

Análisis de Rutas. Lucha contra incendios

Cristina Esteban Moreno

2012



Autor: Cristina Esteban Moreno
Tutor: Juan Carlos García Palomares

Máster en Tecnologías de la
Información Geográfica
Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN:

El tiempo de llegada de los medios de extinción a cualquier punto del territorio es un parámetro importante a tener en cuenta para evaluar la gravedad potencial de los incendios forestales. Así, la planificación de las medidas de extinción debe ir dirigida a la optimización de la organización de los medios y recursos disponibles, estableciendo tanto el número como la disposición más adecuada de éstos de forma que sus tiempos de llegada a cualquier punto del territorio no supere los 25-35 minutos.

La existencia de un completo Inventario de Viales desarrollados en el marco de los Planes de Defensa de Incendios Forestales de Asturias, promovidos el Gobierno del Principado de Asturias, han permitido el desarrollo de una herramienta para el cálculo de rutas considerando diferentes tipos de medios móviles (vehículos todoterreno, autobombas, etc...), y las características de la red viaria (anchos, giros prohibidos, altura de puentes). La herramienta, que ha sido desarrollada en el marco del proyecto de cooperación territorial SATFOR, permite calcular el tiempo de llegada del medio de extinción al punto requerido, seleccionar la ruta óptima y visualizarla, con el objetivo de ayudar en la gestión de la emergencia.

PALABRAS CLAVE:

Análisis de redes, tiempo de llegada, incendio forestal, viales, SIG, Planes de defensa

TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción y Marco General	6
2.	Objetivos.....	7
3.	Estado del Arte	8
4.	Zona de Estudio. Zona Piloto	10
5.	Adecuación de la información.....	14
5.1.	Fuentes de Información	14
5.1.1	Cartografía Planes de Defensa Contra Incendios	14
5.1.2	Parques de Bomberos.....	17
5.1.3	Recursos Técnicos.....	18
5.2	Actualización de la Información.....	20
5.2.1	Conexión de los Parques de Bomberos	20
5.2.2	Actualización Codificación Viaria	21
5.2.3	Revisión en Campo	21
6.	Desarrollo.....	26
7.	Resultados.....	37
8.	Difusión	43
9.	Conclusiones.....	46
10.	Bibliografía	47
Anexo1.	Caracterización Parques de Bomberos.....	48
Anexo2.	Recursos Técnicos	51
Anexo3.	Codificación Viaria	56
Anexo4.	Código Python	62

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO GENERAL

Los Incendios Forestales son un problema común a la región mediterránea y particularmente al sudoeste europeo. Se destinan por ello abundantes recursos cada año para minimizar los daños ocasionados. En el cómputo general, sólo un reducido número alcanza la entidad de Gran Incendio (aquellos que afectan a más de 500 hectáreas).

En España se observa una tendencia decreciente del número de Grandes Incendios Forestales (GIF) manteniéndose, en cambio, constante la superficie total afectada (MAGRAMA, 2010). Es decir, mientras el número de GIF va disminuyendo sus consecuencias aumentan. Por otra parte, según algunos autores, factores asociados al cambio y a los cambios socio-económicos que vienen produciéndose en las áreas rurales desde la segunda mitad del siglo XX hacen prever un aumento de su frecuencia (MORENO, 2005; VÉLEZ, 2000). De confirmarse esta hipótesis, las áreas rurales serán cada vez más sensibles ante grandes incendios.

La formación de los GIF está relacionada con la presencia de unas condiciones de propagación particulares que extreman el comportamiento del incendio superando las capacidades de combate de los medios y grupos de intervención. Estas condiciones convierten a los GIF en complejos para las labores de extinción, peligrosos para las personas y especialmente dañinos para los bienes afectados. Son por ello los responsables de la mayor proporción de superficie anual afectada - según MAGRAMA (2010), en 2009 los GIF supusieron en España un 0,17% del número total y afectaron al 34,36% de la superficie recorrida por el fuego-.

Por otra parte, la complejidad se acrecienta cuando en una misma emergencia confluyen medios procedentes de diferentes zonas, contando con distintos métodos de organización, de trabajo, etc., como en el caso de aquellos incendios que traspasan los límites competenciales de la administración de una región o estado. Pese a la existencia de acuerdos y el refuerzo del Estado en la extinción y coordinación persisten diferencias a nivel operativo (competencias, sistemas de comunicaciones, capacitación del personal especialista, recursos disponibles en general, etc.)

Es por ello, que el éxito en el combate de GIF pasa por una óptima capacitación y gestión de los medios implicados en la extinción. Desde el ámbito científico y tecnológico existen oportunidades para implementar herramientas de análisis basadas en la modelización del comportamiento del fuego.

Uno de los problemas existentes en la utilización de simuladores de incendios forestales en la extinción es la difícil correspondencia de los resultados con la propagación real. Según Bianchini et Al (2006), una de las fuentes de desviación más comunes es la falta de precisión de los parámetros de entrada ocasionada, por ejemplo, por la poca disponibilidad de información del territorio a escalas adecuadas, o la falta de actualización de los mismos.

Desde el campo del análisis de incendios, la obtención de simulaciones precisas se consigue mediante el aseguramiento de la calidad de esta información, a través de la calibración local y validación.

El Proyecto SATFOR, *“Desarrollo e integración de Soluciones tecnológicas Avanzadas para la protección del medio ambiente frente a grandes incendios Forestales en el sudoeste europeo”*, tiene como objetivo concretar y ejecutar diversas actuaciones innovadoras de alto valor tecnológico diagnosticadas como necesarias para prevenir e incrementar la eficacia y seguridad en la extinción de Grandes Incendios Forestales, así como difundir y extender su aprovechamiento a diversos países de la zona SUDOE sentando las bases de una plataforma tecnológica para la gestión en la prevención del riesgo y mitigación de sus consecuencias.

El Programa de Cooperación Territorial del Espacio Sudoeste Europeo (SUDOE) extiende su marco de actuación sobre España, Portugal, Francia (sur) y Reino Unido (Gibraltar), ofreciéndose como marco de actuación adecuado para el desarrollo del proyecto SAFTOR. Este proyecto dispone de una tasa de financiación del 75% del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

2. OBJETIVOS

El trabajo que aquí se va a exponer forma parte del proyecto SATFOR.

El trabajo más intenso que realizan los medios de extinción terrestre tiene lugar lejos de las vías principales (calles, carreteras nacionales, autopistas, etc.) cuyas características están normalizadas para ofrecer límites de velocidad seguros y adecuados. La red de viales integrada por pistas y/o caminos es el entorno de trabajo más común y peligroso para estos medios de extinción terrestres; apenas existe cartografía, y si la hay en la mayoría de los casos está incompleta o desactualizada y casi en ninguna zona podemos encontrar cartografía que recoja las características más importantes: anchura, estado del firme, pendiente, señalización, etc.

El objeto final de este trabajo es la creación de una herramienta capaz de guiar a los medios de extinción terrestre desde los Parques de Bomberos hasta la zona donde se declara un incendio atendiendo especialmente a la red de viales integrada por pistas y/o caminos y a los tipos de vehículos disponibles en los Parque de Bomberos cuyas características técnicas condicionarán el paso por algunas vías o incluso impedirán el tránsito por ellas.

Este objetivo final engloba una serie de objetivos parciales:

- Adecuación alfanumérica y topológica de la cartografía de viales existente
- Definición de los Parques de Bomberos a considerar, recursos técnicos disponibles
- Desarrollo de una herramienta de análisis de rutas desde los Parque de Bomberos hasta los conatos de incendio atendiendo a las características de las vías y de los vehículos
- Testar la herramienta generada simulando una serie de supuestos que permitan verificar el buen funcionamiento de la misma
- Accesibilidad de la herramienta a través de una aplicación WEB

3. ESTADO DEL ARTE

El análisis de accesibilidad en un incendio tiene dos ámbitos de aplicación diferentes pero complementarios: por una parte el ámbito de la prevención (planes contra incendios y proyectos) en el que dicho análisis permite planificar o diseñar la distribución espacial de las bases de medios terrestres más adecuada, y por otra el de la extinción in situ, en el que el análisis de accesibilidad permite en la actualidad conocer los tiempos de llegada a cada punto del territorio.

En el primer caso, en el campo de la prevención, se llevan a cabo análisis y estudios para determinar las características tanto de la red viaria en sí como del resto del terreno (estudio y cartografía de los Modelos de Combustible presentes), lo que permite modelizar el comportamiento de los medios y recursos de extinción en todo el territorio. Posteriormente, la eficiencia de dicho comportamiento, desde el punto de vista de la defensa contra incendios, se evalúa mediante la generación de un modelo *ráster* con el cálculo de isócronas terrestres.

El tiempo de llegada de los medios de extinción a cualquier punto del territorio es un parámetro importante a tener en cuenta para evaluar la gravedad potencial de los incendios forestales. Así, la planificación de las medidas de extinción debe ir dirigida, entre otras cuestiones, a la optimización de la organización de los medios y recursos disponibles, estableciendo tanto el número como la disposición más adecuada de éstos de forma que sus tiempos de llegada a cualquier punto del territorio que se está protegiendo no supere los 25-35 minutos, tiempo que se considera límite para iniciar una extinción forestal.

Si bien la cartografía de isócronas de medios terrestres que se viene elaborando en los [Planes de Defensa contra Incendios](#) en casi todo el territorio nacional desde mediados de los noventa con ayuda de los Sistema de Información Geográfica fue innovadora en su momento, en la actualidad se considera que es necesaria su revisión y su consecuente actualización y mejora.

Para la obtención de la cartografía de isócronas terrestres en el marco de un SIG se parte de la localización exacta de las bases de los medios de extinción terrestre y se definen unas condiciones medias de velocidad, tanto de los vehículos como del personal a pie, que son variables en función del tipo de vial y de las condiciones del terreno (modelo de combustible y pendiente).

Además se hacen las siguientes consideraciones:

1. En un área de influencia de 100 metros a cada lado de los viales se considera que el tiempo de llegada de los recursos de extinción es el mismo que el del propio vial, puesto que dicha superficie queda cubierta por el alcance de las mangueras.
2. Al área comprendida en un área de influencia de 50 metros alrededor de cualquier superficie clasificada como desplazable -es decir, superficie a la que pueden llegar los medios terrestres- se le asigna como tiempo de llegada de los recursos el tiempo máximo de llegada correspondiente al límite de dicha superficie.

Mediante herramientas de análisis espacial de coste/distancia se obtiene un ráster continuo para todo el territorio con información sobre el tiempo de llegada a cada pixel desde la base de medios terrestres que se haya elegido.

Finalmente, y puesto que las velocidades “de paso” sobre cada pixel se han transformado en tiempos “de llegada”, la combinación de todos los ráster permite seleccionar la ruta con menor tiempo de llegada desde la base de medios de extinción más cercana.

El principal punto fuerte del actual método es que con él se logra caracterizar todo el territorio en función del tiempo de llegada de los medios terrestres de extinción, lo cual resulta muy útil para la gestión de emergencias por parte de estos efectivos.

Sin embargo, presenta la importante debilidad de no adecuarse a “verdad del terreno”, sobre todo en lo relativo al análisis ráster, ya que se asimila el territorio a celdas (píxeles) de una determinada extensión (generalmente 25 x 25 metros) y los saltos, interrupciones o defectos del modelo de partida pueden desvirtuar el modelo final. Esto se pone de manifiesto, por ejemplo, en la existencia de diferencias topográficas menores del tamaño del pixel que resultan insalvables para los medios de extinción (por ejemplo una zanja de 4 metros, no superable por un vehículo), en la baja resolución de los mapas de vegetación (generalmente escala 1:25.000 o inferior) y en la no consideración de vallados, muros, etc. en el modelo.

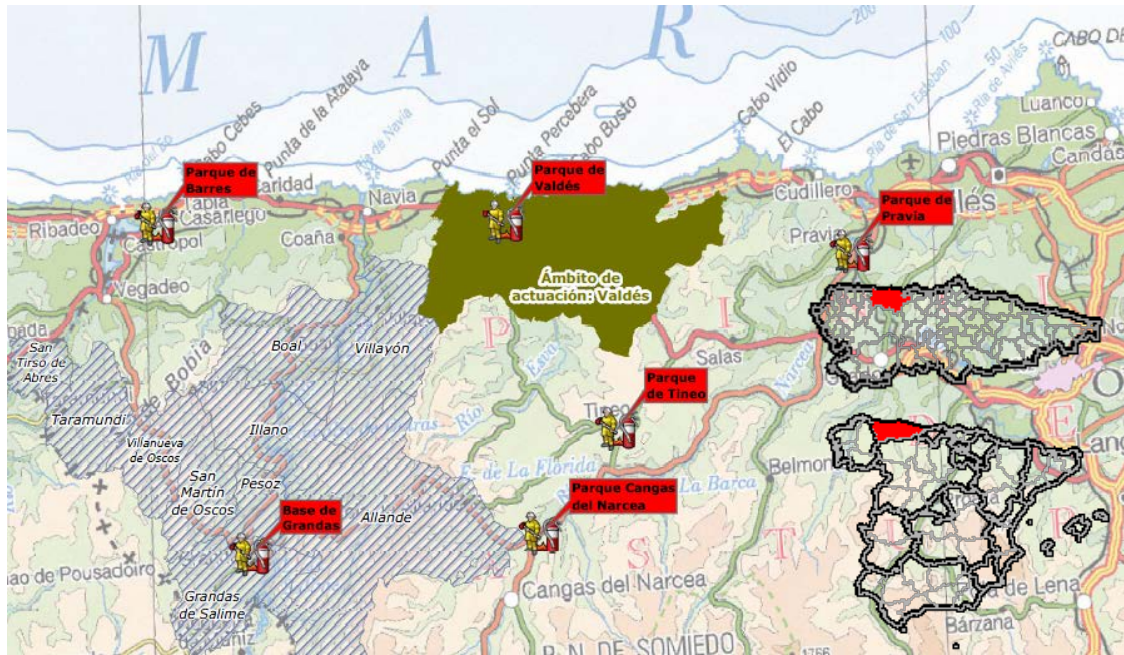
4. ZONA DE ESTUDIO. ZONA PILOTO

Se determinó como zona piloto el término municipal de Valdés perteneciente al Principado de Asturias.

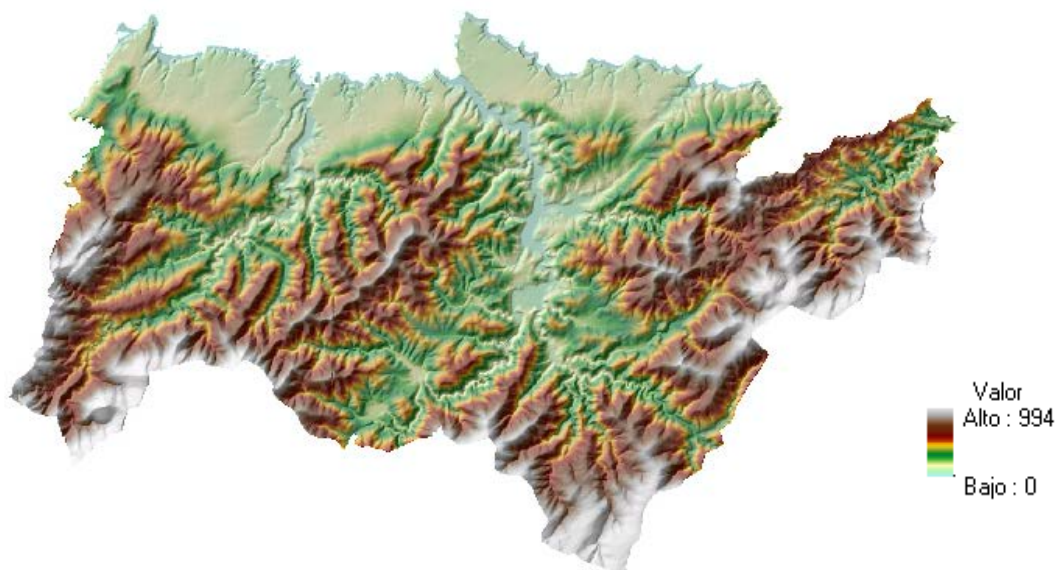
Fueron dos las razones que fundamentaron esta decisión:

- Se disponía de una red viaria adecuada
- La zona ofrecía una orografía lo suficientemente compleja como para poder analizar diferentes escenarios

Valdés es un término costero que en 2011 contaba con una población de 13.241 habitantes.

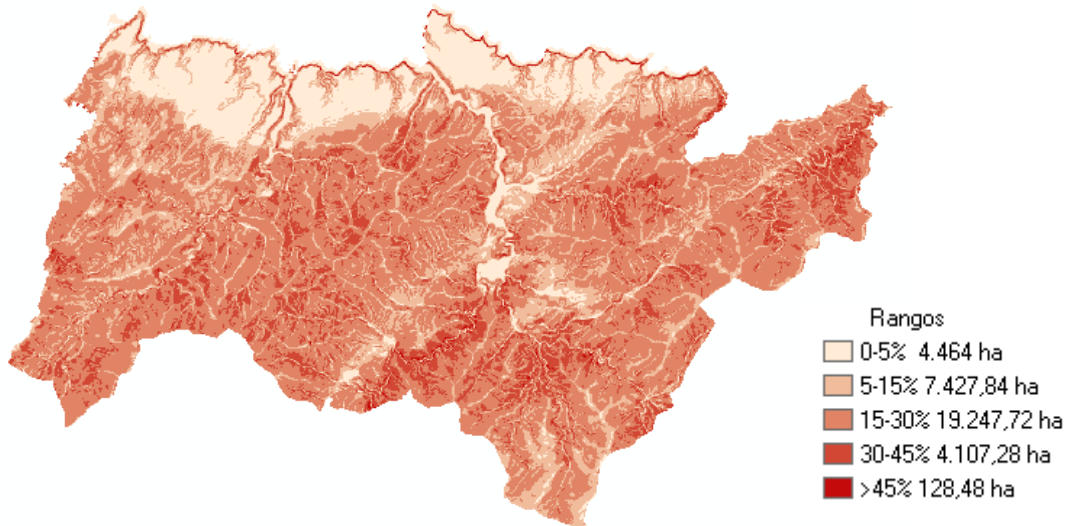


Visualizando el Modelo Digital Terrestre observamos que es una zona con grandes desniveles de altitud, desde la cota cero del nivel del mar hasta los casi 1.000 metros de las montañas del sur.

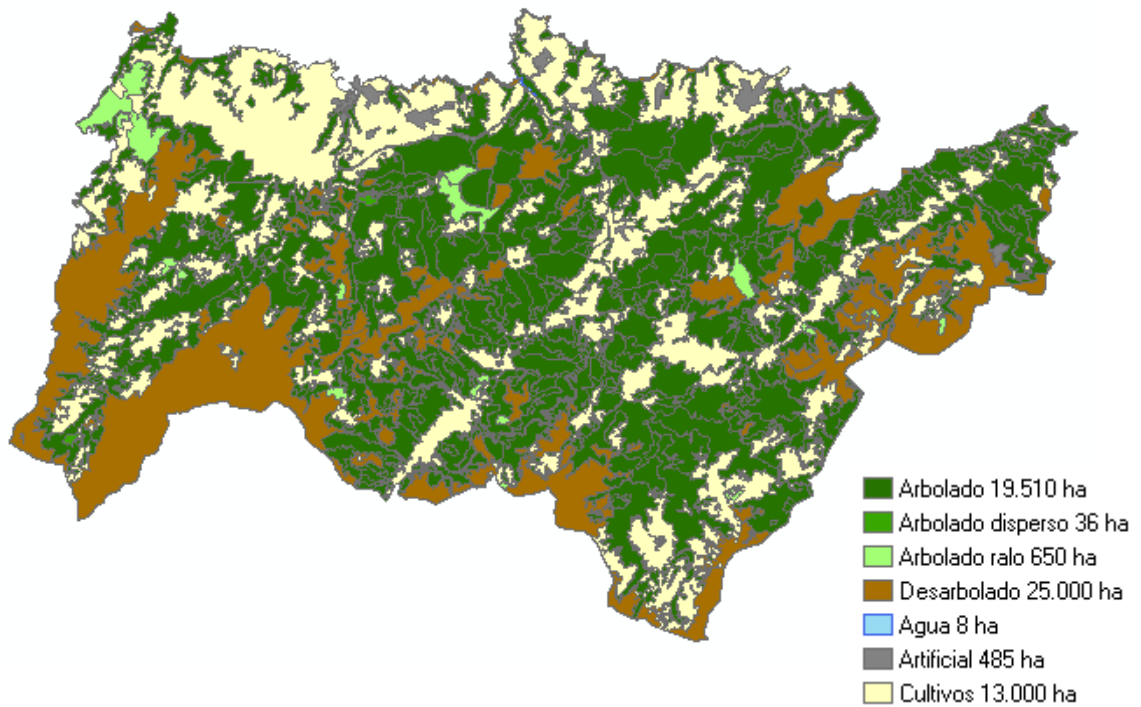


El riesgo de propagación de un incendio depende de dos variables; la pendiente y los modelos de combustible.

