



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Escuela Politécnica

Grado en Ingeniería Civil. Construcciones Civiles.

Trabajo Fin de Grado

Estudio de la ubicación de los centros de
conservación de la red de carreteras
autonómica mediante SIG.



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Escuela Politécnica

Grado en Ingeniería Civil. Construcciones Civiles

Trabajo Fin de Grado

Estudio de la ubicación de los centros de
conservación de la red de carreteras
autonómica mediante SIG.

Autor: Daniel Puerto Pascual

Tutor: Elia Quirós Rosado

Co-Tutor: Pedro Agustín Rodríguez Izquierdo

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 La red de carreteras la Junta de Extremadura	15
1.2 Los centros de conservación y explotación	17
2. OBJETIVOS	20
3. ANTECEDENTES / ESTADO DEL ARTE	21
3.1 La conservación y el mantenimiento de carreteras	21
3.2 Los SIG y sus aplicaciones en la ingeniería civil	22
3.3 La conservación y mantenimiento de carreteras	23
4. MATERIAL Y MÉTODO	25
4.1 Material	25
4.1.1 Información de los parques de conservación	27
4.1.2 Información de las infraestructuras viarias	29
4.2 Metodología	33
4.2.1 Análisis de la red	34
4.2.2 Criterio de clasificación y propuestas de nuevas rutas	36
4.2.3 Indicador de accesibilidad	38
4.2.4 Creación de mapas ráster	39

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
5.1 Aplicación del criterio de lejanía y las directrices	41
5.2 Reordenación de puntos kilométricos	50
5.3 Indicador de accesibilidad	54
5.4 Generación de mapas ráster	59
6. CONCLUSIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	67
ANEXO 1	67
ANEXO 2	76

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Velocidades adoptadas según los tipos de vía presentes en la red autonómica.</i>	29
<i>Tabla 2: Rangos de clasificación del tráfico. (Fuente: Servicio de infraestructuras viarias, Junta de Extremadura)</i>	30
<i>Tabla 3: Relación de los distintos pesos de conservación en función de la Intensidad de tráfico.</i>	39
<i>Tabla 4: Clasificación de los puntos kilómetros según el primer criterio</i>	42
<i>Tabla 5: Carreteras donde se produce una reducción mínima de 15 minutos en el coste del trayecto.</i>	44
<i>Tabla 6: Carreteras donde se produce una reducción mínima de 15 minutos y a su vez se completan grupos de cinco kilómetros para las eliminadas en la Tabla 5.</i>	45
<i>Tabla 7: Carreteras donde se produce una reducción mínima de 17,5 minutos en el coste del trayecto.</i>	46
<i>Tabla 8: : Carreteras donde se produce una reducción mínima de 17,5 minutos y a su vez se completan grupos de cinco kilómetros para las eliminadas en la Tabla 7.</i>	47
<i>Tabla 9: Carreteras donde se produce una reducción mínima de 20 minutos en el coste del trayecto.</i>	48
<i>Tabla 10: Carreteras donde se produce una reducción mínima de 20 minutos y a su vez se completan grupos de cinco kilómetros para las eliminadas en la Tabla 9.</i>	49
<i>Tabla 11: Repartición correspondiente a una reducción mínima de 15 minutos en el coste del trayecto.</i>	50
<i>Tabla 12: Repartición correspondiente a una reducción mínima de 15 minutos en el coste del trayecto y cumplimiento del conjunto de 5 puntos kilométricos.</i>	51
<i>Tabla 13: Repartición correspondiente a una reducción mínima de 17,5 minutos en el coste del trayecto.</i>	51

<i>Tabla 14: Repartición correspondiente a una reducción mínima de 17,5 minutos en el coste del trayecto y cumplimiento del conjunto de 5 puntos kilométricos.</i>	52
<i>Tabla 15: Reducción mínima de 20 minutos en el coste del trayecto.</i>	52
<i>Tabla 16: Reducción mínima de 20 minutos en el coste del trayecto y cumplimiento del conjunto de 5 puntos kilométricos.</i>	53
<i>Tabla 17: Cálculo de los indicadores para la situación actual.</i>	54
<i>Tabla 18: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 11.</i>	55
<i>Tabla 19: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 12.</i>	55
<i>Tabla 20: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 13.</i>	55
<i>Tabla 21: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 14.</i>	56
<i>Tabla 22: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 15.</i>	56
<i>Tabla 23: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 16.</i>	56

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Evolución de las inversiones estatal en mantenimiento de infraestructuras.</i>	10
<i>Figura 2: Valores del indicador del estado del firme por CCAA (AEC,2015)</i>	12
<i>Figura 3: Representación del estado del firme por comunidades (AEC,2015)</i>	12
<i>Figura 4: Representación de la realidad en un SIG mediante capas de información temática.(Fuente:http://geoservice...)</i>	14
<i>Figura 5: Clasificación de carreteras según la denominación de la Junta de Extremadura</i>	16
<i>Figura 6: Zonas de conservación en la provincia de Cáceres (Sección de Infraestructuras de la Junta de Extremadura, 2017)</i>	19
<i>Figura 7: Zonas de conservación en la provincia de Badajoz (Sección de Infraestructuras de la Junta de Extremadura, 2017)</i>	19
<i>Figura 8: Clasificación de los puntos kilométricos según los parques de conservación</i>	27
<i>Figura 9: Representación geográfica de los puntos kilométricos de cada parque</i>	28
<i>Figura 10: Número de trabajadores en cada centro y relación de kilómetros correspondientes por trabajador</i>	28
<i>Figura 11: Representación de los puntos kilométricos según el tipo de vía en cada centro</i>	30
<i>Figura 12: Clasificación de los puntos kilométricos en cada centro según la IMD</i>	31
<i>Figura 13: Porcentajes de las IMD en cada centro</i>	31
<i>Figura 14: Ejemplo de comprobación de los nodos</i>	34
<i>Figura 15: Representación de las rutas óptimas actuales</i>	35
<i>Figura 16: Representación mediante histograma de los tiempos de trayectos y la división del 3^{er} cuartil</i>	41
<i>Figura 17: Mapa ráster representativo de los tiempos de acceso actuales</i>	59
<i>Figura 18: Mapa ráster representativo de los tiempos de acceso tras producir una reducción de 15 minutos y cumpliendo el requisito de 5 kilómetros</i>	60
<i>Figura 19: Representación únicamente de las zonas donde se reducen los tiempos de acceso</i>	61

RESUMEN

En la actualidad, la reducción de inversiones en infraestructuras, unido a un crecimiento del deterioro del estado de la red viaria, tanto nacional como autonómica son factores determinantes en el mantenimiento de las carreteras. Es necesario recapacitar sobre la importancia de una conservación más eficiente y, así, poder mantener en unas condiciones óptimas el gran patrimonio invertido en infraestructuras viarias. En este trabajo se pretende, mediante la aplicación de los sistemas de información geográfica (SIG), estimar los tiempos de acceso desde los parques de conservación a todas las carreteras gestionadas por la Junta de Extremadura. Mediante la aplicación de una metodología selectiva en la que se tienen en cuenta, no solo los tiempos de acceso, sino también la intensidad de tráfico y la capacidad de cada centro, se propondrán alternativas de redistribución de los kilómetros gestionados por cada zona de actuación. Estas propuestas podrían traducirse en una planificación más eficaz y reducciones de los costes asociados a las labores de mantenimiento.

Palabras Clave: Mantenimiento y conservación, Gestión, Sistemas de información geográfica, Parques de conservación.

ABSTRACT

Nowadays, the reduction of investments in infrastructures, connected with a damage of the state of the network, both national and autonomous, are decisive factors in the road's maintenance. It's necessary to rethink the importance of a more efficient conservation and in this way, to keep the great heritage that we have invested in road infrastructures. This study expect to estimate the times of access from the parks of conservation to all the roads managed by the Junta of Extremadura through the application of the Geographic Information Systems (GIS). Through the application of a selective methodology which keep the times of access, the traffic intensity and the capacity of every centre in mind, a redistribution of the kilometers managed by each zone of action will be proposed. These improvements are explained into more effective planning and reductions in the costs associated with maintenance.

Key Words: Maintenance and conservation, Management, Geographic Information Systems, parks of conservation.

1. INTRODUCCIÓN

La conservación y mantenimiento de carreteras engloba todas las actuaciones necesarias para mantener las infraestructuras en unas condiciones óptimas para su utilización. Estas actuaciones se realizan durante la fase de explotación. Aun así, deben ser programadas desde la redacción del proyecto, atribuyéndole una importancia vital en los tiempos actuales.

Las nuevas políticas presupuestarias conllevan una importante reducción del gasto en nuevas infraestructuras. Por ello, estamos obligados a centrar nuestros esfuerzos en conseguir una gestión más eficiente de nuestras carreteras y, así, poder conservar el importante patrimonio de infraestructuras terrestres conseguido gracias a grandes inversiones económicas durante años. Para conseguir dicho objetivo, es necesaria la implementación de nuevos modelos y estrategias de conservación basados en una gestión más eficiente (Flores, 2015).

Sin embargo, el estado actual de la red de carreteras españolas se ha visto mermado los últimos años debido a la reducción de inversiones. Desde 2009 hasta 2017 el gasto público ha descendido un 25%. Esta falta de financiación produce que no se puedan mantener las carreteras con la inversión mínima necesaria, derivando en un deterioro y aumento del déficit continuo, hasta cuantificarse en más de 6.600 millones de euros, siendo el estado del firme lo más preocupante, acumulando el 94% de dicho déficit.

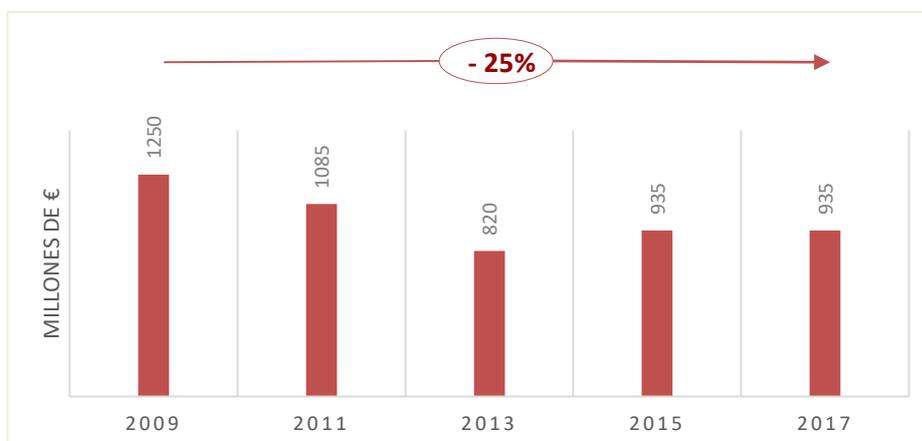


Figura 1: Evolución de las inversiones estatal en mantenimiento de infraestructuras.

La importancia de mantener la carretera en unas condiciones aceptables es vital, ya que de ella dependen muchos factores. Entre ellos: el desarrollo económico y social de las regiones, cubrir la demanda de usuarios proyectada, la generación de empleos, mantener las condiciones de seguridad y confort del principal medio de transporte, evitar costes futuros de reconstrucción de la red, reducción de tiempos en los trayectos, disminución la tasa de accidentes, etc. (ACEX y PwC, 2007)

Por los motivos expuestos, en la conservación en España es necesaria la sucesión a modelos que reduzcan el gasto y produzcan una optimización de los recursos. Otro punto de vista en la nueva gestión de las carreteras es adoptar una política de prevención, permitiendo así adelantarse a daños más graves y evitando que el estado de la infraestructura entre en una fase crítica. Para ello es necesario realizar actuaciones puntuales con una periodicidad constante.

La eficacia de esta estrategia preventiva depende de la accesibilidad de los parques de conservación a las carreteras que le han sido asignadas a cada centro, ya que una mala accesibilidad produce que los tiempos de desplazamientos sean excesivos, derivando en aumentos de costes, desatención de las carreteras e indisponibilidad inmediata de la maquinaria.

En Extremadura la inversión en conservación de la red de carreteras de la Junta también ha sufrido desde el 2009 hasta la actualidad un recorte de casi el 45%, de 26 a 14,5 millones de euros. Dentro del contexto nacional, según la última auditoría del estado de las carreteras realizado por la Asociación Española de la Carretera (AEC) en 2015, Extremadura posee la mejor puntuación en cuanto al estado del firme (221), siendo la única junto con el País vasco con un indicador aceptable (>200) (AEC, 2015).

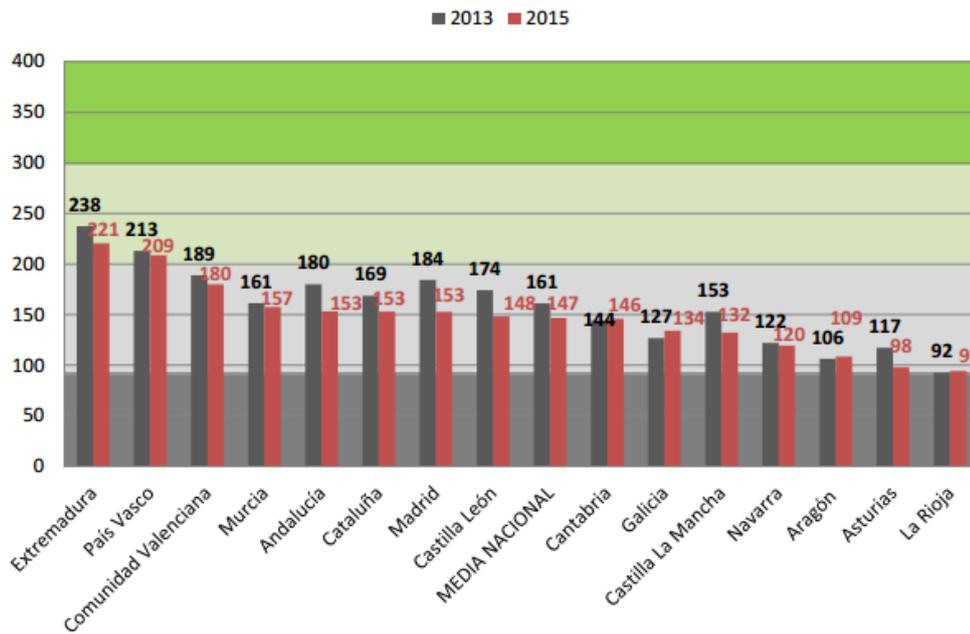


Figura 2: Valores del indicador del estado del firme por CCAA (AEC,2015)

Esto se traduce en el déficit acumulado en conservación por kilómetro de carretera más bajo de toda España, con 42.926 euros. Estos datos hacen ver que, dentro de la situación de deterioro de las carreteras españolas, en Extremadura se está gestionando de manera más eficiente que en el resto de CCAA.



Figura 3: Representación del estado del firme por comunidades (AEC,2015)

También cabe destacar que, aunque la inversión haya caído drásticamente entre 2009 y 2017, dentro de los presupuestos para infraestructuras de carreteras el porcentaje destinado a conservación es mayor en 2017 (34,72 %), que en 2009 (13,58 %). Esto nos muestra la tendencia hacia una cultura de mantenimiento y no centrarse únicamente en construcción de nuevas infraestructuras.

Conocido el estado actual de la conservación y sus carencias, nos encontramos en el punto de plantear nuevos modelos de gestión basados en actuaciones preventivas frecuentes. Es necesario, por tanto, la implementación de tecnologías de tratamiento espacial, las cuales nos permiten un análisis de los tiempos acceso que tienen las carreteras para poder ser conservadas. La tecnología que mejor representa esa idea son los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El concepto de SIG es muy amplio, pero se puede definir como “un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión” (NCGIA, 1991). Esto nos permite gestionar datos alfanuméricos, los cuales tienen asociada una información georreferenciada, pudiendo así realizar análisis espaciales y representarlos mediante la creación de modelos cartográficos, que nos servirán de apoyo en la toma de decisiones.

Desde su creación a finales de los años sesenta hasta la actualidad la evolución ha sido enorme, ya que en sus orígenes el desarrollo de los SIG se realizó por separado. Por una parte, el almacenamiento y tratamiento de datos en Canadá mediante el CGIS, y por el otro, la entrada de elementos espaciales como son los puntos, líneas y áreas en la Universidad de Harvard, creando el sistema SYMAP. Por último, se desarrolló la introducción de módulos topográficos permitiendo la representación espacial de datos y elementos vectoriales (Olaya, 2014).

Otra ventaja es la introducción de datos en capas distintas según sean de carácter vectorial o ráster, lo cual permite un tratamiento de los datos de una forma ordenada y la capacidad de utilizar solo los elementos necesarios según el tipo de análisis.

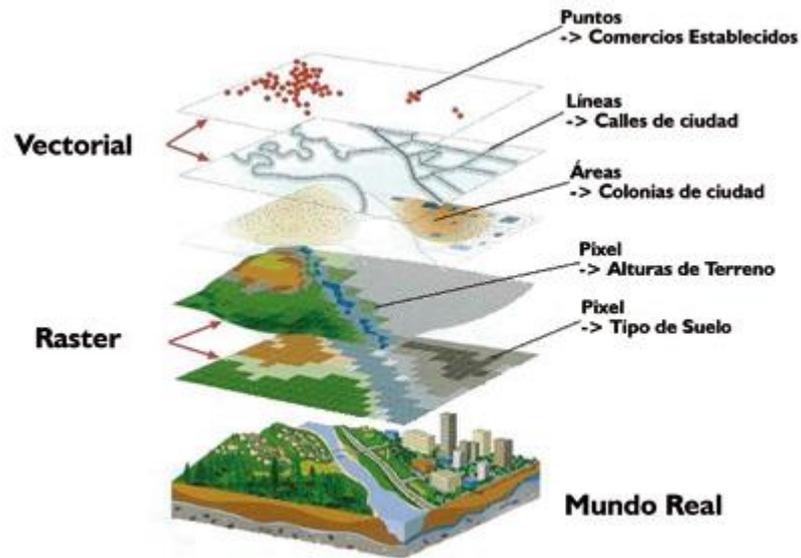


Figura 4: Representación de la realidad en un SIG mediante capas de información temática. (Fuente: <http://geoservice...>)

La aplicación de la tecnología SIG da múltiples facilidades para la gestión de cualquier ámbito de la Ingeniería civil, estudios sobre recursos hidrológicos, afecciones medioambientales, planeamiento urbanístico, gestión de transporte público, etc.

1.1 La red de carreteras la Junta de Extremadura

La Junta de Extremadura administra actualmente una red de carreteras con una extensión de 104 carreteras, contando con más de 3.800 kilómetros.

Sin embargo, la red no siempre ha sido gestionada por la Comunidad Autónoma. Tras la aprobación del *Real Decreto 945/1984, de 28 de marzo, sobre traspaso de funciones y servicios del Estado a la Comunidad Autónoma de Extremadura en materia de carreteras*, la Junta de Extremadura adquirió los bienes, derechos y obligaciones de toda carretera cuyo itinerario se desarrollaba en su plenitud en territorio extremeño. También se produjo un traspaso de los medios personales, materiales y presupuestarios para poder ejercer sus funciones correctamente.

Al traspasar las funciones de gestión, el gobierno regional ha ido redactando una serie de leyes y decretos con la finalidad de recoger en un marco legal tanto las responsabilidades como las normativas que regulen las carreteras autonómicas. Las principales actuaciones legislativas son:

- *Plan Regional de Carreteras de Extremadura (1988-1997)*

Es la primera medida legislativa en materia de carreteras aprobada por la Junta de Extremadura, por la cual se realiza una importante inversión para fomentar la infraestructura viaria (Arévalo, 2012). Se realizaron las siguientes inversiones:

- a) Acondicionamientos y obras nuevas: 56.864.425 euros entre 12 proyectos.
- b) Conservación: 2.224.000 euros entre 5 planes.
- c) Asistencia técnica e informes: 707.678 euros entre 2 informes y 5 asistencias técnicas. Estas últimas fueron importantes ya que era la primera vez que se dedicaba un gasto público en asistencia de obras públicas.

- *Ley 7/1995, de 27 de abril, de Carreteras de Extremadura*

Ley promulgada para establecer un marco legislativo que regule las actuaciones de la administración extremeña, logrando así asegurar la protección y conservación de las infraestructuras. También regula los aspectos económicos y el uso de toda la red.

- *Decreto 109/1997, de 29 de julio, denominación, categoría e identificación de las carreteras de la Junta de Extremadura*

Con la redacción de este decreto se produce una homogeneización en la denominación de toda la red viaria, sustituyendo las antiguas denominaciones: N, C, BA, CC, BA-V y CC-V, por una sola denominación EX a la cual le sigue una numeración, consiguiendo categorizar las carreteras según el primer dígito en:

- a) Básicas, son las que empiezan por EX – 1**
- b) Intercomarcales, son las que empiezan por EX – 2**
- c) Locales, son las que empiezan por EX – 3**

- *Decreto 95/2000, de 14 de abril, cambio de titularidad de determinadas carreteras de la Junta de Extremadura y las Diputaciones Provinciales de Cáceres y Badajoz.*

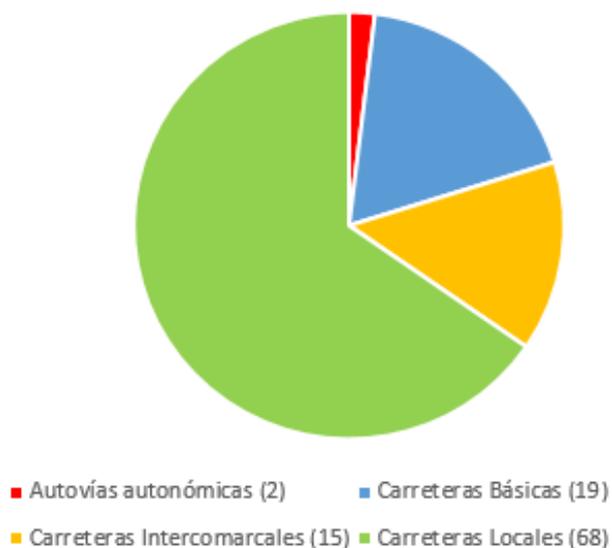


Figura 5: Clasificación de carreteras según la denominación de la Junta de Extremadura

1.2 Los centros de conservación y explotación

La historia de los centros de conservación ha variado con el paso de los años. Tras el traspaso de la titularidad de las carreteras estatales a las comunidades autónomas en 1984, las necesidades de inversiones en la explotación se incrementaron considerablemente.

A consecución de este traspaso de la gestión y la falta de una estructuración del personal de las administraciones, derivó en la aparición de los primeros contratos de conservación integral, en los cuales se encargaba a empresas privadas todo el trabajo asociado a la conservación ordinaria de las infraestructuras viarias. Con el paso de los años empezaron a encargarse de otros aspectos no relacionados únicamente con la conservación, entre los cuales destacan las operaciones de control de túneles, atención a incidentes, viabilidad invernal y apoyo en la seguridad vial (Vassallo, 1999).

La siguiente evolución en la explotación de carreteras fue la creación del “Plan de Conservación y Explotación de la Red de Carreteras del Estado”, mediante el cual se destinó una partida presupuestaria sin precedentes. Se empezaron a realizar mejoras funcionales con la finalidad de mejorar las condiciones de seguridad con la subsanación de problemas funcionales.

En la actualidad, los contratos de empresas privadas son frecuentes, incluyendo la gestión de autovías, como es el caso de las dos autovías autonómicas. Pero es necesaria la distinción entre los términos de conservación y explotación para la comprensión del sistema actual de la gestión. El primer término engloba las actuaciones para preservar el estado de la vía y sus elementos, dependiendo de su periodicidad se pueden clasificar en conservación de pequeña entidad, de rehabilitación y de acondicionamiento. El término de explotación, sin embargo, agrupa las actividades relacionadas con la viabilidad, como son las actuaciones de viabilidad invernal, accidentalidad o asistencia de emergencias (Val, 2010).

En cuanto a las labores principales de los centros, se encuentran la gestión de recursos tanto de personal como de material y maquinaria, inventario de elementos de las carreteras, creación de planes de actuación, mejoras de la red o apoyo estudios para aumentar la seguridad vial.

Según se muestra en las figuras 6 y 7, la gestión actual de las carreteras autonómicas se divide en once zonas de conservación, correspondientes a los siguientes parques: Badajoz, Cáceres, Castuera, Coria, Don Benito, Mérida, Navalmoral de la Mata, Plasencia, Trujillo y Zafra. La restante recibe la denominación de “zona sur-centro (Cáceres - Trujillo)”, en la conservación de todas sus carreteras se realiza desde Cáceres, exceptuando las carreteras EX-208 y EX-381 se su gestión se adscribe al parque de Trujillo.

Solamente dos de ellos, Don Benito y Navalmoral de la Mata, son gestionados mediante contratos de conservación integral por empresas especialistas de este sector. Estos contratos cubren los servicios principalmente de las dos autovías autonómicas EX-A1 y EX-A2, junto con carreteras cercanas a esas dos localidades. Los centros dependen de dos Jefaturas de Sección, una situada en Cáceres para esta provincia y otra en Mérida para la provincia de Badajoz. Las Figuras 6 y 7 representan la repartición por zonas de cada provincia.

La relación de carreteras y kilómetros gestionadas por cada sector de conservación viene detallada en el ANEXO 1.

