edificios cubren necesidades básicas de los ciudadanos y son considerablemente importantes. Aunque todos ellos son accesibles en silla de ruedas, sí que su acceso podría estar más cuidado.

Los edificios no accesibles y no adaptados son:

- Parque de bomberos
- Mercado de ganado
- CEI Futurines
- Cementerio
- Almacén municipal
- Policía municipal
- Plaza de abastos “la Pescadería”

Se trata de edificios de uso menos frecuente, aunque podría cuidarse su acceso a los mismos, especialmente los accesos al cementerio o a la policía municipal.

3.3. Análisis de transitabilidad de las calles

Al igual que para los edificios, se creó también un mapa de las calles transitables y no transitables que permitirá conocer por donde puede y no puede circular una persona en silla de ruedas por la localidad de Grado.

El color verde representa las calles transitables, recordar que era las que cumplían las condiciones de: una anchura mayor de 1,20 m, una pendiente longitudinal inferior al 8%

y una pendiente transversal inferior al 2%, todas ellas para ambas aceras. Si se cumple solamente para una acera, será considerado “transitable por una acera” (naranja), y si ninguna acera reúne alguno de los requisitos se considerará como “no transitable” (rojo).

Así pues, el mapa obtenido a partir de la consulta es el siguiente:

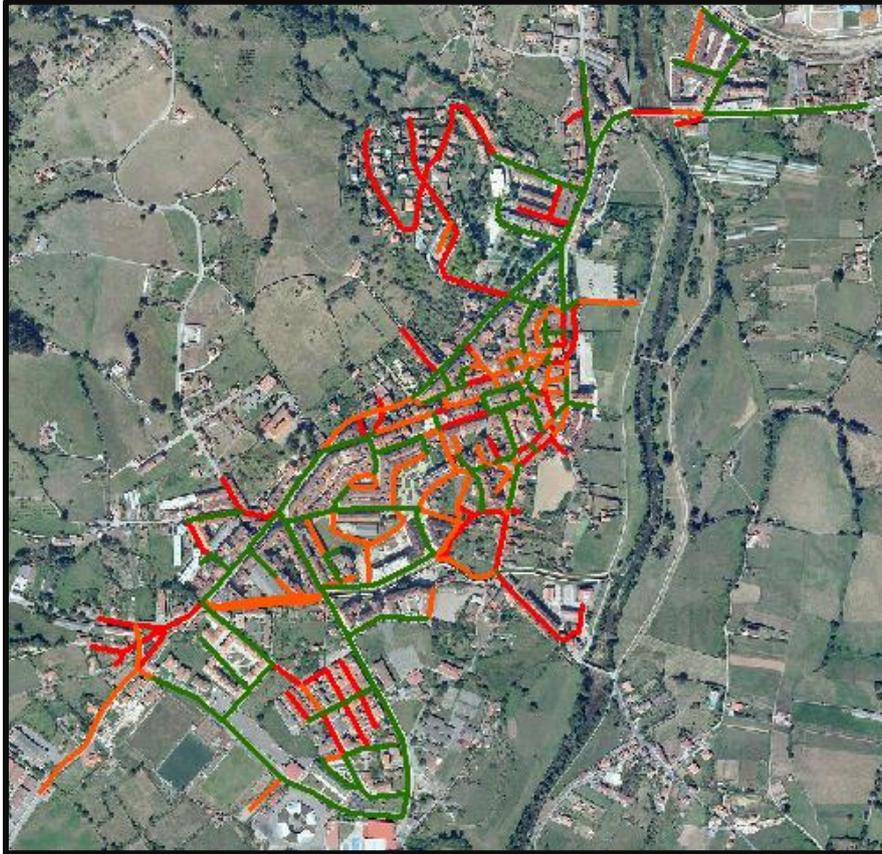


Figura 3.3-1

Como se puede ver, las zonas más modernas son las que cuentan con mayor número de calles transitables, siendo las zonas del casco histórico y las próximas a este las más complicadas de circular.

Hay que destacar que de momento no se están incluyendo los obstáculos que podrían impedir el paso a través de todas estas vías. Estas serían las vías “aptas” y “no aptas” independientemente de los obstáculos, su número se reducirá drásticamente cuando se incluyan todos estos.

También hay tramos transitables rodeados de otros no transitables, de manera que no se puede acceder o salir de dicha localización por muy transitable que sea. El ayuntamiento debería tratar de arreglar este tipo de situaciones.

Al igual que el resto de apartados, en los anexos se encuentra un plano en formato DIN A4 de estas características.

3.4. Mapa resumen de accesibilidad

En los anexos se incluye un plano resumen en el que se encuentran los mapas ya expuestas de accesibilidad por barrios, a edificios y la transitabilidad de las calles, en la misma hoja.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS. EXPLOTACIÓN DE LA INFORMACIÓN: ESTUDIO DE MOVILIDAD DE VIANDANTES Y PMR MEDIANTE ANÁLISIS DE REDES

En los siguientes estudios se utilizará la herramienta de análisis de redes creada en el capítulo 2 con el fin de modelizar las rutas óptimas para personas sin problemas físicos y para PMR.

Como se comentó, el análisis será exclusivamente de longitud. No tiene sentido modelizar tiempos ya que la velocidad es constante. No obstante, se calcularán los tiempos de desplazamiento para una velocidad media determinada.

Se debe destacar que, además de ofrecer una idea sobre varias situaciones de movilidad PMR por Grado en comparación con una persona a pie, este apartado está planteado también como un objetivo de “investigación”, pues en él trato de mostrar un procedimiento o método de cálculo de rutas para desplazamiento PMR utilizando las herramientas de ArcGIS, con el fin de que en el futuro se pueda utilizar este procedimiento que he ideado para simular el desplazamiento de peatones en silla de ruedas por las calles de cualquier otra ciudad o con vistas a mejorarlo. Se irán mostrando situaciones que cada vez se complican más.

