

CONAMA-2014

ST-7 “¿Qué ofrece la bioenergía a España?”

OPTIMIZACIÓN LOGÍSTICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE BIOMASA



CETEMAS
CENTRO TECNOLÓGICO FORESTAL Y DE LA MADERA

Sandra Sánchez García
ssanchez@cetemas.es

26 de Noviembre 2014, Madrid

OPTIMIZACIÓN LOGÍSTICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE BIOMASA

- **Logística forestal**

- Planificar, implementar y controlar -



OPTIMIZACIÓN LOGÍSTICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE BIOMASA

- **Logística de transporte madera/biomasa**



Es una operación de gran importancia económica y con grandes necesidades logísticas: representa el 50% o más del coste total de las operaciones de aprovechamiento maderero (DYKSTRA, 1996).

OPTIMIZACIÓN LOGÍSTICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE BIOMASA

- **Logística de transporte madera/biomasa**

- ✓ Riqueza y empleo
- ✓ Gestión sostenible: conservación de los montes, de las especies y sus hábitats
- ✓ **Sector forestal** como elemento clave en el desarrollo rural y en las políticas destinadas a la conservación de los valores naturales y de mitigación del cambio climático.



OPTIMIZACIÓN LOGÍSTICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE BIOMASA

- **Logística de transporte madera/biomasa**
- Algunas de las preguntas logísticas básicas relacionada con **la movilidad y el transporte** de recursos en el área forestal.
 - Cómo debe organizarse el transporte del recurso para minimizar los costos de este ítem. ?
 - Donde ubicar facilidades: plantas industriales, cargaderos, unidades para el combate de incendios, etc. ?
 - Qué caminos construir y/o utilizar para dar acceso por ejemplo a los rodales o a los focos de incendio ?



EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y COSTES DE EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE LA BIOMASA FORESTAL EN UN MONTE PÚBLICO DE ASTURIAS

Objetivo general

Evaluar, a través de un modelo teórico, la disponibilidad de biomasa existente en un monte público y la viabilidad económica de su aprovechamiento para el abastecimiento de un punto consumidor.

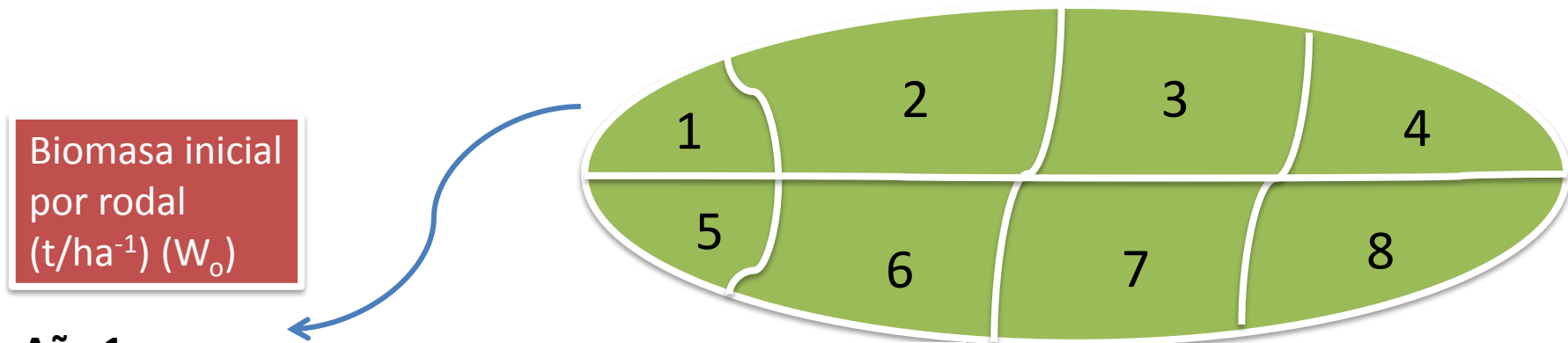


Objetivos específicos:



1. Estimar la biomasa potencial de los distintos rodales del monte en un horizonte temporal de 10 años, y la cantidad disponible para su aprovechamiento energético.
2. Calcular el coste de suministro a un punto teórico de consumo, incluyendo los costes de transporte, mediante el análisis SIG de las variables que conforman la red de pistas.
3. Elaborar la cartografía de la red de pistas y carreteras. Rutas óptimas.