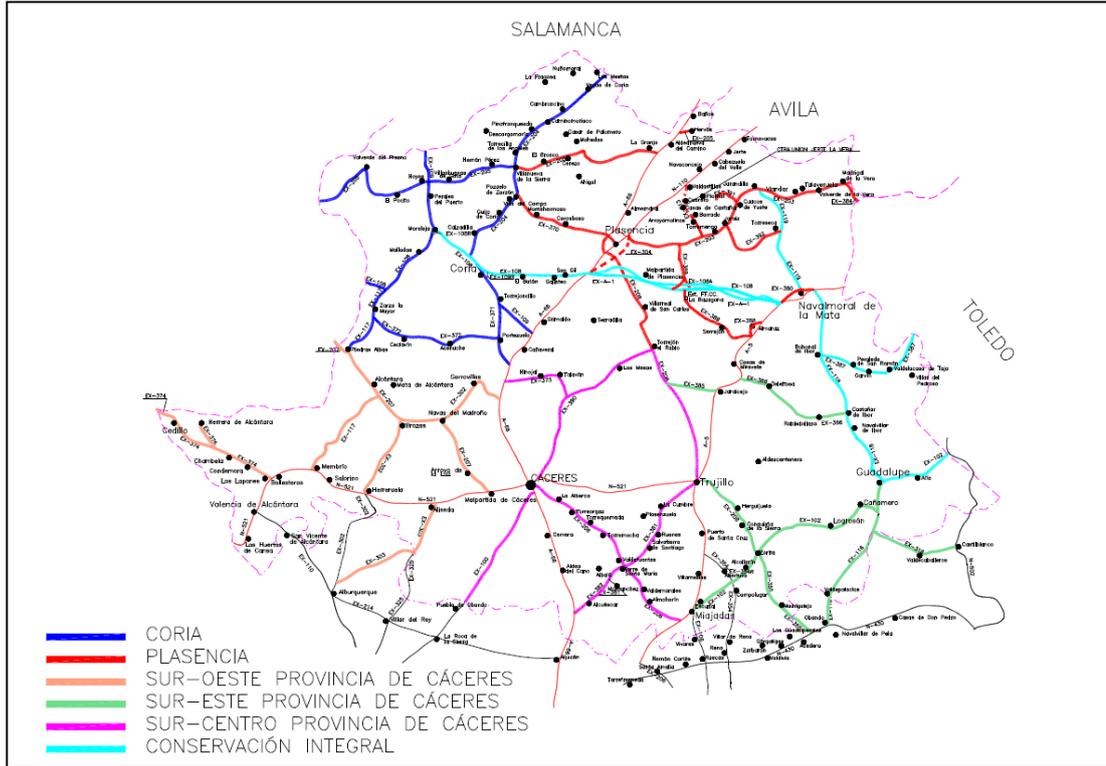


Figura 6: Zonas de conservación en la provincia de Cáceres (Sección de Infraestructuras de la Junta de Extremadura, 2017)

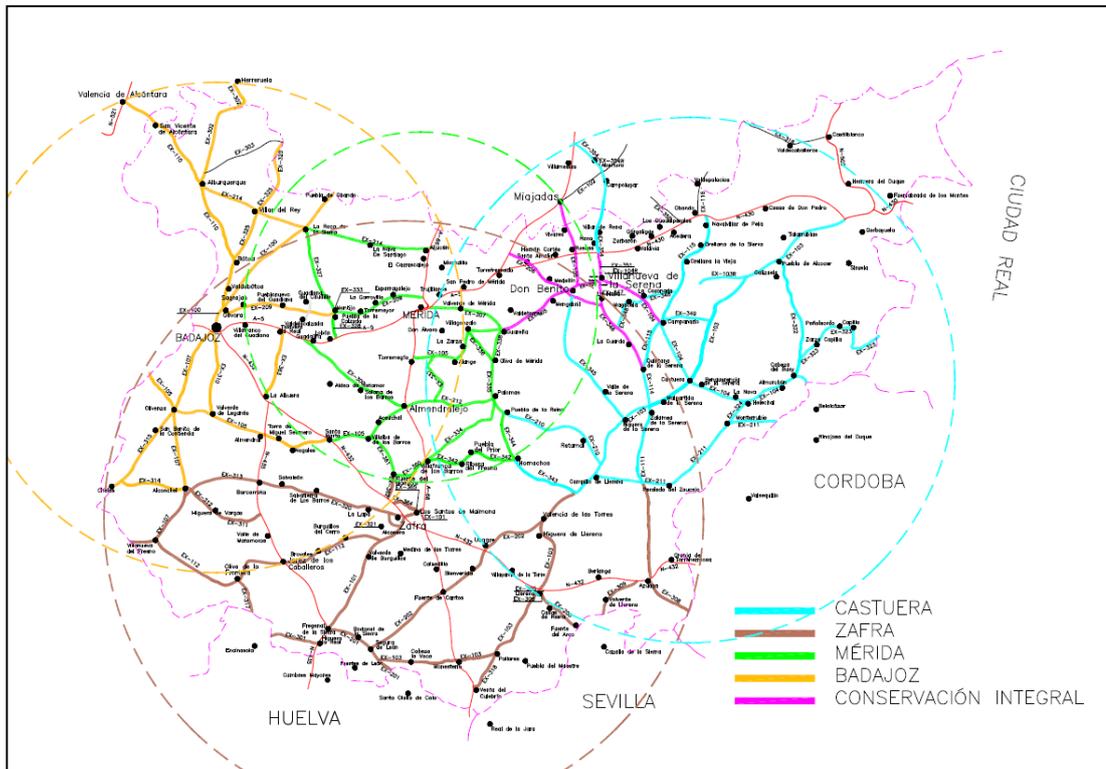


Figura 7: Zonas de conservación en la provincia de Badajoz (Sección de Infraestructuras de la Junta de Extremadura, 2017)

2. OBJETIVOS

La elaboración de este trabajo tiene por objetivo realizar, en primer lugar, un análisis de la ubicación de los parques de conservación de la red de carreteras de la comunidad autónoma de Extremadura y los tiempos de acceso actuales a las carreteras comprendidas en su zona de actuación.

Mediante la aplicación de una metodología selectiva, en la que se tendrán en cuenta, no solo los tiempos de acceso, sino también la intensidad media diaria de tráfico (IMD) y el personal laboral de cada centro, se propondrán alternativas de redistribución de los kilómetros gestionados por cada zona de actuación.

3. ANTECEDENTES / ESTADO DEL ARTE

3.1 La conservación y el mantenimiento de carreteras

La conservación y el mantenimiento de infraestructuras viarias, ha ganado importancia en las últimas décadas, ya que se ha convertido en un eje fundamental de estudio para las administraciones que gestionan las infraestructuras. El Plan de infraestructuras, transporte y vivienda (2015) recoge la necesidad de racionalizar las inversiones en infraestructuras, poniendo énfasis en invertir en conservación y mantenimiento frente a las inversiones en nuevas infraestructuras.

La situación económica actual y la falta de inversión, ha provocado un profundo análisis de los sistemas de financiación y los modelos de gestión utilizados hasta la fecha. Desde distintas asociaciones, se ha promovido la evaluación del estado actual de las carreteras y la necesidad de mayores inversiones, como son los casos de la Asociación Española de la Carretera con auditorías cada dos años sobre el estado de las carreteras españolas (AEC, 2015), o la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas, con la creación de la monografía “Las necesidades de conservación de los firmes de las carreteras españolas” (Val, 2010).

Desde hace años, la tendencia internacional de buscar nuevos modelos de gestión de las infraestructuras públicas ha generado multitud de estudios y tesis. En el sector viario, principalmente, se han realizado sobre la inclusión de una participación privada en los modelos de ejecución y financiación de la conservación, mediante contratos de conservación integral para la gestión de determinadas carreteras, como se explican en el libro “Estado del arte de la conservación de infraestructuras en España” (PriceWaterhouseCoopers-ACEX, 2007) o “Infraestructura pública y participación privada: conceptos y experiencias en América y España” (Vassallo, Izquierdo, 2010).

Los beneficios socio-económicos que se generan de una buena conservación son de muy diversa índole y difíciles de cuantificar. El principal resultado es el desarrollo territorial de las zonas con mayor actividad empresarial, favorecido con la conservación de sus carreteras más concurridas. Esto permite una conectividad adecuada con otras poblaciones para poder desarrollar una mayor actividad económica. También es necesaria una inversión de conservación en zonas menos desarrolladas para evitar su aislamiento. Entre los beneficios sociales se encuentran mejoras en el confort, ahorro de tiempo y carburante en el trayecto, aumento de la seguridad, incremento de empleos, reducción de mantenimiento de vehículos etc. (ACEX y PwC, 2007).

3.2 Los SIG y sus aplicaciones en la ingeniería civil

Desde su aparición hasta la actualidad, las aplicaciones de los sistemas de información geográfica han permitido la combinación de los datos espaciales con información descriptiva de proyectos, sirviendo de apoyo en la toma de decisiones mediante la incorporación de análisis multicriterio (Saenz, 1992).

La aplicación en la obra civil abarca todas las ramas, permitiendo crear un entorno multidisciplinar en el cual se pueden interconectar de forma ordenada información de ámbitos muy diferentes. La utilización de datos se adapta según el tipo de estudio a realizar.

Algunas de las ramas de la ingeniería civil que abarcan los estudios con SIG son:

- Transportes: mediante la implementación de modelos de accesibilidad capaces de predecir las influencias de los distintos elementos territoriales, ayudando así en la decisión de planificaciones de infraestructuras (Mora et al., 2003) (Rodríguez, Gutiérrez, 2012). También se aplican los SIG al estudio de accesibilidad a recursos públicos (Nieto, Cárdenas, 2013).

- Hidrología y gestión de recursos hídricos: permiten la representación de modelos hidrológicos mediante la introducción de gran cantidad de datos como pueden ser: Geográficos, hidrometeorológicos, escorrentías, vegetación, etc. Estos ayudan a una evaluación más exacta de recursos hidrológicos y de las zonas de afección de cuencas. (Samper et al., 2005). Las aplicaciones de los sistemas de información han sido estudiadas para el apoyo en la gestión más eficiente de dichos recursos hídricos, posibilitando el diseño y manejo de redes de abastecimiento de agua potable (Martínez, 2012) o de regadíos (Pérez, 2015).
- Planeamiento territorial: La inserción de la tecnología SIG para el planeamiento y gestión urbanística nos permite una adecuada ordenación del territorio, facilitando un modelo de clasificación y organización del uso del suelo. La finalidad es dotar de medios a las administraciones, los cuales favorezcan la creación de políticas de desarrollo urbano de las ciudades donde se implante los SIG, con la consiguiente agrupación de datos de planeamiento urbano, topográficos y catastrales (García, Valls, Moix, 2011) (Jiménez, 2015)

3.3 La conservación y mantenimiento de carreteras

La implementación de los SIG en la gestión de carreteras es un campo cada vez más en auge, consecución de la búsqueda de optimizar los recursos y lograr una mayor eficiencia en la conservación y explotación.

Estos sistemas otorgan la capacidad de identificar, priorizar y programar las intervenciones en la red, basándose en la evaluación del estado de las infraestructuras y estableciendo las limitaciones presupuestarias (Hernández Juan, 2001).

Existen diversos programas SIG que han añadido extensiones para la gestión de las redes viarias, como es el caso de la extensión gvSIG-ROADS, el cual fue creado para analizar o gestionar los elementos, la operatividad y la funcionalidad técnica y territorial de cualquier tipo de infraestructura viaria. Resulta de gran utilidad la capacidad de gvSIG-ROADS para introducir cualquier dato relacionado con la carretera:

- Inventario de elementos: Firmes, señales, elementos de seguridad, puentes, etc.
- Operatividad viaria: obras, viabilidad invernal, tareas, etc.
- Funcionalidad viaria: Accidentes, tráfico, análisis de accesibilidad, etc.
- Administración y gestión: Personal, maquinaria, material, costes, etc.

La compatibilidad de todos estos datos permite una evaluación permanente de estado de las vías, dotando de un apoyo técnico en la generación de planes de actuación para las administraciones o empresas encargadas de la gestión viaria (Espí Amoraga, 2012).

Otro ejemplo de aplicación de la tecnología SIG es la creación por parte de la Demarcación de carreteras de Murcia de un Sistema de Información Geográfica de Explotación de Carreteras, denominado SIGex. Mediante una interfaz de herramientas para gestionar las capas se consigue una conexión entre distintos tipos de datos.

Esta plataforma garantiza un apoyo en la toma de decisiones. Mediante instrumentos que nos permiten representar incidencias, deterioros o accidentes es posible establecer planes de actuación.

También es una herramienta de gran utilidad en la logística del centro de conservación, ya que permite conocer en tiempo real la posición de los vehículos pertenecientes a la flota o realizar inventarios de los elementos de la carretera (Rocha, 2016).

4. MATERIAL Y MÉTODO

En la realización del presente estudio ha sido necesaria la utilización de los siguientes recursos.

4.1 Material

La realización al completo del estudio ha sido desarrollada por los siguientes programas informáticos:

- a) ArcGis trial version: software de tecnología SIG cuya aplicación ha sido el análisis de la red de carreteras y la representación cartográfica de los datos.
- b) Google Earth: herramienta geográfica para la obtención de datos espaciales sobre la ubicación de los parques.
- c) Google Maps: al igual que Google Earth, es un programa de carácter geoespacial, su aplicación en este trabajo ha sido la de comprobación de algunas rutas generadas con SIG.
- d) Microsoft Excel: software utilizado para el tratamiento de datos, cálculo de los diferentes criterios para una nueva organización y para el cálculo de estadísticas y de los indicadores de accesibilidad.

La aplicación de estos programas resulta vital para un correcto análisis de la situación actual de la conservación extremeña, pero para poder formular un juicio correcto del servicio de mantenimiento es necesario un tratamiento adecuado de los datos.

Los principales datos utilizados han necesitado una modificación previa a la elaboración del análisis, ya que carecían de factores trascendentes en el funcionamiento de la red, como pueden ser: la velocidad, la IMD o el parque de conservación asignado.

La información necesaria para la realización del trabajo es de origen público, debido a que todo lo referente a la planificación tanto técnica como económica son competencia de la Junta de Extremadura; incluyendo los centros Don Benito y Navalmoral de la Mata, gestionados mediante la contratación de una empresa de servicios especializada.

Los datos necesarios han sido obtenidos de diversas fuentes:

1. Datos e información referente a los Parques de Conservación:

Datos sobre la localización de los centros, información pormenorizada de las zonas de actuación y el personal laboral de cada uno.

La fuente de obtención ha sido el Servicio de Infraestructuras Viarias, perteneciente a la Consejería de Economía e Infraestructuras de la Junta de Extremadura.

2. Datos referentes a las infraestructuras viarias:

Para el estudio de la accesibilidad de los centros, es necesaria la introducción de los destinos que requieren ser conservados. En el caso de este estudio y con la finalidad de asemejarse a los trayectos reales, la necesidad de conservación será asignada a cada punto kilométrico perteneciente a la red autonómica. Otro dato influyente en la red es su Intensidad Media Diaria (IMD), ya que, según el tráfico, la importancia de la conservación varía.

La base de datos de los puntos kilométricos y de las IMD de las carreteras ha sido proporcionada por el Servicio de Infraestructuras Viarias, perteneciente a la Consejería de Economía e Infraestructuras de la Junta de Extremadura.

3. Datos referentes a datos cartográficos:

La fuente de obtención se produce a través de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), correspondiente a una plataforma informática que contiene y permite el acceso a todo tipo de información georreferenciada. Permiten la introducción en los SIG de información espacial de la red de carreteras y límites territoriales. De este catálogo de servicios también ha sido de importancia la obtención de mapas y ortofotos.

Las fuentes son de dos tipos, dependiendo del ámbito territorial:

- IDEE, Infraestructura de Datos Espaciales de España.
- IDEEX, Infraestructura de Datos Espaciales de Extremadura.

Para el buen desarrollo de la metodología, es necesaria la explicación previa de las distintas clasificaciones de datos y el tratamiento previo a su utilización. Así se podrá comprender la influencia que tienen actualmente en la conservación.

4.1.1 Información de los parques de conservación

La red de carreteras cuenta con una base de datos de 3.842 puntos kilométricos los cuales serán destino teórico de las labores de mantenimiento y referencias para el cálculo de tiempos de desplazamientos. En referencia a las zonas de actuación de los parques de conservación, se nos ha proporcionado la siguiente distribución de los puntos kilométricos:

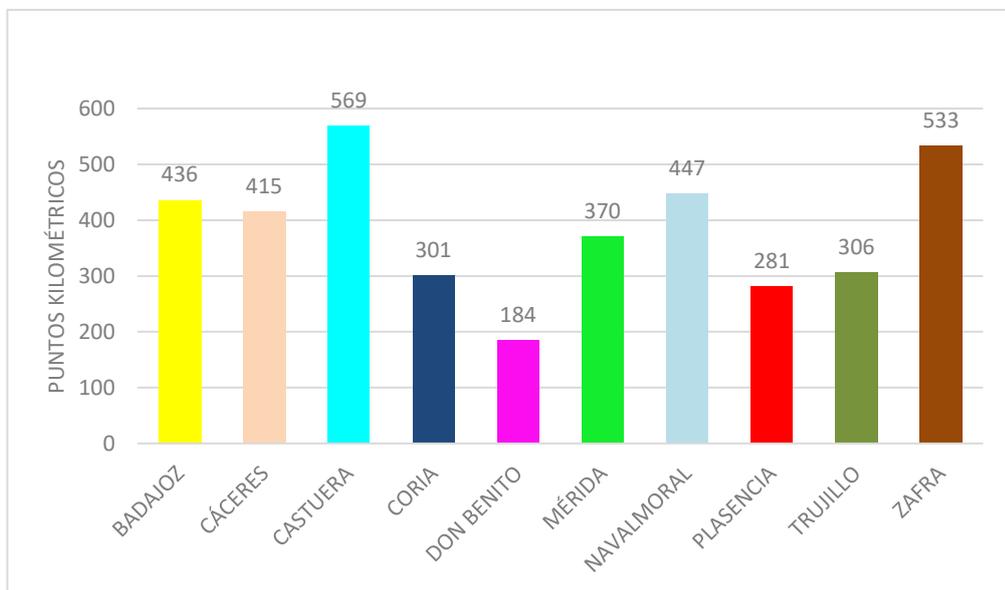


Figura 8: Clasificación de los puntos kilométricos según los parques de conservación

Se observa en la figura 8 que la repartición de los kilómetros de la red no produce una distribución equitativa, por lo tanto, el personal laboral de la Junta de Extremadura también guardará relación con esta distribución.

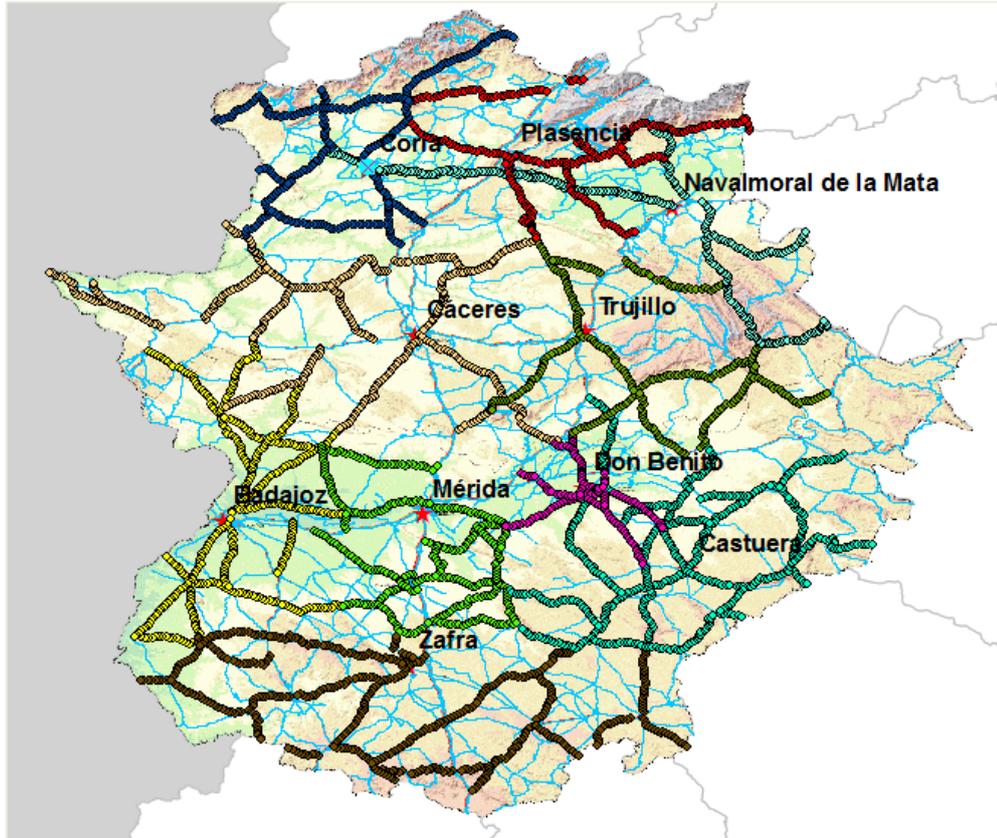


Figura 9: Representación geográfica de los puntos kilométricos de cada parque

La sección de infraestructuras viarias de la Consejería de Economía e Infraestructuras cuenta actualmente con 219 trabajadores en materia de conservación. A continuación, se muestra en la figura 10 la distribución de trabajadores y el N° de PPKK por persona.

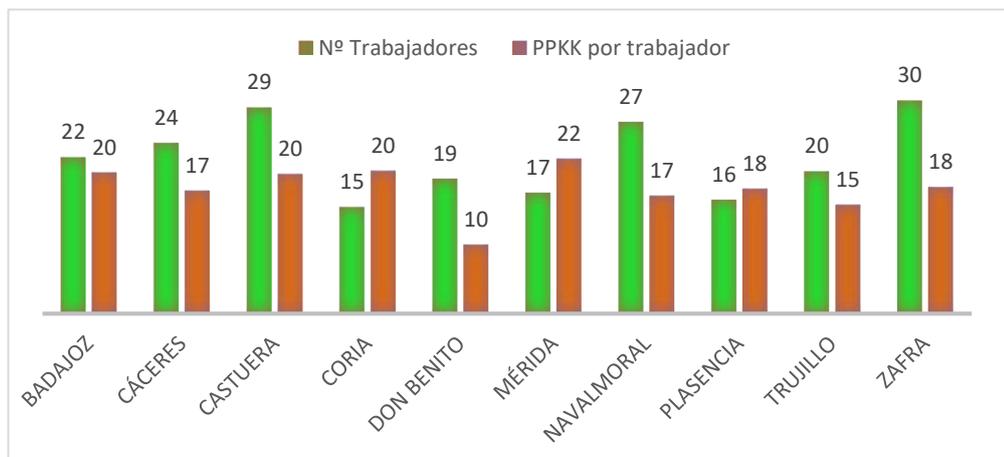


Figura 10: Número de trabajadores en cada centro y relación de kilómetros correspondientes por trabajador

4.1.2 Información de las infraestructuras viarias

La infraestructura de carreteras es uno de los elementos principales para el desarrollo del estudio. Por ello, es necesario determinar si todos los tipos de vías tienen asignada una velocidad, impedancia y longitud en sus tramos.

Analizando la red de carreteras, es necesario eliminar aquellos elementos que representen en el SIG carreteras no aptas para el tránsito en unas condiciones de seguridad y rapidez necesarias, por lo que es necesario eliminar cuya tipificación sea la de “Camino” o “Abandonada”. Al resto de vías se le asignan las velocidades recogidas en la *Tabla 1*.

Tabla 1: Velocidades adoptadas según los tipos de vía presentes en la red autonómica.

TIPO DE VÍA	VELOCIDADES (KM/H)
AUTOVÍAS	120
CALLES	30
CARRETERA BÁSICA	100
CARRETERA INTERCOMARCAL	100
CARRETERA LOCAL	100
CARRETERA NACIONAL	100
ENLACES	50
TRAVESÍA AUTOVÍA AUTONÓMICA	80
TRAVESÍAS	50

Con las velocidades y las longitudes de cada tramo, es posible calcular el valor de la impedancia. Este se define como el coste que supone el recorrido por cada carretera. Si la impedancia se expresa en minutos, su cálculo corresponde a la siguiente ecuación:

$$Impedance (min) = \frac{longitud (m)}{velocidad (km/h) * \frac{1000}{1} (m/km) * \frac{1}{60} (min/h)}$$

Los puntos kilométricos también pueden clasificarse según las variables que lleven asociadas las infraestructuras.

En la figura 11 se muestra la clasificación según el tipo de vía. Estas pueden ser de cuatro tipos: autovía autonómica, carretera básica, carretera intercomarcal y carretera local.