Hemos calculado las pendientes del término municipal de Valdés y reclasificado sus valores en los rangos normalizados para el estudio de riesgo de propagación.



El Mapa Foresta de España nos ofrece una radiografía de los usos del suelo, el 34% de la superficie total está cubierta por arbolado, es una zona con una extensa masa forestal.

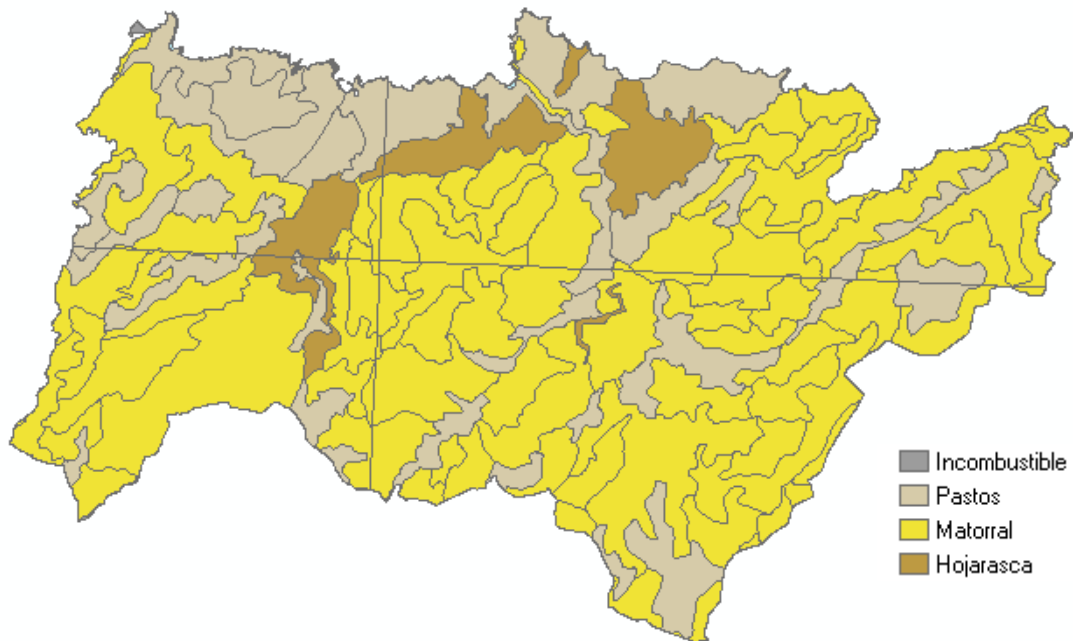


El Mapa de Modelos de Combustible es la cartografía de las estructuras de vegetación de los montes españoles, desde el punto de vista del comportamiento del fuego en caso de ser afectadas por un incendio forestal.

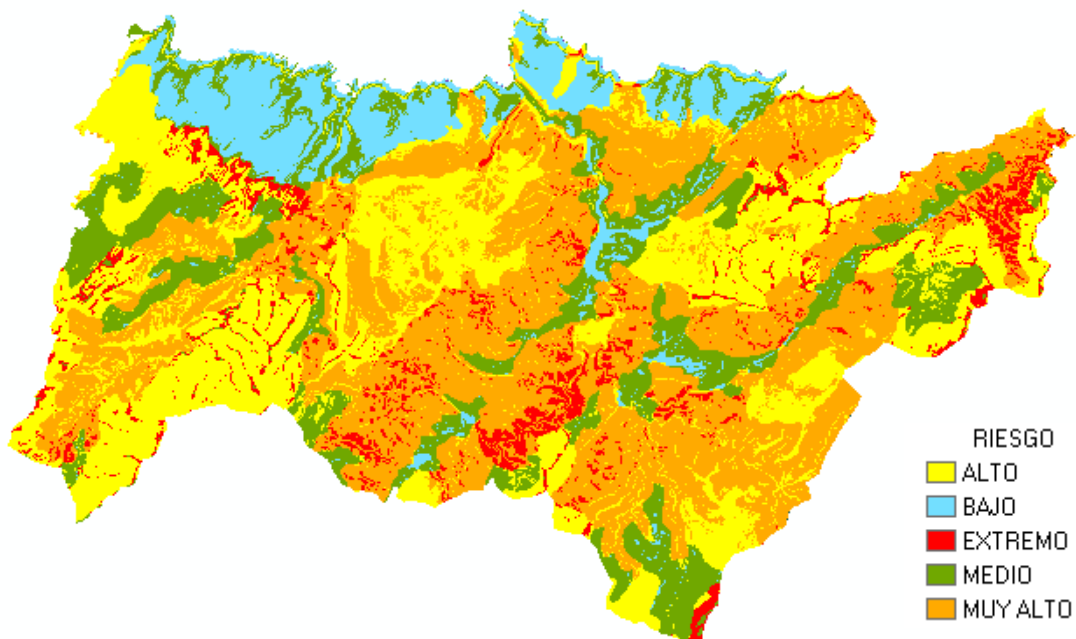
En el caso de los Modelos de Combustibles realizados por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza (DGCN), se utilizan los 13 modelos de combustible establecidos para el NFDRS del Forest Service, United States Department of Agriculture (U.S.D.A.), adaptado a los sistemas forestales españoles por la DGCN. Estos modelos son representativos de las formas estructurales de vegetación de las masas forestales y terrenos no arbolados, presentes en las áreas de clima templado del planeta. Para su elaboración se han utilizado la información incluida en las teselas del Mapa Forestal de España escala 1:200.000 (MFE200).

GRUPO	MODELO	DESCRIPCIÓN
PASTOS	1	Pasto fino, seco y bajo, que recubre completamente el suelo. El matorral o el arbolado cubren menos de 1/3 de la superficie. El fuego se propaga rápidamente por el pasto seco.
	2	Pastizal con presencia de matorral o arbolado claro que cubren entre 1/3 y 2/3 de la superficie. El combustible está formado por el pasto seco, la hojarasca y ramillas caídas de la vegetación leñosa. El fuego corre rápidamente por el pasto seco.
	3	Pastizal espeso y alto (> 1m.). Es el modelo típico de las sabanas. Los campos de cereales son representativos de este modelo. Los incendios son los más rápidos y de mayor intensidad.
MATORRAL	4	Matorral o arbolado joven muy denso de unos 2 m de altura. Continuidad horizontal y vertical del combustible. Abundancia de combustible leñoso muerto (ramas) sobre plantas vivas. El fuego se propaga rápidamente sobre las copas del matorral con gran intensidad y llamas grandes. La humedad del combustible vivo tiene gran influencia en el comportamiento del fuego.
	5	Matorral denso pero bajo, de altura no superior a 0,6 m. Cargas ligeras de hojarasca del mismo matorral, que contribuye a propagar el fuego con vientos flojos. Fuegos de intensidad moderada.
	6	Matorral más viejo que en el modelo 5, con alturas entre 0,6 y 1,2 m. Los combustibles vivos son más escasos y dispersos. El conjunto es más inflamable que el modelo 5. El fuego se propaga a través del matorral con vientos de moderados a fuertes.
	7	Matorral inflamable de 0,6 a 2,0 m de altura, que propaga el fuego bajo el arbolado. El incendio se desarrolla con contenidos más altos en humedad del combustible muerto que en los otros modelos debido a la naturaleza más inflamable de los combustibles vivos.
HOJARASCA BAJO ARBOLADO	8	Hojarasca en bosque denso de coníferas o frondosas. La hojarasca forma una capa compacta al estar formada por acículas cortas (5 cm o menos) o por hojas planas no muy grandes. Los fuegos son de poca intensidad, con llamas cortas y velocidades de avance bajas. Solamente en condiciones meteorológicas desfavorables (altas temperaturas, bajas humedades relativas y vientos fuertes) este modelo puede volverse peligroso.
	9	Hojarasca en bosque denso de coníferas o frondosas, que se diferencia del modelo 8 en que forma una capa esponjada poco compacta, con mucho aire interpuesto. Está formada por acículas largas, como en masas de <i>Pinus pinaster</i> , o por hojas grandes y rizadas como las de <i>Quercus pyrenaica</i> , <i>Castanea sativa</i> , etc. Los fuegos son más rápidos y con llamas más largas que en el modelo 8.
	10	Restos leñosos originados naturalmente, incluyendo leña gruesa caída como consecuencia de vendavales, plagas intensas, o excesiva madurez de la masa, con presencia de vegetación herbácea y matorral que crece entre los restos leñosos.
RESTOS DE CORTA Y OPERACIONES SELVÍCOLAS	11	Restos ligeros ($\varnothing < 7,5$ cm) recientes, de tratamientos selvícolas o de aprovechamientos, formando una capa poco compacta de escasa altura (alrededor de 30 cm). La hojarasca y el matorral presentes ayudarán a la propagación del fuego. Los incendios tendrán intensidades altas y pueden general pavesas.
	12	Restos más pesados que en el modelo 11, formando una capa continua de mayor altura (hasta 60 cm). Más de la mitad de las hojas están aún adheridas a las ramas sin haberse secado completamente. No hay combustibles vivos que influyan en el fuego. Los incendios tendrán intensidades altas y pueden general pavesas.
	13	Grandes acumulaciones de restos gruesos ($\varnothing > 7,5$ cm) y pesados, cubriendo todo el suelo.

Analizados los modelos de combustible para la zona observamos que la mayoría son pastos o matorral, modelos con un elevado índice de propagación.



Se comparan ambas variables a través de la matriz de decisión del Riesgo de Propagación y constatamos que prácticamente la totalidad de la zona o tiene un Riesgo de Propagación alto o muy alto.



Es este riesgo de propagación, alto o muy alto, lo que hace que sea imprescindible la llegada cuanto antes de los recursos de extinción a la zona.

5. ADECUACIÓN DE LA INFORMACIÓN

5.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

5.1.1 CARTOGRAFÍA PLANES DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS

Se dispone de un intenso inventario de viales elaborado para los Planes Municipales de Defensa de Incendios Forestales del Principado de Asturias, promovidos por la Consejería de Medio Rural y Pesca en 2.009.

Este inventario se realizó de acuerdo con la nueva Base Topográfica Armonizada (B.T.A.) que supone un estándar cartográfico nacional. Digitalizado a escala 1:5.000, incluye datos sobre:

- Anchura del vial, en metros
- Sistemas de evacuación de agua: cunetas, tajeas, sumideros y/o badenes



Tajea con sumidero



Carretera asfaltada con cuneta y sumidero

- Tipo de firme: asfalto, zahorra, tierra u hormigón
- Estado del firme. Clasificado como bueno, regular o malo en función de la presencia de incidencias tales como; cárcavas, baches, barrizales o vegetación.
 - El estado del firme es **bueno** cuando el vial no presenta en todo su recorrido ninguna incidencia o cuando existiendo presencia de vegetación ésta no supera los 30 cm de altitud y las roderas sean bien visibles



Pista asfaltada. Estado de firme BUENO

- El estado del firme es **regular** cuando el vial presenta incidencias de manera puntual (cada 250 metros como máximo)



Vial con firme REGULAR, zona puntual de baches

- El estado del firme es **malo** cuando la presencia de incidencias es constante



Vial con firme MALO, presencia constante de cárcavas

- Pendientes. Se establecen tres intervalos: de 0-6%, de 6-20% y >20%
- Señalización. Se fijan 3 tipos de señalización:
 - Mala: bien cuando no exista, ésta sea equívoca o esté en mal estado de conservación
 - Regular: cuando aún existiendo sea poco visible
 - Buena: cuando existen, son claras, están en buen estado y son visibles
- Volvederos. Zonas sobre vías de tierra donde es posible cambiar de sentido. En vías asfaltadas se considera que los vehículos no tienen problemas en realizar esta maniobra al ser frecuente la presencia de sobreechanos y cruces

- Estrechamientos. Principalmente se trata de puntos en núcleos urbanos o puentes en fondos de valle. En vías menos de 6 metros de ancho se considera estrechamiento aquel tramo de vía con menos de 2 metros de ancho, mientras que en vías de más de 6 metros se considera estrechamiento tramos de menos de 4 metros.



ESTRECHAMIENTO en un vial, puente de 3 metros de ancho

- Puntos de agua. Se caracterizan las vías de acceso a los mismos



PUNTO DE AGUA de lucha contra incendios forestales

5.1.2 PARQUES DE BOMBEROS

Se ha considerado que ante un hipotético incendio declarado en el término municipal de Valdés los Parques de Bomberos implicados serían:

- Parque de **Valdés**, tipo de parque Fijo 24 horas, ubicado en el propio término municipal
- Parque de **Castropol**, tipo de parque Disponible, a 43 kilómetros al oeste del parque de Valdés
- Parque de **Grandas de Salime**, tipo de parque Auxiliar, a 86 kilómetros al suroeste del parque de Valdés
- Parque de **Tineo**, tipo de parque Disponible, a 49 kilómetros al sureste del parque de Valdés
- Parque de **Pravia**, tipo de parque Disponible, a 51 kilómetros al oeste del parque de Valdés
- Parque de **Cangas del Narcea**, tipo de parque Fijo 24 horas, a 70 kilómetros al sur del parque de Valdés










Este último parque, el de Cangas de Narcea, se ha considerado únicamente por su flota automovilística ya que es el único de la zona que dispone de vehículos pesados. En cualquier aviso de incendio con origen en Valdés se llegaría antes desde el parque de Tineo que desde el de Cangas del Narcea.



5.1.3 RECURSOS TÉCNICOS

A través de la página Web del Cuerpo de Bomberos de Asturias se accede a los tipos de vehículos de cada Parque y a sus características técnicas. Estas características condicionan la velocidad y el paso o restricción por determinados tipos de vías.

El parque automovilístico de los bomberos de Asturias consta de los siguientes tipos de vehículos:

NOMBRE	VEHÍCULO	ANCHURA (m)	ALTURA (m)	VELOCIDAD (km/h)
Patrullaje		1,8	2	Autopista: 120 Nacional: 100 Comarcal: 70 Local: 60 Pistas: 10
Transporte personal		1,8	1,8	
Mando		1,8	1,8	
BRIPA		1,8	1,8	
Intervención rápida		1,8	2	
Autobomba Forestal		2,3	3,5	Autopista: 90 Nacional: 80 Comarcal: 70 Local: 60 Pistas: 10
Nodriza		2,5	3,5	Autopista: 90 Nacional: 80 Comarcal: 70 Local: 60 Pistas: NO
Puesto de mando avanzado		2,5	4	
Apoyo logístico		2,5	4	

Los recursos técnicos disponibles por parque:

- Parque de **Valdés**: 1 vehículo de transporte personal, 1 autobomba forestal, 1 vehículo de intervención rápida y 1 vehículo de patrullaje
- Parque de **Castropol**: 1 vehículo de transporte personal, 1 autobomba forestal, 1 vehículo de intervención rápida y 1 vehículo de patrullaje
- Parque de **Grandas de Salime**: 1 vehículo de transporte personal, 2 autobombas forestales y 1 vehículo de patrullaje
- Parque de **Tineo**: 1 vehículo de transporte personal, 1 autobomba forestal, 1 vehículo de intervención rápida y 1 vehículo de patrullaje
- Parque de **Pravia**: 1 vehículo de transporte personal, 1 autobomba forestal, 1 vehículo de intervención rápida y 1 vehículo de patrullaje
- Parque de **Cangas del Narcea**: 2 autobombas forestales, 1 vehículo de intervención rápida, 2 vehículos de patrullaje, 1 vehículo de mando, 1 vehículo BRIPA y 1 vehículo nodriza



5.2 ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

5.2.1 CONEXIÓN DE LOS PARQUES DE BOMBEROS

Excepto el Parque de bomberos de Valdés todos se encuentran fuera del término municipal de Valdés y por consiguiente fuera del alcance de la red viaria disponible.

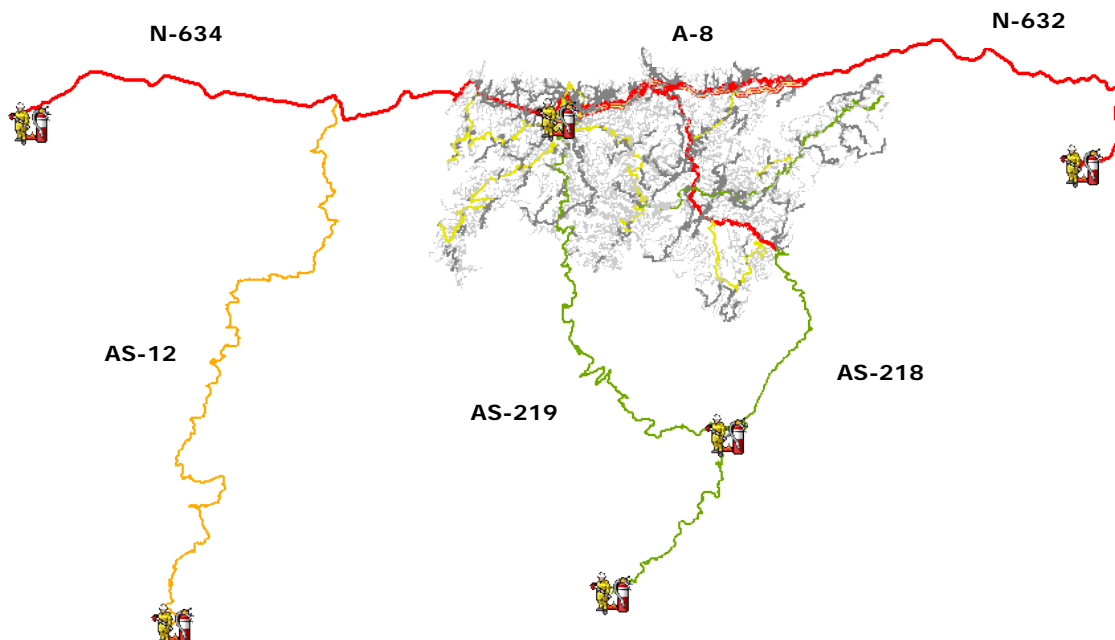
Para conectarlos nos hemos apoyado en dos Web Map Services (WMS):

Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (<http://www.idee.es/wms/MTN-Raster/MTN-Raster>)

CartoCiudad (<http://www.cartociudad.es/wms/CARTOCIUDAD/CARTOCIUDAD>)

Ambos servicios son accesibles desde el Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). Estos servicios son gestionados y mantenidos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Digitalización a escala 1:5.000.