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y COSTES DE EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE LA BIOMASA FORESTAL EN UN MONTE PÚBLICO DE ASTURIAS

1. Cálculo de **biomasa potencial** para cada rodal: Ecuaciones de biomasa (t/ha) según sea corta final, clara o clareo. (Fuste, corteza, ramas, hojas, tocones)





Año 1:

- Rodal 1 → Corta final → Residuos 
- Rodal i → 1ª Clara → Árbol completo 

Biomasa potencial en el año de aprovechamiento (n)

$$W_n = W_0 + t\Delta W$$

Año n:

- Rodal n
- Rodal i } Corta final → Residuos 
- Rodal j } 1ª Clara → Árbol completo 

Monte: M.U.P
administración del
Principado de
Asturias
(Plan de Ordenación).

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y COSTES DE EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE LA BIOMASA FORESTAL EN UN MONTE PÚBLICO DE ASTURIAS

2. Elaborar la cartografía de la **red de pistas y carreteras**. Rutas óptimas.



- 1. Concejo
- 2. Tipo de firme
- 3. Estado del firme
- 5. Barreras (cortes de pista):
- 6. Ancho
- 8. Señalización
- 9. Sistema de evacuación
- 10. Carriles
- 11. Puntos de cargadero
- 12. Apartadero
- 13. Volteadero
- Pasos canadienses
- 14. Sentido
- 15. Indicaciones (kilometraje)
- 16. Estado limpieza
- 17 Portillos
- 18 Nivel de la pista (nombrar las pistas)



ArcPad™

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y COSTES DE EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE LA BIOMASA FORESTAL EN UN MONTE PÚBLICO DE ASTURIAS

2. Elaborar la **cartografía** de la red de pistas y carreteras. **Rutas óptimas.**



Autocargador



Camión

- **Network Analyst** . Software ArcGis 10.0
- Herramienta **Solucionador de la instalación más cercana** (*Closest Facility*): Utiliza un algoritmo de varios orígenes y varios destinos basado en el Algoritmo de Dijkstra para minimizar la impedancia.
- Impedancia: **TIEMPO**
- Jerarquía: tipo de pista, estado del firme y ancho de la calzada.
- Velocidad para cada vía según el tipo de vehículo.

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y COSTES DE EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE LA BIOMASA FORESTAL EN UN MONTE PÚBLICO DE ASTURIAS

2. Calcular el **coste de suministro** a un punto teórico de consumo. ($\text{€} \cdot \text{tmv}^{-1}$)

➤ **Sistema de aprovechamiento** tipo según sea corta final/clara/clareo.

Apeo árbol
completo
(clara/clareo)

- Rendimiento ($\text{tmv} \cdot \text{h}^{-1}$) x Biomasa aprovechable por rodal
- Coste horario

Desembosque

- $T_{\text{ciclo}} = t_{\text{carga y descarga}} + t_{\text{desplazamiento}} + t_{\text{otros}}$
- Nº de viajes
- Coste horario

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y COSTES DE EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE LA BIOMASA FORESTAL EN UN MONTE PÚBLICO DE ASTURIAS

2. Calcular el **coste de suministro** a un punto teórico de consumo. ($\text{€} \cdot \text{tmv}^{-1}$)

➤ **Sistema de aprovechamiento** tipo según sea corta final/clara/clareo.