4.1. Movilidad entre varios puntos de la ciudad: Rutas de desplazamiento a edificios públicos

En este apartado se expondrán algunos ejemplos de movilidad entre distintos puntos de la ciudad: Algunos ejemplos de rutas a varios edificios públicos desde lugares alejados.

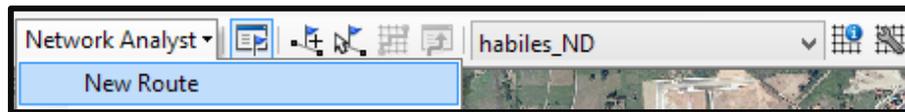
Recordemos que existen edificios ya de por sí a los que un PMR tiene imposible acceder debido a las características de la acera o las calles, que se encuentra aislados. Otros directamente no son accesibles porque su acceso es únicamente por escaleras o no están adaptados. Ninguno de estos tipos se contemplará en este apartado. Únicamente se estudiarán edificios de la lista de accesibles expuesta en este capítulo y a los que sea posible llegar utilizando aceras, sin encontrarse aislados.

4.1.1 Acceso al ayuntamiento desde el aparcamiento más próximo

Vamos a suponer que una persona quiere llegar hasta el ayuntamiento desplazándose en coche. Aparcará en el parking más cercano a este y tiene que llegar hasta el ayuntamiento a pie. Se trata de hacer una comparativa de la ruta que puede seguir un ciudadano hábil y uno en silla de ruedas.

Por ser el primer caso, se explicará paso a paso el procedimiento seguido para crear la ruta. Todos los análisis en el TFM se realizan del mismo modo.

Para hacer análisis de redes, ir a Customize → Extensions y activar el módulo de “Network Analyst”. Activar también la barra de network analyst en Customize → Toolbars. En ella vamos a New Route, para crear una nueva ruta. Comprobar que está marcada el dataset de red “habiles_ND”, que es el que utiliza todas las calles y aceras disponibles.



A la izquierda se activarán estas dos ventanas:

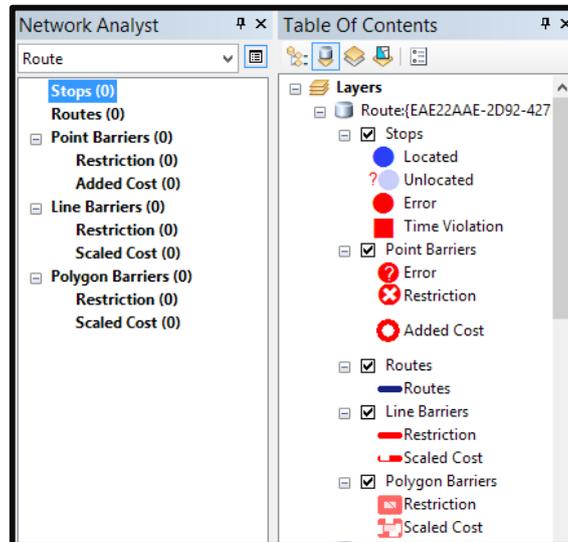


Figura 4.1-1

Marcar stops, como aparece señalado en la captura superior, y hacer click en el icono  de la barra de herramientas superior. Hacer click en el punto inicial (plaza de aparcamiento) y en el punto final (ayuntamiento). Se dibujarán los dos puntos, hacer click ahora en  para que ArcGIS calcule la distancia menor entre los dos puntos dados. Aparecerá ahora el trazado.

Para las personas **PMR** utilizamos el dataset de red llamado "PMR" (que incluye solamente las calles transitables por una o por dos aceras), hacemos click de nuevo en "New route". Tras pinchar en  marcamos dos puntos de tipo "stops" (inicio y fin de la ruta) en los mismos puntos en que se marcaron antes. Como novedad para PMR vamos a incluir las barreras. Hacemos click en "restrictions" y clickando en  marcamos todas las barreras que figuran en el mapa (activar la capa de barreras). El asunto de las barreras es algo problemático, pues hay barreras que cortan sólo una acera pero permiten el paso por la otra, de manera que no impiden totalmente el desplazamiento. En este primer caso, no afectan pues las barreras que hay bloquean la acera por todos sus lados.

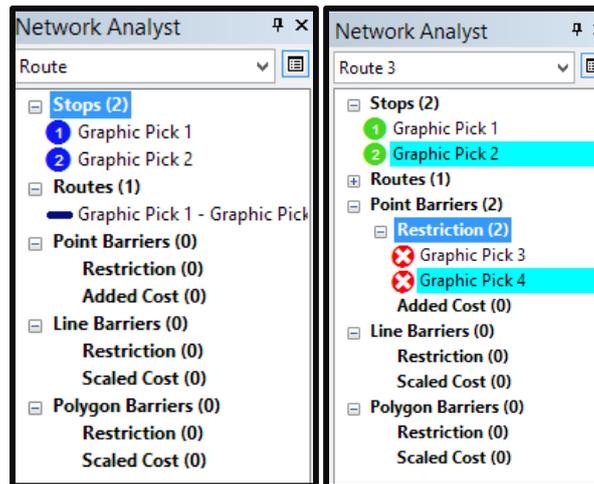


Figura 4.1-II. La ruta normal (azul) no presenta restricciones o barreras, que sí presenta la ruta PMR (verde)