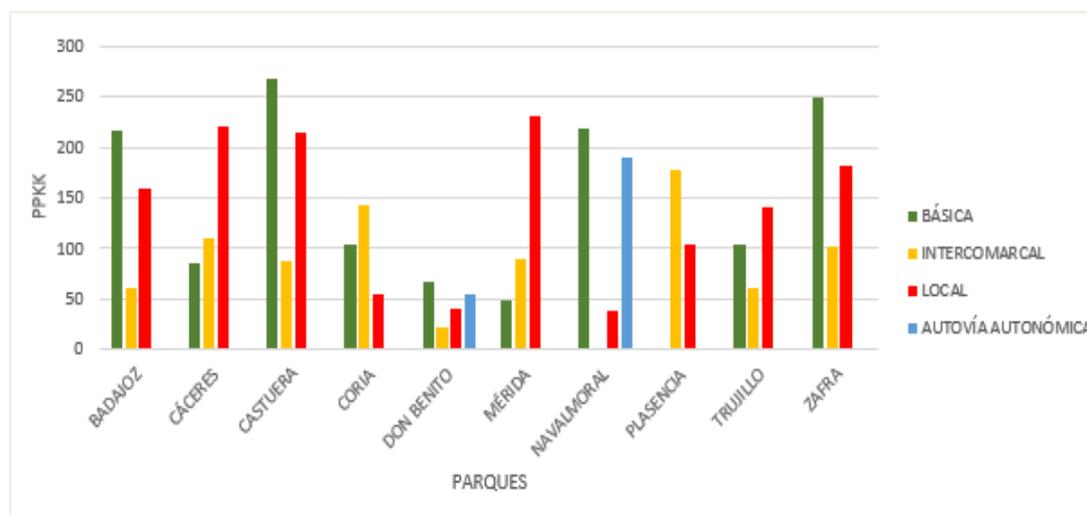


Figura 11: Representación de los puntos kilométricos según el tipo de vía en cada centro

Otra posibilidad es clasificarlas según el tipo de Intensidad Media Diaria. En este estudio, el tipo de tráfico se dividirá en rangos creados por el Servicio de infraestructuras viarias de la Junta de Extremadura (Tabla 2). Los límites de cada categoría se han establecido a partir de un estudio que permite mantener un Índice de Peligrosidad adecuado y una relación de N^ovehículos/kilómetro muy parecido en cada rango. Atendiendo a este criterio las carreteras se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 2: Rangos de clasificación del tráfico. (Fuente: Servicio de infraestructuras viarias, Junta de Extremadura)

IMD BAJA	IMD MEDIA-BAJA	IMD MEDIA-ALTA	IMD ALTA
0-1000	1000-2000	2000-5000	>5000

Según información proporcionada por el servicio de infraestructuras, las carreteras cuyo índice de peligrosidad es más bajo son aquellas con una IMD mayor. Esto se debe a una principal atención en la conservación.

En función de estos rangos, se realizan las distribuciones de las figuras 12 y 13, coincidiendo las mayores IMD con los parques que poseen las dos autovías autonómicas.

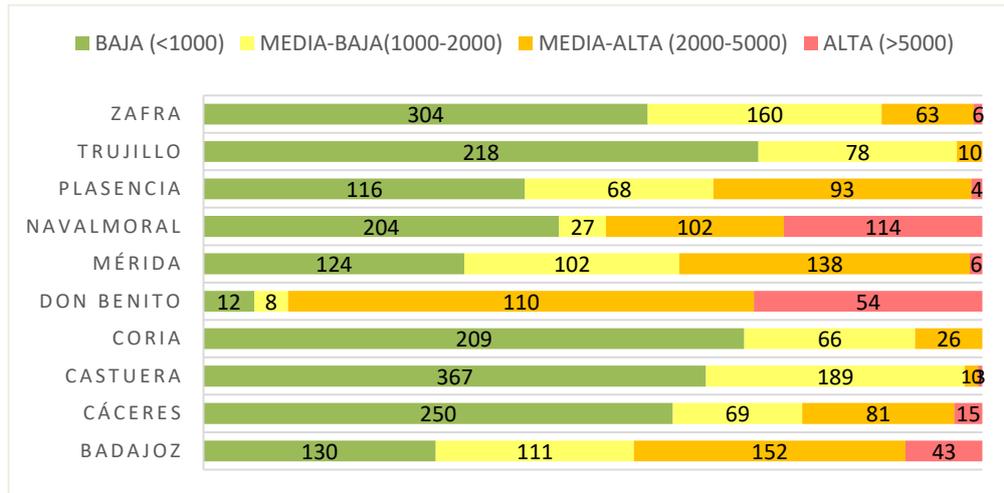


Figura 12: Clasificación de los puntos kilométricos en cada centro según la IMD

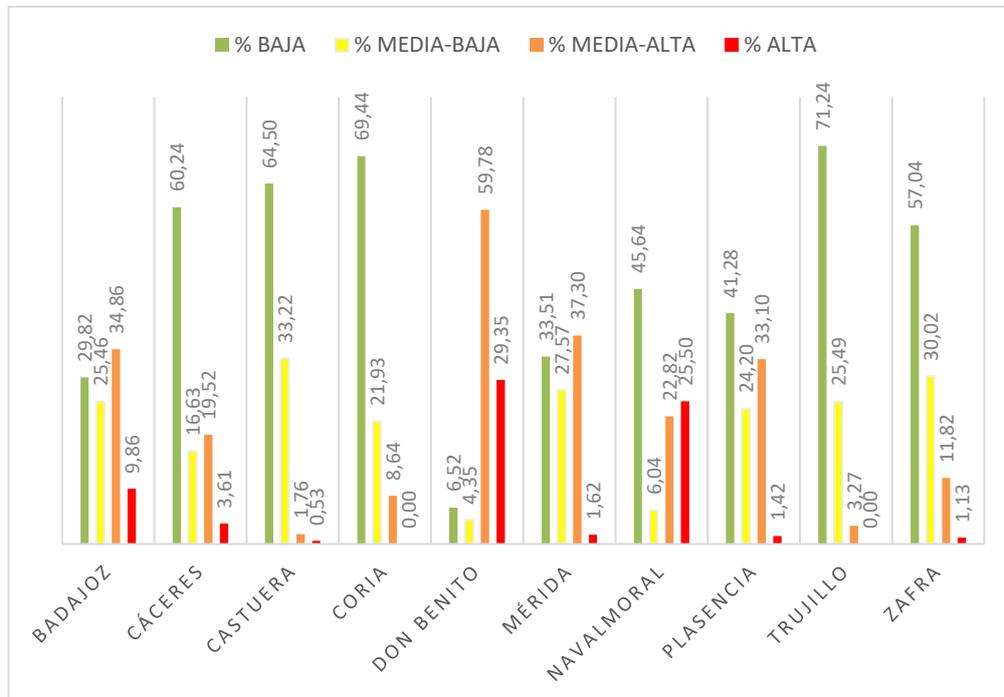


Figura 13: Porcentajes de las IMD en cada centro

Se puede afirmar, en referencia a los datos sobre las intensidades de tráfico, que, en aquellas carreteras con menor índice de peligrosidad, es necesaria una mayor actuación en conservación para poder mantener dicho índice en niveles aceptables. Este hecho permite afirmar que la importancia del mantenimiento de las carreteras con intensidades altas y medias-altas es mayor que las otras dos categorías inferiores.

Por lo tanto, no es lo mismo que las propuestas de reordenación afecten a kilómetros más transitados que a carreteras menos solicitadas, siendo de prioridad mantener unos menores tiempos de acceso en los kilómetros de alto tráfico.

4.2 Metodología

Para la determinación de una mejora de la accesibilidad, es necesaria la utilización de una metodología basada en el análisis de redes, utilizando un SIG (ArcGIS). A partir de la realización, será posible la comparación entre la distribución actual y las posibilidades de nueva distribución, generada tras aplicar ciertos criterios de rentabilidad.

Como base de estudio se ha llevado a cabo un análisis de los tiempos de trayecto necesarios para poder realizar la conservación de todas las carreteras, permitiendo gracias a dichos tiempos una redistribución de las distintas zonas de conservación. El objetivo es lograr reducciones en el tiempo de desplazamiento, traducándose en ahorro de costes, rapidez en la actuación y abastecimiento más homogéneo de la red extremeña de carreteras.

Previamente al análisis de la red, se realizará la preparación de los datos nombrados en el apartado anterior, obteniéndose tres capas de datos con los que se desarrollará el estudio:

- a. Orígenes: Centros de conservación de carreteras, son los centros logísticos donde se coordina todas las actividades y recursos.
- b. Elementos a través de los cuales se realiza el desplazamiento: Infraestructuras de Carreteras que componen la Red Viaria de Extremadura, no solo únicamente las de la Junta, debido a que, tanto las estatales como las provinciales pueden ser utilizadas para el desplazamiento. Éstas son dotadas de la impedancia ya explicada anteriormente.
- c. Destinos: Puntos Kilométricos de todas las carreteras autonómicas. Son los lugares definidos para permitir que la conservación sea continua a lo largo de todas las carreteras. A estos se les asignan una IMD, el centro de conservación que le corresponde y una tipificación que permita identificar el kilómetro que es y a qué carretera corresponde.

4.2.1 Análisis de la red

En primer lugar, para realizar este análisis de tiempos de acceso, es necesaria la utilización de herramientas específicas de ArcGIS; en el caso de este trabajo, la extensión utilizada es *Network Analyst*.

Network Analyst es una extensión de herramientas que permite modelar, entre otras funciones, redes de transporte, ya sean redes de carreteras como peatonales; y posteriormente permiten el análisis de ellas.

Para la utilización de estas herramientas, es necesario la creación de un *Dataset de la red*. Éste nos permitirá poseer la topología de la red mediante la existencia de interconexiones de los elementos. Las interconexiones, también llamadas nodos, se generan cuando se produce una intersección al mismo nivel de las infraestructuras. Gracias a la existencia de una gran cantidad de nodos, es posible poseer una amplia red de elementos interconectados que nos permitirá realizar un posterior análisis de rutas óptimas.



Figura 14: Ejemplo de comprobación de los nodos

Como se puede apreciar en la *Figura 14*, es necesario comprobar que la conectividad de los elementos sea la adecuada, permitiendo así detectar errores en la generación de nodos entre vías de distinto nivel.

Realizada la generación del *Dataset*, podremos sacar los costes de transporte por nuestra red. En el caso de este estudio, los costes serán los tiempos mínimos en minutos que tarda en acceder el trabajador desde cada centro de conservación a los puntos kilométricos que tiene asignados.

Para el cálculo de costes, se ha elegido la herramienta *Closest Facility*, diseñada para el cálculo de rutas óptimas para llegar desde cada origen a cada destino. En esta primera parte del estudio, generaremos diez *Closest Facilities* (*Figura 15*), una por cada centro de conservación, imponiéndose así que la conservación se realice desde los centros asignados y no el más cercano.

Este proceso genera diez capas de rutas, donde se puede examinar los trayectos óptimos para acceder desde los centros a los puntos, objetos de ser conservados. Para cada *Closest Facility* se genera una base de datos que identifica el origen y destino, asociándole su coste de trayecto en minutos.



Figura 15: Representación de las rutas óptimas actuales

4.2.2 Criterio de clasificación y propuestas de nuevas rutas

Tras el análisis de la tabla de tiempos de trayectos, se establece el criterio de clasificación. Éste determina cuáles son los puntos kilométricos que tienen un coste demasiado alto y necesitan un nuevo análisis de proximidad que reduzca dicho valor.

Para la determinación que costes de trayecto son considerados como lejanos y, por tanto, susceptible de ser mejorado, se ha recurrido a los cuartiles. Los cuartiles permiten la división de todo el conjunto de tiempos de acceso, ordenados de menor a mayor, en cuatro partes iguales; es decir, en tres separaciones (25%, 50% y 75%). Se ha establecido como criterio que todo valor que supere el valor del tercer cuartil es necesario estudiarlo.

Como más adelante se explica en el apartado de resultados el valor límite de cercanía está en torno a los 35 minutos. Estos tiempos solo suponen la ida hasta el punto kilométrico, con lo cual estamos hablando de dos trayectos por cada vez que se realiza una actuación de conservación.

Con la aplicación de este criterio, se determina el número de puntos que necesitan una propuesta de mejora en su distribución, con el objetivo de una nueva asignación a un parque de conservación más cercano que le permita un trayecto con menor coste que el actual. Para realizar la nueva distribución de puntos kilométricos, es necesario generar otra *Closest Facility*, en la cual se cargan los puntos lejanos y todos los parques. Ahora, al existir varias opciones de centros, la ruta óptima será al más cercano, sin imposiciones de ningún tipo. Para determinar que las rutas generadas son las más rápidas, se han comprobado varias de ellas con las generadas con el navegador de Google Maps, obteniendo unos resultados de tiempo iguales que los producidos por la nueva *Closest Facility*.

Al analizar y comparar los resultados de los nuevos tiempos con los actuales, percibimos varias situaciones particulares:

1. Existencia de puntos que no varían su ruta con la nueva *Closest Facility*. Esto se debe a que ninguno de los otros centros está más cercano que el asignado en la actualidad.
2. Puntos que sí consiguen una reducción de trayecto pero el decremento de ese tiempo resulta ser muy bajo, con lo cual, a efectos prácticos, es absurdo asignarles ese nuevo destino, si el ahorro no es significativo.
3. Por último, se observa que la nueva ordenación únicamente puede afectar a muy pocos puntos kilométricos de una carretera. También a efectos de ejecutar la conservación, resulta poco coherente que un centro solo gestione un par de kilómetros de una carretera y el resto el centro actualmente designado.

Es por tanto necesaria la creación de órdenes que posibiliten la adaptación del criterio de proximidad a las situaciones particulares anteriormente citadas, con la finalidad de solventar estos casos aislados.

Para ello se han aplicado las siguientes directrices:

- a) La primera establece la obligatoriedad de distintas reducciones de tiempo mínimas en cada trayecto. Para ello, se ha decidido que como mínimo se reduzca la mitad de tiempo considerado como límite lejano. Este valor corresponde a unos 17.5 minutos aproximadamente. Al tratarse de un tiempo muy específico también se estudiarán decrementos más asociados al horario habitual.

Es por ello que serán objeto de estudio, reducciones mínimas por trayecto de 15, 17.5 y 20 minutos, con lo cual estaríamos hablando de unas reducciones significativas de 30, 35 y 40 minutos por cada actuación.

- b) La otra directriz es el establecimiento de un conjunto mínimo de x puntos kilométricos en una misma carretera para poder ser destinados a un nuevo parque.

Para resolver los casos en que el cumplimiento de una de estas órdenes requiera el incumplimiento de la otra, se realizarán seis reordenaciones de puntos, dos por cada reducción de tiempo mínima. En una se cumplirá que no exista una conservación menor al conjunto de kilómetros que garantice una actuación rentable. Para ello, se despreciará la reordenación de esos puntos kilométricos, aunque se desprecien reducciones significativas. En la otra, para no despreciar esas reducciones, se les asignará el nuevo parque a los puntos contiguos necesarios para completar el grupo, aunque las reducciones de esos puntos asociados sean menores a la mínima establecida.

4.2.3 Indicador de accesibilidad

Para finalizar el estudio de mejora de los accesos, se necesita la creación de un indicador de accesibilidad que permita evaluar el impacto de las reordenaciones. Un indicador es una herramienta creada para poder cuantificar la influencia de ciertos factores en el estudio.

En el presente trabajo, la reducción del tiempo de acceso es la principal variable para determinar el valor del indicador de las regiones analizadas, pero también existen otras dos variables muy influyentes:

- Intensidad Media Diaria de tráfico que tienen las carreteras, ya que la cesión de kilómetros de carretera no es igual para carreteras con más tránsito que las de menor afluencia, dotando a las primeras de un mayor peso en labores de conservación.
- Personal laboral de cada parque de conservación, con el objetivo de reflejar la diferente afección en carga de trabajo que asumirán los parques con las nuevas reordenaciones.

Con la finalidad de recoger dichas influencias se ha desarrollado el siguiente indicador de accesibilidad:

$$A = \frac{\sum N * p}{T}$$

Donde:

- N: número de puntos kilométricos de cada rango de IMD.
- p: peso otorgado a cada rango de IMD. (Tabla 3)
- T: N° trabajadores de cada Parque de conservación.

Tabla 3: Relación de los distintos pesos de conservación en función de la Intensidad de tráfico.

Rangos IMD	0-1000	1000-2000	2000-5000	>5000
Pesos	1	2	3	4

4.2.4 Creación de mapas ráster

Por último, se procede a la representación cartográfica de los resultados. Para ello, se ha realizado mediante una herramienta basada en un método de interpolación, denominado *IDW (Inverse Distance Weight)*. La utilización de este método permite la generación de mapas ráster a través de la interpolación de datos puntuales. En nuestro caso, serán los datos de tiempos de cada punto kilométrico. Los mapas generados se crean a modo representativo, ya que la información que se interpola no es continua en el espacio, pero se ha obrado de esa forma para que se puedan apreciar los resultados de una forma más visual.

El método de interpolación elegido, se basa en la asignación de valores medios a una zona a través de una interpolación de los puntos próximos. Los valores medios se calculan otorgando más peso para la interpolación a aquellos puntos más cercanos. Por lo tanto, como ocurre en este trabajo, si no existe una distribución correcta de los puntos para interpolar, la representación puede divergir de la realidad en algunas zonas donde la densidad de puntos es menor.

En el caso de este trabajo, se podrán detectar en los diferentes mapas ráster que, al tratarse de información asociada a la carretera, la densidad de puntos depende de la existencia de vías gestionadas por la junta de Extremadura, lo cual da lugar a zonas donde no existen datos de carreteras y la interpolación no es tan exacta.

Otra herramienta de gran utilidad ha sido *Minus*, puesto que ha permitido realizar las diferencias entre los mapas ráster, obteniendo de manera visual las zonas en las que se han mejorado los tiempos de acceso.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de la metodología expuesta nos proporciona una gran cantidad de datos e información de todo tipo. La obtención y análisis de resultados es vital para las posteriores tomas de decisiones. Para ello, es necesario analizar todos y cada uno de los procesos intermedios para facilitar la comprensión de los resultados finales.

El objetivo de este apartado es la focalización en aquellos resultados que puedan determinar una mejora de la accesibilidad en la conservación. Los resultados obtenidos se pueden clasificar en:

5.1 Aplicación del criterio de lejanía y las directrices

- El 1^{er} criterio establecía un tiempo máximo de trayecto, el cual permitía saber qué puntos son considerados como lejanos, y así poder actuar en ellos para reducir los tiempos de trayecto.

Ese tiempo límite fue determinado gracias al tercer cuartil, lo que equivale al 25% superior de todos los puntos kilométricos. Tras el cálculo del tercer cuartil mediante Excel, se ha determinado que el valor límite corresponde con un tiempo de 35,11 minutos (Figura 16). Todos los puntos kilométricos que para acceder a ellos sea necesario un tiempo superior a ese límite serán designados como puntos lejanos.

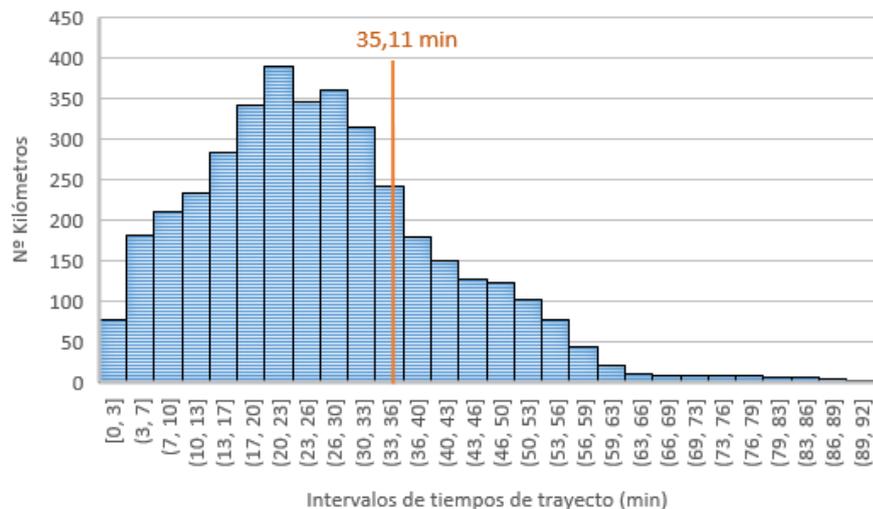


Figura 16: Representación mediante histograma de los tiempos de trayectos y la división del 3^{er} cuartil

Para la ratificación de dicho límite se consultó con el Servicio de infraestructuras de la Junta, dando el visto bueno y exponiendo que un trayecto corto sería menor a media hora.

Tras la adopción de este criterio, los puntos kilométricos se pueden estructurar en:

- Cercanos: costes de tiempo menores a 35,11 minutos. Corresponden al 75% de los todos los valores, lo que supone que 2.880 puntos kilométricos tienen una buena accesibilidad.
- Lejanos: corresponden con el otro 25% de los datos, 962 puntos kilométricos, todos ellos superan los 35,11 minutos. Estos puntos son los que tienen un coste demasiado elevado y necesitan un análisis nuevo de sus rutas.

Tabla 4: Clasificación de los puntos kilómetros según el primer criterio

Parques conservación	PPKK Actuales	PPKK Lejanos (T_{recorrido}>35,10)	% PPKK Lejanos	PPKK Cercanos (T_{recorrido}<35,10)	% PPKK Cercanos
<i>Badajoz</i>	436	85	2,21	351	9,14
<i>Cáceres</i>	415	193	5,02	222	5,78
<i>Castuera</i>	569	106	2,76	463	12,05
<i>Coria</i>	301	42	1,09	259	6,74
<i>Don Benito</i>	184	0	0,00	184	4,79
<i>Mérida</i>	370	20	0,52	350	9,11
<i>Navalmoral</i>	447	146	3,80	301	7,83
<i>Plasencia</i>	281	49	1,28	232	6,04
<i>Trujillo</i>	306	105	2,73	201	5,23
<i>Zafra</i>	533	216	5,62	317	8,25
TOTAL	3842	962	25,04	2880	74,96

- Después del análisis de los 962 puntos, se descubren los casos particulares que conllevan a otro tratamiento con las directrices expuestas en el apartado de metodología.

Como ya se ha citado en este trabajo, existen carreteras que al aplicar un criterio se produce el incumplimiento del otro. Entonces, se adopta la metodología de hacer conjuntos mínimos de cinco puntos kilométricos como forma de planificación rentable de las actuaciones.

El primer caso particular se detecta en las carreteras EX-389 y EX-392, donde no se pueden cumplir con las dos directrices, debido a que la reordenación solo afecta 3 y 4 kilómetros respectivamente. La excepción se produce por no existir la posibilidad de generar grupos de 5 kilómetros, ya que sus puntos contiguos actualmente poseen costes de trayecto considerados como cercanos (<35,11 min); por lo tanto, no han sido incluidos en la Closest Facility de nuevas ubicaciones. Como solución, se ha optado por desprestigiar una reordenación de esos kilómetros, puesto que el resto de kilómetros de esas carreteras tienen actualmente un buen acceso.

Existen dos excepciones en las que no es necesario aplicar la segunda directriz, tras aplicar la aplicación de la primera, la cual establece una reducción mínima del coste. En las carreteras EX-107 y EX-117 solo afecta a una cantidad de kilómetros menor a cinco kilómetros, pero en el caso de estas carreteras la distribución actual es compartida entre el centro que cede los kilómetros y el que los recibe. Esto significa que el nuevo centro asignado no va a llevar la conservación de esos pocos puntos de la carretera, sino que son los puntos siguientes o anteriores a los puntos que ya conserva el centro al que se le quieren asignar dichos puntos. Los resultados de la aplicación de estos criterios serán clasificados de la siguiente manera:

1. Reducciones mínimas de 15 minutos.

Tabla 5: Carreteras donde se produce una reducción mínima de 15 minutos en el coste del trayecto.

Carreteras	Parque actual	Parque nuevo	Kilómetros reordenados	Rango de tiempos de reducción (min)
EX-107	Zafra	Badajoz	14	15,813 - 20,711
EX-108	Navalmoral	Coria	35	22,017 - 44,914
EX-111	Zafra	Castuera	17	15,470 - 29,060
EX-116	Trujillo	Don Benito	12	15,372 - 23,551
EX-117	Cáceres	Coria	3	15,963 - 18,361
EX-203	Plasencia	Navalmoral	31	15,021 - 24,472
EX-206	Cáceres	Don Benito	11	16,299 - 30,370
EX-207	Cáceres	Coria	8	18,586 - 18,609
EX-303	Cáceres	Badajoz	8	16,527 - 26,700
EX-312	Zafra	Badajoz	4	15,598 - 20,753
EX-313	Zafra	Badajoz	7	16,492 - 18,857
EX-342	Mérida	Zafra	1	15,714
EX-345	Castuera	Don Benito	14	15,773 - 27,282
EX-354	Castuera	Don Benito	17	25,845 - 27,101
		Trujillo	11	27,310 - 36,561
EX-355	Trujillo	Don Benito	5	16,669 - 23,551
EX-384	Plasencia	Navalmoral	5	24,472 - 25,664
EX-390	Cáceres	Trujillo	4	16,713 - 21,924
EX-A1	Navalmoral	Coria	55	22,485 - 44,914

La tabla 5 muestra el número de kilómetros, cuya reordenación produce un descenso mínimo de 15 minutos en el coste trayecto.

A excepción de la EX-117, las carreteras EX-312, EX-342 y EX-390 no se han tenido en cuenta al no ser rentable para el parque gestionar la conservación de menos de 5 kilómetros.

Sin embargo, para la EX-117 sí se ha permitido la redistribución de 3 puntos kilométricos, correspondientes a los kilómetros 41, 42 y 43. Esto es debido a que Coria, nuevo destino de esos tres kilómetros, gestiona desde el kilómetro 44 al 68 y, por lo tanto, serían contiguos.

Tabla 6: Carreteras donde se produce una reducción mínima de 15 minutos y a su vez se completan grupos de cinco kilómetros para las eliminadas en la Tabla 5.