Astillado

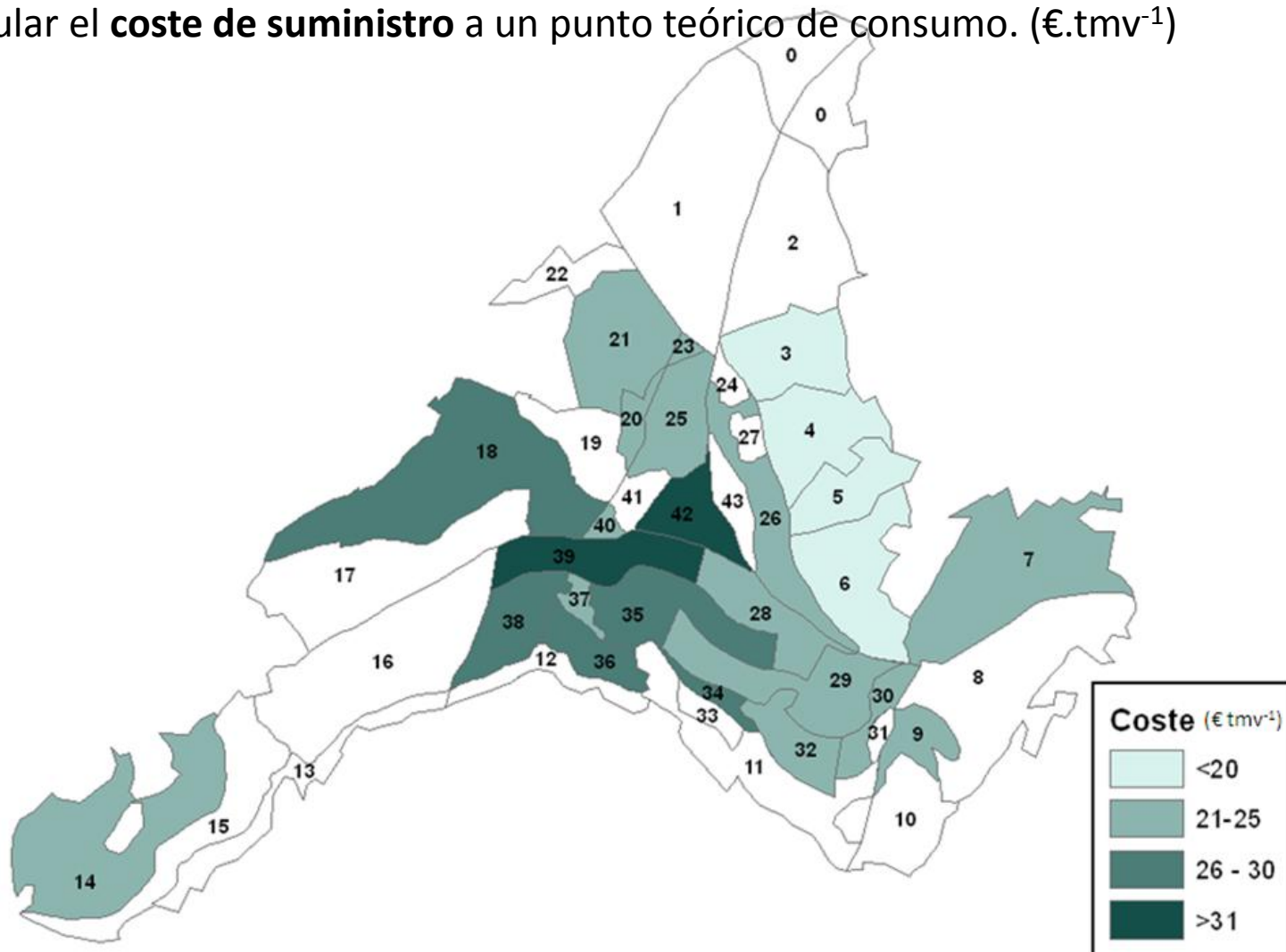
- Rendimiento ($\text{tmv} \cdot \text{h}^{-1}$) x Biomasa aprovechable por rodal
- Coste horario

Transporte astilla

- $T_{\text{ciclo}} = t_{\text{carga y descarga}} + t_{\text{desplazamiento}} + t_{\text{otros}}$
- Nº de viajes
- Coste horario

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y COSTES DE EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE LA BIOMASA FORESTAL EN UN MONTE PÚBLICO DE ASTURIAS