- Parque de **Castropol** conectado a la red viaria de Valdés a través de la vía **nacional N-634**
- Parque de **Grandas de Salime** conectado a la red viaria de Valdés a través de la vía **local AS-12**
- Parque de **Cangas del Narcea** conectado a la red viaria de Valdés a través de las vías **AS-15, AS-215, AS-217, AS-350 y AS-219**
- Parque de **Tineo** conectado a la red viaria de Valdés a través de las vías **N-634 y AS-218**
- Parque de **Pravia** conectado a la red viaria de Valdés a través de las vías **A-8, N-632 y AS-16**



5.2.2 ACTUALIZACIÓN CODIFICACIÓN VIARIA

Desde el 2.009, año en que se elaboró la cartografía para los Planes de Defensa de Incendios, se han producido modificaciones en las codificaciones de las vías. En concreto varias de estas vías han bajado de categoría, lo que modifica su velocidad de tránsito.

Este cotejo de información se ha llevado a cabo a través de la página Web del Gobierno de Asturias (<http://www.asturias.es/>).

Las incidencias encontradas quedan reflejadas en la siguiente tabla:

VIA	INCIDENCIA
N-632	Actualizada denominación en un tramo
N-634	Actualizada denominación en dos tramos
AS-119	Cambio de denominación. COMARCAL
AS-220	Cambio de denominación. LOCAL AS-351. Actualización de denominación en varios tramos. Desde la localidad de San Pedro de Paredes cambio de categoría, es Pista/Camino
AS-221	Cambio de denominación. COMARCAL
AS-222	Cambio de denominación. COMARCAL. Actualización de denominación en varios tramos
AS-36	Cambio de denominación. LOCAL. Actualización de denominación en varios tramos
AS-37	Cambio de denominación. LOCAL. Actualización de denominación en varios tramos
VA-1	Carretera LOCAL de segundo orden
VA-2	Llega solo hasta Vallín. Carretera LOCAL de segundo orden
VA-3	Actualización de denominación en varios tramos. Carretera LOCAL de segundo orden
VA-5	Actualización de denominación en varios tramos. Carretera LOCAL de segundo orden
VA-6	Carretera local de segundo orden

5.2.3 REVISIÓN EN CAMPO

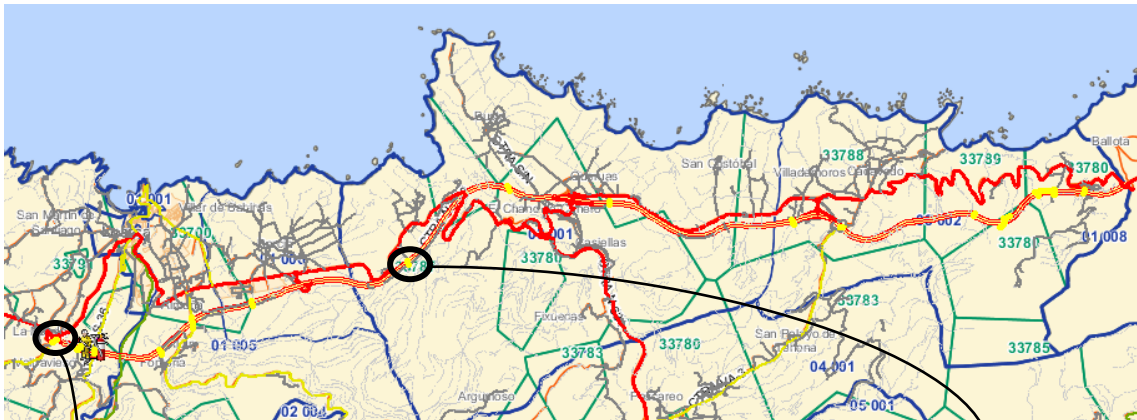
A pesar de que el inventario viario del que disponemos es muy detallado no se realizó pensando en un análisis de desplazamiento como el que estamos planteando, por ello, fue necesario volver a campo y registrar datos que son imprescindibles para este tipo de análisis.

Los elementos registrados en campo han sido:

1. Puentes. Ubicación y altura en metros
2. Túneles. Ubicación y altura en metros
3. Vías de dirección única. Excluidas aquellas situadas dentro de centros urbanos
4. Giros prohibidos. Ubicación y anotación del sentido de giro prohibido

PUENTES

Se localizan un total de 17 puentes, todos ubicados sobre la autopista A-8 que cruza el término municipal de Valdés de este a oeste.



Ubicación de los 17 puentes sobre la autopista A-8. Fondo WMS de CartoCiudad



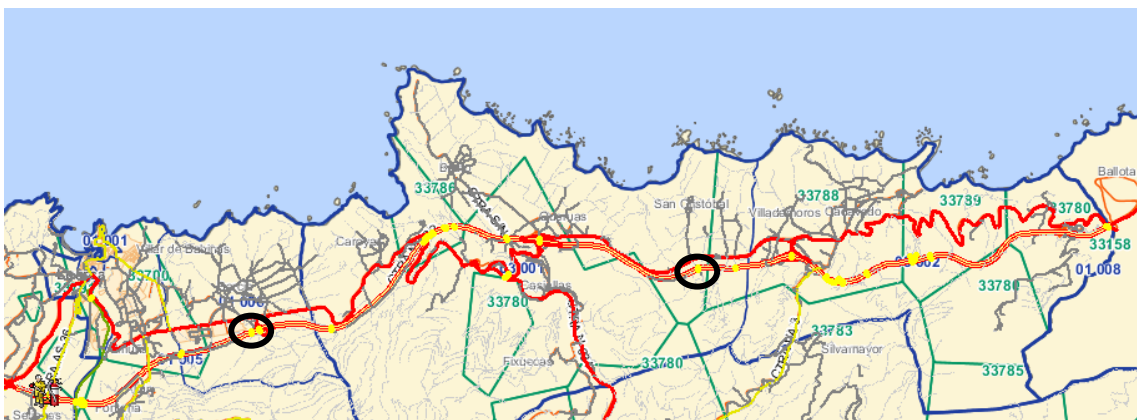
Altura del puente 7,8 m. Fondo WMS PNOA



Altura del puente 5,6 m. Fondo WMS PNOA

TÚNELES

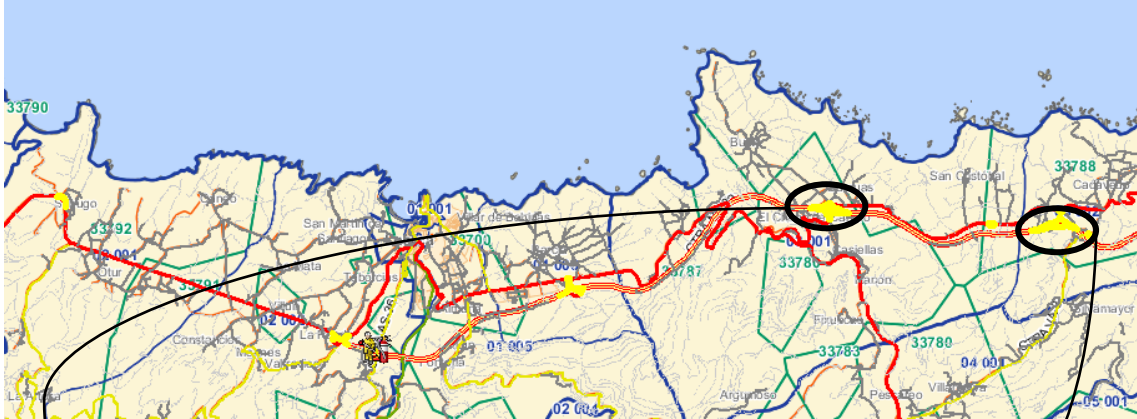
Se localizan 34 túneles y todos, al igual que los puentes, localizados bajo la autopista A-8.



Ubicación de los 34 túneles bajo la autopista A-8. Fondo WMS de CartoCiudad

VÍAS DE DIRECCIÓN ÚNICA

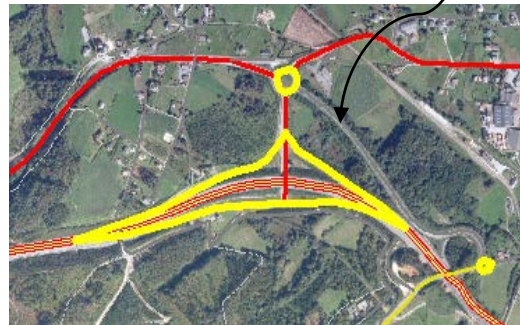
Se localizan 49 vías de dirección única, principalmente accesos y salidas de autopistas y las rotondas que suelen acompañar a este tipo de infraestructura. Siguiendo el mismo patrón que los puentes y túneles se distribuyen en torno a la autopista A-8.



Ubicación de las 64 vías de dirección única en torno a la autopista A-8. Fondo WMS de CartoCiudad



Vía de dirección única. Acceso A-8. Fondo WMS PNOA



Vía de dirección única. Acceso A-8. Fondo WMS PNOA

GIROS PROHIBIDOS

Se localizan un total de 91 giros prohibidos. Ubicados principalmente en los extremos de los accesos/salidas de la autopista A-8 y en las rotondas asociadas a estas infraestructuras.



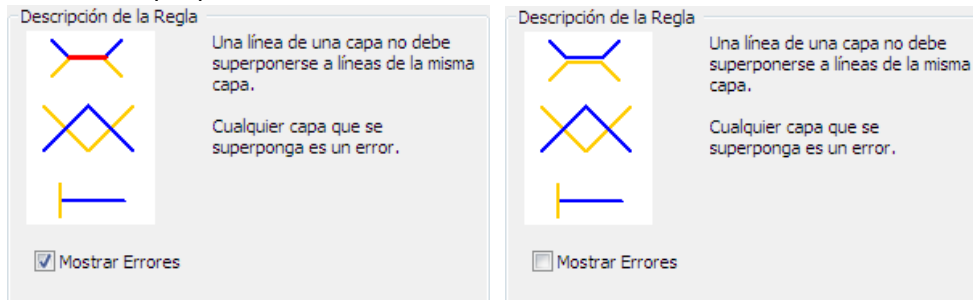
Ubicación de giros prohibidos. Accesos/salidas de la autopista A-8 y rotondas. Fondo WMS PNOA

CORRECCIÓN TOPOLÓGICA

En el tipo de análisis que vamos a realizar es imprescindible que exista entre los datos cierta coherencia topológica.

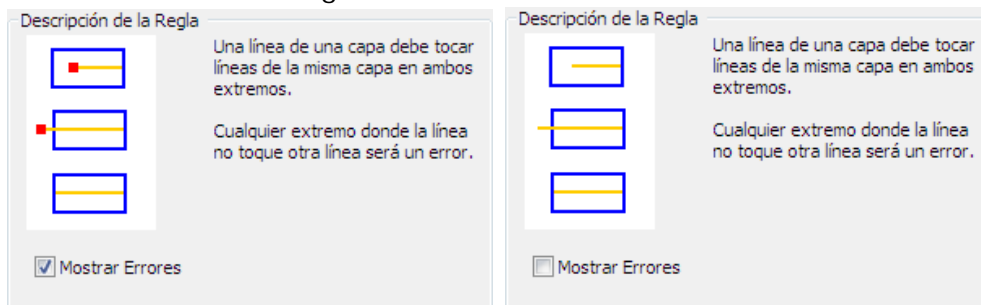
El software empleado es ArcGis versión 10.0. Se ha creado una topología que implementa las siguientes reglas entre los distintos elementos que conforman la red viaria:

1. No debe superponerse



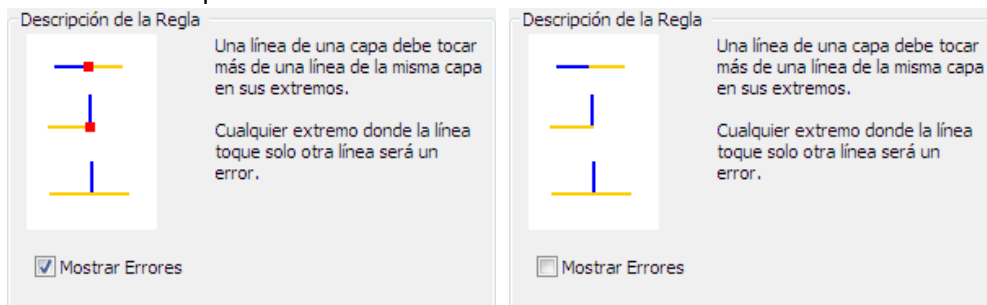
Manual de ayuda de ESRI

2. No debe tener arcos colgantes



Manual de ayuda de ESRI

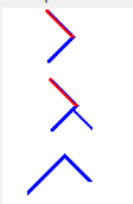
3. No debe tener pseudonodos



Manual de ayuda de ESRI

4. No debe superponerse a sí mismo

Descripción de la Regla




Una entidad de línea de una capa no debe intersectarse o superponerse consigo misma.

Cualquier línea donde la entidad se superponga a sí misma será un error.

Mostrar Errores

Manual de ayuda de ESRI

Descripción de la Regla



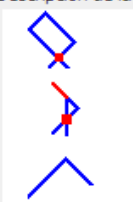
Una entidad de línea de una capa no debe intersectarse o superponerse consigo misma.

Cualquier línea donde la entidad se superponga a sí misma será un error.

Mostrar Errores

5. No debe intersectarse a sí mismo

Descripción de la Regla



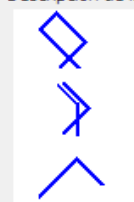
Una entidad de línea de una capa no debe intersectarse a sí misma.

Cualquier línea donde la entidad se superponga a sí misma o cualquier punto donde la entidad se intersecte a sí misma será un error.

Mostrar Errores

Manual de ayuda de ESRI

Descripción de la Regla




Una entidad de línea de una capa no debe intersectarse a sí misma.

Cualquier línea donde la entidad se superponga a sí misma o cualquier punto donde la entidad se intersecte a sí misma será un error.

Mostrar Errores

6. Debe ser parte simple

Descripción de la Regla




Una entidad de línea de una capa no debe tener más de una parte.

Cualquier entidad de línea con más de una parte será un error.

Mostrar Errores

Manual de ayuda de ESRI

Descripción de la Regla



Una entidad de línea de una capa no debe tener más de una parte.

Cualquier entidad de línea con más de una parte será un error.

Mostrar Errores

Una vez detectados los errores se han ido solucionando aplicando en cada caso la solución más adecuada.

6. DESARROLLO

La **primera fase** ha consistido en cohesionar todos los datos disponibles en un modelo de datos adecuado para la realización de análisis de redes.

Como modelo de datos nos basamos en la estructura de la geodatabase de ESRI, en concreto en el modelo de datos necesario para la construcción de un Dataset de red bajo la extensión Network Analyst.








Incluimos en la base de datos campos que recogen e interpretan los datos actualizados o provenientes del trabajo tanto de campo como de gabinete:

F_ELEV	T_ELEV	ONEWAY	CLASE	ALTURA	ANCHURA	VELOCIDAD	VELveh	VELcam	MINveh	MINcam	MINaut	Shape_Length
1	1	Doble	Pistas y caminos	0	4	10	10	10	1,470705	-1	1,470705	245,11753
1	1	Doble	Asfaltado	0	4	60	60	60	0,301413	0,301413	0,301413	301,412702
1	1	FT	Nacional	0	9	100	100	80	0,02177	0,027213	0,027213	36,283494
1	1	FT	Nacional	0	9	100	100	80	0,038889	0,048611	0,048611	64,814392
1	1	FT	Nacional	0	9	100	100	80	0,017123	0,021404	0,021404	28,538936

- **CONECTIVIDAD:** reflejado en los campos de elevación F_ELEV y T_ELEV. Existe conectividad entre vías que se encuentren en el mismo plano. El cruce entre puentes y túneles se producirá pero no habrá conexión entre ambos. Se han establecido 3 niveles:
 - Nivel 1: red viaria principal
 - Nivel 2: puentes
 - Nivel 0: túneles



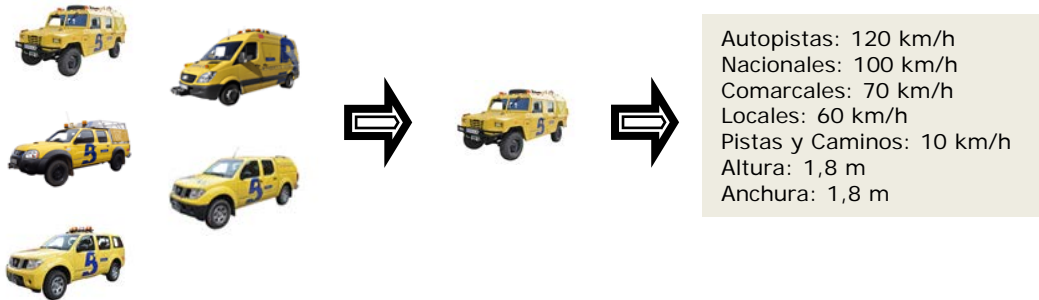
- **ALTURA:** en metros de los puentes y túneles visitados en campo
- **ONEWAY:** establece si una vía es de doble dirección o si es de dirección única, indicando en este caso el sentido de la marcha basado en el sentido de digitalización de la vía
- **VELOCIDAD:** en kilómetros/hora de cada vía basadas en las velocidades normalizadas por la Dirección General de Tráfico

	Autovía	120 km/h
	Nacional	100 km/h
	Regional	100 km/h
	Comarcal	70 km/h
	Local	60 km/h
	Asfaltado	60 km/h
	Pistas y caminos	10 km/h

- **ANCHURA:** en metros de las vías. Este dato se comparará con el ancho de los vehículos para permitir o prohibir el paso de los mismos

- MINveh, MINaut y MINcam: son los tiempos en minutos que los diferentes tipos de vehículos tardan en recorrer cada vía. Se ha simplificado el parque automovilístico agrupando en 3 categorías (vehículos ligeros, autobomba y vehículos pesados) la totalidad de vehículos disponibles. Esta agrupación se ha llevado a cabo a partir de las características técnicas de los vehículos. Esta agrupación permite a sí mismo simplificar las velocidades permitidas para cada tipo de vehículo y sus dimensiones.

Categoría Vehículos Ligeros. Campo asociado MINveh



Categoría Vehículos Autobomba. Campo asociado MINaut

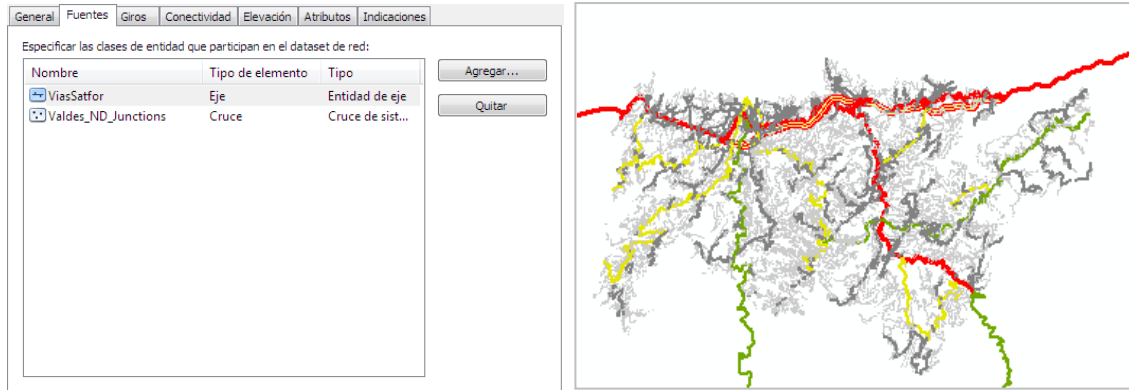


Categoría Vehículos Pesados. Campo asociado MINcam



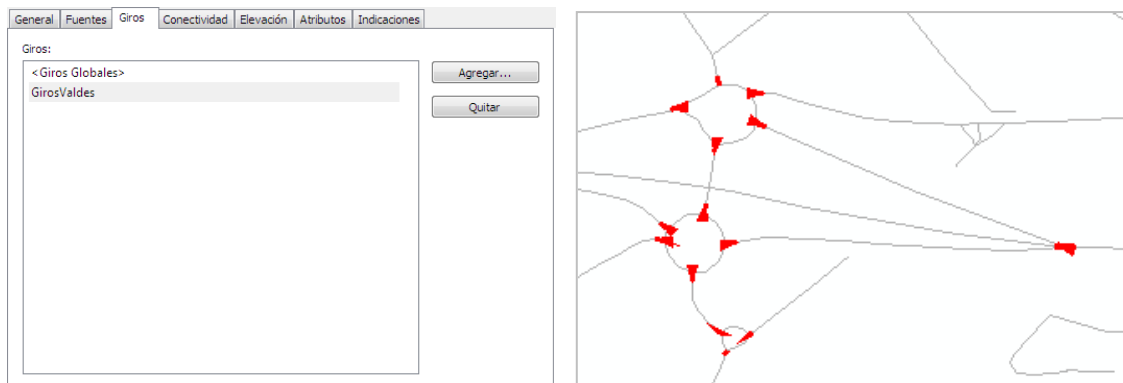
La **segunda fase** ha consistido en crear un Dataset de red, la entidad que maneja ArcGis para gestionar las redes de transporte. Un Dataset de red es una colección de elementos de red interconectados (ejes, cruces y giros) que modelan un flujo no dirigido.