Carreteras	Parque actual	Parque nuevo	Kilómetros reordenados	Rango de tiempos de reducción (min)
EX-107	Zafra	Badajoz	14	15,813 - 20,711
EX-108	Navalmoral	Coria	35	22,017 - 44,914
EX-111	Zafra	Castuera	17	15,470 - 29,060
EX-116	Trujillo	Don Benito	12	15,372 - 23,551
EX-117	Cáceres	Coria	3	15,963 - 18,361
EX-203	Plasencia	Navalmoral	31	15,021 - 24,472
EX-206	Cáceres	Don Benito	11	16,299 - 30,370
EX-207	Cáceres	Coria	8	18,586 - 18,609
EX-303	Cáceres	Badajoz	8	16,527 - 26,700
EX-312	Zafra	Badajoz	5	13,850 - 20,753
EX-313	Zafra	Badajoz	7	16,492 - 18,857
EX-342	Mérida	Zafra	5	12,731 - 15,714
EX-345	Castuera	Don Benito	14	15,773 - 27,282
EX-354	Castuera	Don Benito	17	25,845 - 27,101
		Trujillo	11	27,310 - 36,561
EX-355	Trujillo	Don Benito	5	16,669 - 23,551
EX-384	Plasencia	Navalmoral	5	24,472 - 25,664
EX-390	Cáceres	Trujillo	5	14,980 - 21,924
EX-A1	Navalmoral	Coria	55	22,485 - 44,914

Con la finalidad de no despreciar la reducción de tiempo de esos tramos de carreteras eliminados en el apartado a), se buscan los puntos kilométricos contiguos para formar grupos de cinco y así rentabilizar la gestión (Tabla 6). Estos puntos no producen una reducción mínima de 15 minutos en el coste pero, al formar los conjuntos, se evita despreciar kilómetros que pueden reducir hasta 22 minutos por trayecto.

En las tablas 7, 8, 9 y 10 de resultados se aplicará el mismo método explicado en estos dos apartados, aunque, al ser mayores las exigencias de reducción, también decrecerá el número de kilómetros reordenados.

2. Reducciones mínimas de 17,5 minutos.

Tabla 7: Carreteras donde se produce una reducción mínima de 17,5 minutos en el coste del trayecto.

Carreteras	Parque actual	Parque nuevo	Kilómetros reordenados	Rango de tiempos de reducción (min)
EX-107	Zafra	Badajoz	12	18,245 - 20,711
EX-108	Navalmoral	Coria	35	22,017 - 44,914
EX-111	Zafra	Castuera	15	17,859 - 29,060
EX-116	Trujillo	Don Benito	10	17,808 - 23,551
EX-117	Cáceres	Coria	1	18,361
EX-203	Plasencia	Navalmoral	28	18,657 - 24,472
EX-206	Cáceres	Don Benito	10	18,483 - 30,370
EX-207	Cáceres	Coria	8	18,586 - 18,609
EX-303	Cáceres	Badajoz	7	18,229 - 26,700
EX-312	Zafra	Badajoz	2	18,992 - 20,753
EX-313	Zafra	Badajoz	1	18,857
EX-345	Castuera	Don Benito	12	19,147 - 27,282
EX-354	Castuera	Don Benito	17	25,845 - 27,101
		Trujillo	11	27,310 - 36,561
EX-355	Trujillo	Don Benito	4	18,479 - 23,551
EX-384	Plasencia	Navalmoral	5	24,472 - 25,664
EX-390	Cáceres	Trujillo	3	18,445 - 21,924
EX-A1	Navalmoral	Coria	55	22,485 - 44,914

Esta tabla 7 muestra el número de kilómetros, cuya reordenación produce un descenso mínimo de 17,5 minutos en el coste trayecto.

Las carreteras EX-312, EX-313, EX-355 y EX-390 no cumplen con el mínimo establecido, por lo que no se tienen en cuenta.

Sin embargo, para la EX-117 sí se ha permitido la gestión por parte del parque de Coria del kilómetro 43, produciéndose el mismo caso que en el apartado b).

Tabla 8: : Carreteras donde se produce una reducción mínima de 17,5 minutos y a su vez se completan grupos de cinco kilómetros para las eliminadas en la Tabla 7.

Carreteras	Parque actual	Parque nuevo	Kilómetros reordenados	Rango de tiempos de reducción (min)
EX-107	Zafra	Badajoz	12	18,245 - 20,711
EX-108	Navalmoral	Coria	35	22,017 - 44,914
EX-111	Zafra	Castuera	15	17,859 - 29,060
EX-116	Trujillo	Don Benito	10	17,808 - 23,551
EX-117	Cáceres	Coria	1	18,361
EX-203	Plasencia	Navalmoral	28	18,657 - 24,472
EX-206	Cáceres	Don Benito	10	18,483 - 30,370
EX-207	Cáceres	Coria	8	18,586 - 18,609
EX-303	Cáceres	Badajoz	7	18,229 - 26,700
EX-312	Zafra	Badajoz	5	13,850 - 20,753
EX-313	Zafra	Badajoz	5	16,705 - 18,857
EX-345	Castuera	Don Benito	12	19,147 - 27,282
EX-354	Castuera	Don Benito	17	25,845 - 27,101
		Trujillo	11	27,310 - 36,561
EX-355	Trujillo	Don Benito	5	16,669 - 23,551
EX-384	Plasencia	Navalmoral	5	24,472 - 25,664
EX-390	Cáceres	Trujillo	5	14,980 - 21,924
EX-A1	Navalmoral	Coria	55	22,485 - 44,914

Para cumplir con las exigencias de sumar conjuntos de cinco puntos kilométricos, ha sido necesario el apoyo de los siguientes puntos:

- EX-312: 3 kilómetros del centro de conservación de Zafra.
- EX-313: 4 kilómetros del centro de conservación de Zafra.
- EX-355: 1 kilómetro del centro de conservación de Trujillo.
- EX-390: 2 kilómetros del centro de conservación de Cáceres.

3. Reducciones mínimas de 20 minutos.

Tabla 9: Carreteras donde se produce una reducción mínima de 20 minutos en el coste del trayecto.

Carreteras	Parque actual	Parque nuevo	Kilómetros reordenados	Rango de tiempos de reducción (min)
EX-107	Zafra	Badajoz	2	20,573 - 20,711
EX-108	Navalmoral	Coria	35	22,017 - 44,914
EX-111	Zafra	Castuera	13	20,273 - 29,060
EX-116	Trujillo	Don Benito	8	20,189 - 23,551
EX-203	Plasencia	Navalmoral	26	20,403 - 24,472
EX-206	Cáceres	Don Benito	8	21,126 - 30,370
EX-303	Cáceres	Badajoz	5	21,635 - 26,700
EX-312	Zafra	Badajoz	1	20,753
EX-345	Castuera	Don Benito	11	20,838 - 27,282
EX-354	Castuera	Don Benito	17	25,845 - 27,101
		Trujillo	11	27,310 - 36,561
EX-355	Trujillo	Don Benito	3	20,225 - 23,551
EX-384	Plasencia	Navalmoral	5	24,472 - 25,664
EX-390	Cáceres	Trujillo	2	20,141 - 21,924
EX-A1	Navalmoral	Coria	55	22,485 - 44,914

Las carreteras EX-312, EX-355 y EX-390 no cumplen con el mínimo establecido, por lo que no se tienen en cuenta.

Si en los dos anteriores casos se producía la excepción con la EX-117, al aplicar reducciones mayores a 20 min esta carretera, no existe ya ningún punto que necesite una nueva ubicación más cercana.

Por el contrario, se detecta que en la carretera EX-107 es posible una nueva excepción. Los kilómetros 45 y 46 mejoran su accesibilidad si su centro de conservación es Badajoz en vez de Zafra. En la situación actual de dicha carretera, el mantenimiento es compartido entre Badajoz y Zafra, siendo competencia de Badajoz hasta el kilómetro 44, haciendo posible la unión de únicamente 2 kilómetros a los otros contiguos.

Tabla 10: Carreteras donde se produce una reducción mínima de 20 minutos y a su vez se completan grupos de cinco kilómetros para las eliminadas en la Tabla 9.

Carreteras	Parque actual	Parque nuevo	Kilómetros reordenados	Rango de tiempos de reducción
EX-107	Zafra	Badajoz	2	20,573 - 20,711
EX-108	Navalmoral	Coria	35	22,017 - 44,914
EX-111	Zafra	Castuera	13	20,273 - 29,060
EX-116	Trujillo	Don Benito	8	20,189 - 23,551
EX-203	Plasencia	Navalmoral	26	20,403 - 24,472
EX-206	Cáceres	Don Benito	8	21,126 - 30,370
EX-303	Cáceres	Badajoz	5	21,635 - 26,700
EX-312	Zafra	Badajoz	5	13,850 - 20,753
EX-345	Castuera	Don Benito	11	20,838 - 27,282
EX-354	Castuera	Don Benito	17	25,845 - 27,101
		Trujillo	11	27,310 - 36,561
EX-355	Trujillo	Don Benito	5	16,669 - 23,551
EX-384	Plasencia	Navalmoral	5	24,472 - 25,664
EX-390	Cáceres	Trujillo	5	14,980 - 21,924
EX-A1	Navalmoral	Coria	55	22,485 - 44,914

Puntos necesarios para completar los grupos:

- EX-312: 4 kilómetros pertenecientes al parque de Zafra.
- EX-355: 2 kilómetros pertenecientes al parque de Trujillo.
- EX-390: 3 kilómetros pertenecientes al parque de Cáceres.

Se puede apreciar que las carreteras afectadas en cada reorganización son prácticamente las mismas, aunque a medida que se aumenta el mínimo que tiene que disminuir el coste, la cantidad de kilómetros que cumplen los requisitos de rentabilidad disminuyen.

Conocer cuántos puntos son afectados en cada caso, permite la creación de tablas con los kilómetros cedidos y recibidos por cada unidad de gestión.

5.2 Reordenación de puntos kilométricos

Después de la selección de kilómetros susceptibles de ser analizados, mediante la adopción de criterios, directrices y múltiples excepciones particulares de cada carretera, obtenemos la nueva ordenación resultante del apartado anterior.

Gracias a estas nuevas ordenaciones según las distintas selecciones, es posible detectar las mejoras producidas respecto a la organización actual y establecer una base de datos para el posterior cálculo de indicadores de accesibilidad.

Opción 1:

Tabla 11: Repartición correspondiente a una reducción mínima de 15 minutos en el coste del trayecto.

Parques de conservación	Nº PPKK <15min	Nº PPKK >15min	Nº PPKK RECIBIDOS	Nº PPKK CEDIDOS	Nº PPKK REORDENADOS
BADAJOS	85	0	29	0	465
CÁCERES	159	34	0	30	385
CASTUERA	64	42	17	42	544
CORIA	42	0	101	0	402
DON BENITO	0	0	59	0	243
MÉRIDA	19	1	0	0	370
NAVALMORAL	56	90	36	90	393
PLASENCIA	6	43	0	36	245
TRUJILLO	88	17	11	17	300
ZAFRA	174	42	0	38	495
TOTAL	693	269	253	253	3842

La cantidad de kilómetros afectados en esta nueva organización corresponde a 253, un 26,30% de los puntos considerados como lejanos.

Opción 2:

Tabla 12: Repartición correspondiente a una reducción mínima de 15 minutos en el coste del trayecto y cumplimiento del conjunto de 5 puntos kilométricos.

Parques de conservación	Nº PPKK <15min	Nº PPKK >15min	Nº PPKK RECIBIDOS	Nº PPKK CEDIDOS	Nº PPKK REORDENADOS
BADAJOS	85	0	34	0	470
CÁCERES	159	34	0	35	380
CASTUERA	64	42	17	42	544
CORIA	42	0	101	0	402
DON BENITO	0	0	59	0	243
MÉRIDA	19	1	0	5	365
NAVALMORAL	56	90	36	90	393
PLASENCIA	6	43	0	36	245
TRUJILLO	88	17	16	17	305
ZAFRA	174	42	5	43	495
TOTAL	693	269	268	268	3842

La cantidad de kilómetros afectados en esta nueva organización (tabla 12) corresponde a 268, un 27,86% de los puntos considerados lejanos.

Opción 3:

Tabla 13: Repartición correspondiente a una reducción mínima de 17,5 minutos en el coste del trayecto.

Parques de conservación	Nº PPKK <17,5min	Nº PPKK >17,5min	Nº PPKK RECIBIDOS	Nº PPKK CEDIDOS	Nº PPKK REORDENADOS
BADAJOS	85	0	19	0	455
CÁCERES	164	29	0	26	389
CASTUERA	66	40	15	40	544
CORIA	42	0	99	0	400
DON BENITO	0	0	49	0	233
MÉRIDA	20	0	0	0	370
NAVALMORAL	56	90	33	90	390
PLASENCIA	9	40	0	33	248
TRUJILLO	91	14	11	10	307
ZAFRA	186	30	0	27	506
TOTAL	719	243	226	226	3842

La cantidad de kilómetros afectados en esta nueva organización corresponde a 226, un 23,49% de los puntos considerados lejanos (tabla 13).

Opción 4:

Tabla 14: Repartición correspondiente a una reducción mínima de 17,5 minutos en el coste del trayecto y cumplimiento del conjunto de 5 puntos kilométricos.

Parques de conservación	Nº PPKK <17,5min	Nº PPKK >17,5min	Nº PPKK RECIBIDOS	Nº PPKK CEDIDOS	Nº PPKK REORDENADOS
BADAJOS	85	0	29	0	465
CÁCERES	164	29	0	31	384
CASTUERA	66	40	15	40	544
CORIA	42	0	99	0	400
DON BENITO	0	0	54	0	238
MÉRIDA	20	0	0	0	370
NAVALMORAL	56	90	33	90	390
PLASENCIA	9	40	0	33	248
TRUJILLO	91	14	16	15	307
ZAFRA	186	30	0	37	496
TOTAL	719	243	246	246	3842

La cantidad de kilómetros afectados en esta nueva organización (tabla 14) corresponde a 246, un 25,57% de los puntos considerados lejanos.

Opción 5:

Tabla 15: Reducción mínima de 20 minutos en el coste del trayecto.

Parques de conservación	Nº PPKK <20min	Nº PPKK >20min	Nº PPKK RECIBIDOS	Nº PPKK CEDIDOS	Nº PPKK REORDENADOS
BADAJOS	85	0	5	0	441
CÁCERES	178	15	0	13	402
CASTUERA	67	39	13	39	543
CORIA	42	0	90	0	391
DON BENITO	0	0	44	0	228
MÉRIDA	20	0	0	0	370
NAVALMORAL	56	90	31	90	388
PLASENCIA	12	37	0	31	250
TRUJILLO	94	11	11	8	309
ZAFRA	200	16	0	13	520
TOTAL	754	208	194	194	3842

La cantidad de kilómetros afectados en esta nueva organización corresponde a 194, un 20,17% de los puntos considerados lejanos (tabla 15).

Opción 6:

Tabla 16: Reducción mínima de 20 minutos en el coste del trayecto y cumplimiento del conjunto de 5 puntos kilométricos.

Parques de conservación	Nº PPKK <20min	Nº PPKK >20min	Nº PPKK RECIBIDOS	Nº PPKK CEDIDOS	Nº PPKK REORDENADOS
BADAJOS	85	0	15	0	451
CÁCERES	178	15	0	18	397
CASTUERA	67	39	13	39	543
CORIA	42	0	90	0	391
DON BENITO	0	0	49	0	233
MÉRIDA	20	0	0	0	370
NAVALMORAL	56	90	31	90	388
PLASENCIA	12	37	0	31	250
TRUJILLO	94	11	16	13	309
ZAFRA	200	16	0	23	510
TOTAL	754	208	214	214	3842

La cantidad de kilómetros afectados en esta nueva organización corresponde a 214, un 22,25% de los puntos considerados lejanos (tabla 16).

Se aprecia en todas las distribuciones, que los parques que reciben una mayor parte de los puntos son los de Coria y Don Benito, siendo ambos dos de los centros que menos kilómetros de carretera conservan actualmente.

Por el contrario, el centro que más kilómetros cede es Navalmoral y, como se observa en los mapas de las propuestas de distribución recogidos en el anexo 2, todos los puntos que cede son adquiridos por Coria.

5.3 Indicador de accesibilidad

El impacto sobre la accesibilidad se obtiene mediante la utilización de una serie de indicadores. En el caso de este estudio, el indicador creado nos permite conocer la capacidad de carga de trabajo que se asume con las nuevas distribuciones.

La finalidad de obtener este indicador es ver la viabilidad de realizar las distintas reorganizaciones propuestas anteriormente, permitiendo comparar con la actual asignación y facilitando la toma de decisiones en cuanto a mejoras de la red.

La aplicación del indicador se realiza a cada centro de conservación, obteniéndose un porcentaje (tabla 17) sobre el aumento o descenso de trabajo en cada uno de ellos.

Tabla 17: Cálculo de los indicadores para la situación actual.

<i>Parques</i>	<i>Personal</i>	<i>PPKK IMD BAJA</i>	<i>PPKK IMD MEDIA-BAJA</i>	<i>PPKK IMD MEDIA-ALTA</i>	<i>PPKK IMD ALTA</i>	<i>A</i>
Badajoz	22	130	111	152	43	44,55
Cáceres	24	250	69	81	15	28,79
Castuera	29	367	189	10	3	27,14
Coria	15	209	66	26	0	27,93
Don Benito	19	12	8	110	54	30,21
Mérida	17	124	102	138	6	45,06
Navalmoral	27	204	27	102	114	37,78
Plasencia	16	116	68	93	4	34,19
Trujillo	20	218	78	10	0	20,20
Zafra	30	304	160	63	6	27,90

Tabla 18: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 11.

Parques	Personal	PPKK IMD BAJA	PPKK IMD MEDIA-BAJA	PPKK IMD MEDIA-ALTA	PPKK IMD ALTA	A ¹⁵	% A ¹⁵
Badajoz	22	145	125	152	43	46,50	4,39
Cáceres	24	231	68	71	15	26,67	-7,38
Castuera	29	366	165	10	3	25,45	-6,23
Coria	15	234	86	77	5	43,80	56,80
Don Benito	19	31	38	120	54	35,95	18,99
Mérida	17	124	102	138	6	45,06	0,00
Navalmoral	27	190	43	51	109	32,04	-15,20
Plasencia	16	116	32	93	4	29,69	-13,16
Trujillo	20	217	73	10	0	19,65	-2,72
Zafra	30	280	146	63	6	26,17	-6,21

Tabla 19: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 12.

Parques	Personal	PPKK IMD baja	PPKK IMD media-baja	PPKK IMD media-alta	PPKK IMD alta	A ^{15,5}	%A ^{15,5}
Badajoz	22	145	130	152	43	46,95	5,41
Cáceres	24	226	68	71	15	26,46	-8,10
Castuera	29	366	165	10	3	25,45	-6,23
Coria	15	234	86	77	5	43,80	56,80
Don Benito	19	31	38	120	54	35,95	18,99
Mérida	17	124	97	138	6	44,47	-1,31
Navalmoral	27	190	43	51	109	32,04	-15,20
Plasencia	16	116	32	93	4	29,69	-13,16
Trujillo	20	222	73	10	0	19,90	-1,49
Zafra	30	280	146	63	6	26,17	-6,21

Tabla 20: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 13.

Parques	Personal	PPKK IMD baja	PPKK IMD media-baja	PPKK IMD media-alta	PPKK IMD alta	A ^{17,5}	%A ^{17,5}
Badajoz	22	137	123	152	43	45,95	3,16
Cáceres	24	234	69	71	15	26,88	-6,66
Castuera	29	364	167	10	3	25,52	-5,97
Coria	15	232	86	77	5	43,67	56,32
Don Benito	19	29	30	120	54	35,00	15,85
Mérida	17	124	102	138	6	45,06	0,00
Navalmoral	27	190	40	51	109	31,81	-15,78
Plasencia	16	116	35	93	4	30,06	-12,07
Trujillo	20	219	78	10	0	20,25	0,25
Zafra	30	289	148	63	6	26,60	-4,66

Tabla 21: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 14.

Parques	Personal	PPKK IMD baja	PPKK IMD media-baja	PPKK IMD media-alta	PPKK IMD alta	A^{17,5_5}	% A^{17,5_5}
Badajoz	22	142	128	152	43	46,64	4,69
Cáceres	24	229	69	71	15	26,67	-7,38
Castuera	29	364	167	10	3	25,52	-5,97
Coria	15	232	86	77	5	43,67	56,32
Don Benito	19	29	35	120	54	35,53	17,60
Mérida	17	124	102	138	6	45,06	0,00
Navalmoral	27	190	40	51	109	31,81	-15,78
Plasencia	16	116	35	93	4	30,06	-12,07
Trujillo	20	224	73	10	0	20,00	-0,99
Zafra	30	284	143	63	6	26,10	-6,45

Tabla 22: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 15.

Parques	Personal	PPKK IMD baja	PPKK IMD media-baja	PPKK IMD media-alta	PPKK IMD alta	A²⁰	% A²⁰
Badajoz	22	135	113	152	43	44,95	0,92
Cáceres	24	245	69	73	15	27,58	-4,20
Castuera	29	362	168	10	3	25,52	-5,97
Coria	15	223	86	77	5	43,07	54,18
Don Benito	19	27	29	118	54	34,47	14,11
Mérida	17	124	102	138	6	45,06	0,00
Navalmoral	27	190	38	51	109	31,67	-16,18
Plasencia	16	116	37	93	4	30,31	-11,33
Trujillo	20	221	78	10	0	20,35	0,74
Zafra	30	291	158	63	6	27,33	-2,03

Tabla 23: Cálculo de los indicadores para la organización de puntos recogidos en la Tabla 16.

Parques	Personal	PPKK IMD baja	PPKK IMD media-baja	PPKK IMD media-alta	PPKK IMD alta	A^{20_5}	% A^{20_5}
Badajoz	22	135	118	152	43	45,41	1,94
Cáceres	24	240	69	73	15	27,38	-4,92
Castuera	29	362	168	10	3	25,52	-5,97
Coria	15	223	86	77	5	43,07	54,18
Don Benito	19	27	34	118	54	35,00	15,85
Mérida	17	124	102	138	6	45,06	0,00
Navalmoral	27	190	38	51	109	31,67	-16,18
Plasencia	16	116	37	93	4	30,31	-11,33
Trujillo	20	226	73	10	0	20,10	-0,50
Zafra	30	291	153	63	6	27,00	-3,23

Como resultado de analizar la influencia de los indicadores, se puede determinar que en aquellos centros en los que se produce una variación en sus zonas de actuación se refleja un aumento o decremento del valor de su indicador.

Para cuantificar el aumento o decremento de carga de trabajo (tablas 18-23), se establecen porcentajes de la variación del indicador, entendiéndose como un aumento de porcentaje para aquellos centros que se le asignan nuevos kilómetros de conservación. Por el contrario, una obtención de un porcentaje significa una liberación de mantenimiento.

Una nula variación del porcentaje interpreta que ese centro no ha adquirido ni cedido ningún kilómetro en las propuestas de reducción de acceso. Como se puede observar en las anteriores tablas, el parque de conservación de Mérida en casi todas no varía su zona de actuación.

Se extrae como resultado que aquellos parques cuyo aumento o decremento de su porcentaje se aleje aún más de un valor nulo han conseguido una variación más significativa de sus zonas de actuación. Esta modificación se produce por la variación de una gran cantidad de kilómetros o, aunque no sean muchos kilómetros, estos sean de mayor peso; es decir, puntos kilométricos de una alta intensidad de tráfico diaria.

Es significativo el aumento que se produce en el centro de Coria de más del 50% de la carga de trabajo, en todas las reordenaciones. La explicación que se puede dar de este caso en excepción, es que recibe muchos kilómetros de carretera, muchos de ellos catalogados con altas intensidades, y no cede ninguno de los que actualmente tiene asignado.

El resto de centros varían sus cargas de trabajo dentro de un rango de $\pm 20\%$, lo cual establece que aquellos centros que su porcentaje de variación se acerque más a los extremos de este rango adquieren una variación de sus zonas de forma más significativa, traduciéndose en una mayor mejora de tiempos de acceso o en una mejora de tramos kilómetros de mayor peso de tráfico.

Por este motivo se determina que, dentro de las seis propuestas de reordenación, las que produce siempre una mejor influencia en la ordenación kilométrica de todos los centros son las reflejadas en los indicadores de las Tablas 18 y 19. En ambas, los puntos redistribuidos consiguen una reducción mínima de 15 minutos en el acceso desde su nuevo centro.

Observándose la diferencia de variación de porcentajes de estas dos tablas, se determina que la mejor propuesta de mejora de tiempos de acceso es la correspondiente a la Tabla 19. Las razones que llevan a esta conclusión son las siguientes:

- Es la única propuesta de reordenación que consigue una influencia en todos los centros de conservación, incluido el de Mérida.
- Es la que consigue unos porcentajes de afección mayores, por lo tanto, se realiza una organización más influyente sobre los tiempos, al afectar a mayor cantidad de puntos, como se pueden apreciar en las tablas del apartado 5.2.
- La reducción del tiempo, en el peor de los casos, es de aproximadamente 13 minutos, lo que equivale a una reducción de 26 minutos por actuación. Sin embargo, se llegan a conseguir reducciones máximas de casi de 45 minutos, lo que supone reducir hora y media en cada actuación.

5.4 Generación de mapas ráster

En primer lugar, la representación mediante un mapa ráster de los tiempos de acceso actuales es vital. Permitiendo una comparación visual entre la organización actual y cada una de las nuevas propuestas, lo cual será de mucha utilidad para la detección de las zonas mejoradas.