2. Calcular el **coste de suministro** a un punto teórico de consumo. ($\text{€} \cdot \text{tmv}^{-1}$)



EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y COSTES DE EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE LA BIOMASA FORESTAL EN UN MONTE PÚBLICO DE ASTURIAS

2. Calcular el **coste de suministro** a un punto teórico de consumo. ($\text{€} \cdot \text{tmv}^{-1}$)

	Procesado	Desembosque	Astillado	Transporte	Total
Media	2,84	9,33	6,49	5,23	23,89
Mínimo	0	7,32	6,49	4,01	18,67
Máximo	3,68	12,18	6,49	13,09	35,44
Desviación típica	1,58	1,23	0,00	1,95	3,49

- Coste medio de $23,89 \text{ € tmv}^{-1}$, un valor bastante bajo respecto a los obtenidos en otros estudios.
- Bajos costes de transporte con valores medios de $5,23 \text{ € tmv}^{-1}$
- Excesiva rodalización encarece los costes





OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN DE ASTILLAS MEDIANTE TECNOLOGÍA LIDAR Y ANÁLISIS DE REDES

Objetivo general

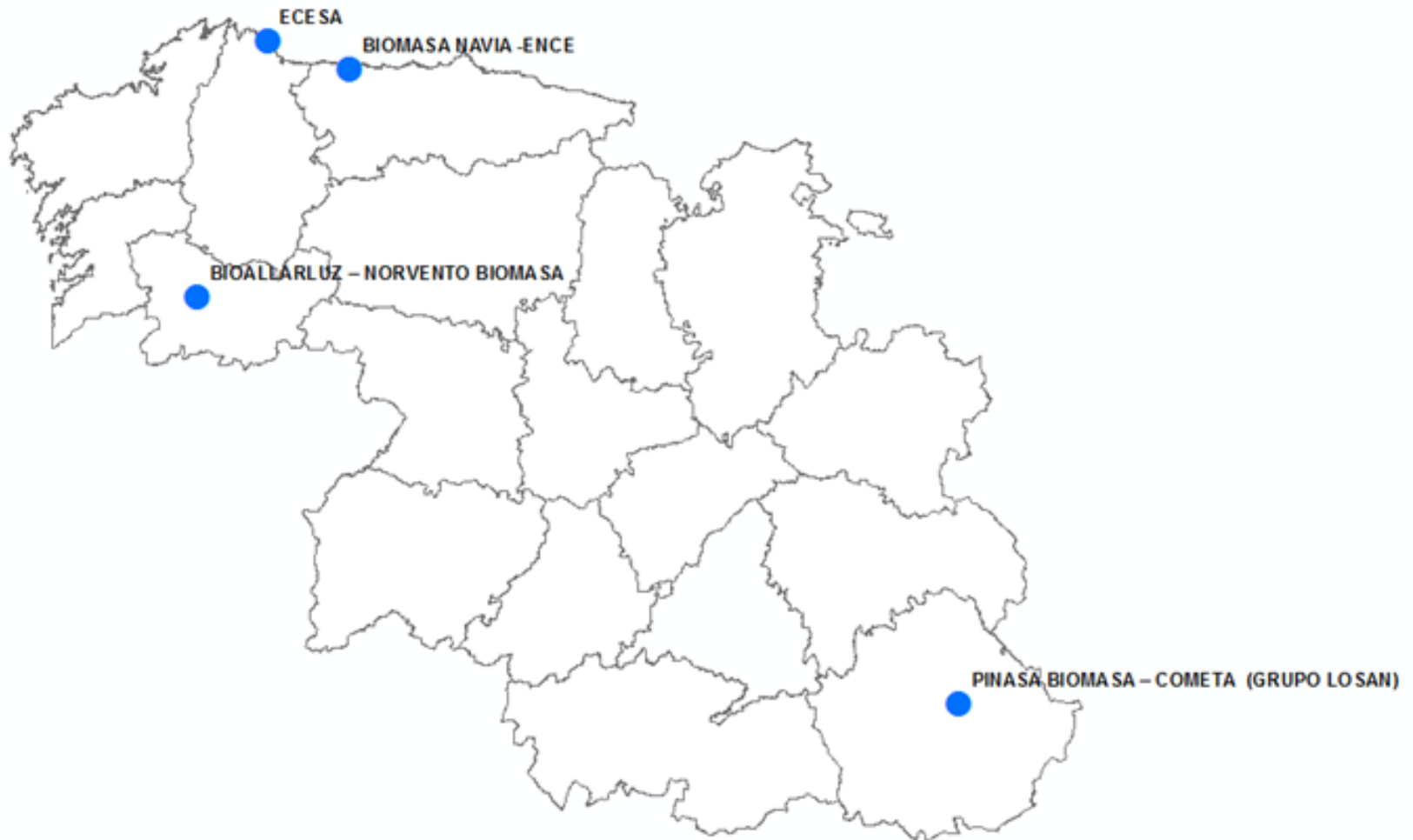
Identificar las áreas óptimas de abastecimiento entorno a varios centros consumidores de biomasa, de manera que cumplan determinados criterios de accesibilidad en función de la distancia por carretera.