En el siguiente mapa se muestra las dos rutas calculada por el programa acorde a las restricciones impuestas. La ruta azul (120,69 m) representa el camino que seguiría un ciudadano sin problemas de movilidad, que es la más corta para acceder al ayuntamiento desde el parking más cercano y desplazándose por las aceras. La ruta verde (204,04 m), para PMR, evita las barreras además de las calles no transitables, lo que lo convierte en una ruta considerablemente más larga. La distancia puede verse en el cuadro de propiedades de ruta:

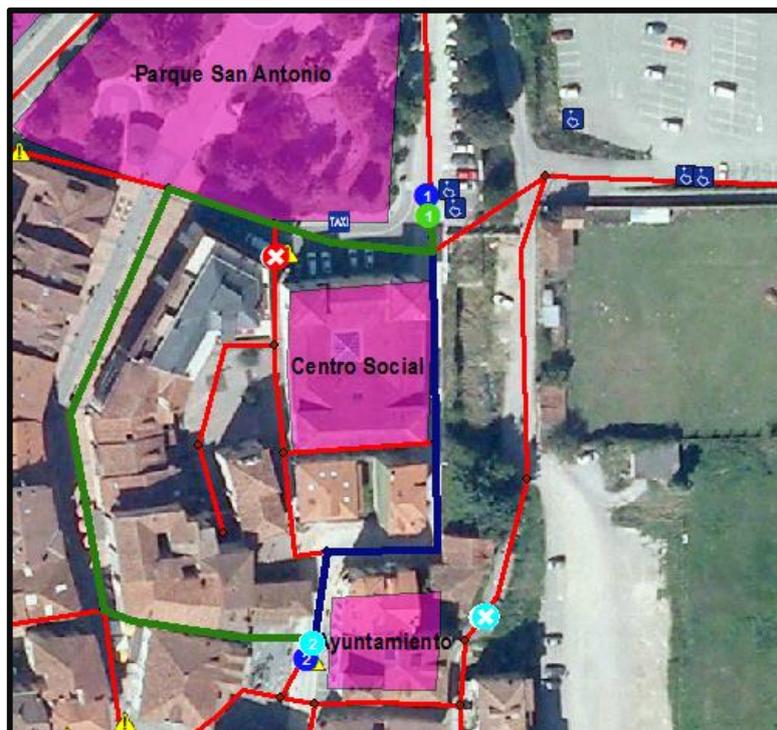


Figura 4.1-III. Ruta PMR (verde) y ruta normal (azul)

El resto de rutas se calcularán de manera análoga.

4.1.2 De vivienda en el centro a la piscina



Figura 4.1-IV

En este caso la diferencia entre el trayecto PMR, en verde (1038,16 m) y el de una persona sin discapacidad, en azul (1035,61 m), es mínima. La diferencia no es muy significativa e incluso el camino verde podría ser más recomendable. La zona Sur se encuentra bastante libre de obstáculos y de calles inaccesibles por lo que se puede transitar bien por ella.

4.1.3 De vivienda al Sur al mercado que se celebra los domingos

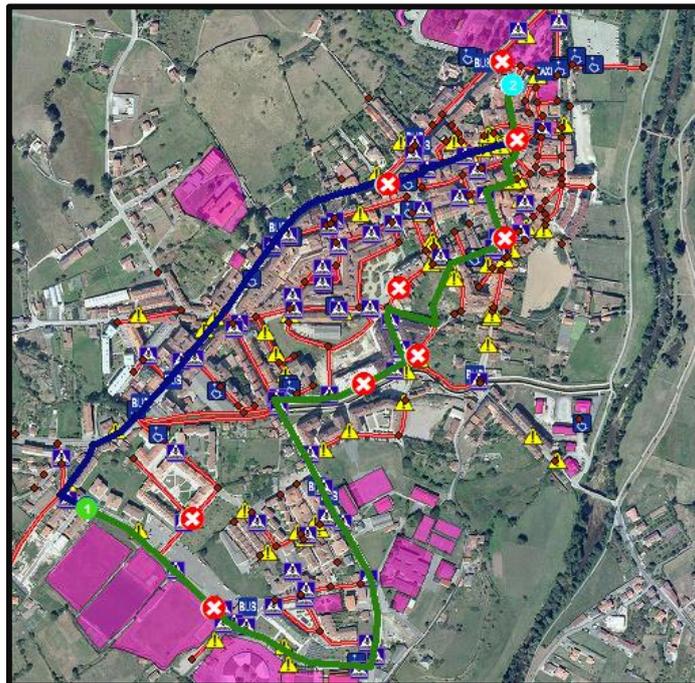


Figura 4.1-V

El mercado del domingo es un acontecimiento importante al que la mayoría de los ciudadanos asisten.

Esta ruta presentó una dificultad adicional, pues hay que indicar a los puntos de las barreras si ocupan toda la calzada o si ocupan solamente uno de los lados, es decir, si son totalmente restrictivas o se puede pasar por la otra acera. Esto se hace directamente desde las propiedades del punto de barrera, indicando el lado al que se encuentra la misma (izquierda, derecha o ambos):

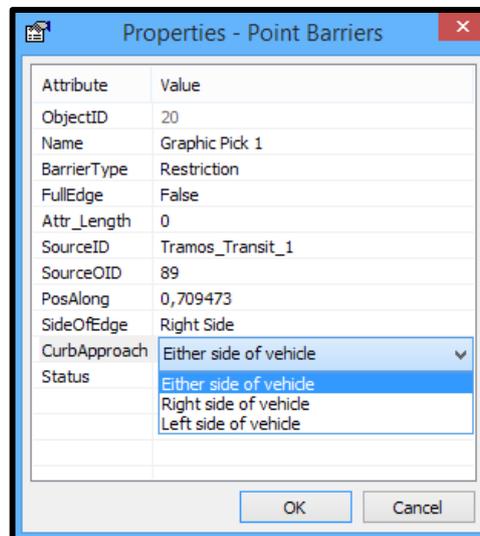


Figura 4.1-VI

La diferencia de distancias es muy considerable, de nuevo la ruta hábil, señalizada en azul (1066,22 m), mientras que la de los PMR en verde es casi el doble de larga (1818,51 m).