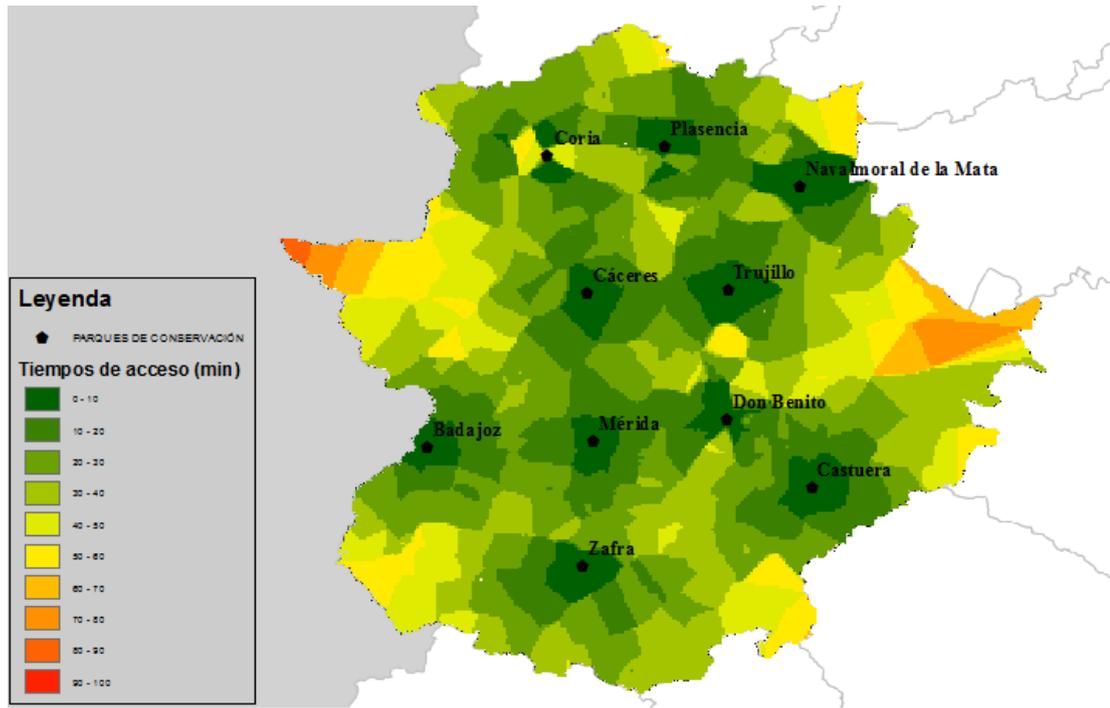


Figura 17: Mapa ráster representativo de los tiempos de acceso actuales

Como se puede apreciar en la *Figura 17*, existen dos posibles zonas donde el acceso desde los centros es más complicado. Ambas se encuentran en los extremos laterales de la región, donde los tiempos por trayecto superan la hora. También existen zonas puntuales en el interior que reflejan tiempos entre 40 y 60 minutos, los cuales se mejoran con las propuestas.

Tras la generación de las distintas reordenaciones, es posible crear los mapas con los nuevos tiempos de acceso, para ello se han cambiado los centros y las impedancias de los puntos seleccionados en el apartado 5.1.

En este trabajo, al generarse seis tipos de propuestas, es posible la generación de seis mapas ráster para poder comparar con la organización actual. Todas ellas vendrán recogidas en el Anexo 2. Para conseguir reflejar el mejor cambio en los tiempos de acceso, vamos a comparar la *Figura 17* con el mapa generado con la reordenación correspondiente a la *Tabla 12*, determinada como la propuesta más influyente.

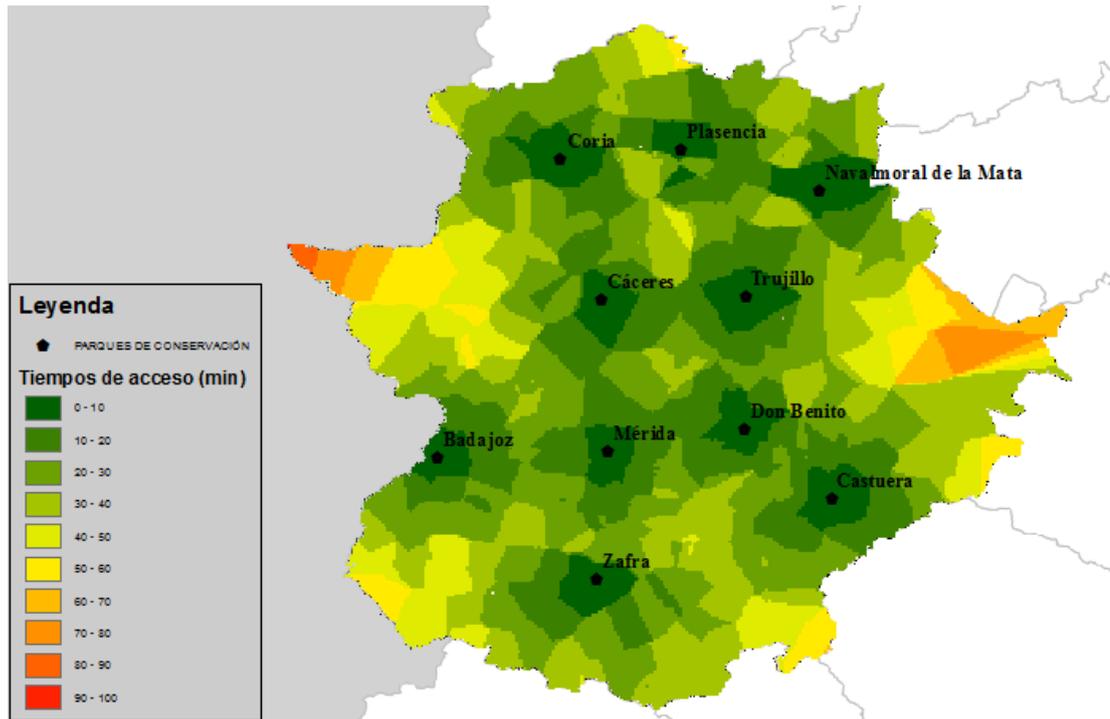


Figura 18: Mapa ráster representativo de los tiempos de acceso tras producir una reducción de 15 minutos y cumpliendo el requisito de 5 kilómetros

La *Figura 18* permite visualizar mejoras de acceso en el interior de la región, destacando la zona de Coria, los alrededores de Don Benito, el norte de Navalmoral y el territorio entre Castuera y Azuaga.

En cuanto a la problemática de los extremos laterales de la región, se extraen las siguientes conclusiones:

- La zona Oeste de Extremadura, no se pueden mejorar los tiempos de acceso mediante una reorganización de los kilómetros, puesto que no existe ningún centro más cercano que permitiera un trayecto más corto.

- En la zona Este de la región, la representación de tiempos no se produce mediante una transición homogénea. La explicación de esta anomalía en la representación se debe a la carencia de carreteras autonómicas por esa zona. Como se puede apreciar en la Figura 10, no existen puntos kilométricos con los cuales realizar una interpolación correcta. Por lo tanto, debido a la inexistencia de carreteras de la Junta no es tan relevante que los tiempos de acceso a esa zona sean mayores.

Otra modalidad de representación gráfica es la generada mediante la herramienta *Minus*, la cual permite generar una representación de la diferencia entre los tiempos de dos mapas ráster. A continuación, se realizará la diferencia entre la opción más influyente y los tiempos actuales, creando una representación que posibilita la visualización únicamente de las zonas de mejora.

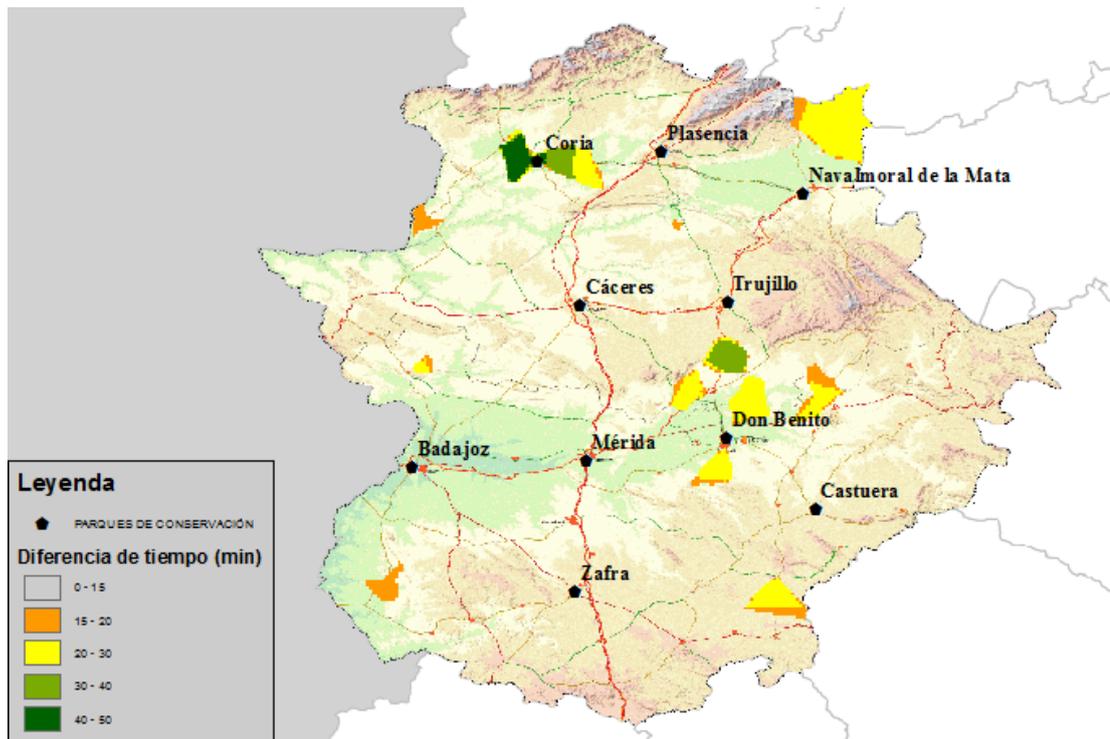


Figura 19: Representación únicamente de las zonas donde se reducen los tiempos de acceso

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado un estudio de la ubicación actual de los centros de conservación de la red de carreteras de la comunidad autónoma de Extremadura mediante una estimación de los tiempos de acceso actuales a las carreteras comprendidas en su zona de actuación.

En la disposición actual de los centros se ha observado que 962 kilómetros de la red viaria se encuentran a más de 35,11 minutos de los centros que tienen asignados.

Mediante una serie de criterios se ha evaluado diversas reasignaciones de dichos tramos con el fin de reducir el tiempo de actuación. Dichos criterios han tenido en cuenta otros factores como el IMD o personal con que cuenta cada centro para así proponer una gestión más eficiente.

De todas las propuestas, la que produce un mayor beneficio es la que establece un mínimo de reducción del tiempo de trayecto de 15 minutos y, obliga a una conservación mínima de 5 kilómetros de las carreteras que gestiona.

Esta mayor influencia de mejora se produce porque es la que consigue una reasignación de más kilómetros de carretera, siendo la única que afecta a todos los centros. Además, es la que produce unas variaciones del indicador mayores, hasta un 19% de aumento, observándose una afección más representativa en la conservación, ya sea por la redistribución de un mayor número de kilómetros (268) o porque los kilómetros tienen mayor peso de tráfico.

Este trabajo ha puesto de manifiesto que este tipo de herramientas SIG son de gran utilidad para la generación de una planificación más eficaz de la conservación y, por consiguiente, la adopción de un sistema más sostenible de nuestras infraestructuras.

Esta sostenibilidad se traduce en múltiples beneficios, entre los que destacan el apoyo técnico para futuras tomas de decisiones, una reducción de gastos y aumento de la seguridad vial.

Como línea futura de investigación se podría plantear el estudio de la ubicación de nuevos centros que liberen la carga de trabajo existentes, como es el caso de Coria y, a su vez, poder reducir los tiempos de accesos de zonas desabastecidas, como es la zona de Valencia de Alcántara y el oeste de Extremadura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEX Y PWC. (2007). *Documento base del “estado del arte” de la conservación de infraestructuras en España.*

AEC. (2015). *Necesidades de Inversión en Conservación 2015-2016.*

ARÉVALO HERNÁNDEZ, E.M. (2012). *Carreteras de la Junta de Extremadura. 1988.* [Consulta: 08-08-2017]. Disponible en: <https://lascarreterasdeextremadura.blogspot.com/es/...>

ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO. (2012). *Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. PITVI (2012-2024).*

ESPAÑA. Ley 7/1995, de 27 de abril, de Carreteras de Extremadura. Boletín Oficial del Estado 27 de junio de 1995, núm. 152, pp 19256 a 19265.

ESPAÑA. Real Decreto 945/1984, de 28 de marzo, sobre traspaso de funciones y servicios del Estado a la Comunidad Autónoma de Extremadura en materia de carreteras. Boletín Oficial del Estado 17 de mayo de 1984, núm. 120, pp 13799 a 13813

ESPÍ AMORAGA, M. (2012). *Estudio y Necesidades en el Área de la Gestión de Carreteras mediante Software Libre. Caso de Estudio de gvSIG.* Trabajo Final de Carrera. Universitat Politècnica de València.

ESRI. *Ayuda de ArcGIS Pro.* Disponible en: <http://pro.arcgis.com/es/pro-app/...>

EXTREMADURA. Decreto 95/2000, de 14 de abril, por el que se acuerda el cambio de titularidad entre determinadas carreteras de la Junta de Extremadura y las Diputaciones Provinciales de Badajoz y Cáceres y se modifica la Red de Carreteras de Extremadura. Diario Oficial de Extremadura 25 de abril de 2000, núm. 47, pp 3822 a 3526.

EXTREMADURA. Decreto 109/1997, de 29 de julio, por el que se aprueba la denominación, categoría e identificación de las carreteras de titularidad de la Junta de Extremadura. Diario Oficial de Extremadura 5 de agosto de 1997, núm. 91, pp 6126 a 6133.

FLORES GARCÍA, X. (2015). *Ejes estratégicos en la gestión de carreteras de la Generalitat de Catalunya. Carreteras: Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera*, vol. 201, pp. 22-30.

GARCIA ALMIRALL, P., VALLS DALMAU, F. y MOIX BERGADÀ, M. (2011). *SIG en la gestión de la información urbanística en el ámbito local*. CENTRE DE POLITICA DE SOL I VALORACIONS (CPSV).

HERNÁNDEZ JUAN, S. (2001). *Tecnologías de la información aplicadas a la conservación de carreteras. Revista de obras públicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de España, no 3.411, pp. 21-27.

JIMÉNEZ BARRADO, V. (2015). *La ocupación edificatoria del suelo en municipios sin planeamiento urbanístico. El caso extremeño*. NIETO MASOT, A. (Ed.)

MARTÍNEZ SOLANO, F. J. (2002). *Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la gestión técnica de redes de distribución de agua potable*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València.

MORA ALISEDA, J., NOGALES GALÁN, J. M., GUTIÉRREZ GALLEGO J. A. y CORTÉS RUÍZ, T. (2003). *Aplicación de técnicas de SIG en la planificación del transporte en Extremadura (España)*. *Finisterra*, vol. 38, no 75, pp. 67-83.

NIETO MASOT, A. y CÁRDENAS ALONSO, G. (2013). *Accesibilidad de las zonas rurales a recursos educativos y sanitarios de Extremadura*. GUTIÉRREZ, J.A. et al. (Eds.)

OLAYA, V. (2014). *Sistemas de información geográfica*. CREATIVE COMMONS ATRIBUCIÓN.

PÉREZ REBOLLO, I. (2015). *Los SIG en la gestión del regadío: canal de Orellana Badajoz*. NIETO MASOT, A. (Ed.)

ROCHA PÉREZ, J. (2016). *Sistema de gestión de explotación de carreteras en la Demarcación de Carreteras del Estado en Murcia*. Cimbra: Revista del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas. Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, no 408, pp. 18-21.

RODRÍGUEZ NÚÑEZ, E. y GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (2012). *Análisis de vulnerabilidad de redes de carreteras mediante indicadores de accesibilidad y SIG: Intensidad y polarización de los efectos del cierre de tramos en la red de carreteras de Mallorca*. GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, no 12, pp. 374-394.

SAENZ SAAVEDRA, N. (1992). *Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta poderosa para la toma de decisiones*. Ingeniería e Investigación, no 28, pp.31-40.

SAMPER, J., VERA, M. G., PISANI, B., ALVARES, D., VARELA, A. y LOSADA, J. A. (2005). *Modelos hidrológicos y sistemas de información geográfica para la estimación de los recursos hídricos: aplicación de GIS-BALAN a varias cuencas españolas*. Estudios de la Zona no Saturada del Suelo, 3, pp. 269-274.

VAL MELÚS, M. A. (2010). *Las necesidades de conservación de los firmes de las carreteras españolas*. Monografía 12. ASEFMA.

VASSALLO MAGRO, J. M. (1999). *Criterios de selección de nuevos sistemas de gestión y financiación de la conservación de carreteras*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

VASSALLO MAGRO, J. M. e IZQUIERDO DE BARTOLOMÉ.R. (2010). *Infraestructura pública y participación privada: conceptos y experiencias en América y España*. CAF

ANEXOS

ANEXO 1

Las carreteras gestionadas desde cada zona actualmente, así como sus longitudes son las siguientes:

LONGITUDES EN KILÓMETROS POR ZONAS		
ZONA	PROVINCIA	
ZONA ESTE (CASTUERA)	BADAJOS	580,45
ZONA OESTE (BADAJOS)	BADAJOS	438,29
ZONA CENTRO (MÉRIDA)	BADAJOS	366,61
ZONA SUR (ZAFRA)	BADAJOS	545,34
CONSERVACIÓN INTEGRAL	BADAJOS	169,52
TOTAL	BADAJOS	2.100,21
ZONA SUR-OESTE (CÁCERES)	CÁCERES	231,38
ZONA SUR-CENTRO (CÁCERES - TRUJILLO)	CÁCERES	263,99
ZONA SUR-ESTE (TRUJILLO)	CÁCERES	237,74
ZONA CORIA	CÁCERES	299,02
ZONA PLASENCIA	CÁCERES	307,06
CONSERVACIÓN INTEGRAL	CÁCERES	371,82
TOTAL PROVINCIA	CÁCERES	1.711,01
TOTAL GENERAL		3.811,22

PROVINCIA DE CÁCERES:

ZONA SUR-OESTE (CÁCERES)

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX-117	N-521 A EX-108 POR ALCANTARA P.K.- 0,000 al 27+550	27,550
EX-207	CÁCERES A PORTUGAL POR ALCANTARA P.K. 0+000 al 67+290	67,290
EX-302	N-630 A ALBURQUERQUE POR BROZAS P.K.- 0+000 al 24+010 y P.K.- 34+860 al 57+220	46,370
EX-303	ALISEDA A ALBURQUERQUE N-521 P.K.- 0+000 al 37+510	37,510
EX-374	N-521 A PORTUGAL POR CEDILLO P.K.-0+000 al 40+410	40,410
EX-376	EX-374 A HERRERA DE ALCANTARA EX-374 HERRERA DE ALC. P.K.- 0+000 al 12+250	12,250
TOTAL		231,380

ZONA SUR-CENTRO (CÁCERES - TRUJILLO)

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX-100	CÁCERES A BADAJOZ CÁCERES L.P..BADAJOZ P.K.-0+000 al 40+000	40,000
EX-206	CÁCERES A VILLANUEVA DE LA SERENA CÁCERES CRUCE DE LAS TORRES P.K.- 0+000 al 58+090	58,090
EX208	PLASENCIA ZORITA TORREJON EL RUBIO EX 385 P.K.- 38+600 al 77+100	38,500
EX-373	N-630 A EX 390 POR TALAVÁN P.K.- 0+000 al 23+050	23,050
EX-381	TRUJILLO A MONTANCHEZ MONTANCHEZ TRUJILLO P.K.- 0+000 al 40+000	40,000
EX-382	N-630 A MONTANCHEZ N-630 EX-381 P.K.- 0+000 al 12+100	12,100
EX-390	CÁCERES A TORREJON EL RUBIO CÁCERES P.K.- 0+000 al 52+250	52,250
TOTAL		263,990

ZONA SUR-ESTE (TRUJILLO)

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX-116	N-430 A EX-102 POR PUERTO LLANO N-430 L.P..BADAJOZ P.K.- 0+000 al 34+600	34,600
EX-102	MIAJADAS A L.P. TOLEDO POR GUADALUPE MIAJADAS P.K.- 0+000 al 72+050	72,050
EX-102R	RAMAL DE LA EX-102 TRAVESIA LOGROSAN	2,970
EX-208	PLASENCIA ZORITA TRUJILLO (N-V) ZORITA P.K.- 77+100 al 103+170	26,070
EX-316	EX-116 A CASTILBLANCO POR VALDECABALLEROS P.K.- 0+000 al 26+120	26,120
EX-355	N-430 A ZORITA POR MADRIGALEJO P.K.- 0+000 al 28+030	28,030
EX-385	JARAICEJO A EX-208 P.K.- 0,000 al 14+700	14,700
EX-386	N-V A CASTAÑAR DE IBOR POR DELEITOSA P.K.- 0+000 al 33+200	33,200
TOTAL		237,740

ZONA CORIA

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX-108	NAVALMORAL DE LA MATA A PORTUGAL POR CORIA P.K.- 105+300 al 132+100	26,800
EX-108-R	RAMAL EX108 CIRCUNVALACION MORALEJA P.K.- 101+720 al 103+900	2,180
EX-109	N-630 A L.P. DE SALAMANCA POR CORIA N-630 CORIA P.K.- 0+000 al 25+250 y P.K.- 44+000 al 68+850	50,100
EX-117	N-521 A EX-108 POR ALCANTARA P.K.- 43+700 al 68+030	24,330
EX-204	CORIA A L.P. DE SALAMANCA POR LAS HURDES P.K.- 0+000 al 73+170	73,170
EX-205	PORTUGAL A HERVAS POR VILLANUEVA DE LA SIERRA P.K.- 0+000 al 68+450	68,450
EX-371	N-630 A EX-109 P.K.- 0+000 al 17+000	17,000
EX-372	PORTEZUELO A EX-117 POR CECLAVIN P.K.- 0+000 al 36+990	36,990
TOTAL		299,020

ZONA PLASENCIA

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX-203	PLASENCIA A L.P. DE AVILA POR JARAIZ DE LA VERA P.K.- 0+000 al 82+130	82,130
EX-205	PORTUGAL A HERVAS POR VILLANUEVA DE LA SIERRA P.K.- 68+500 al 110+470 y N-630/A-66	46,400
EX-208	PLASENCIA ZORITA P.K.- 0+000 al 38+600	38,600
EX-213	EX-203 A N-110 POR BARRADOP.K.- 0+000 al 32+200	32,200
EX-304	CIRCUNVALACIÓN SUR DE PLASENCIA P.K.- 0+000 al 8+700	8,700
EX-370	PLASENCIA A POZUELO DE ZARZON P.K.- 0+000 al 33+980	33,980
EX-380	TRAVESÍA DE NAVALMORAL DE LA MATA P.K.- 0+000 al 2+520	2,520
EX-384	L.P. TOLEDO (LAS VENTAS S.JULIAN) A MADRIGAL DE LA VERA P.K.- 0+000 al 4+790	4,790
EX-388	TRAVESÍA DE ALMARAZ P.K.- 0+000 al 1+300	1,300
EX-389	EX-203 A N-V POR SERREJON P.K.- 0+000 al 37+220	37,220
EX-391	EX-203 A MONASTERIO DE YUSTE P.K.- 0+000 al 1+850	1,850
EX-392	EX-119 A JARAIZ DE LA VERA P.K.- 0+000 al 17+370	17,370
TOTAL		307,060

CONSERVACIÓN INTEGRAL (NAVALMORAL DE LA MATA)

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX-A1	AUTOVIA DEL NORTE DE EXTREMADURA P.K.- 0+000 al 99+000	99,000
EX-102	MIAJADAS A L.P. TOLEDO POR GUADALUPE P.K.- 72+050 al 104+850	32,800
EX-108	NAVALMORAL DE LA MATA A PORTUGAL POR CORIA P.K.- 0+000 al 105+300	105,300
EX-118	GUADALUPE A NAVALMORAL DE LA MATA P.K.- 0+000 al 65+280	65,280
EX-119	NAVALMORAL DE LA MATA A JARANDILLA DE LA VERA P.K.- 0+000 al 32+530	32,530
EX-387	BOHONAL DE IBOR A L.P. TOLEDO (PUENTE DEL ARZOBISPO) P.K.- 0+000 al 36+910	36,910
TOTAL		371,820

PROVINCIA DE BADAJOZ:

ZONA ESTE (CASTUERA)

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX -103	Puebla de Alcocer a EX -201 por Llerena (El P.K.0+000 (P.K. 22+000)Puerto de los Carneros-Intersección EX -343). P.K. 22+000 al 136+000	114,000
EX-103R	EX -103 a C.V. Zujar-Orellana. P.K. 0+000 al 18+850	18,850
EX -104	Campanario al L.P. de Córdoba por Castuera. P.K. 20+440 al 79+100	58,660
EX -111	Azuaga a la EX -103 Por Zalamea de la Serena (EX-211-Azuaga). P.K. 23+800 al 46+800	23,000
EX - 114	EX -103 a Quintana de la Serena. P.K. 0+000 al 8+050	8,050
EX -115	N-430 a Quintana de la Serena.. P.K. 0+000 al 51+600	51,600
EX - 210	De Palomas a la EX - 103 (Puebla de la Reina - EX -103). P.K. 0+000 al 38+380	38,380
EX -211	EX -103 al L.P. de Córdoba por Monterrubio de la Serena (EX-103 a EX-111). P.K. 0+000 al 54+760	54,760
EX -322	Cabeza del Buey a Puebla de Alcocer. P.K. 0+000 al 35+430	35,430
EX -323	Cabeza del Buey al L.P. de Ciudad Real por Zarza Capilla. P.K. 0+000 al 33+140	33,140
EX -324	Helechal a Monterrubio de la Serena. P.K. 0+000 al 11+300	11,300
EX - 343	De la EX - 103 a Hornachos. P.K. 0+000 al 19+560	19,560
EX -345	Don Benito a Higuera de la Serena. P.K. 0+000 al 42+538	42,538
EX -348	EX -115 a la EX -346 por la Coronada. P.K. 0+000 al 20+420	20,420
EX -349	Campanario a la EX -103. P.K. 0+000 al 16+470	16,470
EX - 352	Circunvalación Este de Villanueva de la Serena. P.K. 0+000 al 2+600	2,600
EX -354	De N-430 a A-5 por Campo Lugar. P.K. 0+000 al 31+ 690	31,690
TOTAL		580,448