Objetivos específicos

1. Buscar y localizar los puntos de oferta y de demanda de astilla para un mismo distribuidor de astilla.
2. Crear la base de datos y conectar la red de carreteras y pistas.
3. Digitalizar la red de pistas mediante LiDAR en varias zonas piloto.
4. Analizar la red de transporte: áreas de abastecimiento para minimizar costes de transporte.

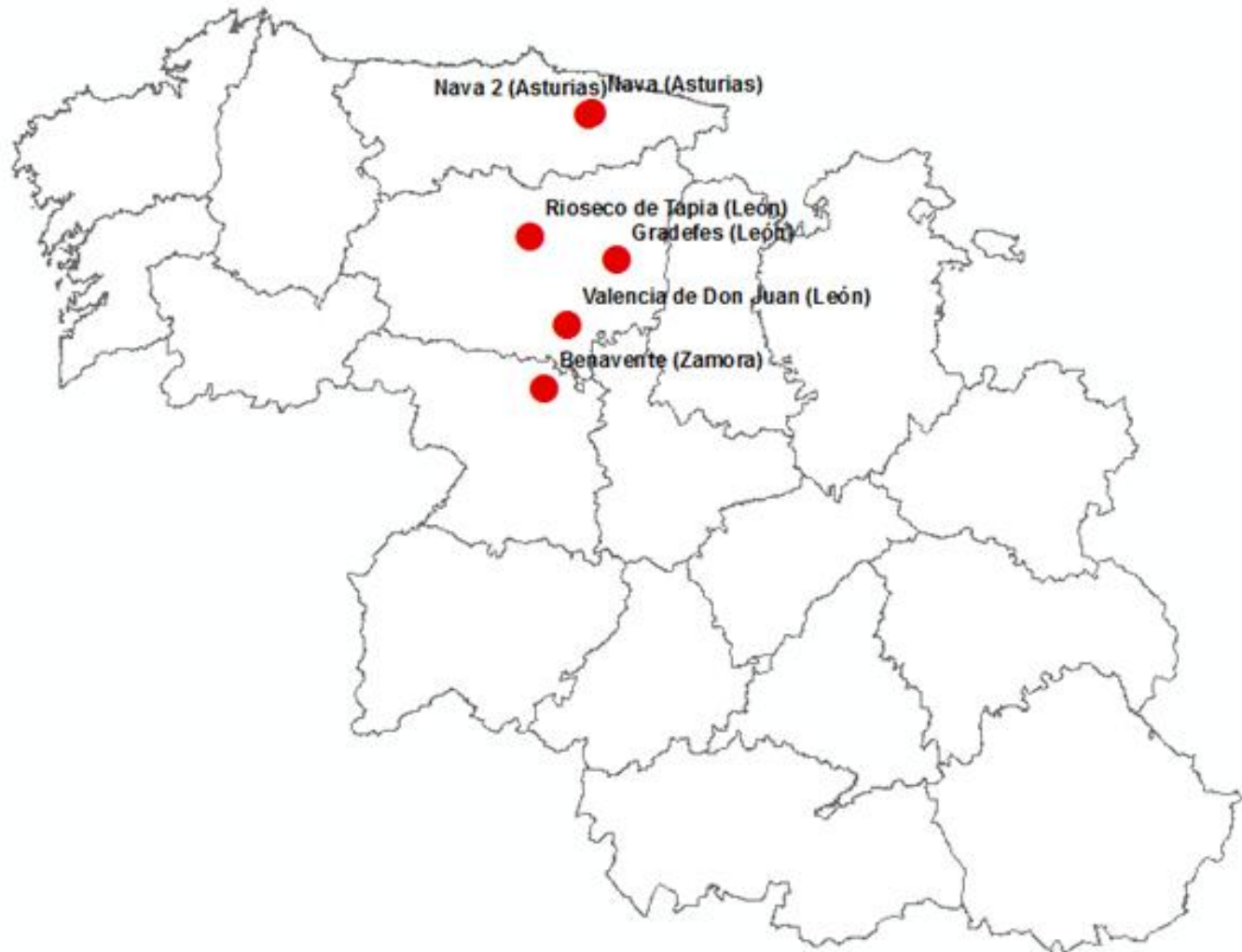
OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN DE ASTILLAS MEDIANTE TECNOLOGÍA LIDAR Y ANÁLISIS DE REDES