Establecemos como **fuentes** de nuestro Dataset de red la capa ViasSatfor, con toda la actualización que hemos realizado.



Un **giro** modela un movimiento de un elemento de borde a otro. Con frecuencia los giros se utilizan para aumentar el tiempo invertido en realizar un giro o para prohibirlo por completo.

Con la intención de prohibir el giro por completo en determinadas zonas se ha creado una *entidad de giro*, **GirosValdes**. Estas zonas se han detectado en la revisión en campo y por chequeo visual sobre ortofoto, centrándonos principalmente en rotondas y accesos/salidas de autopista.




En cada transición entre dos bordes en la red donde no haya ya presente una entidad de giro hay un giro global implícito.

El propósito principal de los giros globales es mejorar la estimación de tiempo de viaje penalizando los movimientos de giro no representados o restringidos ya por entidades de giro.

Girar Ángulos

Dirección	Ancho (grados)
Recto	60
Invertir	60
Giro a la Derecha	120
Giro a la Izquierda	120



Clases Camino
 Jerarquía Atributo: <Ninguno> (Todos los caminos clasificados como clase de camino local) Clases Camino...
 Sólo mostrar Cambiar Categorías para Caminos Locales

Dirección	Descripción	Segundos
Recto	Desde Calle Secundario Hasta Secundario Sin atravesar calles	0
Recto	Desde Calle Secundario Hasta Secundario A través de la calle Local	0,5
Recto	Desde Calle Secundario Hasta Secundario A través de la calle Secundario o Primario	5
Invertir	Desde Calle Local Hasta Local	3
Invertir	Desde Calle Local Hasta Secundario	15
Invertir	Desde Calle Secundario Hasta Local	5
Invertir	Desde Calle Secundario Hasta Secundario	5
Giro a la Derecha	Desde Calle Local Hasta Local	2
Giro a la Derecha	Desde Calle Local Hasta Secundario	3

Para editar los segundos para trazado poligonal de una categoría de giro, haga clic en un elemento de la lista en la columna 'Segundos' o presione 'F2'.

La digitalización realizada de cruce a cruce ha definido el tipo de **conectividad**, de Extremo. Nos hemos apoyado en subtipos para definirla.

General Fuentes Giros **Conectividad** Elevación Atributos Indicaciones

Grupos de conectividad:

Fuente	Política de Conectividad	1
ViasSatfor : Asfaltado	Extremo	<input checked="" type="checkbox"/>
ViasSatfor : Autovía	Extremo	<input checked="" type="checkbox"/>
ViasSatfor : Comarcal	Extremo	<input checked="" type="checkbox"/>
ViasSatfor : Local	Extremo	<input checked="" type="checkbox"/>
ViasSatfor : Nacional	Extremo	<input checked="" type="checkbox"/>
ViasSatfor : Pistas y caminos	Extremo	<input checked="" type="checkbox"/>
ViasSatfor : Regional	Extremo	<input checked="" type="checkbox"/>

Usar Subtipos Nombres de Subtipos

ViasSatfor (7) Nacional, Regional, Comarcal, Local, Asfaltado, Pist...

%Agrupar columnas: 1 Subtipos...

La **elevación** se ha fijado a través de los campos de elevación que condicionan la conectividad en los extremos de los bordes. Se establecen dos campos para cada borde, uno para cada extremo.

General Fuentes Giros Conectividad **Elevación** Atributos Indicaciones

Modelo de elevación:

Ninguno
 Utilizar valores de coordenadas Z desde Geometría
 Utilizar campos de elevación

Fuente	Fin	Campo
ViasSatfor	Desde el fin	F_ELEV
ViasSatfor	Al fin	T_ELEV

Haga clic en la columna Campo para establecer campos de elevación.

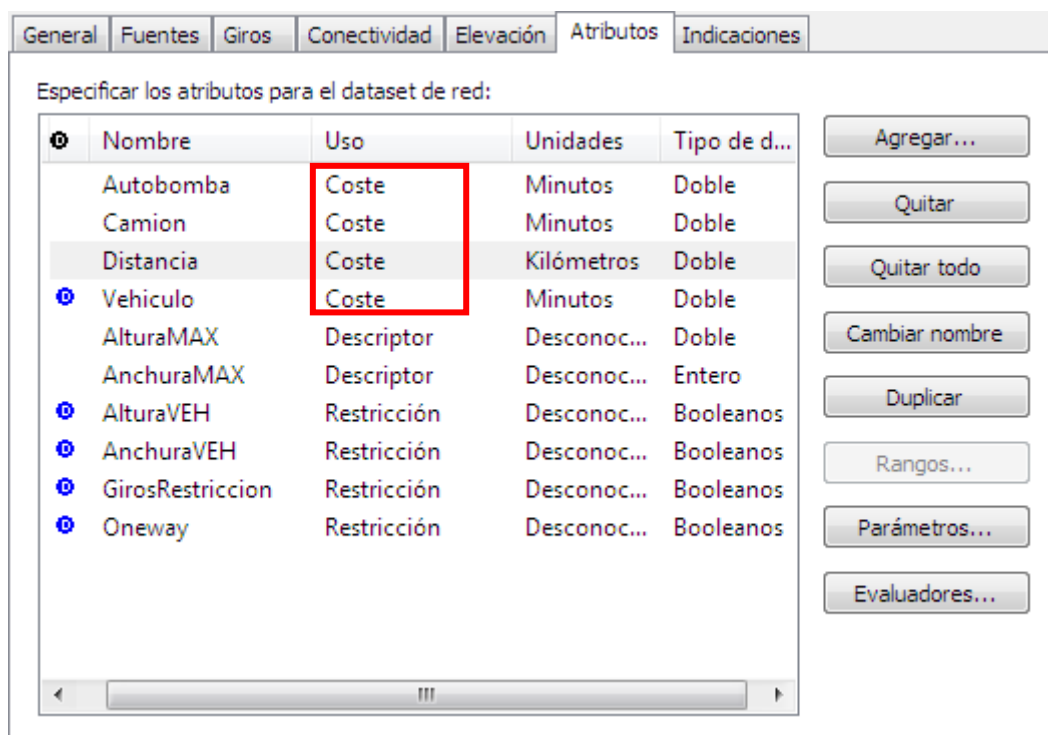
Los atributos son propiedades de los elementos de la red que controlan la transitabilidad en la red.

Se han utilizado tres tipos de atributos: coste, descriptores y restricciones.

Los atributos de **coste** se utilizan para medir y modelar impedancias. Son atribuibles a lo largo de un eje, es decir, se dividen proporcionalmente a lo largo de la longitud del eje. Los costes más usuales son los relacionados con tiempo o distancia.

El análisis de red implica a menudo la minimización de un coste; encontrar la ruta más corta o la más rápida.

En este análisis hemos considerado cuatro costes; uno de distancia y tres de tiempo, uno asociado a cada tipo de vehículo (ligero, autobomba y pesado).



El coste *Distancia* se ha aplicado a los dos sentidos de cada vía, considerando una expresión para obtener el cálculo en kilómetros.

!	Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
	ViasSatfor	Desde-A	Eje	Campo	<expresión>
	ViasSatfor	A-Desde	Eje	Campo	<expresión>
	Valdes_ND_Junctions		Cruce		
	GirosValdes		Giro		[Shape_Length]/1000

Los costes de tiempo (*Vehículo, Autobomba y Camión*) se han considerado para cada uno de los tres tipos de vehículos asignando a cada uno el campo que almacena esta información.

Para la categoría Vehículos Ligeros el campo MINveh:

!	Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
	ViasSatfor	Desde-A	Eje	Campo	MINveh
	ViasSatfor	A-Desde	Eje	Campo	MINveh
	Valdes_ND_Junctions		Cruce		
	GirosValdes		Giro		

Para la categoría Autobomba el campo MINaut:

!	Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
	ViasSatfor	Desde-A	Eje	Campo	MINaut
	ViasSatfor	A-Desde	Eje	Campo	MINaut
	Valdes_ND_Junctions		Cruce		
	GirosValdes		Giro		

Para la categoría Vehículos Pesados el campo MINcam:

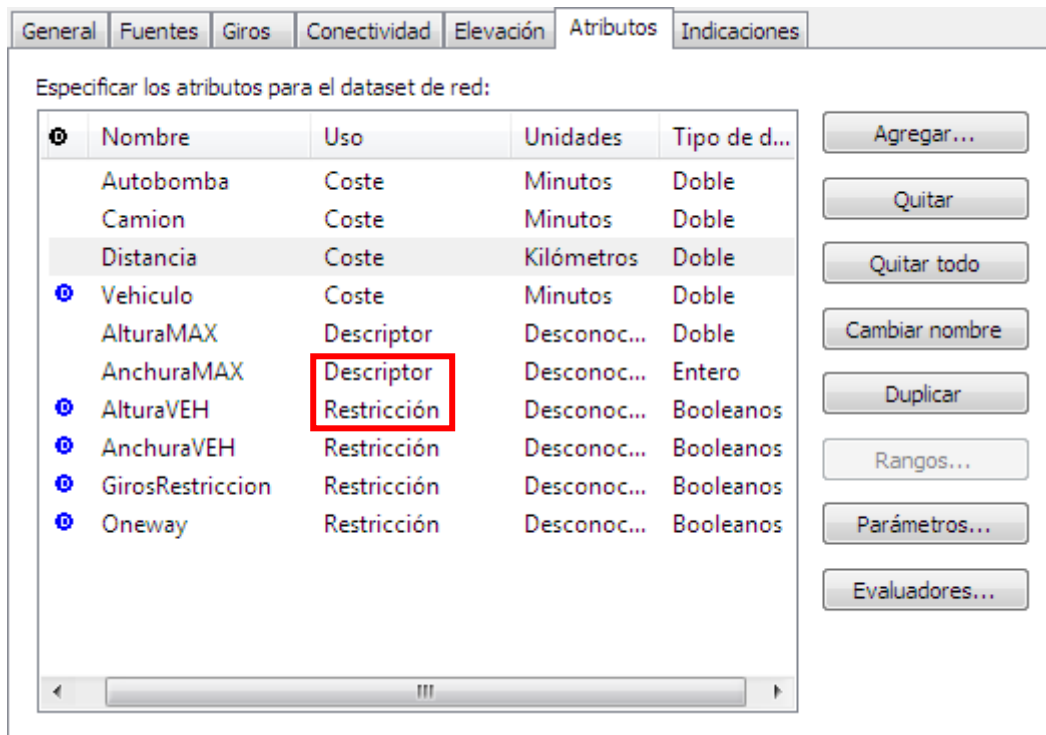
!	Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
	ViasSatfor	Desde-A	Eje	Campo	MINcam
	ViasSatfor	A-Desde	Eje	Campo	MINcam
	Valdes_ND_Junctions		Cruce		
	GirosValdes		Giro		

A todos los costes de tiempo se les ha asignado un evaluador de *Retraso de Giro Global* para aquellos bordes de la red donde no se haya establecido una entidad de giro.

Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
		Eje	constante	0
		Cruce	constante	0
		Giro	Retraso Giro Global	

Los **descriptores** son atributos que describen características de la red o de sus elementos. A diferencia de los atributos de coste su valor no depende de la longitud de los elementos.

En este análisis hemos definido dos atributos descriptores, *AlturaMAX* y *AnchuraMAX*.



El descriptor *AlturaMAX* tiene como origen de fuente el campo ALTURA que recoge los datos tomados en campo sobre puentes, túneles, etc.

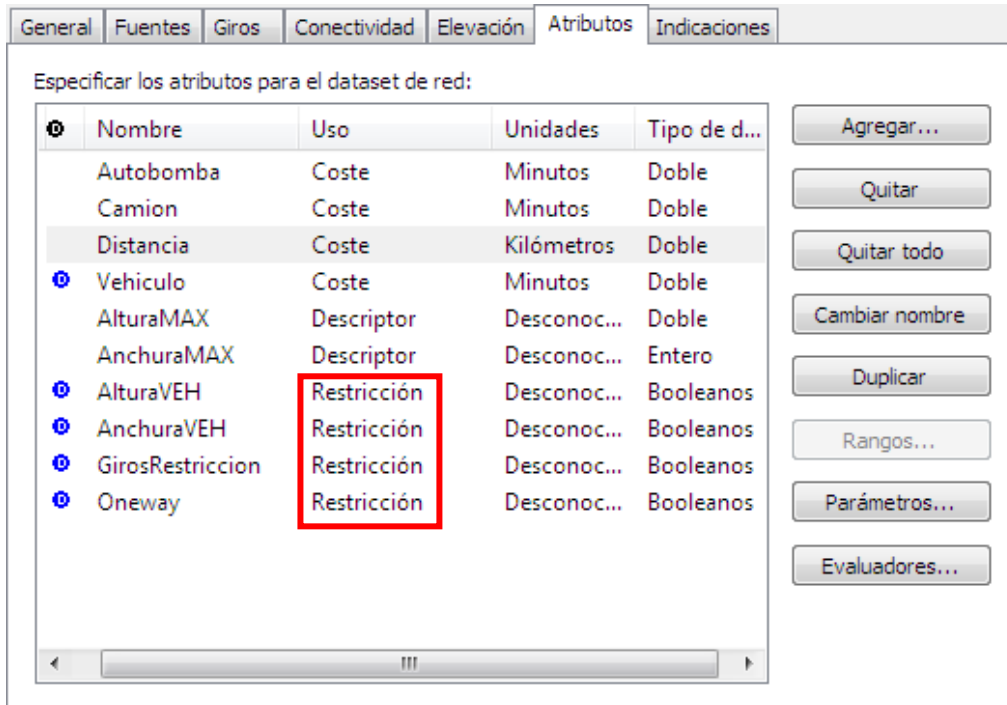
!	Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
	ViasSatfor	Desde-A	Eje	Campo	ALTURA
	ViasSatfor	A-Desde	Eje	Campo	ALTURA
	Valdes_ND_Junctions		Cruce		
	GirosValdes		Giro		

El descriptor *AnchuraMAX* tiene como origen de fuente el campo ANCHURA, donde se almacena las dimensiones de cada vía.

!	Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
	ViasSatfor	Desde-A	Eje	Campo	ANCHURA
	ViasSatfor	A-Desde	Eje	Campo	ANCHURA
	Valdes_ND_Junctions		Cruce		
	GirosValdes		Giro		

Las **restricciones** identifican elementos de la red de tal forma que no puedan ser recorridos durante un análisis.

En este análisis se han definido cuatro restricciones; *AlturaVEH*, *AnchuraVEH*, *GirosRestricción* y *Oneway*.



La restricción *AlturaVEH* restringe el paso de vehículos demasiado altos por zonas sensibles como túneles. Para ello se han creado un Parámetro y un Evaluador.

Al parámetro *Altura vehículo*, se le ha asignado un valor predeterminado de 1,8 metros, es la altura media de un tipo de vehículos.

Nombre	Tipo	Valor predeterminado
Altura vehículo	Doble	1,8

El evaluador es de tipo función y establece una comparación entre la altura de la vía y la altura del vehículo a fin de permitir o bloquear el paso del vehículo por dicha vía. Se establece en los dos sentidos de cada vía.

!	Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
	ViasSatfor	Desde-A	Eje	Función	AlturaMAX < Altura vehículo
	ViasSatfor	A-Desde	Eje	Función	AlturaMAX < Altura vehículo
	Valdes_ND_Junctions		Cruce		
	GirosValdes		Giro		

Atributo o constante:	Operador:	Parámetro o constante:	Aceptar
AlturaMAX	<	Altura vehículo	Cancelar

La restricción *AnchuraVEH*, de igual modo, restringe el paso de vehículos demasiado anchos por zonas sensibles como puentes o sendas estrechas. También se han creado un Parámetro y un Evaluador.

Al parámetro *Anchura vehículo*, se le ha asignado un valor predeterminado de 1,8 metros, es la altura media de un tipo de vehículos.

Parámetros		
Nombre	Tipo	Valor predeterminado
Anchura vehículo	Doble	1,8

De igual manera en el evaluador se comparan las anchura de vehículo y vía para permitir el paso o no.

!	Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
	ViasSatfor	Desde-A	Eje	Función	AnchuraMAX < Anchura vehículo
	ViasSatfor	A-Desde	Eje	Función	AnchuraMAX < Anchura vehículo
	Valdes_ND_Junctions		Cruce		
	GirosValdes		Giro		

Atributo o constante: Operador: Parámetro o constante:

La restricción *GirosRestricción* tiene como fuente la entidad de giro que prohíbe (valor=Restringido) el giro en determinados sentidos en rotondas, accesos/salidas de autopista etc.

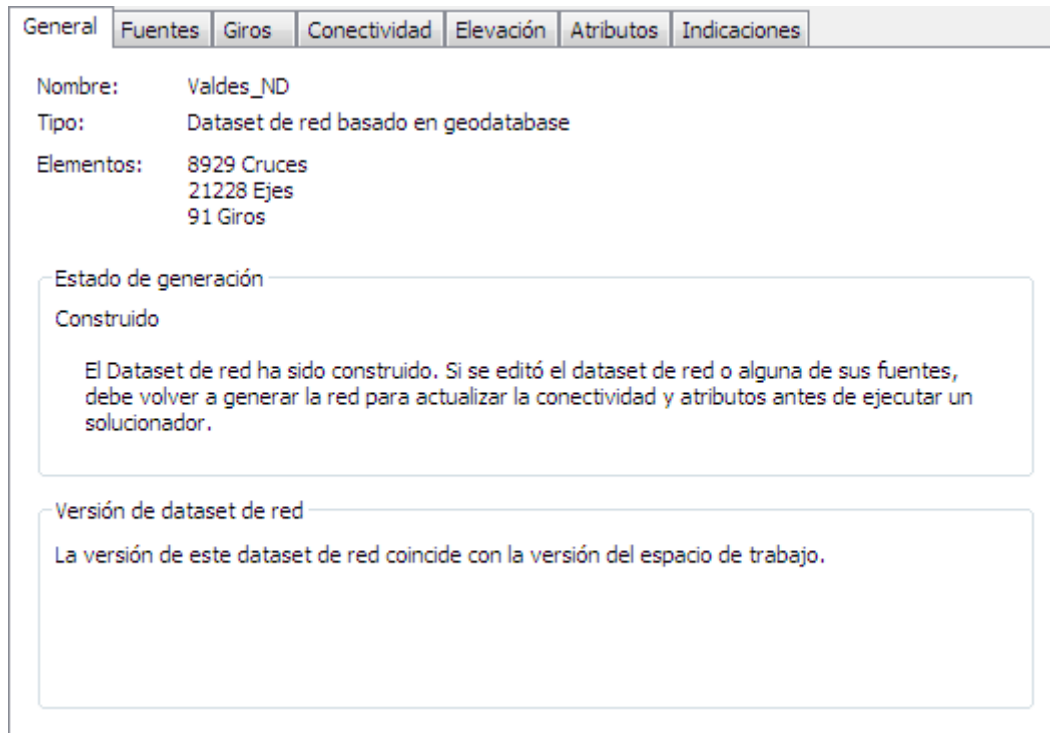
!	Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
	ViasSatfor	Desde-A	Eje		
	ViasSatfor	A-Desde	Eje		
	Valdes_ND_Junctions		Cruce		
	GirosValdes		Giro	constante	Restringido

Finalmente la restricción *Oneway* establece sentidos únicos de circulación y se aplica principalmente en rotondas y acceso/salida de autopistas.