ZONA OESTE (BADAJOZ)

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX -100	Cáceres a Badajoz (Puebla de Obando - Badajoz). P.K. 37+050 al 84+400	47,35
EX -105	Don Benito a Portugal por Almendralejo (N-432 Stª Marta a Portugal). P.K. 94+450 al 150+880	56,43
EX -107	Badajoz a Portugal por Vvª.del Fresno (Badajoz- EX -313 Alconchel). P.K. 0+000 al 44+900	44,9
EX -110	Valencia de Alcántara a Badajoz (N-521 Cáceres - EX -100 Badajoz). P.K.0+000 al 69+570	69,57
EX -209	Badajoz a Mérida por Montijo (EX -100 - EX -328 Montijo). P.K. 5+000 al 36+190	31,19
EX -214	De N-630 a Albuquerque por la Roca de la Sierra (EX -110 a EX -100). P.K. 33+830 al 60+970	27,14
EX -302	De N-630 a Albuquerque por Brozas (N-521 CC - EX -110 BA). P.K. 57+500 al 88+700	31,2
EX -310	Badajoz a Valverde de Leganés. P.K. 0+000 al 24+440	24
EX -314	De Alconchel a Cheles. P.K. 0+000 al 18+610	19
EX -315	Olivenza a Cheles. P.K. 0+000 al 25+460	25,46
EX -325	De la EX -110 a EX -303 por Villar del Rey.P.K. 0+000 al 37+350	37,35
EX -329	Enlace N-V con la EX -100. P.K. 0+000 al 0+940	0,94
EX -330	Ronda de Badajoz. P.K. 0+000 al 4+644	4,644
EX -363	Talavera la Real a la Albuera. P.K. 0+000 al 19+070	19
TOTAL		438,294

ZONA CENTRO (MÉRIDA)

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX - 105	Don Benito a Portugal por Almendralejo (EX -307 - N-630 Torremejía). P.K. 24+150 al 52+890.	28,74
EX - 105	Don Benito a Portugal por Almendralejo (N-630 Almendralejo - N-432 Santa Marta de los Barros). P.K. 68+710 al 92+370	23,66
EX -209	Badajoz a Mérida por Montijo (EX -328 a N-630). P.K. 36+190 al 62+140	25,95
EX -210	De Palomas a la EX -103 (Palomas- Puebla de la Reina). P.K. 0+000 al 3+920	3,92
EX -212	Almendralejo a Palomas. P.K. 0+000 al 25+270	25,27
EX -214	N-630 a Albuquerque por la Roca de la Sierra (N-630 Aljucén - EX- 327 La Roca de la Sierra). P.K. 0+000 al 33+830	33,83
EX -300	N-V a EX -359 Circunvalación Oeste de Almendralejo. P.K. 24+530 al 55+530	31
EX -307	Mérida a Guareña. P.K. 0+000 al 21+040	21,04
EX -327	La Roca de la Sierra a Montijo. P.K. 0+000 al 25+050	25,05
EX -328	A-5 a Montijo. P.K. 0+000 al 5+030	5,03
EX -334	Villafranca de los Barros a Palomas. P.K. 0+000 al 26+740	26,74
EX -335	De Palomas a Oliva de Mérida. P.K. 0+000 al 12+330	12,33
EX -336	De Villagonzalo a Oliva de Mérida. P.K. 0+000 al 10+270	10,27
EX - 337	EX -105 a la EX -212. P.K. 0+000 al 13+100	13,1
EX -338	De Guareña a Oliva de Mérida. P.K. 0+000 al 8+530	8,53
EX - 342	De Villafranca de los Barros a Hornachos. P.K. 0+000 24+940	24,94
EX - 344	De Puebla de la Reina a Hornachos. P.K. 0+000 al 13+660	13,66
EX - 359	Circunvalación Oeste de Almendralejo. P.K. 0+000 al 11+280	11,28
EX -360	N-630 a Fuente del Maestro. P.K. 0+000 al 10+050	10,05
EX -361	Villalba de los Barros a Fuente del Maestro. P.K. 0+000 al 12+220	12,22
TOTAL		366,610

ZONA SUR (ZAFRA)

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX -101	N-630 a Fregenal de la Sierra por Zafra. P.K. 0+000 al 45+040	45,04
EX -103	Puebla de Alcocer a la EX -201 por Llerena (EX -343 a la EX -201). P.K. 136+100 al 231+160)	95,06
EX -107	Badajoz a Portugal por Villanueva del Fresno (EX -314 a Portugal). P.K. 45+150 al 71+620	26,47
EX -111	Azuaga a la EX -103 por Zalamea de la Serena (N-432 a EX -211). P.K. 0+000 al 23+750	23,75
EX -112	Zafra a Villanueva del Fresno. P.K. 0+000 al 71+400	71,4
EX -200	Llerena al L.P. de Sevilla (Guadalcanal). P.K. 0+000 al 16+530	16,53
EX -201	L.P. Huelva (Santa Olalla) a Fregenal de la Sierra. P.K. 26+230 al 49+290	23,06
EX -202	Valencia de las Torres a Segura de León. P.K. 0+000 al 61+740	61,74
EX -301	Higuera la Real al L.P. de Huelva (Encinasola). P.K. 0+000 al 9+692	9,692
EX -308	Azuaga al L.P. de Cordoba. P.K. 0+000 al 18+760	18,76
EX -309	N-432 al L.P. de Sevilla por Valverde de Llerena. P.K. 0+000 al 16+680	16,68
EX -311	N-435 a Higuera de Vargas. P.K. 0+000 al 14+150	14,15
EX -312	EX -107 a Higuera de Vargas. P.K. 0+000 al 11+650	11,65
EX -313	Barcarrota a Alconchel. P.K. 0+000 al 21+110	21,11
EX -317	Oliva de la Frontera al L.P. de Huelva. P.K. 0+000 al 13+880	13,88
EX -318	Pallares a la N-630. P.K. 0+000 al 13+700	13,7
EX -320	Zafra a Barcarrota. P.K. 0+000 al 48+570	48,57
EX -320 R	De EX320 a la N-432 (prolongación de la variante oeste de zafra EX- 321)	0,5
EX -321	Circunvalación Oeste de zafra. P.K. 0+000 al 2+590	2,59
EX -362	N-432 a Fuente del Maestro. P.K. 0+000 al 6+690	6,69
EX -364	N-432 a los Santos de Maimona. P.K. 0+000 al 4+320	4,32
TOTAL		545,342

CONSERVACIÓN INTEGRAL (DON BENITO)

CLAVE	DENOMINACIÓN	LONGITUD
EX-A2	Miajadas a las Vegas Altas (Don Benito-Villanueva de la Serena). P.K. 0+000 al 22+700	22,7
EX-A2	Tramo única calzada. P.K. 22+700 al 24+500	1,8
EX-A2 R1	Completo. P.K. 0+000 al 4+190	4,19
EX-A2 R2	Completo. P.K. 0+000 al 2+820	2,82
EX-104	Villanueva de la Serena a L.P. de Córdoba por Castuera (Vva. De la Serena-Campanario). P.K. 0+000 al 20+440	20,44
EX-105	Don Benito a Portugal por Almendralejo (Don Benito- EX-307). P.K. 0+000 al 24+150	24,15
EX-106	De Miajadas a Don Benito. P.K. 0+000 al 22+470	22,47
EX-206	De Cáceres a Villanueva de la Serena (A-5 a Villanueva de la Serena). P.K. 74+525 al 102+635	28,11
EX-346	De Don Benito a Quintana de la Serena. P.K. 0+000 al 31+250	31,25
EX-347	De Villanueva de la Serena a la Haba. P.K. 0+000 al 4+880	4,88
EX-351	De N-430 a Villanueva de la Serena. P.K. 0+000 al 6+710	6,71
TOTAL		169,520

ANEXO 2

Mapa 1: Mapa de la distribución actual de los puntos kilométricos.

Mapa 2: Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 15 minutos.

Mapa 3: Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 15 min y un mínimo de 5 kms.

Mapa 4: Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 17,5 min.

Mapa 5: Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 17,5 min y un mínimo de 5 kms.

Mapa 6: Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 20 minutos.

Mapa 7: Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 20 minutos y un mínimo de 5 kms.

Mapa 8: Mapa ráster de los tiempos de acceso actuales.

Mapa 9: Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 15 minutos.

Mapa 10: Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 15 minutos y un mínimo de 5 kms.

Mapa 11: Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 17,5 minutos.

Mapa 12: Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 17,5 minutos y un mínimo de 5 kms.

Mapa 13: Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 20 minutos.

Mapa 14: Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 20 minutos y un mínimo de 5 kms.

Mapa 15: Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 15 minutos.

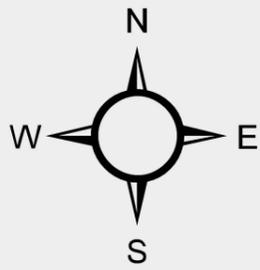
Mapa 16: Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 15 minutos y un mínimo de 5 kms.

Mapa 17: Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 17,5 minutos.

Mapa 18: Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 17,5 minutos y un mínimo de 5 kms.

Mapa 19: Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 20 minutos.

Mapa 20: Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 20 minutos y un mínimo de 5 kms.



Leyenda

 PARQUES DE CONSERVACIÓN

Puntos kilométricos

-  BADAJOZ
-  CÁCERES
-  CASTUERA
-  CORIA
-  DON BENITO
-  MÉRIDA
-  NAVALMORAL
-  PLASENCIA
-  TRUJILLO
-  ZAFRA

Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



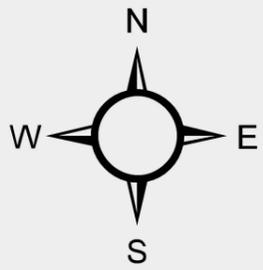
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC
Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

Autor: Daniel Puerto Pascual
Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000  Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

Mapa de la distribución actual de los puntos kilométricos.



Leyenda

 PARQUES DE CONSERVACIÓN

Puntos kilométricos

-  BADAJOZ
-  CACERES
-  CASTUERA
-  CORIA
-  DON BENITO
-  MERIDA
-  NAVALMORAL
-  PLASENCIA
-  TRUJILLO
-  ZAFRA

Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG

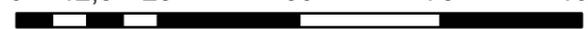


ESCUELA POLITÉCNICA

Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC
Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

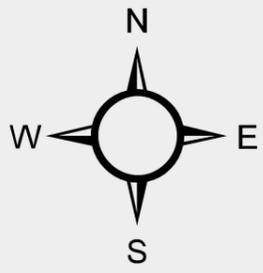
Autor: Daniel Puerto Pascual

Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000  Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 15 minutos.



Leyenda

PARQUES DE CONSERVACIÓN

Puntos kilométricos

- BADAJOZ
- CACERES
- CASTUERA
- CORIA
- DON BENITO
- MERIDA
- NAVALMORAL
- PLASENCIA
- TRUJILLO
- ZAFRA

Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

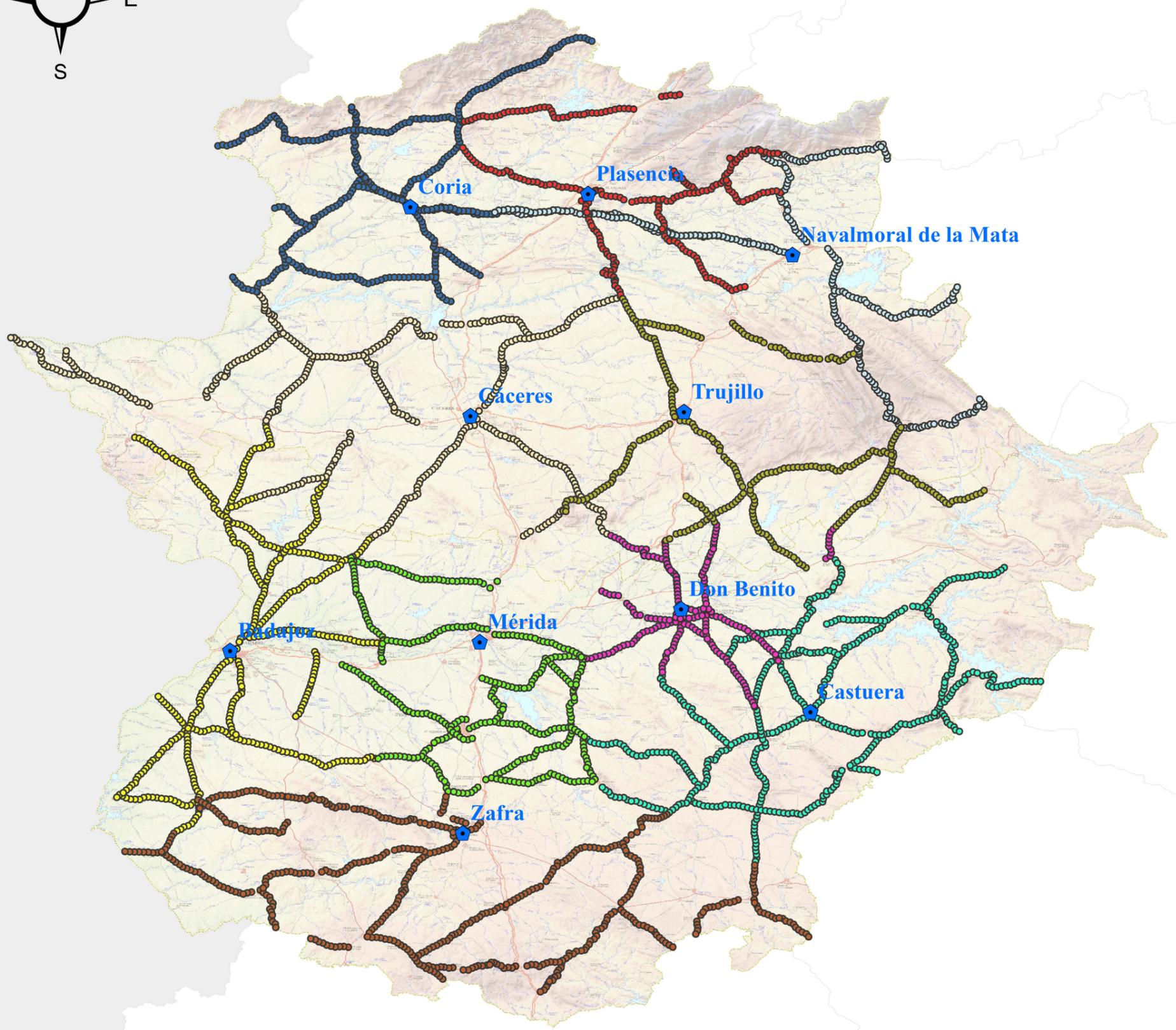
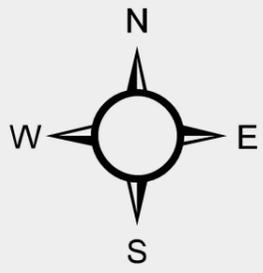
Autor: Daniel Puerto Pascual

Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000 Kms.

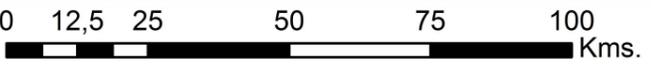
Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

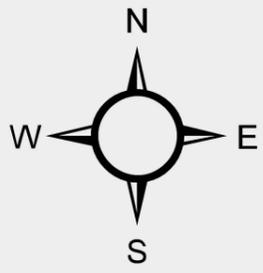
Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 15 min y un mínimo de 5 kms.



Leyenda

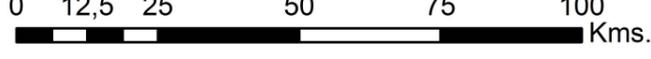
-  PARQUES DE CONSERVACIÓN
- Puntos kilométricos**
-  BADAJOZ
-  CACERES
-  CASTUERA
-  CORIA
-  DON BENITO
-  MERIDA
-  NAVALMORAL
-  PLASENCIA
-  TRUJILLO
-  ZAFRA

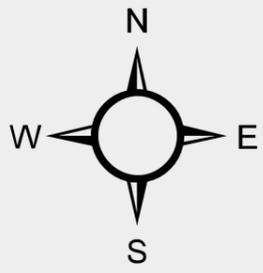
Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG		 <small>ESCUELA POLITÉCNICA</small>
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres		
Autor: Daniel Puerto Pascual Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez		
Escala: 1:1.250.000		
Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989		
Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 17,5 min.		



Leyenda

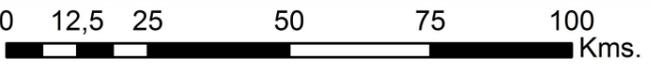
-  PARQUES DE CONSERVACIÓN
- Puntos kilométricos**
-  BADAJOZ
-  CACERES
-  CASTUERA
-  CORIA
-  DON BENITO
-  MERIDA
-  NAVALMORAL
-  PLASENCIA
-  TRUJILLO
-  ZAFRA

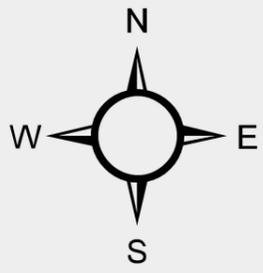
Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG	 <small>ESCUELA POLITÉCNICA</small>
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres	
Autor: Daniel Puerto Pascual Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez	
Escala: 1:1.250.000 <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 20px;">  </div>	
Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989	
Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 17,5 min y un mínimo de 5 kms.	



Leyenda

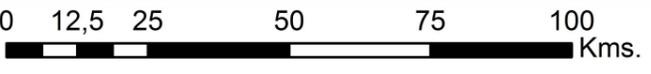
-  PARQUES DE CONSERVACIÓN
- Puntos kilométricos**
-  BADAJOZ
-  CACERES
-  CASTUERA
-  CORIA
-  DON BENITO
-  MERIDA
-  NAVALMORAL
-  PLASENCIA
-  TRUJILLO
-  ZAFRA

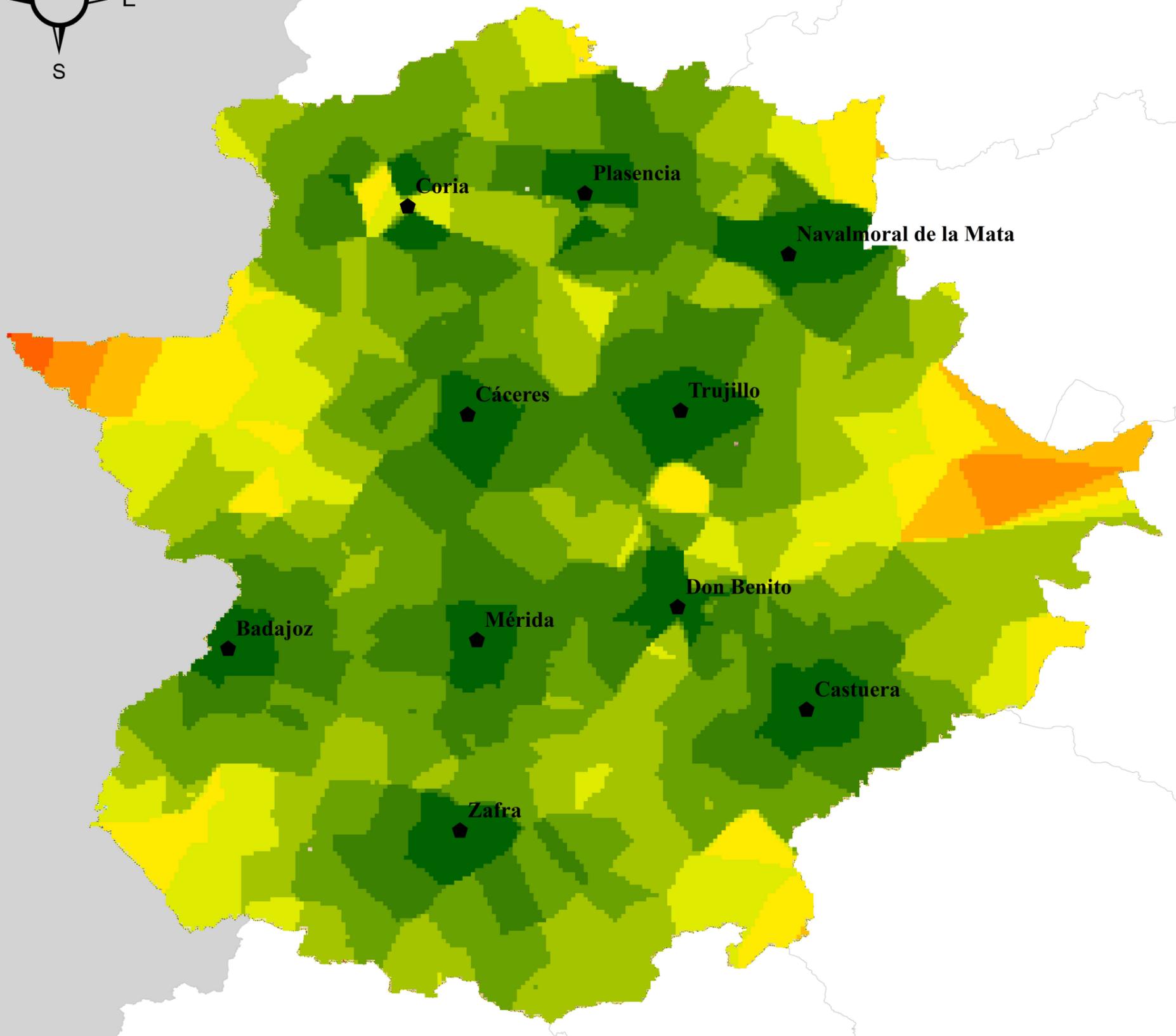
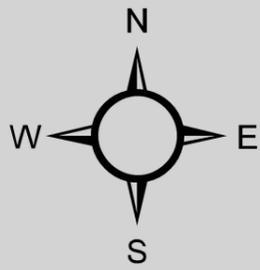
Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG		 <small>ESCUELA POLITÉCNICA</small>
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres		
Autor: Daniel Puerto Pascual Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez		
Escala: 1:1.250.000		
Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989		
Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 20 minutos.		



Leyenda

-  PARQUES DE CONSERVACIÓN
- Puntos kilométricos**
-  BADAJOZ
-  CACERES
-  CASTUERA
-  CORIA
-  DON BENITO
-  MERIDA
-  NAVALMORAL
-  PLASENCIA
-  TRUJILLO
-  ZAFRA

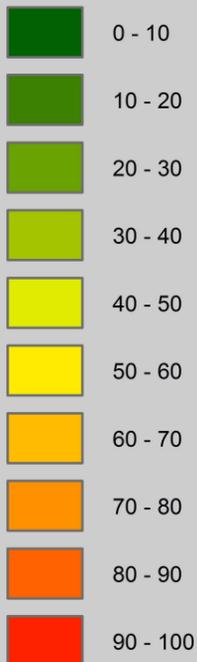
Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG		 ESCUOLA POLITÉCNICA
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres		
Autor: Daniel Puerto Pascual Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez		
Escala: 1:1.250.000		
Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989		
Mapa de la distribución de los puntos kilométricos tras una reducción de 20 minutos y un mínimo de 5 kms.		