1. Buscar y localizar los 4 **puntos de demanda** de **astilla** para un mismo distribuidor de astilla.



OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN DE ASTILLAS MEDIANTE TECNOLOGÍA LIDAR Y ANÁLISIS DE REDES

1. Buscar y localizar los 5 **puntos de oferta** de **astilla** para un mismo distribuidor de astilla.



OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN DE ASTILLAS MEDIANTE TECNOLOGÍA LIDAR Y ANÁLISIS DE REDES

2. Crear la base de datos y conectar la **red de carreteras y pistas**.

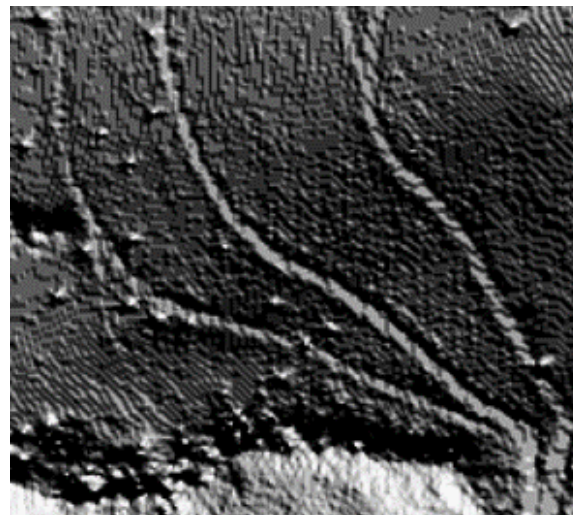
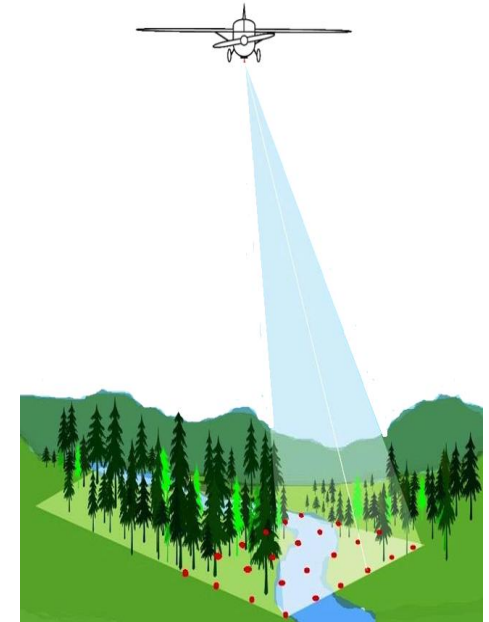
FID	Etiqueta	Código	Velocidad (km/h)	Distancia (km)	Distancia (m)	Tiempo (h)	Tiempo (min)
8313	N-330	Carr_naci	64	0,369	369,100	0,006	0,346
8314	N-420	Carr_naci	64	0,172	172,100	0,003	0,161
8315	N-420	Carr_naci	64	4,660	4.659,800	0,073	4,369
8316	AP-36	Autopista	72	20,839	20.838,600	0,289	17,365
8317	AP-36	Autopista	72	1,050	1.049,700	0,015	0,875
8318	AP-36	Autopista	72	13,631	13.631,300	0,189	11,359



OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN DE ASTILLAS MEDIANTE TECNOLOGÍA LiDAR Y ANÁLISIS DE REDES

3. Digitalizar la **red de pistas** mediante **LiDAR** en varias zonas piloto.

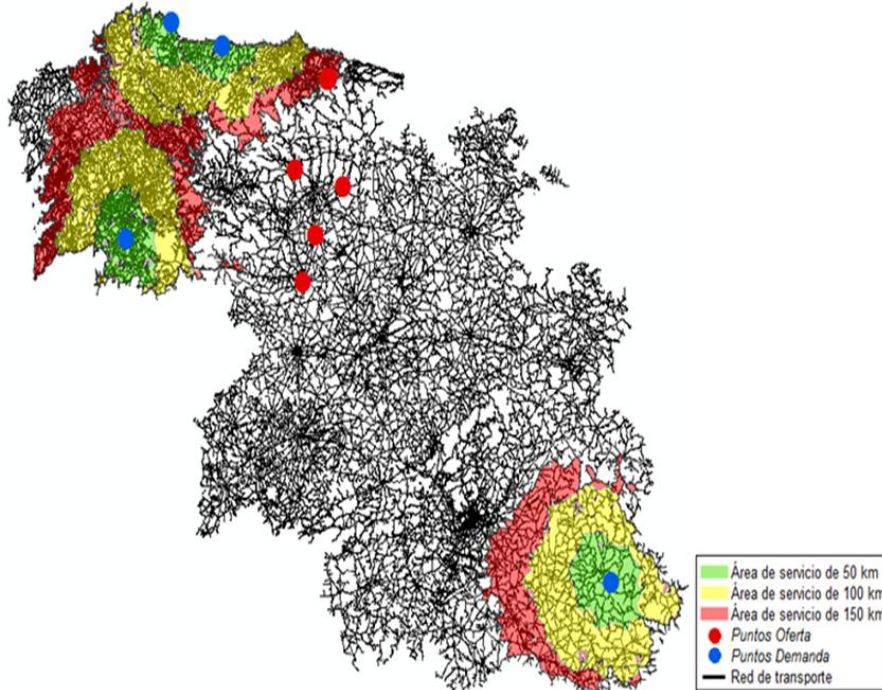
- Sistema láser de medición a distancia.
- Procesado y filtrado de los datos LiDAR .
- Elaboración del MDE.
- Digitalización de pistas forestales



OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN DE ASTILLAS MEDIANTE TECNOLOGÍA LIDAR Y ANÁLISIS DE REDES

4. Analizar la **red de transporte**: **áreas de abastecimiento** y **rutas óptimas** para minimizar costes de transporte.

- **Network Analyst** . Software ArcGis 10.0
- **ÁREA DE ABASTECIMIENTO**: Herramienta **Áreas de servicio** (Service Area): Radios de abastecimiento de los centros de demanda en los que el acceso a la biomasa forestal supone un bajo coste de desplazamiento



Radios: 50, 100 y 150 km.