4.1.4 De vivienda en el casco histórico al centro de salud



Figura 4.1-VII

Los desplazamientos a través del casco histórico son muy enrevesados, en algunos casos un obstáculo nos puede obligar a hacer un rodeo considerable. En el caso de una persona que habite en una vivienda que, por ejemplo, se sitúe en la parte oriental del mismo, el camino que deberá recorrer si va a desplazarse a pie es de 526,31 m (azul). Mientras que si utiliza una silla de ruedas deberá recorrer 640,04 m (verde).

4.1.5 De vivienda cercana a la estación a la escuela de música

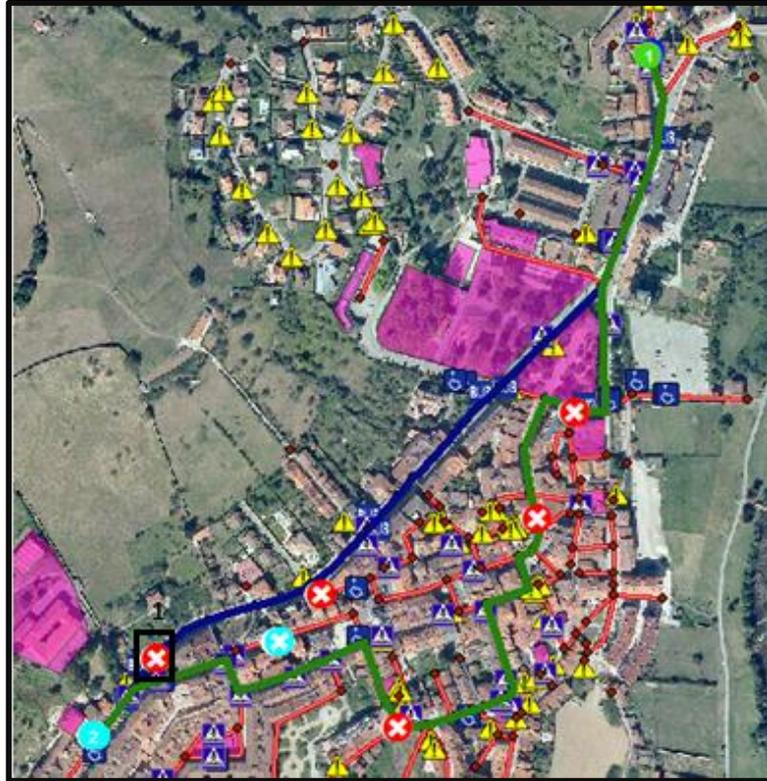


Figura 4.1-VIII

Este es un claro ejemplo de que unos obstáculos situados estratégicamente pueden obligar a realizar un recorrido extraordinariamente diferente. Hay unas escaleras (punto 1) que obligan a realizar un trayecto mucho mayor que el que supondría.

La cuestión es que estas escaleras se encuentran en el centro de la calle principal, que está toda ella muy bien adaptada en su acera izquierda (en dirección NE-SW), pero que, sin embargo, cuenta con este obstáculo que corta totalmente el paso y obliga a los viandantes a realizar un recorrido extraordinariamente largo (evitando otros obstáculos a través del casco histórico) si quieren llegar a la escuela de música desplazándose únicamente por aceras y pasos de peatones (algo que en la práctica no ocurre, especialmente en estos casos tan flagrantes). Y es que el recorrido correcto (en azul) si se arreglase ese obstáculo sería de 860,25 m, que es el que realiza un peatón sin problemas físicos, frente a los 1216,76 m que deberá recorrer una persona con movilidad reducida por la presencia de dicho obstáculo.

4.1.6 De vivienda en el casco histórico a los juzgados



Figura 4.1-IX

Los juzgados son otro edificio básico y afectado por la estrechez de las calles y obstáculos del casco histórico de Grado. Desde una vivienda localizada en el casco, situada aproximadamente cerca del ayuntamiento, hasta el juzgado, tendríamos que recorrer 325,74 m en silla de ruedas por los 190,58 m que recorre un viandante a pie. Una gran diferencia que expresa la poca comodidad que supone desplazarse a través de la parte más antigua de la villa.

4.1.7 Conclusiones del análisis de movilidad de viandantes

Para las rutas expuestas en el apartado, se muestra a continuación un cuadro resumen con las distancias de las mismas:

Ruta	Distancia en silla (m)	Distancia a pie (m)	Diferencia (m)
Aparcamiento - Ayuntamiento	204,04	120,69	83,35
Vivienda centro - Piscina	1038,16	1035,10	3,06
Vivienda Sur - Mercado	1818,51	1066,22	752,29
Vivienda casco - Centro Salud	640,04	526,31	113,73
Vivienda estación - Escuela música	1216,76	860,25	356,51
Vivienda casco - juzgados	325,74	190,58	135,16

Tabla 10. Diferencia espacial de trayectos a pie y en silla

Una persona en silla de ruedas puede alcanzar una velocidad media de 5 km/h, que son 1,39 m/s. Supongamos que un ciudadano sin discapacidad circula por la calle a la misma velocidad media. Conociendo esto, se puede calcular el tiempo de los desplazamientos para los casos anteriormente comentados. Que son los siguientes:

Ruta2	Tiempo en silla (min)	Tiempo a pie (min)	Diferencia (min)
Aparcamiento - Ayuntamiento	2,45	1,45	1,00
Vivienda centro - Piscina	12,45	12,41	0,04
Vivienda Sur - Mercado	21,80	12,78	9,02
Vivienda casco - Centro Salud	7,67	6,31	1,36
Vivienda estación - Escuela música	14,59	10,31	4,27
Vivienda casco - juzgados	3,91	2,29	1,62

Tabla 11. Diferencia temporal de trayectos a pie y en silla

La diferencia de tiempos es considerablemente significativa. Aunque Grado es un pueblo relativamente pequeño y no parecen mucha diferencia.