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Tiempo de acceso (min)



Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



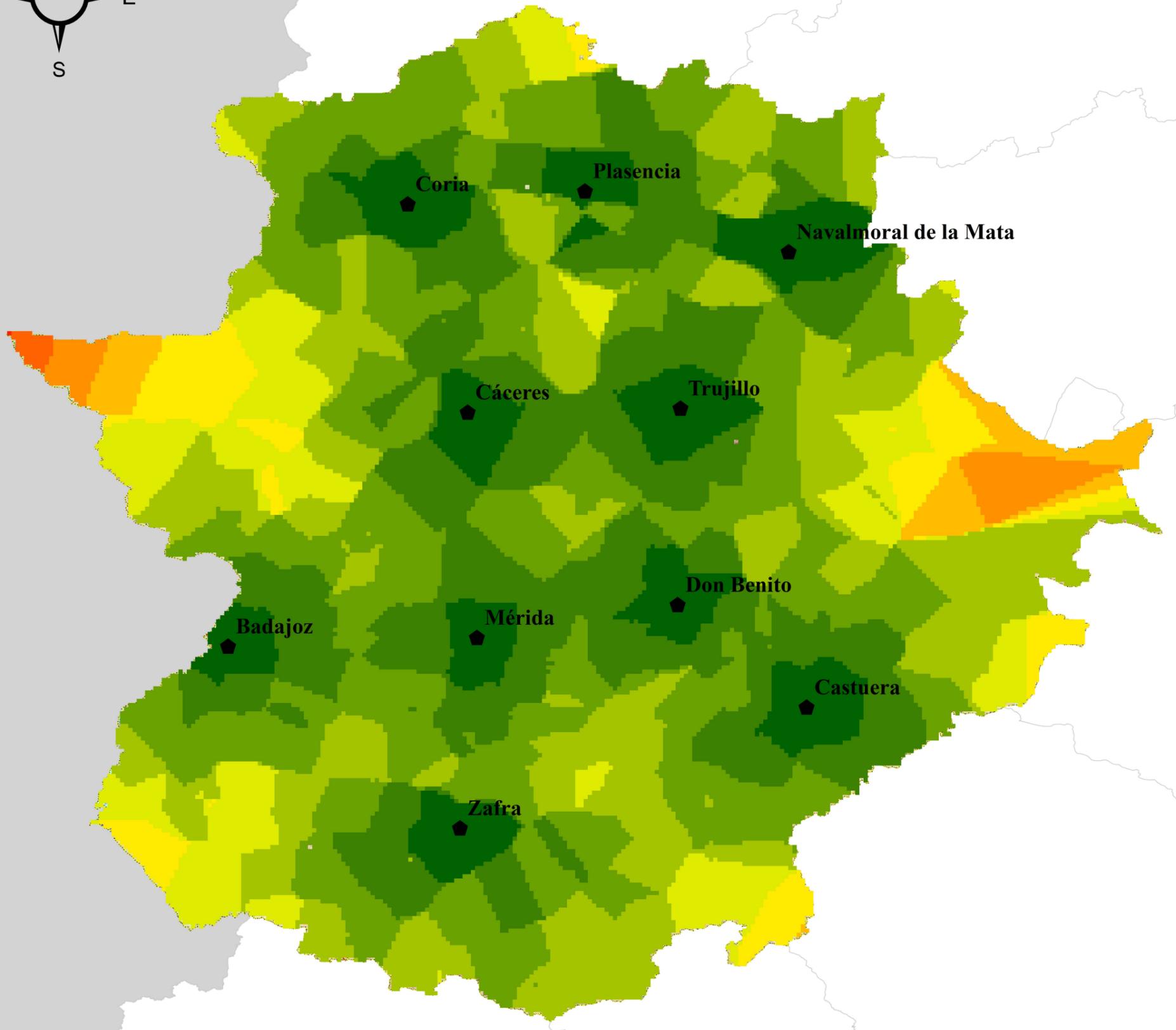
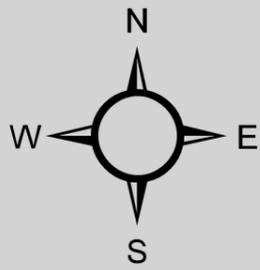
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

Autor: Daniel Puerto Pascual
Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

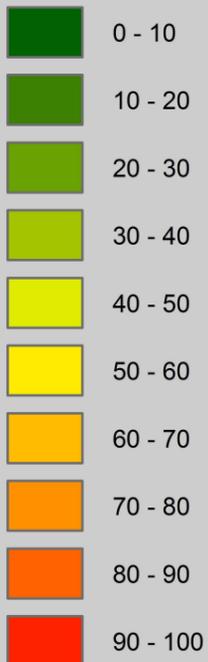
Mapa ráster de los tiempos de acceso actuales

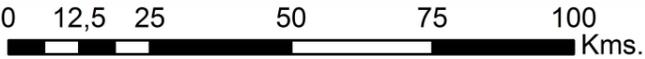


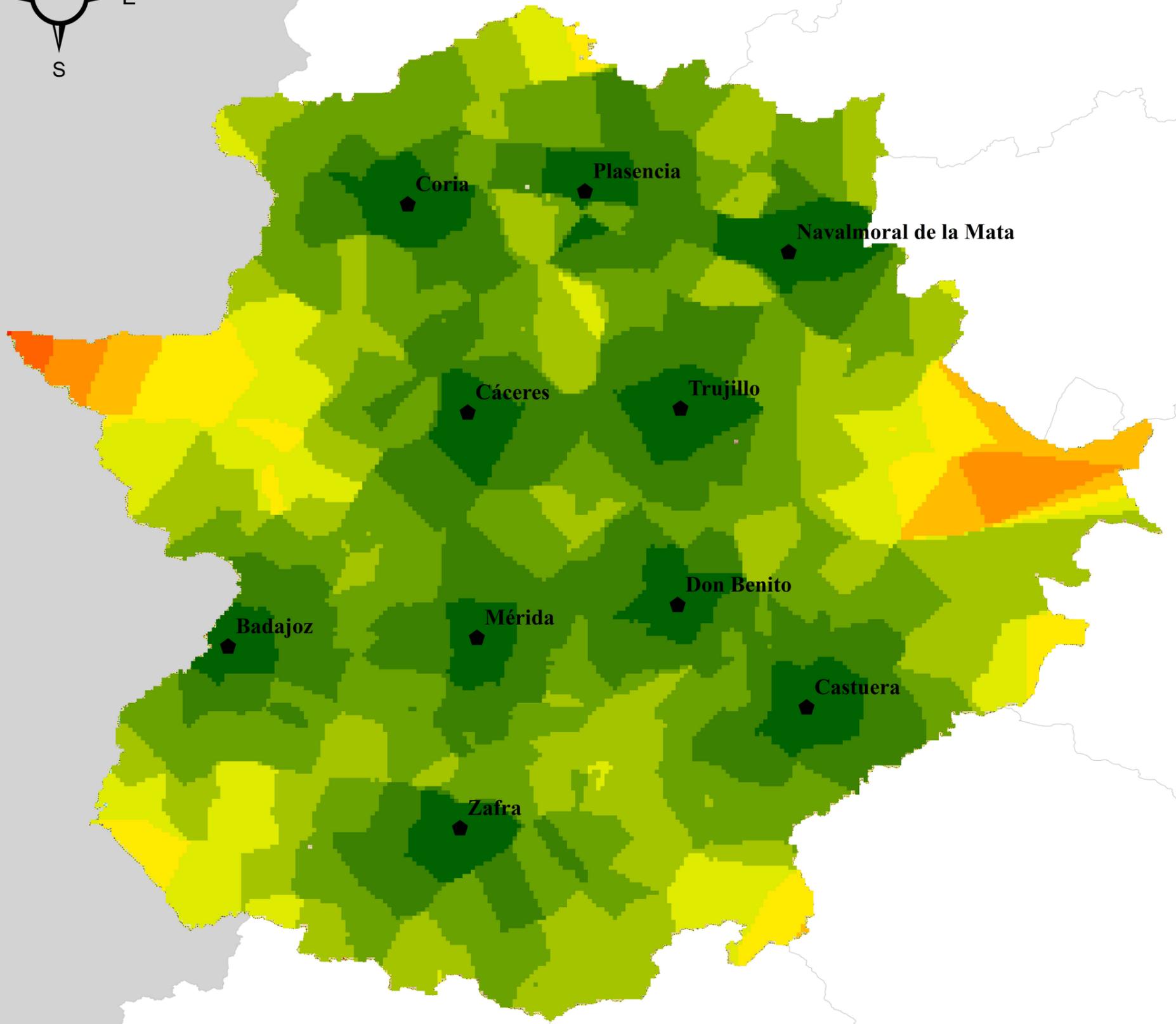
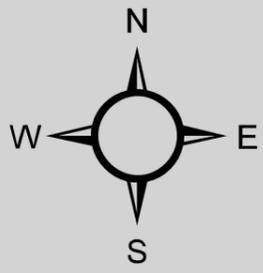
Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Tiempos de acceso (min)



Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG	 ESCUELA POLITÉCNICA
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres	
Autor: Daniel Puerto Pascual Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez	
Escala: 1:1.250.000	
Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989	
Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 15 minutos.	



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Tiempos de acceso (min)

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90
- 90 - 100

Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



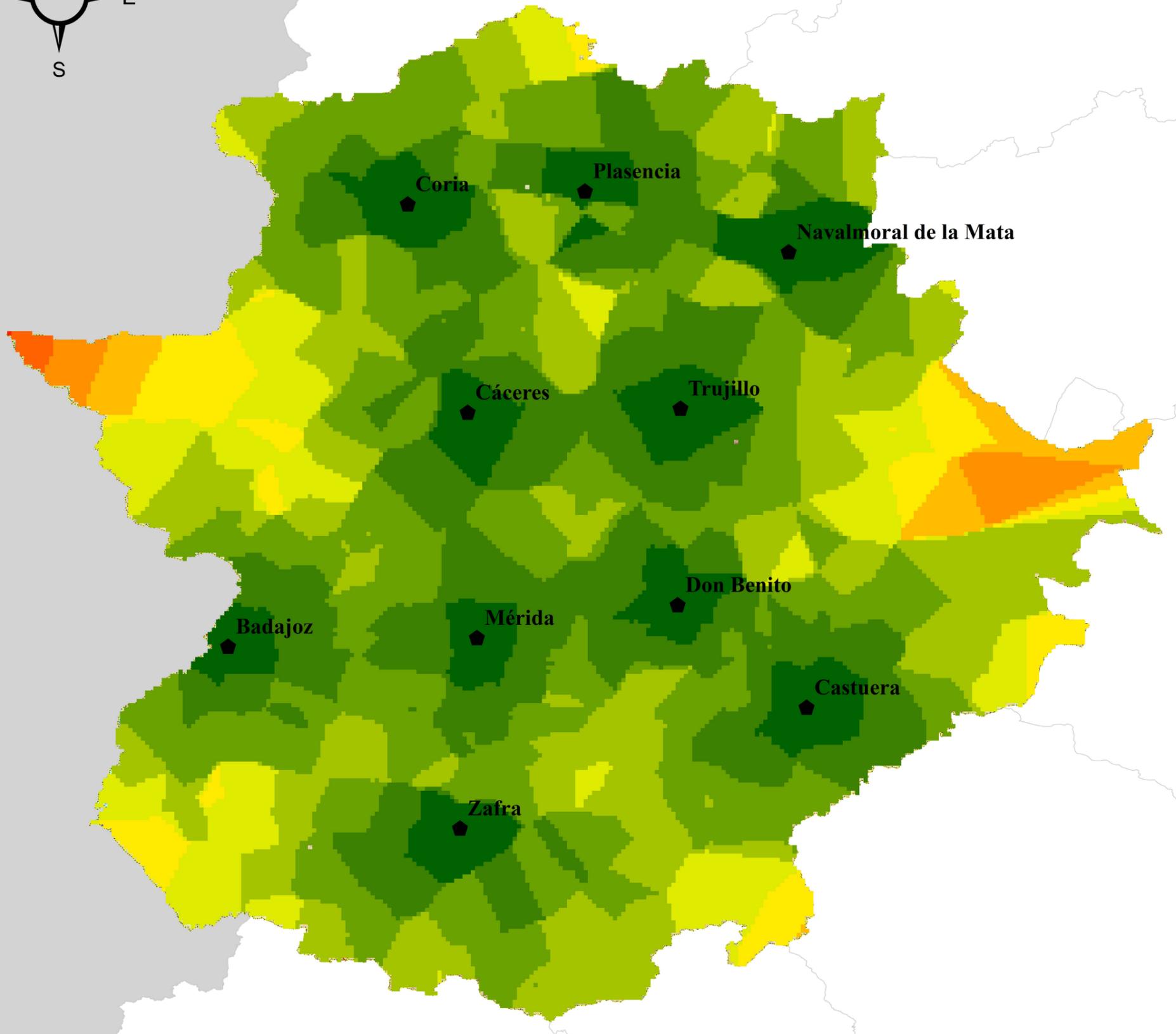
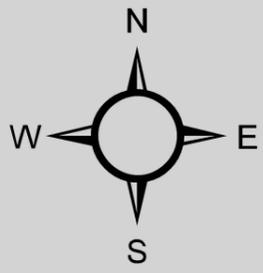
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

Autor: Daniel Puerto Pascual
Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000 Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 15 minutos y un mínimo de 5 kms.



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Tiempos de acceso (min)

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90
- 90 - 100

Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



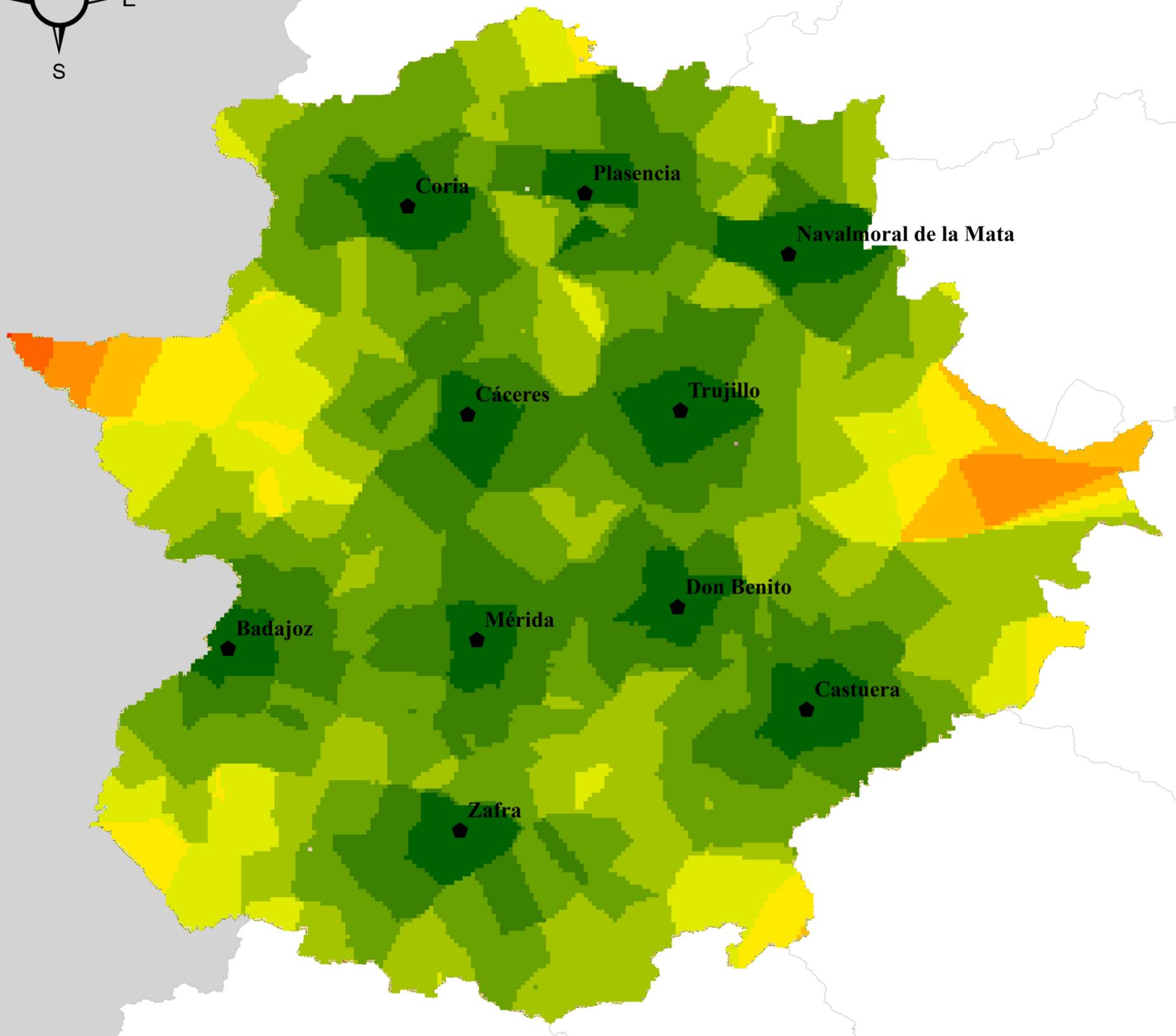
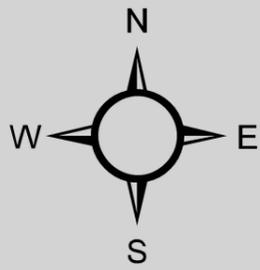
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

Autor: Daniel Puerto Pascual
Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000 Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

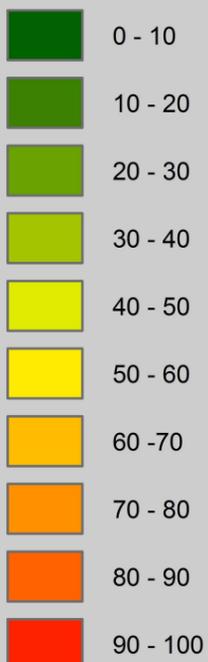
Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 17,5 minutos.



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Tiempos de acceso (min)



Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

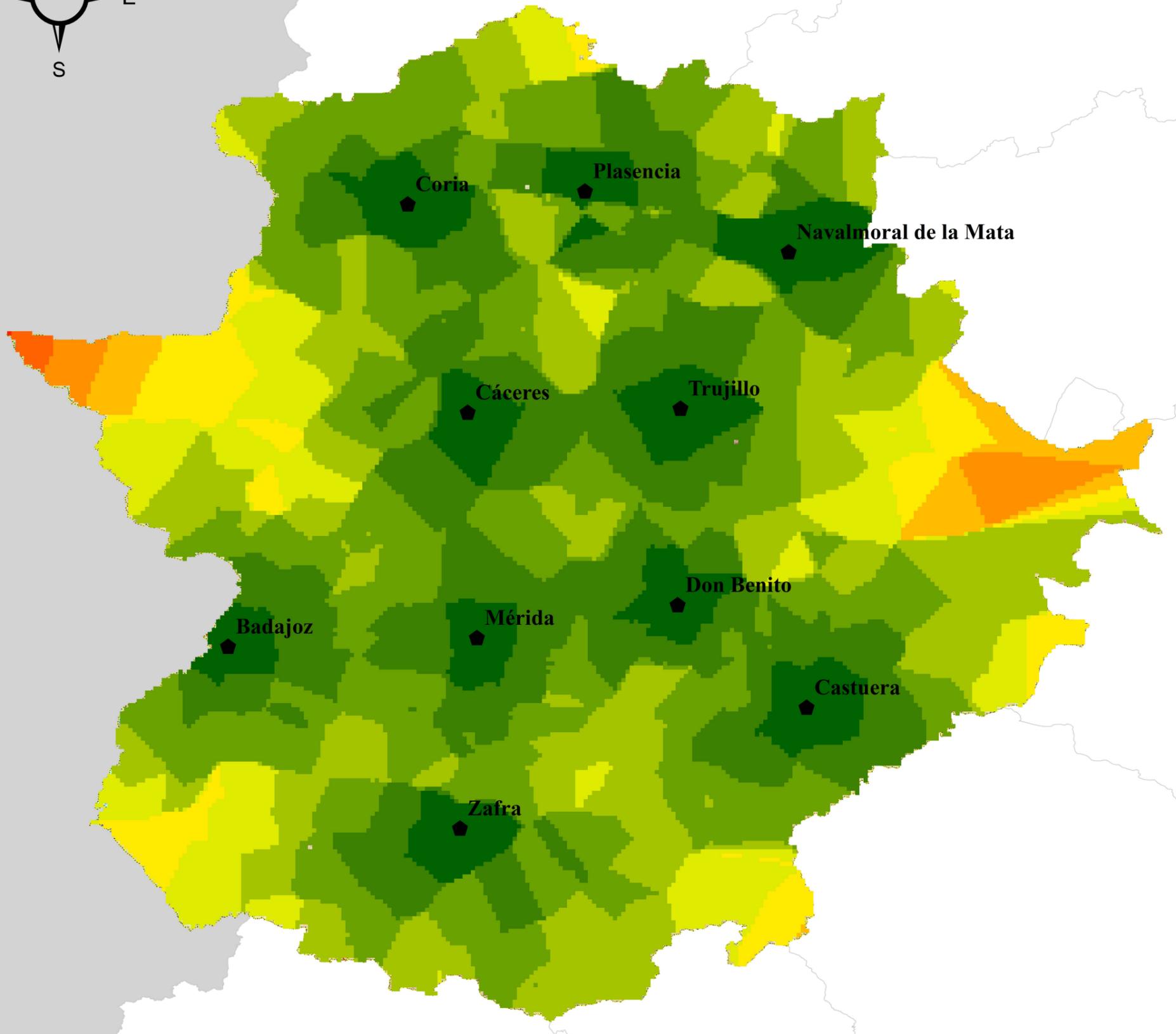
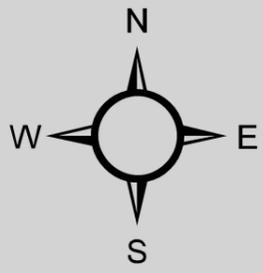
Autor: Daniel Puerto Pascual

Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 17,5 minutos y un mínimo de 5 kms.



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Tiempo de acceso (min)

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90
- 90 - 100

Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



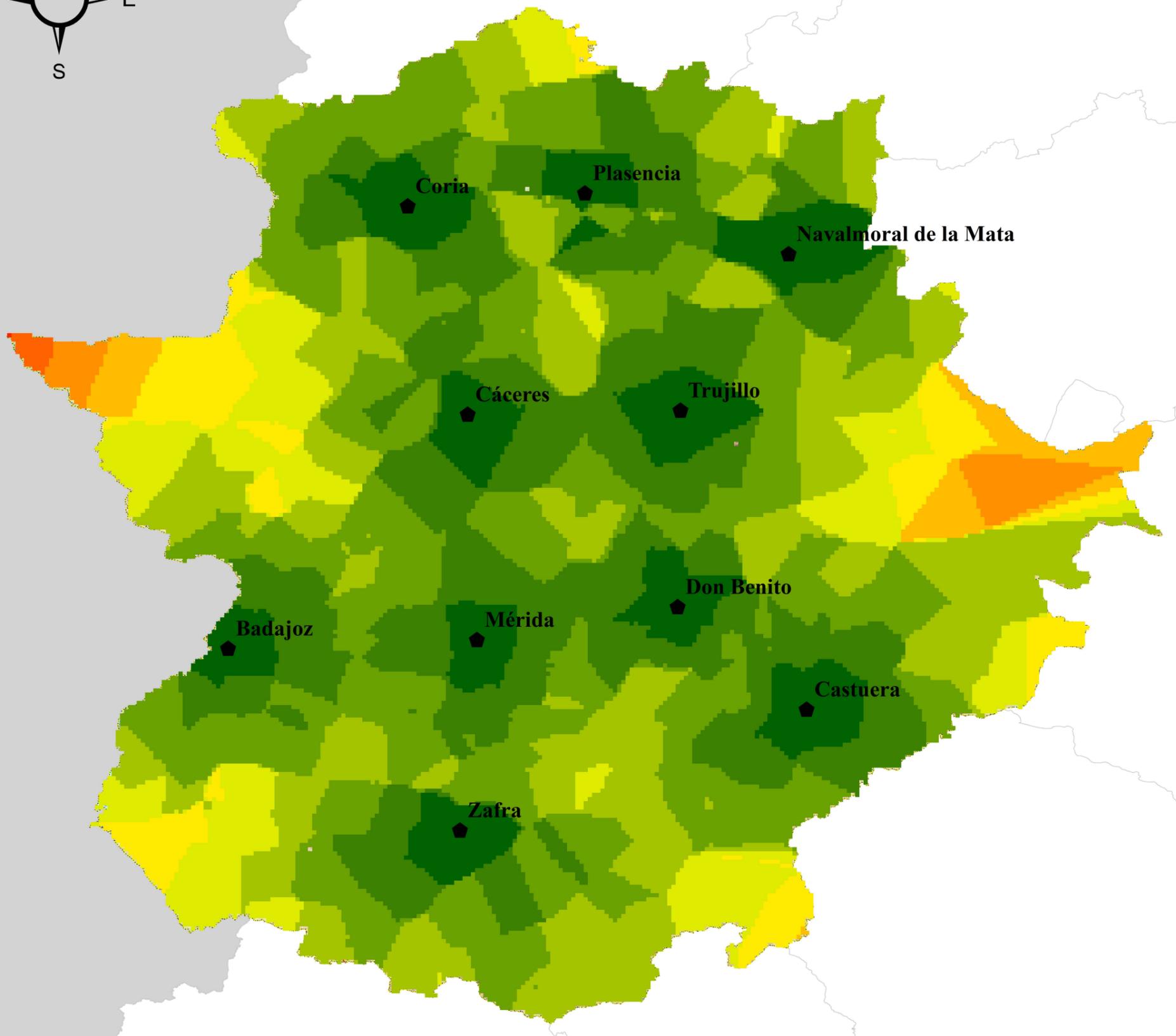
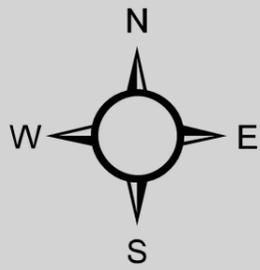
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

Autor: Daniel Puerto Pascual
Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000 Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

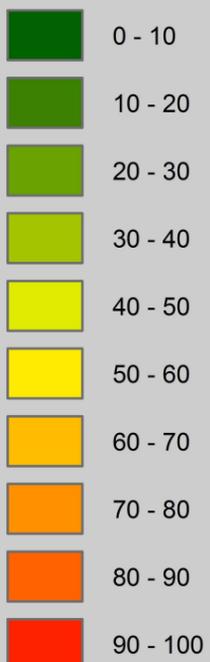
Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 20 minutos.