!	Fuente	Dirección	Elemento	Tipo	Valor
	ViasSatfor	Desde-A	Eje	Campo	<expresión>
	ViasSatfor	A-Desde	Eje	Campo	<expresión>
	Valdes_ND_Junctions		Cruce		
	GirosValdes		Giro		

```
restricted = False
Select Case UCase([ONEWAY])
  Case "N", "TF", "T": restricted = True
End Select
```

El resultado de todos estos atributos, parámetros, evaluadores es un dataset de red, **Valdes_ND**, con las siguientes características; 8.929 cruces, 21228 ejes y 91 giros.



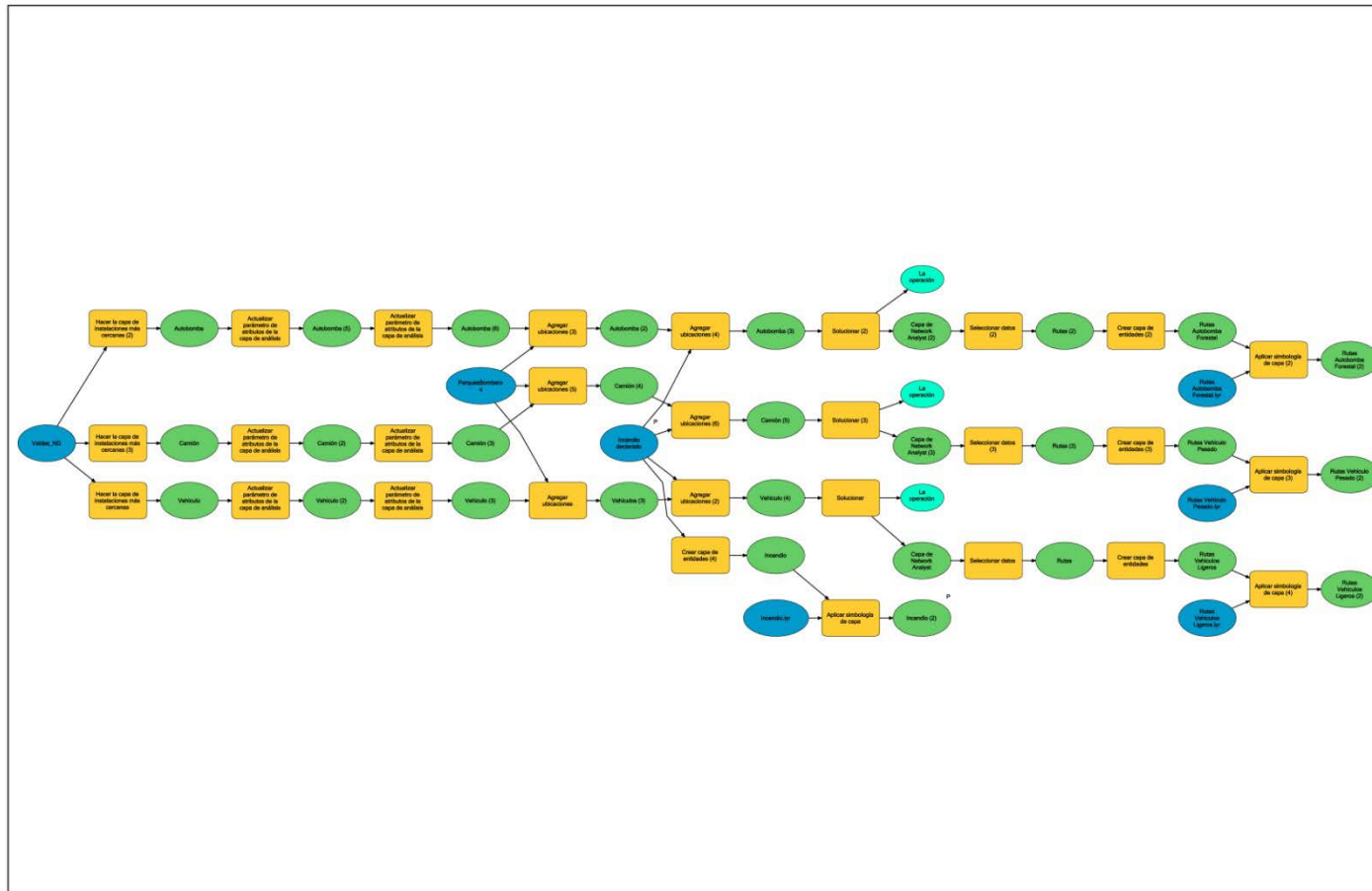
Este trabajo se ha implementado en un modelo de ArcGis a fin de conseguir una herramienta que de manera interactiva, proporcionándole un supuesto incendio, calcule de manera automática la ruta más rápida desde los Parques de Bomberos considerados.

Para lograr este objetivo hemos implementado el dataset de red por triplicado, uno por cada tipo de vehículo, adaptando en cada caso parámetros y evaluadores.

De esta manera obtendremos tres rutas por Parque:

- La primera adaptada a las dimensiones de los vehículos ligeros que circulan por las vías a más velocidad que el resto de vehículos
- La segunda adaptada a las dimensiones de las autobombas, razón por la que circulan a menor velocidad que los vehículos ligeros
- La tercera adaptada a los vehículos pesados cuyas dimensiones son la razón principal por la que no pueden circular por pistas y caminos

Flujo de trabajo de la herramienta Análisis de Ruta



7. RESULTADOS

A fin de validar la herramienta vamos a hacer correr el modelo en varios supuestos.

SUPUESTO 1

Se consideran los parámetros de velocidad y dimensiones de vehículos que hemos establecido anteriormente. Estas son las condiciones normales en las que correrá el modelo.

Vehículos Ligeros

Autopistas: 120 km/h
 Nacionales: 100 km/h
 Comarcales: 70 km/h
 Locales: 60 km/h
 Pistas y Caminos: 10 km/h
 Altura: 1,8 m
 Anchura: 1,8 m

Autobombas

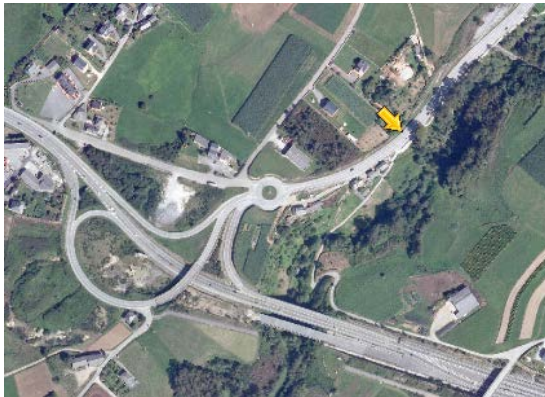
Autopistas: 90 km/h
 Nacionales: 80 km/h
 Comarcales: 70 km/h
 Locales: 60 km/h
 Pistas y Caminos: 10 km/h
 Altura: 3,5 m
 Anchura: 2,3 m

Vehículos Pesados

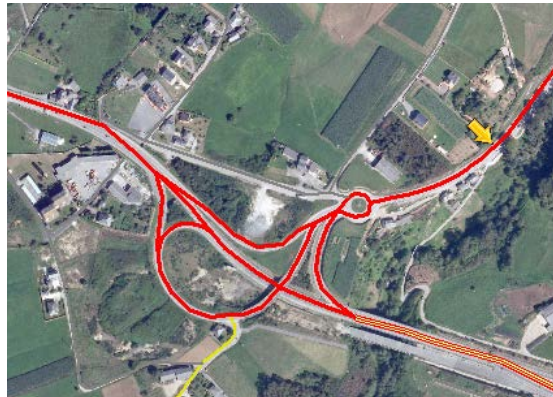
Autopistas: 90 km/h
 Nacionales: 80 km/h
 Comarcales: 70 km/h
 Locales: 60 km/h
 Pistas y Caminos: NO
 Altura: 4 m
 Anchura: 2,5 m

Impondremos que el incendio se declare cerca de un acceso a la autopista para verificar que toma las decisiones correctas.

Como puede observarse en la ortofoto es una zona donde finaliza la autopista A-8 y comienza la N-634.







Localización incendio sobre PNOA






Localización incendio sobre PNOA y red viaria

El modelo ha tardado menos de un minuto en completarse y las salidas que obtenemos son el punto donde se declara el incendio, los puntos hasta donde acceden los diferentes tipos de vehículos y las rutas que siguen simbolizadas en diferentes colores y grosores.

Incendio


Acceso Vehículo Ligero

 Acceso Autobomba

 Acceso Vehículo Pesado


Rutas Vehículo Pesado

 Rutas Vehículos Ligeros

 Rutas Autobomba Forestal


Visto sobre la ortofoto comprobamos que todos los vehículos acceden hasta el mismo incendio, esto debía ser así ya que el incendio se ha declarado cerca de una nacional, vía a la que todos los vehículos tienen acceso.



La impedancia aplicada en todos los casos es **minimizar el tiempo**, a un incendio interesa llegar cuanto antes independientemente de la distancia recorrida. En este análisis se ha comprobado que todos los vehículos siguen más o menos la misma ruta (salvo pequeños desvíos por carreteras secundarias que toman los vehículos ligeros donde son más rápidos que las autobombas o los vehículos pesados aunque hagan más kilómetros), así que las diferencias en los costes de tiempos se deben exclusivamente a las velocidades admitidas por los diferentes tipos de vehículos.

Rutas Vehiculos Ligeros			
	Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)
	Parque de Valdés - Supuesto1	2,969765	2,802557
	Parque de Castropol - Supuesto1	43,288952	26,484605
	Parque de Pravia - Supuesto1	52,192591	29,219948
	Parque de Tineo - Supuesto1	50,019458	34,919078
▶	Parque Cangas del Narcea - Supuesto1	71,236821	52,928282
	Parque de Grandas - Supuesto1	85,97383	69,034639

5 (0 de 6 Seleccionado)

Rutas Vehiculos Ligeros | Rutas Autobomba Forestal | Rutas Vehículo Pesado

Rutas Autobomba Forestal			
	Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)
	Parque de Valdés - Supuesto1	2,969765	2,86526
	Parque de Castropol - Supuesto1	43,288952	32,785605
	Parque de Pravia - Supuesto1	52,192591	37,318953
▶	Parque de Tineo - Supuesto1	49,75309	39,239307
	Parque Cangas del Narcea - Supuesto1	70,970454	57,248511
	Parque de Grandas - Supuesto1	85,97383	71,744801

4 (0 de 6 Seleccionado)

Rutas Vehiculos Ligeros | Rutas Autobomba Forestal | Rutas Vehículo Pesado

Rutas Vehículo Pesado			
	Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)
▶	Parque de Valdés - Supuesto1	2,969765	2,86526
	Parque de Castropol - Supuesto1	43,288952	32,785605
	Parque de Pravia - Supuesto1	52,192591	37,318953
	Parque de Tineo - Supuesto1	49,75309	39,239307
	Parque Cangas del Narcea - Supuesto1	70,970454	57,248511
	Parque de Grandas - Supuesto1	85,97383	71,744801

1 (0 de 6 Seleccionado)

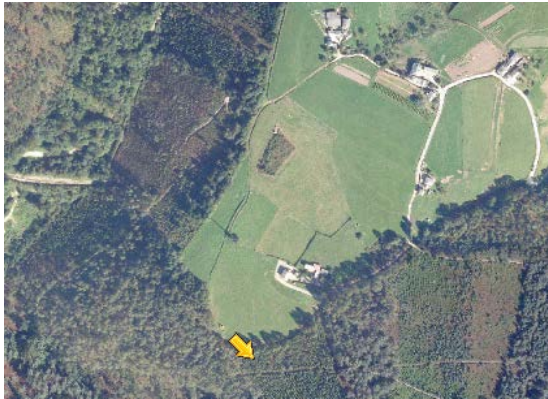
Rutas Vehiculos Ligeros | Rutas Autobomba Forestal | Rutas Vehículo Pesado

SUPUESTO 2

De nuevo se consideran los parámetros de velocidad y dimensiones de vehículos que hemos establecido anteriormente.

Impondremos que el incendio se declare cerca de alguna pista o camino a fin de verificar el acceso de los vehículos; los vehículos pesados no deberían poder hacerlo.

Como puede observarse en la ortofoto es una zona solo atravesada por pequeñas zonas asfaltadas y un gran número de pistas y caminos.

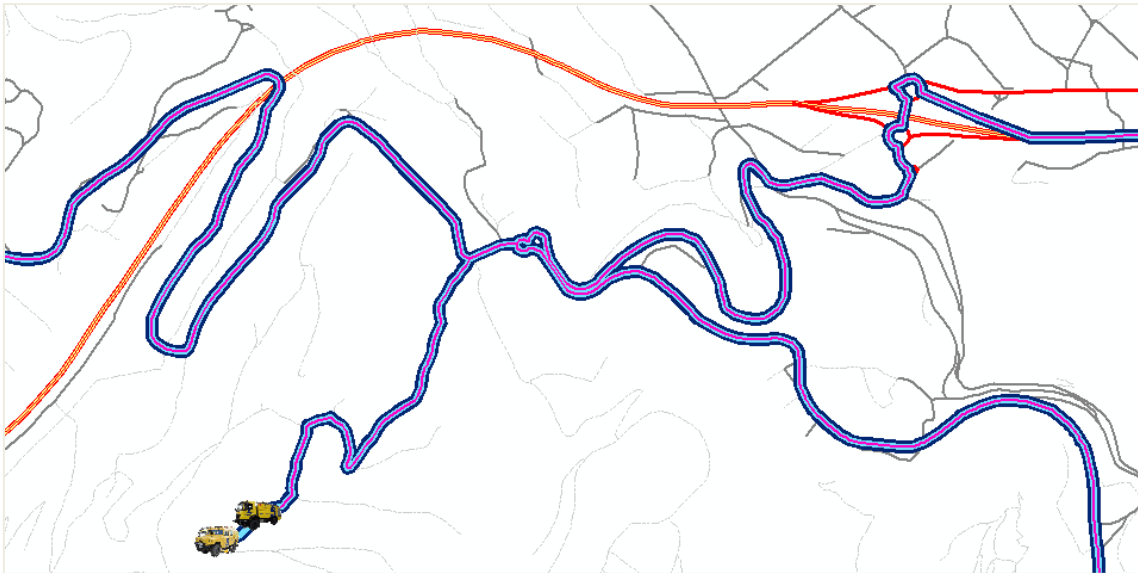


Localización incendio sobre PNOA



Localización incendio sobre PNOA y red viaria

En una vista más amplia podemos ver que se toman correctamente los accesos/salida de autopista y es correcta la circulación en rotondas.



Rutas seguidas por los tres tipos de vehículos

Visto sobre la ortofoto comprobamos que no todos los vehículos acceden hasta el mismo incendio. Vehículos ligeros y autobomba acceden hasta él pero los vehículos pesados se quedan en la vía asfaltada más cercana ya que no pueden acceder a pistas y/o caminos.



La impedancia aplicada en todos los casos es **minimizar el tiempo**. De nuevo los tiempos menores los registran los vehículos ligeros aunque hagan más kilómetros. Los tiempos y distancias medidos por las autobombas ya no son tan parecidos a los de los vehículos pesados, la diferencia reside en los 150 metros de pista que recorren las autobombas y donde no tienen acceso los vehículos pesados.

Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)
Parque de Valdés - Supuesto2	13,391129	10,123349
Parque de Pravia - Supuesto2	46,385664	27,98173
Parque de Tineo - Supuesto2	41,788284	31,765496
Parque de Castropol - Supuesto2	55,129363	34,429474
Parque Cangas del Narcea - Supuesto2	63,005648	49,7747
Parque de Grandas - Supuesto2	97,814241	76,979507

6 (0 de 6 Seleccionado)

Rutas Vehículos Ligeros | Rutas Autobomba Forestal | Rutas Vehículo Pesado

Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)
Parque de Valdés - Supuesto2	13,391129	11,615004
Parque de Tineo - Supuesto2	41,788284	34,714511
Parque de Pravia - Supuesto2	46,385664	34,837822
Parque de Castropol - Supuesto2	55,129363	42,366903
Parque Cangas del Narcea - Supuesto2	63,005648	52,723714
Parque de Grandas - Supuesto2	97,814241	81,326099

5 (0 de 6 Seleccionado)

Rutas Vehículos Ligeros | Rutas Autobomba Forestal | Rutas Vehículo Pesado

Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)
Parque de Valdés - Supuesto2	13,249135	10,763044
Parque de Tineo - Supuesto2	41,646291	33,862551
Parque de Pravia - Supuesto2	46,24367	33,985862
Parque de Castropol - Supuesto2	54,98737	41,514943
Parque Cangas del Narcea - Supuesto2	62,863655	51,871755
Parque de Grandas - Supuesto2	97,672247	80,474139

5 (0 de 6 Seleccionado)

Rutas Vehículos Ligeros | Rutas Autobomba Forestal | Rutas Vehículo Pesado

SUPUESTO 3

En esta ocasión vamos a analizar en comportamiento en los túneles donde hemos establecido un atributo parametrizado que compara "al vuelo" las alturas de los túneles y de los vehículos para permitir o denegar su paso.

Hemos elegido como origen del incendio un punto próximo a la autopista A-8 pero lejos de sus accesos de manera que todos los vehículos se desplazan por la autopista hasta que tienen que abandonarla por sus vías de salida para poder acceder al incendio.



Rutas de los vehículos ligeros por autopista hasta que la abandonan por sus vías de salida

La altura del túnel son 4 metros y el vehículo más alto, el vehículo pesado, 2,5 metros, así que todas las rutas atraviesan el túnel sin problemas.



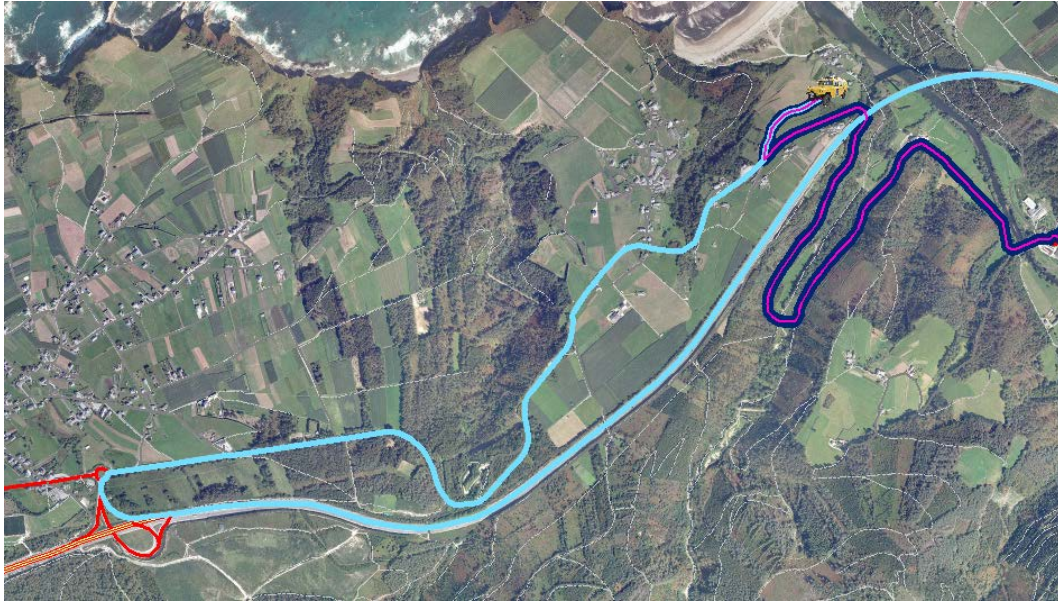
Vehículo Ligero

Autobomba

Vehículo Pesado

Vamos a modificar la altura de los vehículos ligeros hasta 7 metros; con esta condición los vehículos ligeros deberían buscar una ruta alternativa que no atravesase el túnel.