El precio que supondría hacer de Grado un lugar más accesible no entra en los planes del presente proyecto, pero sí que hay determinados obstáculos que cortan radicalmente el desplazamiento de una persona discapacitada por la villa y que su arreglo supone una inversión pequeña. Si se solucionasen estos impedimentos clave podría facilitarse mucho el desplazamiento. Por ejemplo, habilitando totalmente la calle principal, por la que transcurre la carretera, o arreglando algunas calles centrales del casco histórico de manera que se establezca una ruta adaptada entre el ayuntamiento y algunos de los edificios básicos para el ciudadano.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

5.1. A nivel de desplazamiento y accesibilidad PMR en Grado

La villa de Grado se encuentra con un nivel de adaptabilidad al desplazamiento de PMR pasable, pero con fallos graves que deben solucionarse para mejorar la movilidad en silla de ruedas.

Existen bastantes calles intransitables, pero muchas pertenecen al casco histórico o presentan elevaciones por la morfología del terreno. Sí que hay errores en el diseño de las aceras (sobre todo las aceras que llevan a viviendas, que son muy estrechas) pero también existen obstáculos que interrumpen las calles y que se deben subsanar para mejorar el desplazamiento. En cualquier caso, hay rutas para acceder a la mayoría de los edificios públicos, sin mencionar las excepciones mencionadas. Este aspecto es bastante mejorable.

Los edificios importantes están perfectamente adaptados acorde a la normativa, descartando de nuevo algunas excepciones, aunque la norma es que se han adaptado correctamente en su mayoría.

Como se ha visto, existe un gran número de obstáculos que dificultan o impiden el cómodo movimiento de los discapacitados a través del pueblo, estos tienen presencia en su mayoría en el casco histórico, pero hay otros obstáculos clave que impiden totalmente el acceso a una zona, y que están colocados bien por errores de diseño, como aceras sin rebaje o escaleras inoportunas, o porque el tamaño de la calle no permite realizar una mejor colocación. Los primeros deberían arreglarse.

El transporte público en general es bastante accesible, Grado cuenta con varias paradas de bus situadas a lo largo de la calle principal, y exceptuando algunas paradas el resto son fácilmente alcanzables. Lo mismo ocurre con las paradas de taxi. Es especialmente grave el caso de la estación de tren, que ya se ha comentado.

Las plazas de aparcamiento para discapacitados están bien distribuidas, aunque podría colocarse alguna más cercana a los edificios públicos.

Los análisis de redes concluyen que, en la localidad de Grado, un PMR debe recorrer 241 m más frente a una persona sin problemas físicos para llegar a un mismo punto (edificios públicos, parques, estaciones, etc) desde otro considerablemente alejado. Si hablamos en tiempo, una persona minusválida a la misma velocidad (5 km/h) que un ciudadano normal tardará casi 3 minutos más de media en llegar a estos sitios. Pueden realizarse multitud de análisis con estos datos, y precisamente son estas posibilidades de explotación de datos una de las partes más interesantes del SIG confeccionado.

5.2. A nivel de Trabajo Fin de Máster

Entendemos el trabajo fin de máster como una oportunidad de demostrar los conocimientos adquiridos a lo largo del mismo. Con la realización del presente proyecto,

el objetivo principal era la realización de un sistema de información geográfica desde cero, aprovechando conocimientos aprendidos en las distintas asignaturas relacionadas con los sistemas de información geográfica durante el máster. Las competencias demostradas fueron:

- Planteamiento de una idea o concepto sobre el que se va a trabajar. Elaboración del modelo de datos.
- Búsqueda y aprovechamiento de información existente en otros medios. Importación y adaptación al software empleado.
- Elaboración de una base de datos. Toma de muestras de campo.
- Explotación de la información mediante consultas. Análisis de redes.
- Elaboración de planos.

Todo ello realizado mediante los programas LocalGIS y, en mayor medida, ArcGIS. Realizando un sistema de información geográfica completo y provechoso.

Particularmente, mi grado de satisfacción con el trabajo realizado es muy alto. Pues quería realizar algo que me permitiera demostrar el saber adquirido y además realizar un trabajo útil y aplicable a la vida real.

5.3. Futuros trabajos

A partir de la línea de trabajo marcada durante el presente proyecto, se puede dejar una puerta abierta a la continuidad de realizar trabajos similares en otras localidades de Asturias o España, pues son frecuentes las quejas por parte de los colectivos minusválidos sobre la mala adaptabilidad de la infraestructura viaria al desplazamiento en silla de ruedas. Como se ha visto, los estudios de este tipo permiten conocer detalladamente las limitaciones de las calles que dificultan la movilidad y el desplazamiento de personas con movilidad reducida. Así como disponer de un inventario de los pasos de peatones, paradas de transporte público, plazas de aparcamiento, etc, que permiten complementar la información del callejero y ampliar los horizontes del estudio.