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Tiempo de acceso (min)



Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

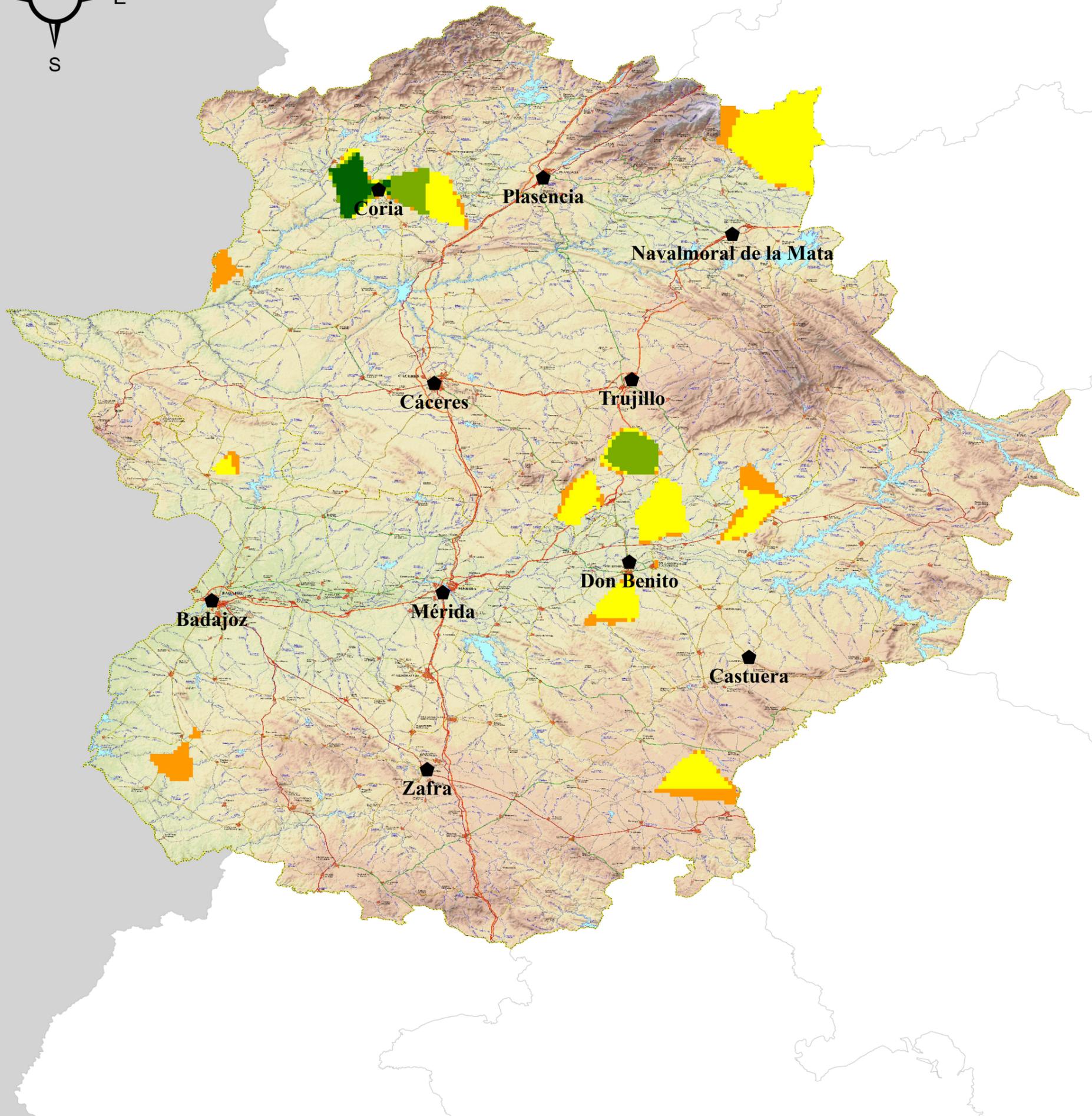
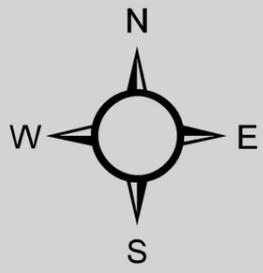
Autor: Daniel Puerto Pascual

Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000 Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

Mapa ráster de los tiempos de acceso tras una reducción de 20 minutos y un mínimo de 5 kms.



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Reducción del tiempo de acceso (min)

-  0 - 15
-  15 - 20
-  20 - 30
-  30 - 40
-  40 - 50

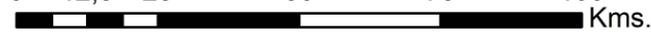
Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



ESCUELA POLITÉCNICA

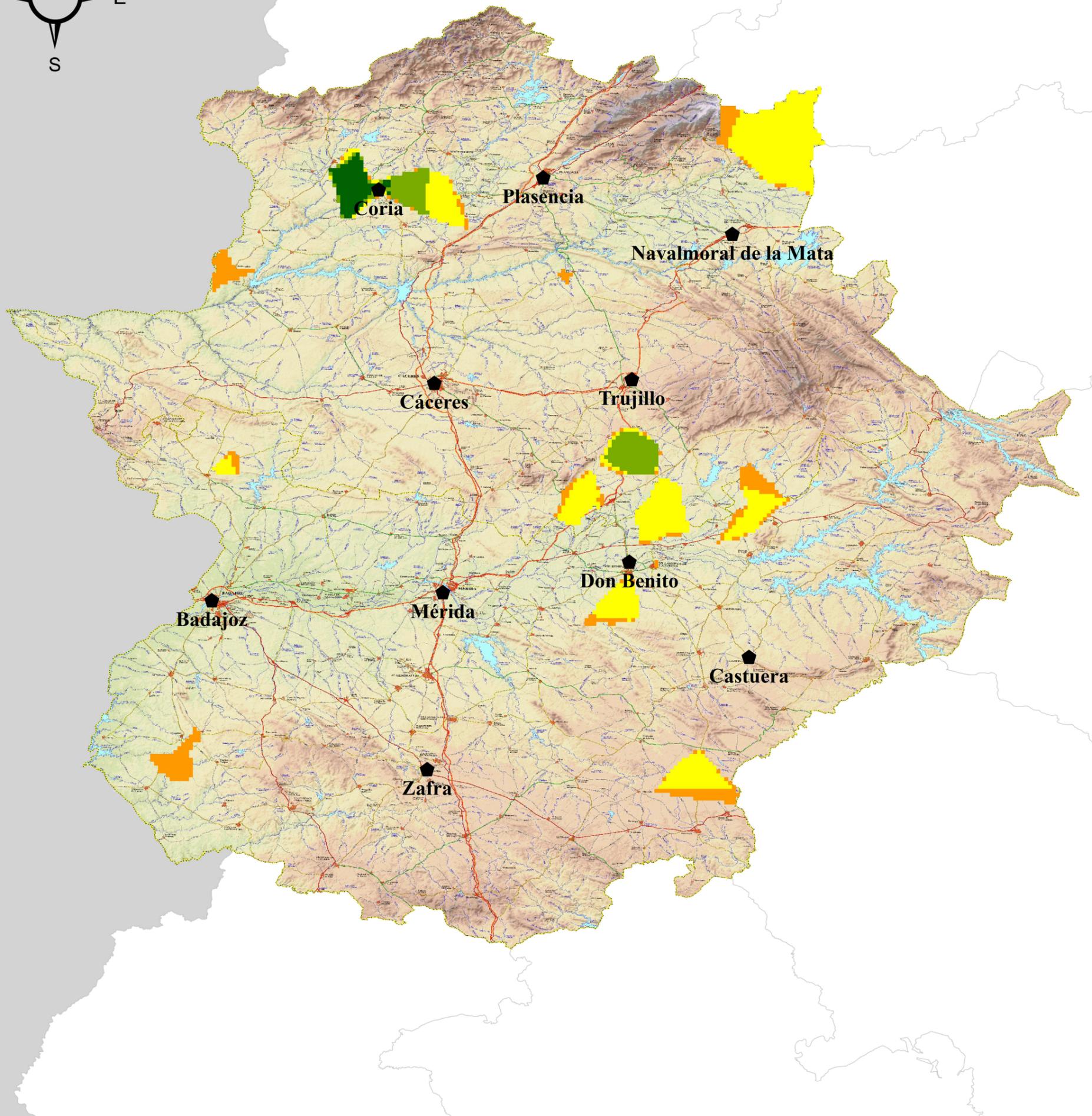
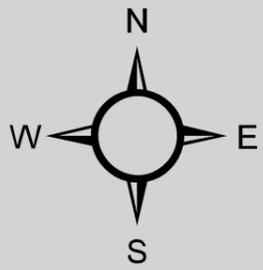
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC
Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

Autor: Daniel Puerto Pascual
Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000  Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

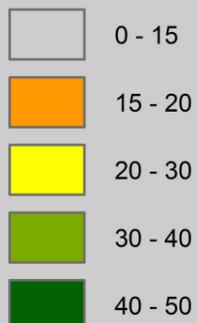
Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 15 minutos.



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Reducción del tiempo de acceso (min)



Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



ESCUELA POLITÉCNICA

Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC
Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

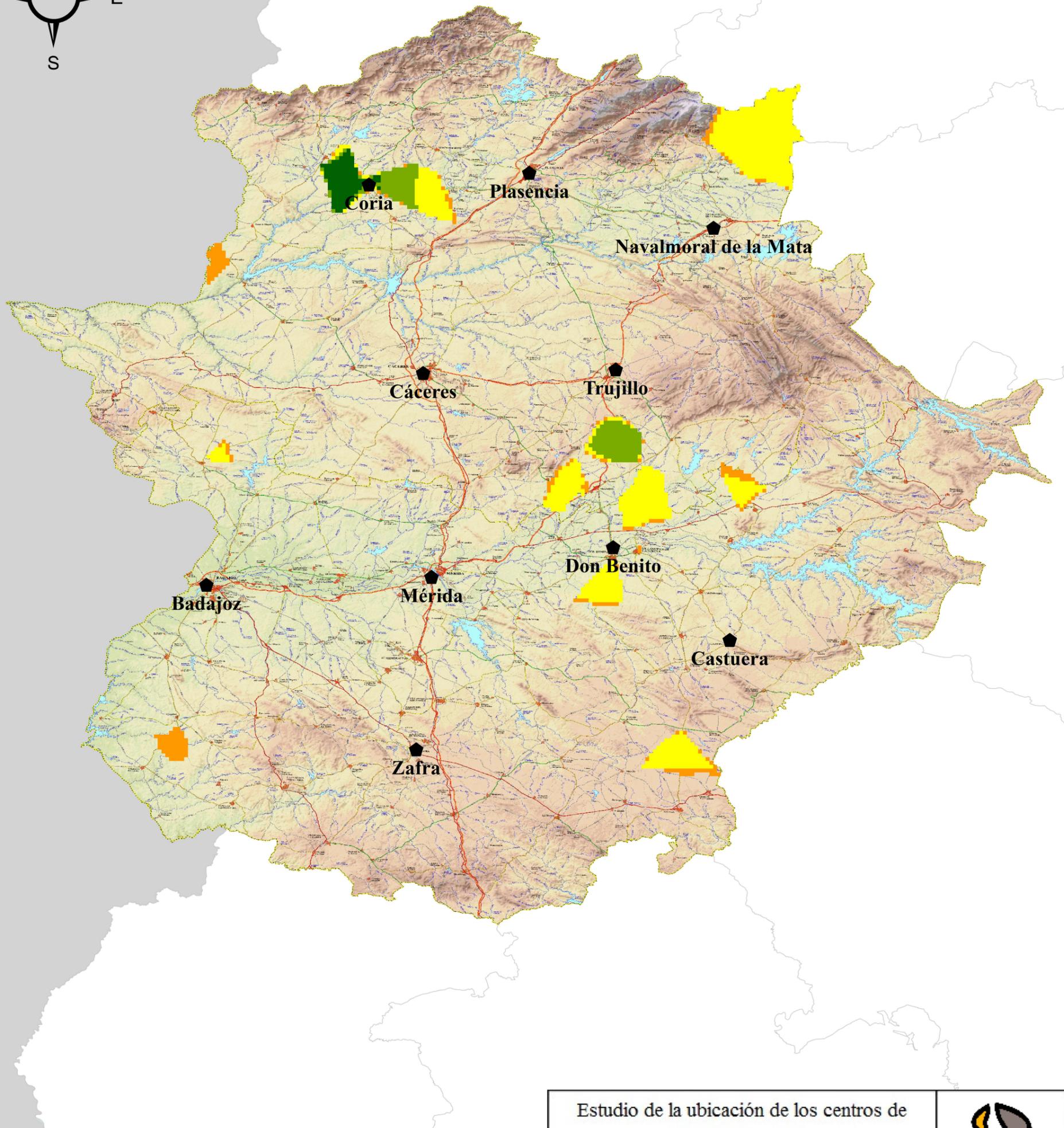
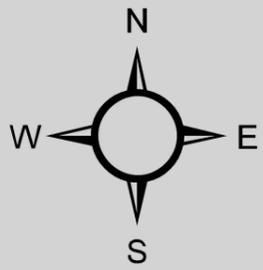
Autor: Daniel Puerto Pascual

Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 15 minutos y un mínimo de 5 kms.



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Reducción del tiempo de acceso (min)

-  0 - 15
-  15 - 20
-  20 - 30
-  30 - 40
-  40 - 50

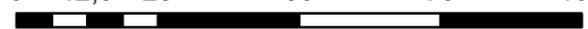
Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



ESCUELA POLITÉCNICA

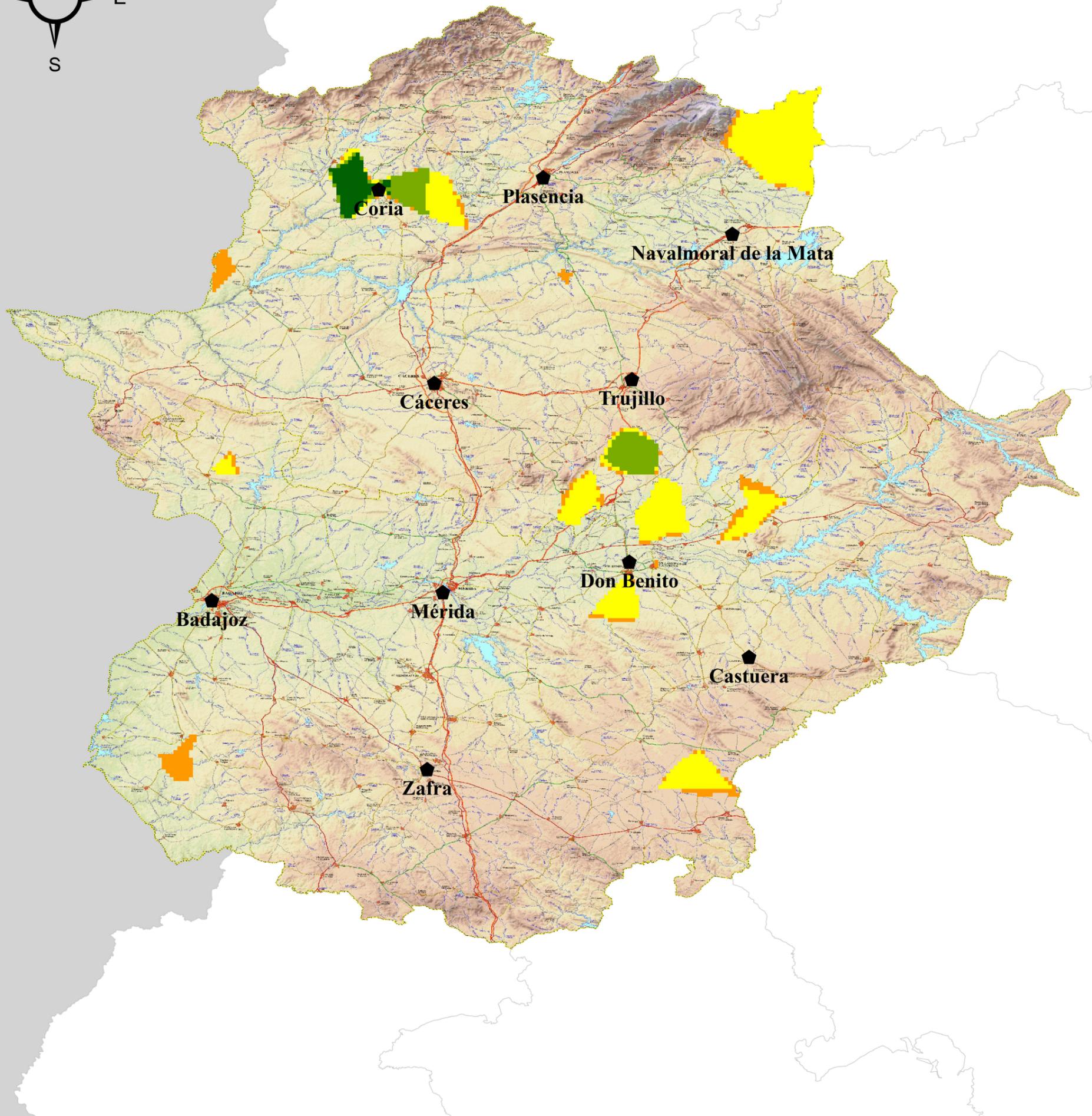
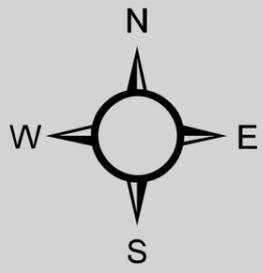
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC
Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

Autor: Daniel Puerto Pascual
Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000  Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 17,5 minutos.



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Reducción del tiempo de acceso (min)

-  0 - 15
-  15 - 20
-  20 - 30
-  30 - 40
-  40 - 50

Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG

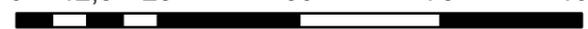


ESCUELA POLITÉCNICA

Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC
Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

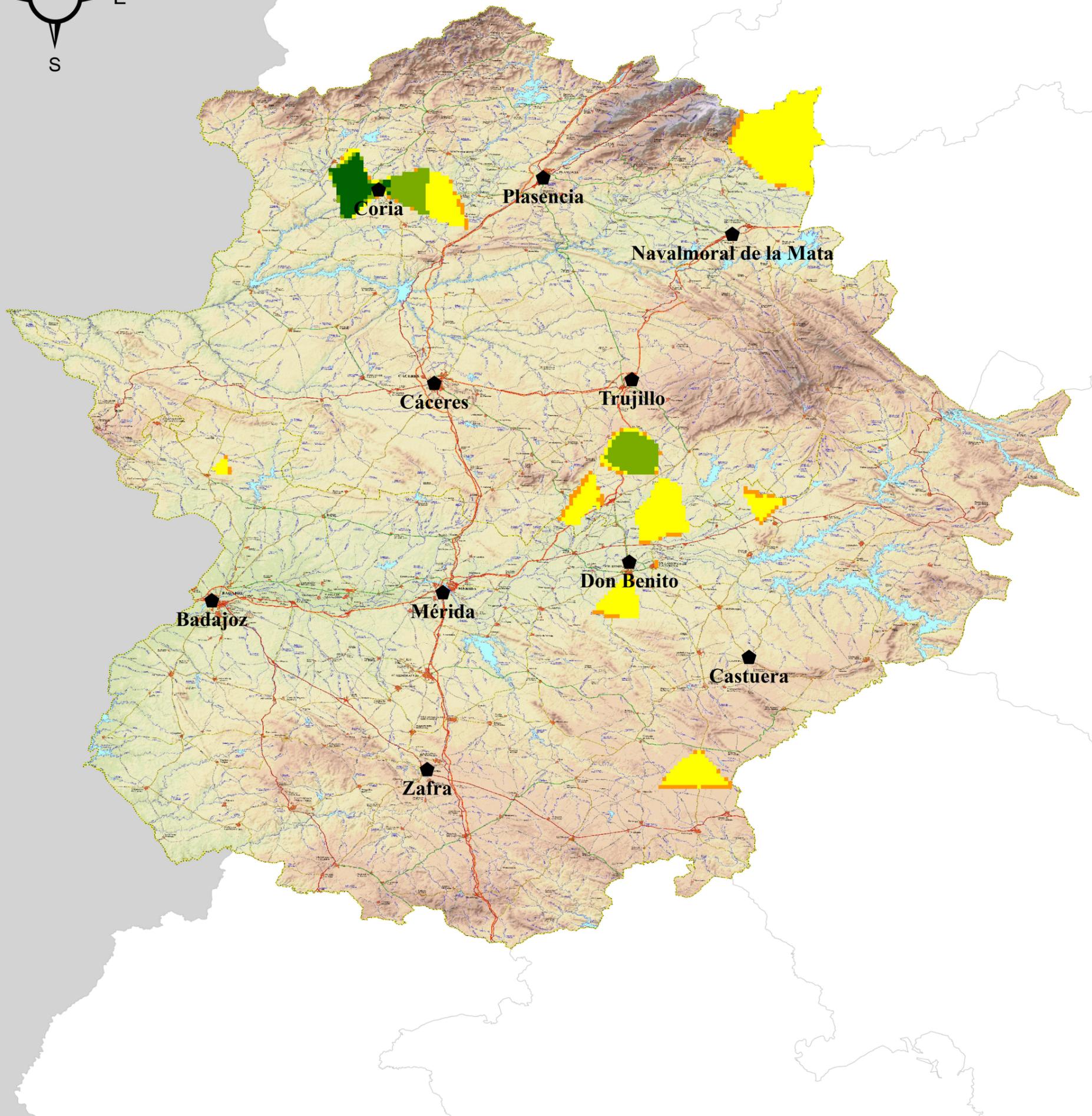
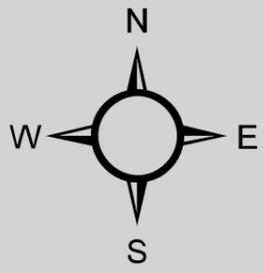
Autor: Daniel Puerto Pascual

Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000  Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 17,5 minutos y un mínimo de 5 kms.



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Reducción del tiempo de acceso (min)

-  0 - 15
-  15 - 20
-  20 - 30
-  30 - 40
-  40 - 50

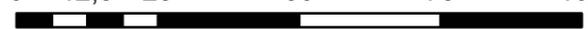
Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG



ESCUELA POLITÉCNICA

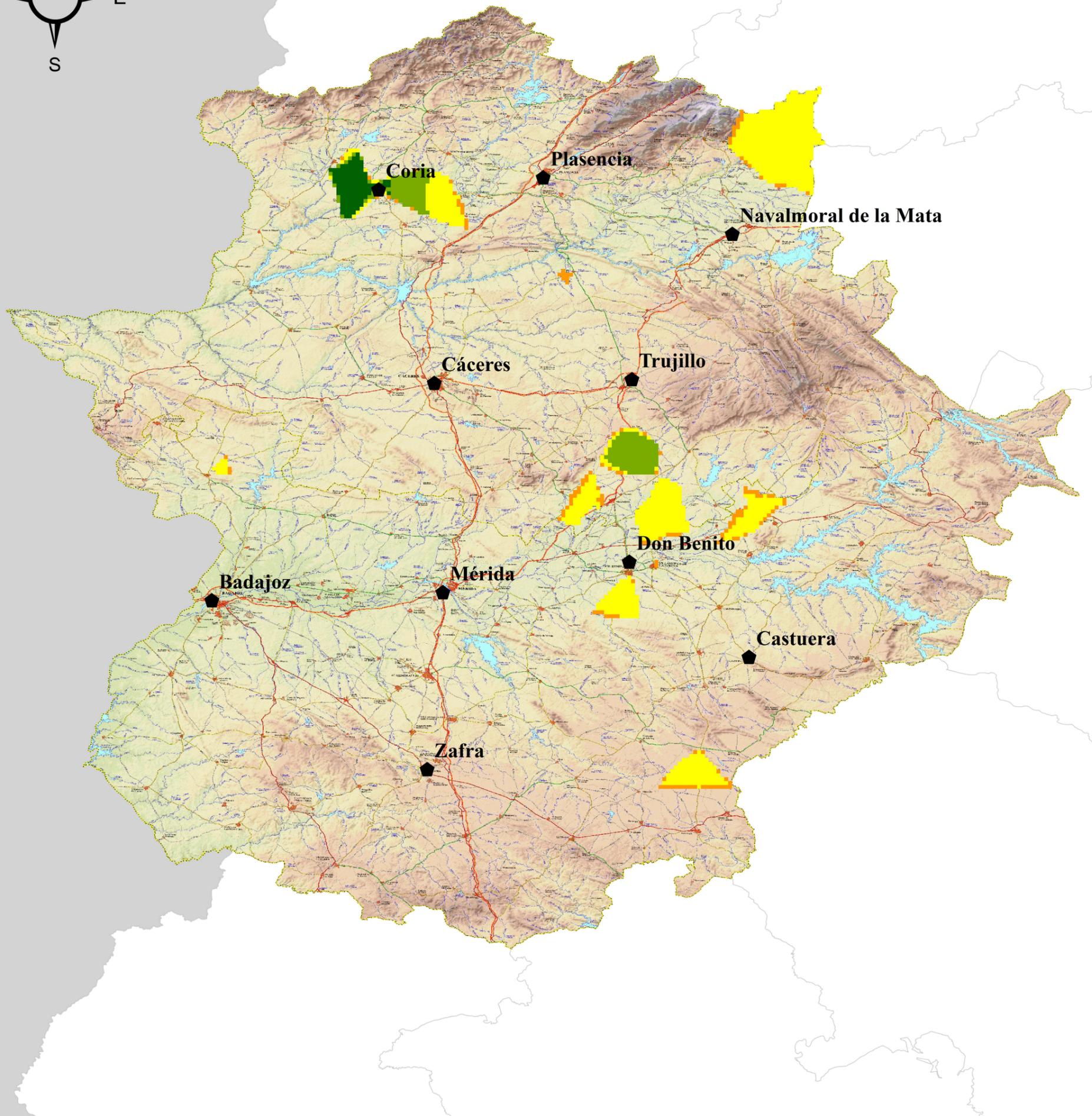
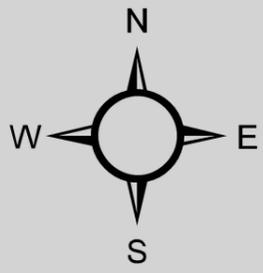
Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC
Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

Autor: Daniel Puerto Pascual
Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000  Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 20 minutos.



Leyenda

◆ PARQUES DE CONSERVACIÓN

Reducción del tiempo de acceso (min)

-  0 - 15
-  15 - 20
-  20 - 30
-  30 - 40
-  40 - 50

Estudio de la ubicación de los centros de conservación de la red de carreteras autonómica mediante SIG

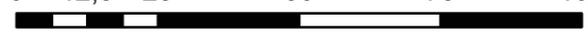


ESCUELA POLITÉCNICA

Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Civil – CC
Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica de Cáceres

Autor: Daniel Puerto Pascual

Tutores: Elia Quirós y Pedro A. Rodríguez

Escala: 0 12,5 25 50 75 100
1:1.250.000  Kms.

Sistema de coordenadas: GCS ETRS 1989

Mapa de diferencias entre el ráster actual y el ráster de reducción de 20 minutos y un mínimo de 5 kms.