Una vez lanzado el modelo comprobamos que mientras los vehículos pesados (rutas rosas) y las autobombas (rutas azules) no cambian, los vehículos ligeros han buscado rutas alternativas. Desde el Parque de Bomberos de Pravia, al este del incendio, el vehículo se ve obligado a pasar de largo circulando por la autopista hasta alcanzar la siguiente salida y bordear por el norte hasta alcanzar el incendio.



Ruta alternativa de los vehículos ligeros desde el Parque de Bomberos de Pravia (azul claro)

Lógicamente en esta ocasión los tiempos empleados por los vehículos ligeros son en alguna ocasión superiores al resto de los vehículos.

Rutas Vehículos Ligeros			
	Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)
	Parque de Valdés - Supuesto3	10,602702	8,676279
▶	Parque de Pravia - Supuesto3	51,365966	29,312876
	Parque de Castropol - Supuesto3	53,405245	35,451581
	Parque de Tineo - Supuesto3	57,939184	39,363593
	Parque Cangas del Narcea - Supuesto3	79,156548	57,372797
	Parque de Grandas - Supuesto3	96,090123	78,001615

2 (0 de 6 Seleccionado)

Rutas Vehículos Ligeros | Rutas Autobomba Forestal | Rutas Vehículo Pesado

Rutas Autobomba Forestal			
	Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)
	Parque de Valdés - Supuesto3	9,671926	7,855288
▶	Parque de Tineo - Supuesto3	43,42471	34,971516
	Parque de Pravia - Supuesto3	48,022089	35,094827
	Parque de Castropol - Supuesto3	51,41016	38,607187
	Parque Cangas del Narcea - Supuesto3	64,642073	52,98072
	Parque de Grandas - Supuesto3	94,095038	77,566383

2 (0 de 6 Seleccionado)

Rutas Vehículos Ligeros | Rutas Autobomba Forestal | Rutas Vehículo Pesado

Rutas Vehículo Pesado			
	Ruta	Distancia (km)	Tiempo (min)
	Parque de Valdés - Supuesto3	9,671926	7,855288
	Parque de Tineo - Supuesto3	43,42471	34,971516
	Parque de Pravia - Supuesto3	48,022089	35,094827
▶	Parque de Castropol - Supuesto3	51,41016	38,607187
	Parque Cangas del Narcea - Supuesto3	64,642073	52,98072
	Parque de Grandas - Supuesto3	94,095038	77,566383

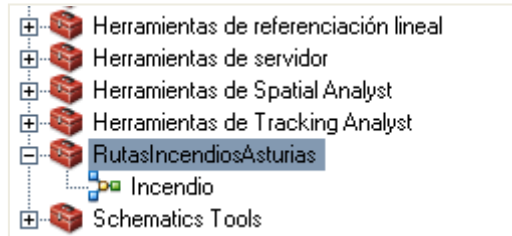
4 (0 de 6 Seleccionado)

Rutas Vehículos Ligeros | Rutas Autobomba Forestal | Rutas Vehículo Pesado

8. DIFUSIÓN

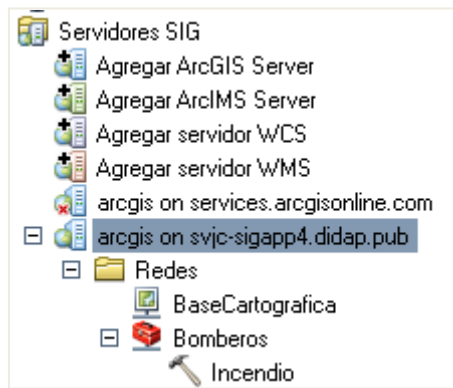
Una parte muy importante de este trabajo es la difusión del mismo. Hay tres maneras de hacer uso de la herramienta aquí creada.

Desde ArcGis Desktop como una herramienta, RutasIncendioAsturias.tbx, añadida junto al resto de Cajas de Herramientas de Sistema de la versión 10.0 de ArcGis.



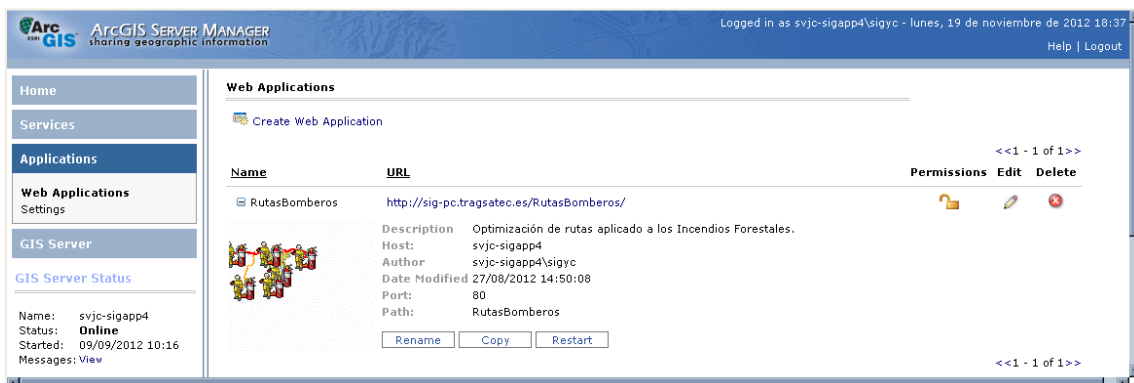
Herramienta, visible desde ArcGis Desktop

Desde ArcGis Desktop como un Web Map Service (WMS), a través de la conexión con el servidor en que se aloja el servicio.



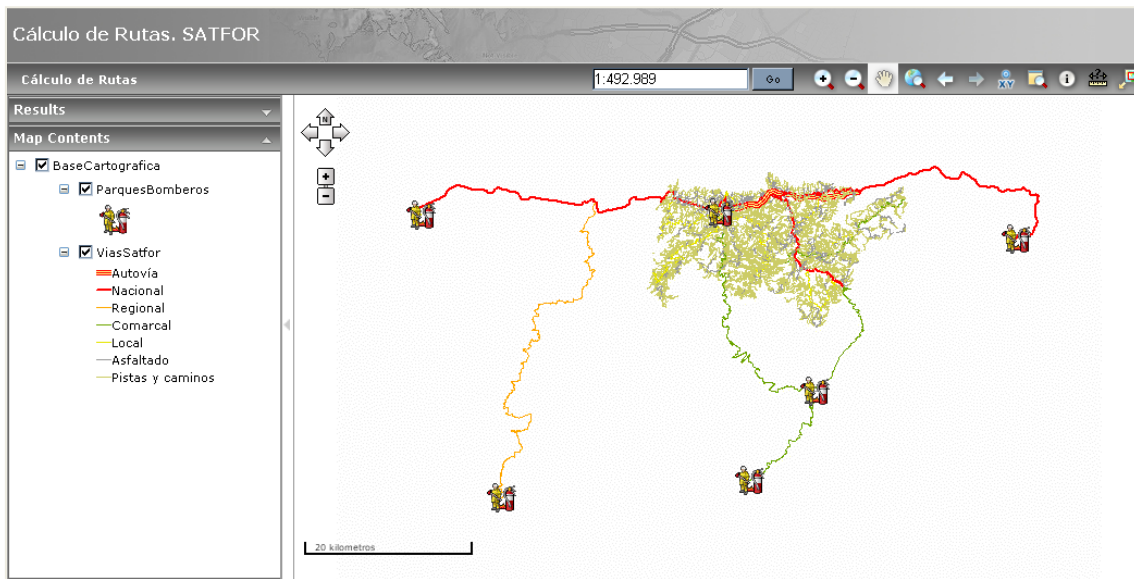
WMS, visible desde ArcGis Desktop

A través de una aplicación Web creada con la versión 10.0 de ArcGis Server que lee del servicio mencionado en el apartado anterior.



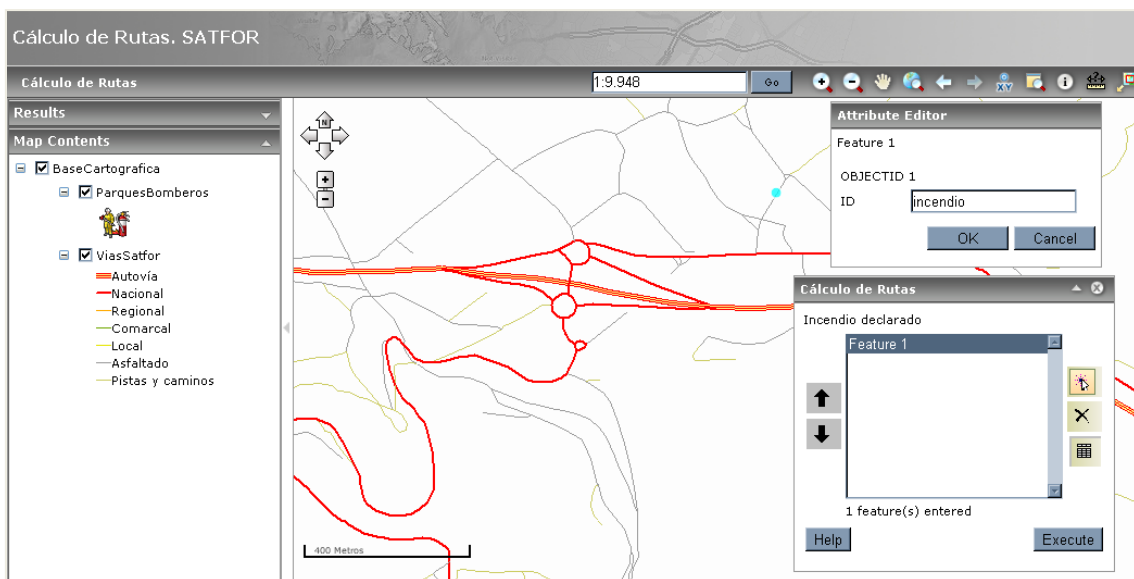
Aplicación Web que lee del Servicio de Geoprocesamiento (Bomberos) y Servicio de Mapas (BaseCartográfica)

El resultado es una aplicación donde se visualizan la red viaria y los Parques de Bomberos implicados.



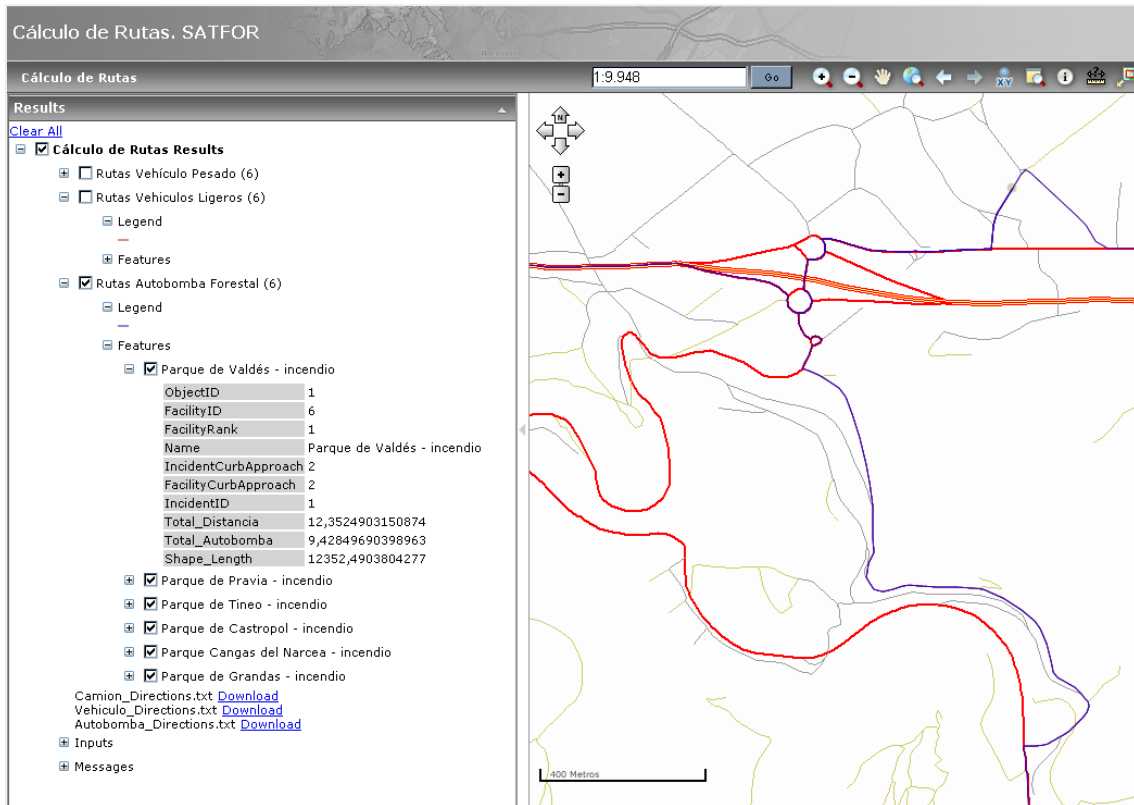
Vista general de la aplicación Web, visible Parques de Bomberos y Red viaria

El usuario introduce de manera interactiva un punto como localización del incendio.



Introducción interactiva de un punto como inicio del incendio

Obtenemos para cada parque de bomberos y en función del tipo de vehículo la ruta más rápida (en minutos) y la distancia en kilómetros.



Resultados obtenidos para cada Parque y cada tipo de vehículo

9. CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo era ofrecer rapidez de actuación y de seguridad en los desplazamientos de los bomberos que acuden a la llamada de un incendio forestal centrándonos principalmente en vías como pistas y caminos que siempre quedan fuera de toda red de carreteras.

Encontrar una red viaria lo más adecuada posible, analizarla, completar en oficina y en campo la información que nos faltaba; centrarnos en una zona piloto y buscar en el territorio los recursos existentes como Parques de Bomberos y flota de vehículos han sido objetivos secundarios que hemos ido alcanzando.

Finalmente el desarrollo de una herramienta que equilibra y controla todos esos elementos hace que consideremos que hemos alcanzado todos los objetivos.

La oportunidad que supone trabajar bajo el paraguas de un proyecto de investigación como SAFTOR nos asegura que este trabajo se cotejará en campo bajo la supervisión de un equipo de trabajadores de las Brigadas de Refuerzo contra los Incendios Forestales; de la misma manera, también está contemplada la asistencia a eventos y congresos sobre esta materia. Así, este trabajo se va a exponer en el [Sexto Congreso Forestal Español](#) que se celebrará en Vitoria-Gasteiz en junio de 2013.

10. BIBLIOGRAFÍA

BOSQUE SENDRA, J., "Sistemas de Información Geográfica". 1992

CARRECEDO; DIEGO; GARCÍA; RASILLA, "Incendios Forestales". 2009

QUINTANELA CORTES, JESUS MANUEL, "Instalaciones contra incendios". 2010

TOMLINSON, R., "Thinking About GIS". 2003

ANEXO1. CARACTERIZACIÓN PARQUES DE BOMBEROS

ZONA NOROCCIDENTAL

 [Valdés](#)

[← volver](#)





Otros Parques

[Ir](#)


Zona Noroccidental

 Dirección: **Crta Luarca - Pola de Allande s/n 33700 Luarca**

 Teléfono de Emergencias: **112**

 Telefono y Fax: **985640680**

 E-mail: **valdes@bomberosdeasturias.es**

 Personal	Efectivos	 Tipo de vehículo	Unidades
Jefe/a Zona	2	Autobomba Urbana	1
Bomberos/as conductores/as	16	Vehículo de Transporte Personal	1
Auxiliar de bombero/a	8	Autobomba Forestal	1
		Vehículo de Altura	1
		Vehículo de intervención rápida (Multisocorro)	1
		Vehículo de patrullaje	1
Tipo de Parque		Fijo 24h.	

 [Grandas de Salime](#)

[← volver](#)




Otros Parques

[Ir](#)

Zona Noroccidental

 Dirección: **Los Valles s/n 33737**

 Teléfono de Emergencias: **112**

 Telefono y Fax: **985627273**

 E-mail: **grandasdesalime@bomberosdeasturias.es**

 Personal	Efectivos	 Tipo de vehículo	Unidades
Auxiliar de bombero/a	8	Vehículo de Transporte Personal	1
		Autobomba Forestal	2
		Vehículo de patrullaje	1
Tipo de Parque		Auxiliar	

Castropol

[← volver](#)



Otros Parques

Zona Noroccidental

Dirección: **Poligono de Barres, C/Arnao s/n**

Teléfono de Emergencias: **112**

Telefono : **985639204**

Fax : **985623892**

E-mail: **barres@bomberosdeasturias.es**

Personal	Efectivos	Tipo de vehículo	Unidades
Bomberos/as conductores/as	8	Autobomba Urbana	1
Auxiliar de bombero/a fijo/a discontinuo/a	8	Vehículo de Transporte Personal	1
		Autobomba Forestal	1
		Vehículo de intervención rápida (Multisocorro)	1
		Vehículo de patrullaje	1
Tipo de Parque	Disponibilidad		

ZONA SUROCCIDENTAL

Cangas del Narcea

[← volver](#)



Otros Parques

Zona Suroccidental

Dirección: **Tebongo s/n 33816 Cangas del Narcea**

Teléfono de Emergencias: **112**

Telefono y Fax: **985810252**

E-mail: **cangasdenarcea@bomberodeasturias.es**

Servicios del parque:

BRIPA

Personal	Efectivos	Tipo de vehículo	Unidades
Jefe/a Zona	2	Autobomba Urbana	1
Bomberos/as conductores/as	17	Autobomba Forestal	2
Auxiliar de bombero/a	10	Vehículo de Altura	1
		Vehículo de intervención rápida (Multisocorro)	1
		Vehículo Nodriza	1
		Vehículo de patrullaje	2
		Vehículo de Mando	1
		Vehículo BRIPA	1
Tipo de Parque	Fijo 24h.		

 Tineo


[← volver](#)



Otros Parques

Zona Suroccidental

 Dirección: **C/ Julio Fernández Lamuño, 4- 33870 Tineo**

 Teléfono de Emergencias: **112**

 Teléfono : **985800220**

 Fax : **985800516**

 E-mail: **tineo@bomberosdeasturias**

 Personal	Efectivos	 Tipo de vehículo	Unidades
Bomberos/as conductores/as	8	Autobomba Urbana	1
Auxiliar de bombero/a	8	Vehículo de Transporte Personal	1
		Autobomba Forestal	1
		Vehículo de intervención rápida (Multisocorro)	1
		Vehículo de patrullaje	1

Tipo de Parque Disponibilidad

ZONA CENTRAL OCCIDENTE

 Pravia

[← volver](#)




Otros Parques

Zona Central Occidente

 Dirección: **Barrio de la Fontana s/n 33120 Pravia**

 Teléfono de Emergencias: **112**

 Telefono y Fax: **985823544**

 E-mail: **pravia@bomberosdeasturias.es**

 Personal	Efectivos	 Tipo de vehículo	Unidades
Bomberos/as conductores/as	8	Autobomba Urbana	1
		Vehículo de Transporte Personal	1
		Autobomba Forestal	1
		Vehículo de intervención rápida (Multisocorro)	1
		Vehículo de patrullaje	1

Tipo de Parque Disponibilidad

ANEXO2. RECURSOS TÉCNICOS

Autobomba Forestal



Descripción y ámbito de intervención:

Vehículo equipado para la extinción de incendios forestales.