Desde este proyecto, también se anima a los gobiernos a estandarizar de alguna manera estos procedimientos y crear una normativa de trabajo única y normalizada. De manera que los futuros trabajos puedan seguir una línea ya marcada que permita trabajar de la misma manera en cualquier punto de España. E incluso añadiéndolo a una misma base de datos, creando una plataforma online para ello, del mismo modo que existen las IDE en España. El presente proyecto, en caso de gustar, puede servir como guía para la realización de estos trabajos de estandarización.

CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA

Libros:

Plan autonómico de Accesibilidad del Principado de Asturias. Oviedo. Edita: Dirección General de Mayores y Discapacidad. Consejería de Bienestar Social y Vivienda. Gobierno del Principado de Asturias. 2011. AS-708/2011.

Guía de recursos para Personas con Discapacidad. Edita: Consejería de Bienestar Social del Gobierno del Principado de Asturias. Agencia Asturiana de Discapacidad. 2008. AS-4759/08.

Legislación:

Ley del Principado de Asturias 5/1995, de 6 de abril, de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras, en los ámbitos urbanístico y arquitectónico.

Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. (B.O.E. de 3/12/03).

Decreto 37/2003, de 22 de mayo, por el que se aprueba el reglamento de la Ley del Principado de Asturias 5/1995, de 6 de abril (B.O.P.A. de 11/6/03).

Apuntes y tutoriales disponibles en Internet:

- Tutoriales de ESRI sobre ArcGIS.
- Manuales y documentación LocalGIS (<http://modelo.asturias.es/manuales.html>)
- Página web del ayuntamiento de Grado (<http://www.ayto-grado.es/>).
- Datos estadísticos del INE.
- Material de capas y datos proporcionado por Serpa S.A.

Software informático:

- ArcGIS for Desktop
- LocalGIS
- Google maps
- Ortofoto. Hoja 28 de PNOA – Máxima actualidad. Centro de descargas IGN.



Trabajo fin de máster

Análisis de la accesibilidad para personas con movilidad reducida en la localidad de Grado a través de herramientas SIG.



Leyenda

- Barrio con accesibilidad mala
- Barrio con accesibilidad regular
- Barrio con accesibilidad buena