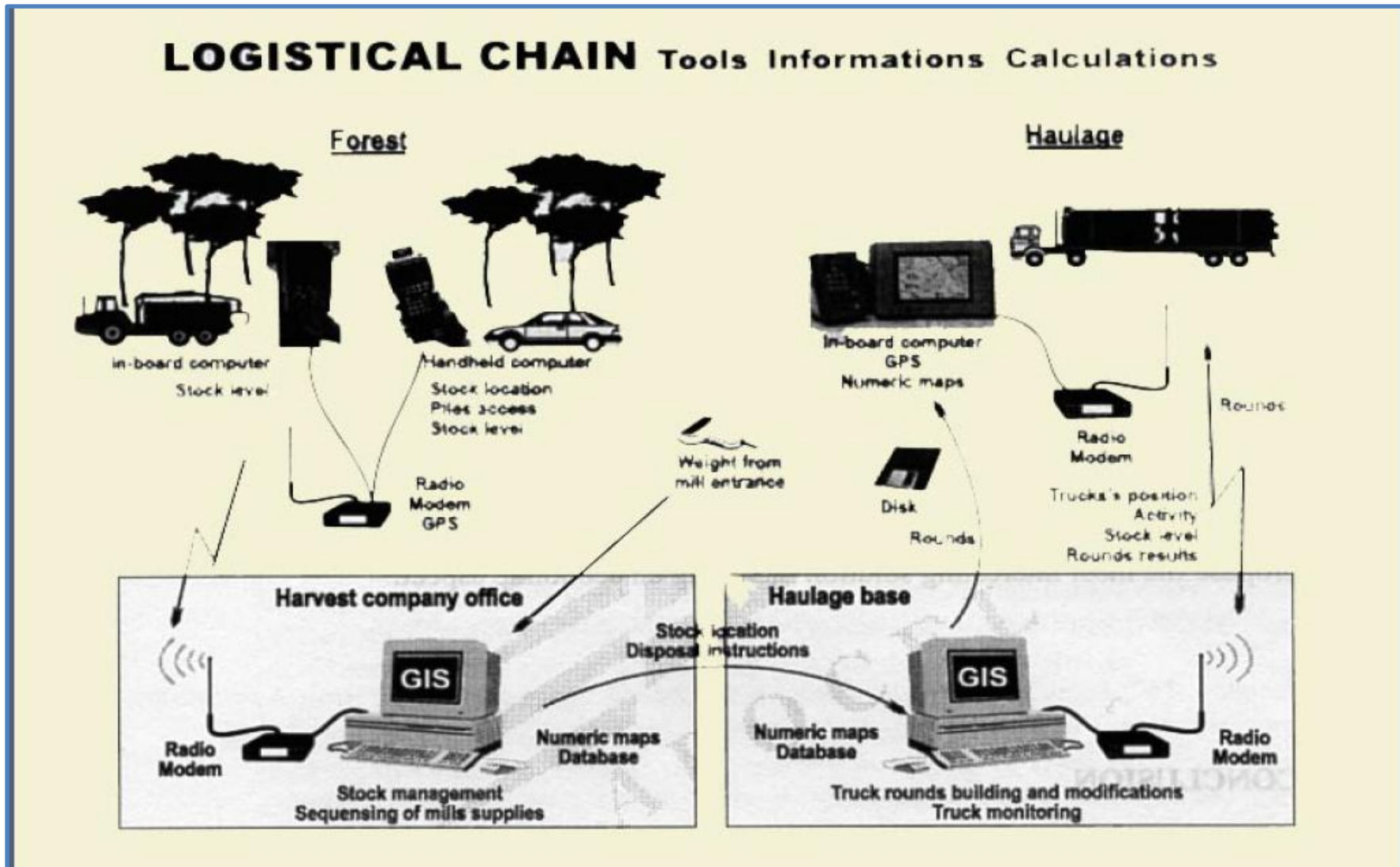


Aplicaciones:

- Identificación de zonas en las que la explotación de la biomasa supone un bajo coste.
- Búsqueda de nuevos Puntos Oferta.
- Búsqueda de centros consumidores.
- Elección de la ubicación de futuros centros consumidores, Puntos Demanda.
- Selección de puntos de agua para cada parque de bomberos.
- Selección del tipo de vehículo a movilizar para cada foco de incendio.
- Rutas óptimas de acceso.
- Áreas de servicio para los parques de bomberos.

OPTIMIZACIÓN LOGÍSTICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE BIOMASA

- Logística forestal



CONAMA-2014

GRACIAS

ssanchez@cetemas.es

26 de Noviembre 2014, Madrid



CETEMAS

CENTRO TECNOLÓGICO FORESTAL Y DE LA MADERA