Su principal misión es el apoyo a retenes de bomberos en la lucha contra incendios forestales. Como actividad secundaria sirve de apoyo en la neutralización de siniestros en el medio rural, abastecimientos de agua y apoyo en todo tipo de siniestros.

Características Técnicas:

Chasis.-

Principalmente chasis marca URO y algunos modelos IPV con potencias que varían de los 110 CV a los 220 CV.

Las últimas unidades cuentan con cambio automático y sistemas de seguridad ABS, ASR. 4X4, bloqueo diferencial y relación de velocidades cortas y largas.

Carrocería.-

Diseño BOMBEROS DE ASTURIAS- ROSENBAUER construida con perfiles de aluminio electro soldados. Cisterna de agua con capacidad entre 3000 y 4000 litros útiles de agua. Bombas contra incendios de baja y alta expansión.

Equipamiento:

Material de extinción, extintores, lanzas, mangueras y útiles varios. Motosierra, batefuegos, palas, azadas y hachas.

Vehículo de intervención rápida (Multisocorro)



Descripción y ámbito de intervención:

Vehículo equipado principalmente con material de desencarcelación. Su principal misión son los accidentes de tráfico, rescate y salvamentos, asistencia sanitaria básica, iluminación en zonas de siniestros y apuntalamientos.

Características Técnicas:

Chasis

Furgón de 4.6 Tm. de capacidad de carga
Potencia media de 156Cv.
Incorpora frenos ABS, ASR y bloqueos en el diferencial trasero.

Carrocería

Diseño BOMBEROS DE ASTURIAS - ROSENBAUER construida con perfiles de aluminio electro soldados
Cisterna de agua con capacidad para 400 litros útiles de agua
Bomba contra incendio UPI 40/1 30 con 70 bars. de presión y 40 l/m de caudal

Equipamiento:

Material de extinción, extintores, lanzas, mangueras y útiles varios
Equipo de producción de espuma
Cojines de neumáticos de alta presión, cojines tapafugas, cojines obturadores y kit tapafugas
Equipos de respiración autónomas Draguer PSS-100
Equipo de primeros auxilios, equipo oxigenoterapia, tabla de rescate, fernoked, camilla de cuchara y camilla de cesta
Tracteles, puntale, material de desescombro, motosierra y radial
Generador eléctrico portátil, mástil de iluminación y material de iluminación portátil
Material de señalización
Material de rescate acuático
Material de rescate en altura, las unidades de Cangas de Narcea, Cangas de Onís y La Morgal disponen de equipo de rescate en pozos



Vehículo de patrullaje



Descripción y ámbito de intervención:

Vehículo para la 1ª intervención en incendios forestales

Por su equipamiento esta especialmente indicado para la realización de vigilancia contra incendios en épocas de riesgo

También sirve de apoyo en la neutralización de incendios urbanos en núcleos rurales de difícil acceso para las autobombas urbanas

Características técnicas:

Chasis.-

Land Rover modelo Defender, Nissan Pick Up y URO VANTL

Tracción 4x4, relación de cortas, largas y blocajes de diferencial en las unidades URO

Carrocería.-

Diseño BOMBEROS DE ASTURIAS.

Los modelos Nissan transportan 3 bomberos y los modelos Defender y Uro 5 bomberos

Cisterna de agua con capacidad entre 300 y 800 litros útiles de agua.

Bomba contra incendios.

Equipamiento:

Materiales de extinción, extintores, mangueras, lanzas y útiles varios

Equipo de primeros auxilios, equipo de oxigenoterapia.

Desbrozadoras y motosierras

Batefuegos y extintores de mochila

Palas, pulaskis, madleods, hachas, focetas y azadas

Mechero forestal

Vehículo de Transporte Personal



Descripción y ámbito de intervención:

Vehículo con capacidad de transporte para 5 personas.
Utilizado para el desplazamiento de personal en cualquier tipo de siniestro.

Características Técnicas:

Chasis.-

Nissan pick up modelo Navara
Potencia de 136 Cv.
Incorpora frenos ABS
Tracción 4x4, relación de cortas y largas.

Carrocería.-

Diseño BOMBEROS DE ASTURIAS

Equipamiento:

Botiquín de primeros auxilios
Extintor, batefuegos y desbrozadora.

Vehículo de Mando



Descripción y ámbito de intervención:

Vehículo con capacidad de transporte para 5 personas.
Utilizado para el desplazamiento de mandos en cualquier tipo de siniestro.

Características Técnicas:

Chasis.-

Nissan Pathfinder
Potencia de 170 cv.
Incorpora tracción 4x4 y relación de marchas la largas y cortas.

Equipamiento:

Extintor y botiquín de primeros auxilios

Vehículo BRIPA



Descripción y ámbito de intervención:

Vehículo con capacidad de transporte para 5 personas.
Utilizado para el desplazamiento de las Brigadas de Investigación de Incendios.

Características Técnicas:

Chasis

Nissan Navara.
Potencia de 170 cv.
Incorpora tracción 4x4 y relación de marchas largas y cortas.

Equipamiento:

Extintor y botiquín de primeros auxilios
Nº de unidades:4

Vehículo Nodriza



Descripción y ámbito de intervención:

Vehículo equipado con una cisterna de gran capacidad.
Su principal misión es el abastecer de agua a las autobombas urbanas y forestales.

Características Técnicas:

Chasis

Marca Renault, Mercedes y IPV con potencias que varían de los 180 Cv a los 340Cv.
Tracción permanente 4x4, relación de cortas, largas y bloqueos de diferencial.
Las últimas unidades cuentan con sistemas de seguridad ABS, ASR.

Carrocería

Cisterna de agua con capacidad entre 9000 y 11000 litros útiles de agua.
Bomba contra incendios de baja y alta presión.

Equipamiento:

Material de extinción, extintores, lanza, mangueras útiles varios.

Nº de unidades: 4

ANEXO3. CODIFICACIÓN VIARIA

RED COMARCAL

NUMERACION	DENOMINACION	OBSERVACIONES
AS-21	Vegadeo-Límite con Galicia, por Taramundi	
AS-22	Vegadeo-Boal	
AS-23	Mántaras-La Roda	
AS-24	La Roda-Lagar	
AS-25	Navia-Villayón	
AS-26	Bres-Paramios	
AS-27	Santa Eulalia de Oscos-La Garganta	
AS-28	Grandas de Salime-Alto del Acebo	
AS-29	San Antolín de Ibias-La Regla	
AS-210	San Antolín de Ibias-Marentes	
AS-212	Cecos-Degaña	
AS-213	Cangas del Narcea-Puerto de Leitariegos	
AS-215	Tineo-La Florida	
AS-216	La Espina-Tineo	
AS-217	Tineo-Pola de Allande	
AS-219	Luarca-Pola de Allande	
AS-221	Brieves-Merás	
AS-222	San Martín de Luiña-Brieves	
AS-224	Pravia-Somado	
AS-225	Salas-Pravia	
AS-226	Salas-Soto de los Infantes	
AS-227	Puente de San Martín-Puerto de Somiedo	
AS-228	Trubia-Puerto de Ventana	
AS-229	Caranga-Bárzana de Quirós	
AS-230	Bárzana de Quirós-Pola de Lena	
AS-231	Peñamiel-Pola de Lena, por Riosa	
AS-232	Oviedo-Escamplero	
AS-233	Los Campos-Trubia	
AS-234	Escamplero-Peñaflor	
AS-236	Grullos-Peñaullán	
AS-237	Grado-Avilés	
AS-238	Avilés-Luanco	
AS-240	Posada de Llanera-Biedes	
AS-241	Posada de Llanera-La Campana	
AS-242	Oviedo-Campomanes	
AS-246	Gijón-Langreo	
AS-248	Gijón-Pola de Siero	
AS-249	La Secada-Gargantada	
AS-251	Barredos-Nava	
AS-252	Pola de Laviana-Cabañaquinta	
AS-253	Cabañaquinta-Puerto de San Isidro	
AS-254	Infiesto-Campo de Caso	
AS-255	Villaviciosa-Infiesto	
AS-256	Venta de las Ranas-Villaviciosa, por El	

AS-257	Colunga-Venta del Pobre, por Lastres	
AS-258	Colunga-Infiesto	
AS-260	Arriendas-Colunga	
AS-261	Puente de los Grazos-Beleño	
AS-262	Soto de Cangas-Covadonga	
AS-263	Ribadesella-Llanes	
AS-264	Arenas de Cabrales-Poncebos	
AS-265	San Martín de Teverga-La Riera	
AS-266	Oviedo-Porceyo	Trazado antiguo de la AS-18
AS-267	La Secada-Villaviciosa	
AS-268	Cortina-Cadavedo	Entre N-634 (Cortina) y la N-632

RED LOCAL DE PRIMER ORDEN

NUMERACION	DENOMINACIÓN	OBSERVACIONES
AS-31	Figueras-La Roda	
AS-32	Tol-Serantes	
AS-33	Santa Eulalia de Oscos-Villanueva de Oscos	
AS-34	Berducedo-Villarpedre	
AS-35	Villayón-Boal	Incluye el ramal a Illaso
AS-36	Luarca-Villayón	
AS-37	Otur a Villapedre-Anleo	
AS-38	Cornellana-San Román de Candamo	
AS-39	De la C ^a Pravia-Cornellana a San Tirso	
AS-310	Puente Tuña-Belmonte	
AS-311	Grado-Tameza	
AS-312	Grado-Otero	
AS-313	Grado-Trubia, por Bayo	
AS-314	Soto-Santa Cruz de Llanera	
AS-315	Santoseso-La Peral	
AS-316	Carretera de los Veneros	Incluye el ramal a La Llamera
AS-317	Carretera de la Playa de Aguilar	
AS-318	La Arena-Ranón	
AS-319	Ceruyeda-La Cortina y Veneros	Incluye el acceso a La Cortina
AS-320	Avilés-Piedras Blancas	
AS-321	Avilés-Callezuela	
AS-322	Santa Marina de Piedramuella-Soto de	
AS-323	Vega-Tuilla-Carbayín	
AS-324	San Julián de Bimenes-Carbayín Alto	
AS-325	Alto de La Miranda-Serín	Incluye la variante de Villabona
AS-326	Tabaza-Tremañes	
AS-327	Cancienes-Tabaza y ramal a Tamón	
AS-328	Avilés-Faro de Peñas	
AS-329	Carretera al Faro de San Juan de Nieva	
AS-330	Villaviciosa-Puente Agüera	
AS-331	Pola de Siero-Alto del Infanzón, por Peón	
AS-332	Villaviciosa-Anayo	Incluye el ramal a Fresnosa
AS-333	Orizón-La Corolla, por Pandenes	

AS-334	Carretera de Torazo	
AS-335	Nava al empalme del Cantil	
AS-336	Puente Raicedo-Villabajo	
AS-337	Sotrondio-Figaredo	
AS-338	El Entrego-Bimenes	Incluye la Rámpa a Las Felechosas
AS-339	Puente Tendi-Sellaño	
AS-340	Corao-Cuevas del Mar	
AS-341	Collía-Ribadesella	
AS-342	Arriondas-La Torre	
AS-343	Puertas-Panes, por Villanueva	
AS-344	Bustio-Villanueva	
AS-345	Arenas-Niserias, por Alles	
AS-346	La Franca-Los Cándanos	
AS-347	Pravia-Cornellana	Trazado antiguo de la AS-16
AS-348	Ventanueva-San Antolín de Ibias	
AS-349	El Crucero-Rodical	
AS-350	Piedrafita-Bárcena del Monasterio	
AS-351	Almuña-Paredes	
AS-352	Somado-Vegafriosa	
AS-353	Peñaflor-Grullos	
AS-354	San Esteban de Las Cruces-Tudela Veguín	
AS-355	La Peña-Frieres	
AS-356	Gijón-Alto del Infanzón, por Somió	
AS-357	Nava-Alto de La Campa	
AS-358	Villamayor-Alto de la Llama	
AS-359	Pontigón-Tineo	
AS-360	La Arquera-Las Xanas	Incluye el ramal a La Mortera
AS-361	El Gumio-Alto de La Garganta	
AS-362	San Martín de Oscos-Martul	
AS-363	Venta de Veranes.Factoría de Veriña	
AS-15a	Longoria-Oviñana	Trazado antiguo de la AS-15 en Puente de San Martín
AS-17a	Coruño-Silvota	Trazado antiguo de la AS-17
AS-19a	Puenteseco-Muniello	Trazado antiguo de la AS-19
AS-110a	Acceso a Candás por la Estación	Trazado antiguo inicial de la AS-110
AS-112a	Moreda-Ujo	Trazado antiguo de la AS-112
AS-117a	Tramo: Riaño-Lada	Trazado antiguo de la anterior AS-17
AS-117a	Tramo: Barros-El Condado	Trazado antiguo de la anterior AS-17
AS-117a	Tramo: Les Yanes-Campo de Caso	Trazado antiguo de la anterior AS-17
AS-225a	Travesía de Pravia	Trazado antiguo de la AS-225
AS-227a	Tramo en Puente de San Martín	Trazado antiguo de la AS-227
AS-229a	Tramo: La Fábrica	Trazado antiguo de la AS-229
AS-239a	Luanco-Veriña	Trazado antiguo de la AS-239, incluidas las travesías de Luanco y Candás
AS-244a	Olloniego-Tudela Veguin-Riaño	Trazado antiguo de la anterior AS-244

AS-322a	Tramo: Caces	Trazado antiguo de la AS-322
---------	--------------	------------------------------

RED LOCAL DE SEGUNDO ORDEN

CONCEJO	NUMERACION	DENOMINACION	OBSERVACIONES
ALLANDE			
	ALL-1	Pola de Allande-Prada	
	ALL-2	Riovena-Iboyo	Incluye el ramal a Abaniella
	ALL-3	Linares a Allande	
	ALL-4	De la C ^a Grandas-Pte. del Infireno	
	ALL-5	C ^a de Bustantigo	
	ALL-6	C ^a de San Salvador	
ALLER			
	AE-1	Moreda-Felguerosa	
	AE-2	Casanueva-Boo y Bustillé	
	AE-3	Moreda-Santibáñez	
	AE-4	Levinco-Bello	
	AE-5	Levinco-Pelúgano	
	AE-6	Collanzo-Casomera	
	AE-7	Caborana-Buciello	
	AE-8	C ^a de Villar	
AMIEVA			
	AM-1	Vega de Sebarga-Villaverde	Incluye el ramal a Cirieño
AVILES			
	AV-1	San Sebastián-Villanueva	
BELMONTE			
	BE-1	C ^a de San Martín de Ondes	
	BE-2	Llamoso-Montovo	
BIMENES			
	BI-3	Rozadas-Melendreras	
BOAL			
	BO-1	Boal-Villanueva	
CABRALES			
	CA-1	Poncebos-Sotres	
	CA-2	Puente Inguanzo-Berodia	
CABRANES			
	CB-1	C ^a de Santa Eulalia	
	CB-2	Santa Eulalia-Giranes	Incluye el ramal a Villanueva
	CB-3	Viñón-Valbuena	
	CB-4	Viñón-La Puerta	
	CB-5	El Otero-Arriondo	
	CB-6	C ^a de Arboleya	
	CB-7	Fresnedo-Pandenes	
	CB-8	C ^a de Castiello	
	CB-9	C ^a de Cervera	
	CB-10	C ^a de La Cotariella	
CANDAMO			

	CD-1	Cª de Bohiles	
	CD-2	Sandiche-Ferreras	
	CD-4	Cª de Faces	
CANGAS DEL			
	CN-1	Cangas del Narcea-Besullo	
	CN-2	Cangas del Narcea-Villalar	Incluye el ramal a Biescas
	CN-3	Cangas del Narcea-Trones	
	CN-4	Las Mestas-Genestoso	
	CN-5	Cª de Onón	
	CN-6	Javita-Llamas de Mouro	
	CN-7	Miravalles-Trascastro	Incluye el ramal a Vegameoro
	CN-8	Vallado-Cibea	
	CN-9	Rengos-Monasterio de Hermo	
	CN-10	Cª de Corralín	
CANGAS DE			
	CO-3	Cª de Perlleces	
	CO-4	Covadonga-Los Lagos	
	CO-7	Cª de Llenín y Tárano	
CARREÑO			
	CE-1	Candás-Zanzabornín	
	CE-2	Perán-Tabaza	
	CE-3	Perán-Prendes	
	CE-4	Cª la Playa de Xivares	
	CE-6	Cª de Ambás	
	CE-7	Cª de Villar de Abajo y Villar de Arriba	
	CE-8	Cª de La Formiga	
	CE-9	Cª de la AS-110 a la AS-19	
CASO			
	CS-1	La Cuevas-Tozo	
CASTRILLON			
	CT-1	Piedras Blancas-Carcedo	
	CT-2	Piedras Blancas-Cruz de Illas	
	CT-3	La Plata-Las Bárzanas	
	CT-4	La Loba-Las Bárzanas	
	CT-5	Cª de Santo Adriano	
	CT-6	La Parra-La Roza	
CASTROPOL			
	CP-4	Cª de Samagán a La Herrería y Penzol	
COAÑA			

RED REGIONAL

NUMERACION	DENOMINACION	OBSERVACIONES
AS-I	Mieres-Gijón	Autovía
AS-11	Vegadeo-Alto de la Garganta	
AS-12	Navia-Grandas	
AS-13	Pesoz-Alto de la	
AS-14	Grandas de Salime-Puente del Infierno	
AS-15	Cornellana-Puerto de Cerredo	
AS-16	Soto del Barco-	
AS-17	Avilés-Riaño	
AS-18	Oviedo-Gijón	
AS-19	Gijón-Avilés	
AS-110	Candás-Tabaza	
AS-111	Langreo-Mieres	
AS-112	Ujo-Cabañaquint	
AS-114	Cangas de Onís-	
AS-115	Posada de Llanes-Robellada	
AS-116	Olloniego-Riaño	
AS-117	Riaño-Puerto de	Tramo de la anterior AS-17
AS-118	Luanco-Veriña	Nuevo trazado incluida la variante de Luanco

ANEXO4. CÓDIGO PYTHON

```
# -----  
  
# Código Python.py  
  
# Created on: 2012-11-11 11:32:53.00000  
  
# (generated by ArcGIS/ModelBuilder)  
  
# Usage: Código Python <Incendio_declarado> <Rutas_Autobomba_Forestal__2_>  
<Rutas_Vehiculos_Ligeros__2_> <Rutas_Vehículo_Pesado__2_>  
<Autobomba_Directions_txt> <Camion_Directions_txt> <Vehículo_Directions_txt>  
<Incendio__2_> <Acceso_Vehículo_Pesado__2_> <Acceso_Atubomba__2_>  
<Acceso_Vehículo_Ligero__2_>  
  
# Description:  
  
# -----  
  
# Set the necessary product code  
  
# import arcinfo  
  
  
# Import arcpy module  
  
import arcpy  
  
  
# Check out any necessary licenses  
  
arcpy.CheckOutExtension("Network")  
  
  
# Set Geoprocessing environments  
  
arcpy.env.scratchWorkspace = "\\pc-cem\\Redes\\temporal"  
arcpy.env.workspace = "\\pc-cem\\Redes\\datos"  
  
  
# Script arguments  
  
Incendio_declarado = arcpy.GetParameterAsText(0)  
  
if Incendio_declarado == '#': or not Incendio_declarado:
```

Incendio_declarado = "in_memory\\{20AF9702-D820-4FB3-9D44-4184F6AE66EF}" # provide a default value if unspecified

Rutas_Autobomba_Forestal__2_ = arcpy.GetParameterAsText(1)

if Rutas_Autobomba_Forestal__2_ == '#' or not Rutas_Autobomba_Forestal__2_:

Rutas_Autobomba_Forestal__2_ = "Rutas Autobomba Forestal" # provide a default value if unspecified

Rutas_Vehiculos_Ligeros__2_ = arcpy.GetParameterAsText(2)

if Rutas_Vehiculos_Ligeros__2_ == '#' or not Rutas_Vehiculos_Ligeros__2_:

Rutas_Vehiculos_Ligeros__2_ = "Rutas Vehiculos Ligeros" # provide a default value if unspecified

Rutas_Vehículo_Pesado__2_ = arcpy.GetParameterAsText(3)

if Rutas_Vehículo_Pesado__2_ == '#' or not Rutas_Vehículo_Pesado__2_:

Rutas_Vehículo_Pesado__2_ = "Rutas Vehículo Pesado" # provide a default value if unspecified

Autobomba_Directions_txt = arcpy.GetParameterAsText(4)

if Autobomba_Directions_txt == '#' or not Autobomba_Directions_txt:

Autobomba_Directions_txt = "X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\temporal\\Autobomba_Directions.txt" # provide a default value if unspecified

Camion_Directions_txt = arcpy.GetParameterAsText(5)

if Camion_Directions_txt == '#' or not Camion_Directions_txt:

Camion_Directions_txt = "X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\temporal\\Camion_Directions.txt" # provide a default value if unspecified

Vehiculo_Directions_txt = arcpy.GetParameterAsText(6)

if Vehiculo_Directions_txt == '#' or not Vehiculo_Directions_txt:

Vehiculo_Directions_txt =
"X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\temporal\\Vehiculo_Directions.txt" #
provide a default value if unspecified

Incendio__2_ = arcpy.GetParameterAsText(7)

if Incendio__2_ == '#' or not Incendio__2_:

Incendio__2_ = "Incendio" # provide a default value if unspecified

Acceso_Vehículo_Pesado__2_ = arcpy.GetParameterAsText(8)

if Acceso_Vehículo_Pesado__2_ == '#' or not Acceso_Vehículo_Pesado__2_:

Acceso_Vehículo_Pesado__2_ = "AccesoVehiculoPesado" # provide a default value if unspecified

Acceso_Atubomba__2_ = arcpy.GetParameterAsText(9)

if Acceso_Atubomba__2_ == '#' or not Acceso_Atubomba__2_:

Acceso_Atubomba__2_ = "AccesoAtubomba" # provide a default value if unspecified

Acceso_Vehículo_Ligero__2_ = arcpy.GetParameterAsText(10)

if Acceso_Vehículo_Ligero__2_ == '#' or not Acceso_Vehículo_Ligero__2_:

Acceso_Vehículo_Ligero__2_ = "AccesoVehiculoLigero" # provide a default value if unspecified

Local variables:

Autobomba__2_ = Incendio_declarado

Capa_de_Network_Analyst__2_ = Autobomba__2_

Autobomba__7_ = Capa_de_Network_Analyst__2_

Routes = Autobomba__7_

Rutas_Autobomba_Forestal = Routes

PtoAutobomba__3_ = Rutas_Autobomba_Forestal

AccesoAtubomba = PtoAutobomba__3_

La_operación_de_solución_se_realizó_correctamente___2_ = Autobomba___2_

Vehiculo___5_ = Incendio_declarado

Capa_de_Network_Analyst = Vehiculo___5_

Vehiculo___6_ = Capa_de_Network_Analyst

Routes___3_ = Vehiculo___6_

Rutas_Vehiculos_Ligeros = Routes___3_

PtoLigero = Rutas_Vehiculos_Ligeros

AccesoVehiculoLigero = PtoLigero

La_operación_de_solución_se_realizó_correctamente_ = Vehiculo___5_

Camión___6_ = Incendio_declarado

Capa_de_Network_Analyst___3_ = Camión___6_

Camión___4_ = Capa_de_Network_Analyst___3_

Routes___2_ = Camión___4_

Rutas_Vehículo_Pesado = Routes___2_

PtoPesado = Rutas_Vehículo_Pesado

AccesoVehiculoPesado = PtoPesado

La_operación_de_solución_se_realizó_correctamente___3_ = Camión___6_

Incendio = Incendio_declarado

ParquesBomberos =
"X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\datos\\RutasIncendiosPublicar.mdb\\Valdes\\ParquesBomberos"

Valdes_ND = "Valdes_ND"

Incendio_lyr = "X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\datos\\Incendio.lyr"

Rutas_Autobomba_Forestal_lyr =
"X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\datos\\Rutas Autobomba Forestal.lyr"

Rutas_Vehículo_Pesado_lyr =
"X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\datos\\Rutas Vehículo Pesado.lyr"

Rutas_Vehiculos_Ligeros_lyr =
"X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\datos\\Rutas Vehiculos Ligeros.lyr"

PtoAutobomba_lyr =
"X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\datos\\PtoAutobomba.lyr"

PtoPesado_lyr = "X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\datos\\PtoPesado.lyr"

PtoLigero_lyr = "X:\\MASTER\\TFM\\I+D_Redes\\Redes\\datos\\PtoLigero.lyr"

Vehiculo__3_ = "Vehiculo"

Autobomba__6_ = "Autobomba"

Autobomba__3_ = "Autobomba"

Autobomba = "Autobomba"

Autobomba__5_ = "Autobomba"

Vehiculo = "Vehiculo"

Vehiculo__2_ = "Vehiculo"

Vehiculos__3_ = "Vehiculo"

Camión = "Camión"

Camión__2_ = "Camión"

Camión__3_ = "Camión"

Camión__5_ = "Camión"

Process: Hacer la capa de instalaciones más cercanas

```
arcpy.MakeClosestFacilityLayer_na(Valdes_ND, "Vehiculo", "Vehiculo",  
"TRAVEL_FROM", "", "6", "Distancia", "ALLOW_UTURNS",  
"Oneway;GirosRestriccion;AlturaVEH;AnchuraVEH", "NO_HIERARCHY", "",  
"TRUE_LINES_WITH_MEASURES")
```

Process: Actualizar parámetro de atributos de la capa de análisis (3)

```
arcpy.UpdateAnalysisLayerAttributeParameter_na(Vehiculo, "AlturaVEH", "Altura  
vehículo", "1,8")
```

Process: Actualizar parámetro de atributos de la capa de análisis (4)

```
arcpy.UpdateAnalysisLayerAttributeParameter_na(Vehiculo__2_, "AnchuraVEH",  
"Anchura vehículo", "1,8")
```

Process: Agregar ubicaciones

```
arcpy.AddLocations_na(Vehiculo__3_, "Facilities", ParquesBomberos, "Name  
Nombre #;CurbApproach # 0;Attr_Vehiculo # 0;Attr_Autobomba # 0;Attr_Camion  
# 0;Attr_Distancia # 0;Cutoff_Vehiculo # #;Cutoff_Autobomba # #;Cutoff_Camion  
# #;Cutoff_Distancia # #;SourceID SourceID #;SourceOID SourceOID #;PosAlong
```

PosAlong #;SideOfEdge SideOfEdge #", "5000 Meters", "Nombre", "ViasSatfor SHAPE;Valdes_ND_Junctions NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "CLEAR", "SNAP", "5 Kilometers", "EXCLUDE", "ViasSatfor #;Valdes_ND_Junctions #")

Process: Agregar ubicaciones (2)

```
arcpy.AddLocations_na(Vehiculos__3_, "Incidents", Incendio_declarado, "Name ID #;TargetFacilityCount # #;CurbApproach # 0;Attr_Vehiculo # 0;Attr_Autobomba # 0;Attr_Camion # 0;Attr_Distancia # 0;Cutoff_Vehiculo # #;Cutoff_Autobomba # #;Cutoff_Camion # #;Cutoff_Distancia # #", "5000 Meters", "ID", "ViasSatfor SHAPE;Valdes_ND_Junctions NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "CLEAR", "SNAP", "5 Kilometers", "EXCLUDE", "ViasSatfor #;Valdes_ND_Junctions #")
```

Process: Solucionar

```
arcpy.Solve_na(Vehiculo__5_, "SKIP", "TERMINATE")
```

Process: Hacer la capa de instalaciones más cercanas (2)

```
arcpy.MakeClosestFacilityLayer_na(Valdes_ND, "Autobomba", "Autobomba", "TRAVEL_FROM", "", "6", "Distancia", "ALLOW_UTURNS", "AlturaVEH;AnchuraVEH;GirosRestriccion;Oneway", "NO_HIERARCHY", "", "TRUE_LINES_WITH_MEASURES")
```

Process: Actualizar parámetro de atributos de la capa de análisis

```
arcpy.UpdateAnalysisLayerAttributeParameter_na(Autobomba, "AlturaVEH", "Altura vehículo", "3,5")
```

Process: Actualizar parámetro de atributos de la capa de análisis (2)

```
arcpy.UpdateAnalysisLayerAttributeParameter_na(Autobomba__5_, "AnchuraVEH", "Anchura vehículo", "2,3")
```

Process: Agregar ubicaciones (3)

```
arcpy.AddLocations_na(Autobomba__6_, "Facilities", ParquesBomberos, "Name Nombre #;CurbApproach # 0;Attr_Vehiculo # 0;Attr_Autobomba # 0;Attr_Camion # 0;Attr_Distancia # 0;Cutoff_Vehiculo # #;Cutoff_Autobomba # #;Cutoff_Camion # #;Cutoff_Distancia # #;SourceID SourceID #;SourceOID SourceOID #;PosAlong PosAlong #;SideOfEdge SideOfEdge #", "5000 Meters", "Nombre", "ViasSatfor SHAPE;Valdes_ND_Junctions NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "CLEAR", "SNAP", "5 Kilometers", "EXCLUDE", "ViasSatfor #;Valdes_ND_Junctions #")
```

Process: Agregar ubicaciones (4)

```
arcpy.AddLocations_na(Autobomba__3_, "Incidents", Incendio_declarado, "Name
ID #;TargetFacilityCount # #;CurbApproach # 0;Attr_Vehiculo #
0;Attr_Autobomba # 0;Attr_Camion # 0;Attr_Distancia # 0;Cutoff_Vehiculo #
#;Cutoff_Autobomba # #;Cutoff_Camion # #;Cutoff_Distancia # #", "5000
Meters", "ID", "ViasSatfor SHAPE;Valdes_ND_Junctions NONE",
"MATCH_TO_CLOSEST", "CLEAR", "SNAP", "5 Kilometers", "EXCLUDE", "ViasSatfor
#;Valdes_ND_Junctions #")
```

Process: Solucionar (2)

```
arcpy.Solve_na(Autobomba__2_, "SKIP", "TERMINATE")
```

Process: Hacer la capa de instalaciones más cercanas (3)

```
arcpy.MakeClosestFacilityLayer_na(Valdes_ND, "Camión", "Camion",
"TRAVEL_FROM", "", "6", "Distancia", "ALLOW_UTURNS",
"Oneway;GirosRestriccion;AlturaVEH;AnchuraVEH", "NO_HIERARCHY", "",
"TRUE_LINES_WITH_MEASURES")
```

Process: Actualizar parámetro de atributos de la capa de análisis (5)

```
arcpy.UpdateAnalysisLayerAttributeParameter_na(Camión, "AlturaVEH", "Altura
vehículo", "4")
```

Process: Actualizar parámetro de atributos de la capa de análisis (6)

```
arcpy.UpdateAnalysisLayerAttributeParameter_na(Camión__2_, "AnchuraVEH",
"Anchura vehículo", "2,5")
```

Process: Agregar ubicaciones (5)

```
arcpy.AddLocations_na(Camión__3_, "Facilities", ParquesBomberos, "Name
Nombre #;CurbApproach # 0;Attr_Vehiculo # 0;Attr_Autobomba # 0;Attr_Camion
# 0;Attr_Distancia # 0;Cutoff_Vehiculo # #;Cutoff_Autobomba # #;Cutoff_Camion
# #;Cutoff_Distancia # #;SourceID SourceID #;SourceOID SourceOID #;PosAlong
PosAlong #;SideOfEdge SideOfEdge #", "5000 Meters", "Nombre", "ViasSatfor
SHAPE;Valdes_ND_Junctions NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "CLEAR", "SNAP", "5
Kilometers", "EXCLUDE", "ViasSatfor #;Valdes_ND_Junctions #")
```

Process: Agregar ubicaciones (6)

```
arcpy.AddLocations_na(Camión__5_, "Incidents", Incendio_declarado, "Name ID  
#;TargetFacilityCount # #;CurbApproach # 0;Attr_Vehiculo # 0;Attr_Autobomba #  
0;Attr_Camion # 0;Attr_Distancia # 0;Cutoff_Vehiculo # #;Cutoff_Autobomba #  
#;Cutoff_Camion # #;Cutoff_Distancia # #", "5000 Meters", "ID", "ViasSatfor  
SHAPE;Valdes_ND_Junctions NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "CLEAR", "SNAP", "5  
Kilometers", "EXCLUDE", "ViasSatfor #;Valdes_ND_Junctions #")
```

Process: Solucionar (3)

```
arcpy.Solve_na(Camión__6_, "HALT", "TERMINATE")
```

Process: Crear capa de entidades (4)

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management(Incendio_declarado, Incendio, "", "",  
"OBJECTID OBJECTID HIDDEN NONE;SHAPE SHAPE HIDDEN NONE;ID  
IDENTIFICADOR VISIBLE NONE")
```

Process: Aplicar simbología de capa

```
arcpy.ApplySymbologyFromLayer_management(Incendio, Incendio_lyr)
```

Process: Indicaciones

```
arcpy.Directions_na(Capa_de_Network_Analyst__2_, "Autobomba_Directions_txt", "Kilometers", "REPORT_TIME", "", "TEXT",
```

Process: Seleccionar datos (2)

```
arcpy.SelectData_management(Autobomba__7_, "Routes")
```

Process: Crear capa de entidades (2)

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management(Routes, Rutas_Autobomba_Forestal, "", "",  
"ObjectID ObjectID HIDDEN NONE;Shape Shape HIDDEN NONE;FacilityID FacilityID  
HIDDEN NONE;FacilityRank FacilityRank HIDDEN NONE;Name Name VISIBLE  
NONE;IncidentCurbApproach IncidentCurbApproach HIDDEN  
NONE;FacilityCurbApproach FacilityCurbApproach HIDDEN NONE;IncidentID  
IncidentID HIDDEN NONE;Total_Distancia Total_Distancia VISIBLE  
NONE;Total_Autobomba Total_Autobomba VISIBLE NONE")
```

Process: Aplicar simbología de capa (2)

```
arcpy.ApplySymbologyFromLayer_management(Rutas_Autobomba_Forestal,  
Rutas_Autobomba_Forestal_lyr)
```

Process: Indicaciones (2)

```
arcpy.Directions_na(Capa_de_Network_Analyst__3_, "TEXT",  
Camion_Directions_txt, "Kilometers", "REPORT_TIME", "")
```

Process: Seleccionar datos (3)

```
arcpy.SelectData_management(Camión__4_, "Routes")
```

Process: Crear capa de entidades (3)

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management(Routes__2_, Rutas_Vehículo_Pesado, "", "",  
"ObjectID ObjectID HIDDEN NONE;Shape Shape HIDDEN NONE;FacilityID FacilityID  
HIDDEN NONE;FacilityRank FacilityRank HIDDEN NONE;Name Name VISIBLE  
NONE;IncidentCurbApproach IncidentCurbApproach HIDDEN  
NONE;FacilityCurbApproach FacilityCurbApproach HIDDEN NONE;IncidentID  
IncidentID HIDDEN NONE;Total_Distancia Total_Distancia VISIBLE  
NONE;Total_Camion Total_Camion VISIBLE NONE")
```

Process: Aplicar simbología de capa (3)

```
arcpy.ApplySymbologyFromLayer_management(Rutas_Vehículo_Pesado,  
Rutas_Vehículo_Pesado_lyr)
```

Process: Indicaciones (3)

```
arcpy.Directions_na(Capa_de_Network_Analyst, "TEXT", Vehiculo_Directions_txt,  
"Kilometers", "REPORT_TIME", "")
```

Process: Seleccionar datos

```
arcpy.SelectData_management(Vehiculo__6_, "Routes")
```

Process: Crear capa de entidades

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management(Routes__3_, Rutas_Vehiculos_Ligeros, "",  
"", "ObjectID ObjectID HIDDEN NONE;Shape Shape HIDDEN NONE;FacilityID
```

FacilityID HIDDEN NONE; FacilityRank FacilityRank HIDDEN NONE; Name Name
VISIBLE NONE; IncidentCurbApproach IncidentCurbApproach HIDDEN
NONE; FacilityCurbApproach FacilityCurbApproach HIDDEN NONE; IncidentID
IncidentID HIDDEN NONE; Total_Vehiculo Total_Vehiculo VISIBLE
NONE; Total_Distancia Total_Distancia VISIBLE NONE")

Process: Aplicar simbología de capa (4)

```
arcpy.ApplySymbologyFromLayer_management(Rutas_Vehiculos_Ligeros,  
Rutas_Vehiculos_Ligeros_lyr)
```

Process: De vértices de entidad a puntos

```
arcpy.FeatureVerticesToPoints_management(Rutas_Autobomba_Forestal,  
PtoAutobomba__3_, "END")
```

Process: Crear capa de entidades (5)

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management(PtoAutobomba__3_, AccesoAtubomba, "",  
"", "OBJECTID OBJECTID VISIBLE NONE; _1 _1 VISIBLE NONE; _12 _12 VISIBLE  
NONE; _12_13 _12_13 VISIBLE NONE; Name Name VISIBLE NONE; _12_13_14  
_12_13_14 VISIBLE NONE; _12_13_14_15 _12_13_14_15 VISIBLE  
NONE; _12_13_14_15_16 _12_13_14_15_16 VISIBLE NONE; Total_Distancia  
Total_Distancia VISIBLE NONE; Total_Autobomba Total_Autobomba VISIBLE  
NONE; ORIG_FID ORIG_FID VISIBLE NONE")
```

Process: Aplicar simbología de capa (5)

```
arcpy.ApplySymbologyFromLayer_management(AccesoAtubomba,  
PtoAutobomba_lyr)
```

Process: De vértices de entidad a puntos (2)

```
arcpy.FeatureVerticesToPoints_management(Rutas_Vehículo_Pesado, PtoPesado,  
"END")
```

Process: Crear capa de entidades (6)

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management(PtoPesado, AccesoVehiculoPesado, "", "",  
"OBJECTID OBJECTID VISIBLE NONE; _1 _1 VISIBLE NONE; _12 _12 VISIBLE  
NONE; _12_13 _12_13 VISIBLE NONE; Name Name VISIBLE NONE; _12_13_14  
_12_13_14 VISIBLE NONE; _12_13_14_15 _12_13_14_15 VISIBLE  
NONE; _12_13_14_15_16 _12_13_14_15_16 VISIBLE NONE; Total_Distancia
```

Total_Distancia VISIBLE NONE; Total_Camion Total_Camion VISIBLE
NONE; ORIG_FID ORIG_FID VISIBLE NONE")

Process: Aplicar simbología de capa (6)

arcpy.ApplySymbologyFromLayer_management(AccesoVehiculoPesado,
PtoPesado_lyr)

Process: De vértices de entidad a puntos (3)

arcpy.FeatureVerticesToPoints_management(Rutas_Vehiculos_Ligeros, PtoLigero,
"END")

Process: Crear capa de entidades (7)

arcpy.MakeFeatureLayer_management(PtoLigero, AccesoVehiculoLigero, "", "",
"OBJECTID OBJECTID VISIBLE NONE; _1 _1 VISIBLE NONE; _12 _12 VISIBLE
NONE; _12_13 _12_13 VISIBLE NONE; Name Name VISIBLE NONE; _12_13_14
_12_13_14 VISIBLE NONE; _12_13_14_15 _12_13_14_15 VISIBLE
NONE; _12_13_14_15_16 _12_13_14_15_16 VISIBLE NONE; Total_Vehiculo
Total_Vehiculo VISIBLE NONE; Total_Distancia Total_Distancia VISIBLE
NONE; ORIG_FID ORIG_FID VISIBLE NONE")

Process: Aplicar simbología de capa (7)

arcpy.ApplySymbologyFromLayer_management(AccesoVehiculoLigero,
PtoLigero_lyr)