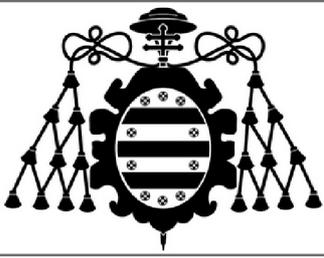
0 100 200 Meters

S.R.G. ETRS89
Elipsoide GRS80
Coord. Proy. UTM Huso 29N

Título

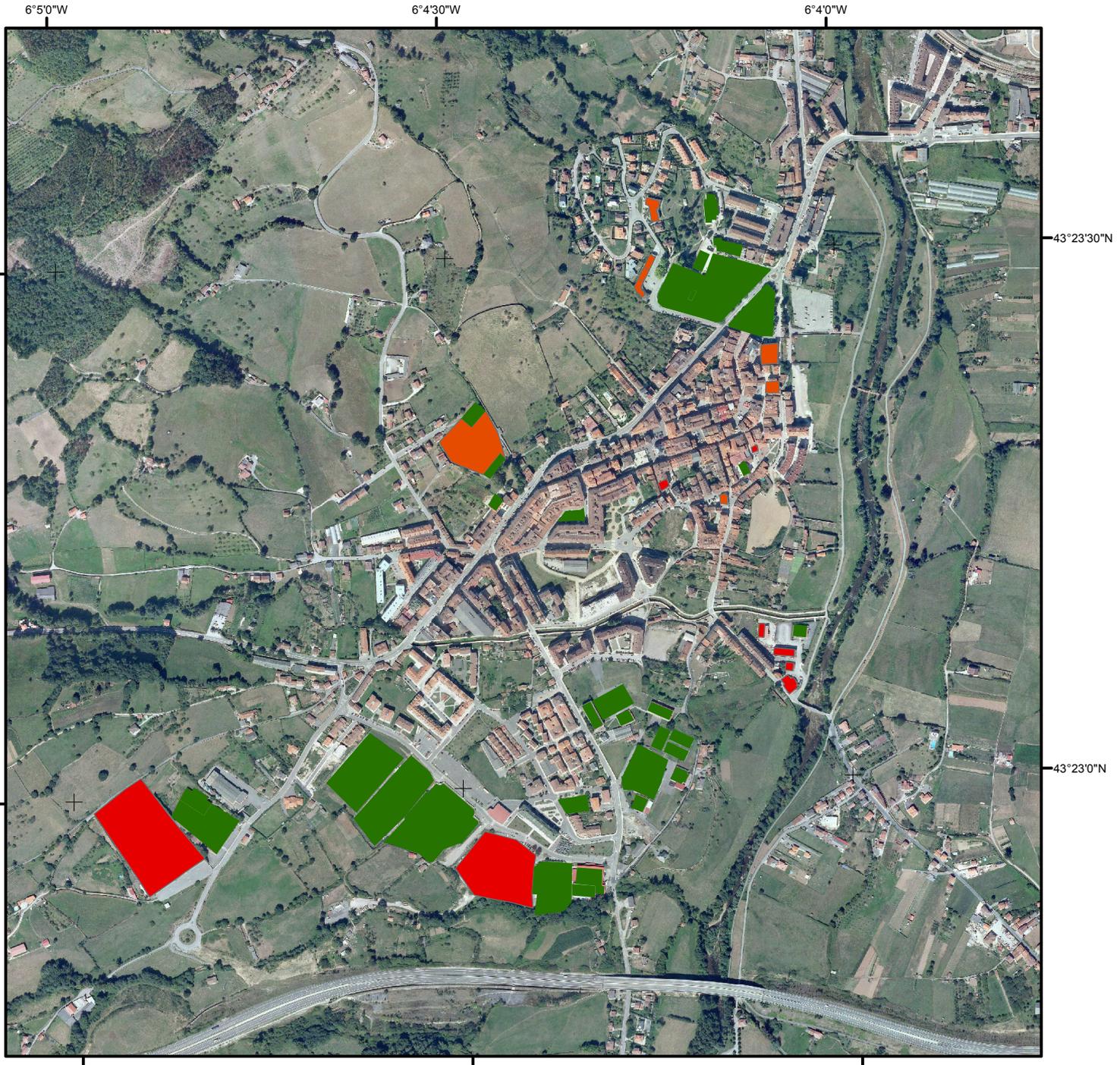
Mapa de accesibilidad de PMR por barrio

Entidad responsable	Creado por	Estado	
Univ. Oviedo	Carlos Boente	Fase de aprob.	
Tipo documento	Escala	N. Plano	Firma
Mapa temático	1:10000	Nº 1	



Trabajo fin de máster

Análisis de la accesibilidad para personas con movilidad reducida en la localidad de Grado a través de herramientas SIG.



Leyenda

- Accesible y adaptado
- Accesible, pero no adaptado
- No accesible y no adaptado



0 100 200 Meters

S.R.G. ETRS89
Elipsoide GRS80
Coord. Proy. UTM Huso 29N

Título

Mapa de accesibilidad a edificios públicos

Entidad responsable

Univ. Oviedo

Creado por

Carlos Boente

Estado

Fase de aprob.

Tipo documento

Mapa temático

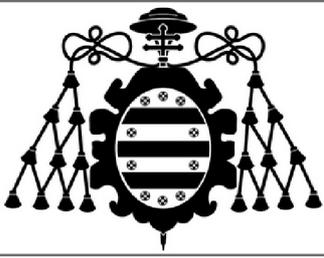
Escala

1:10000

N. Plano

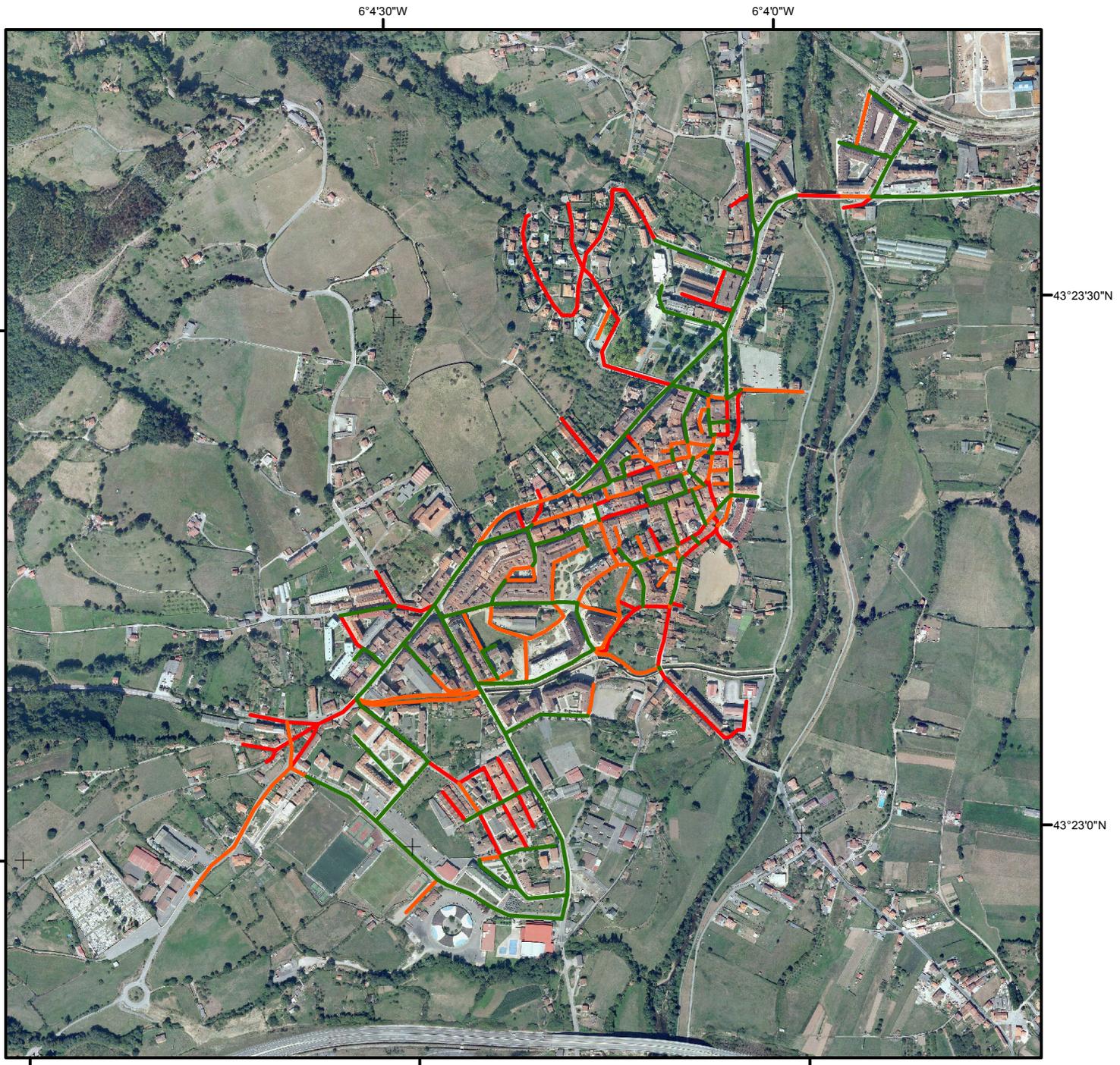
Nº 2

Firma



Trabajo fin de máster

Análisis de la accesibilidad para personas con movilidad reducida en la localidad de Grado a través de herramientas SIG.



Legenda

- Transitable por dos aceras
- Transitable por una acera
- No transitable



0 100 200 Meters

S.R.G. ETRS89
Elipsoide GRS80
Coord. Proy. UTM Huso 29N

Título

Mapa de calles según su transitableidad

Entidad responsable

Univ. Oviedo

Creado por

Carlos Boente

Estado

Fase de aprob.

Tipo documento

Mapa temático

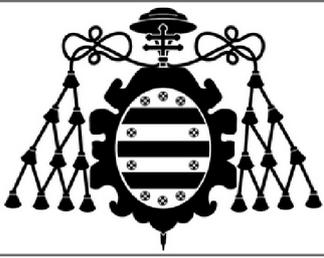
Escala

1:10000

N. Plano

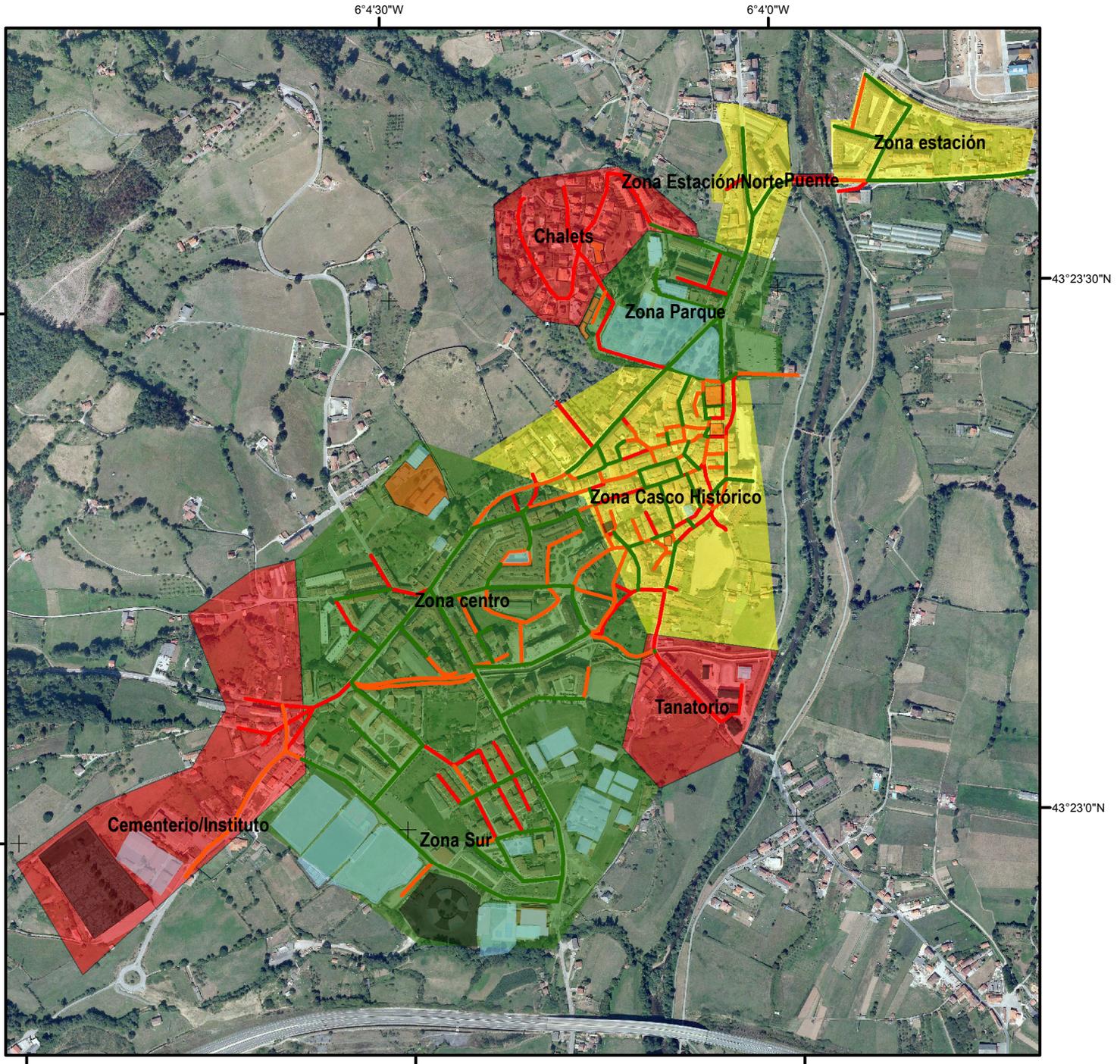
Nº 3

Firma



Trabajo fin de máster

Análisis de la accesibilidad para personas con movilidad reducida en la localidad de Grado a través de herramientas SIG.



Legenda

- Edificios accesibles
- Edificios accesibles pero no adaptados
- Edificio no accesible
- Transitable por dos aceras
- Transitable por una acera
- No transitable
- Barrio con accesibilidad mala
- Barrio con accesibilidad regular
- Barrio con accesibilidad buena



0 100 200 Meters

S.R.G. ETRS89
Elipsoide GRS80
Coord. Proy. UTM Huso 29N

Título

Mapa resumen de accesibilidad

Entidad responsable

Univ. Oviedo

Creado por

Carlos Boente

Estado

Fase de aprob.

Tipo documento

Mapa temático

Escala

1:10000

N. Plano

Nº 4

Firma