

# **MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE SORIA Y ORDENACIÓN DETALLADA EN EL AMBITO DEL SUR-D4 “CERRO DE LOS MOROS”**

**(MP PGOU NÚM. 27 SUR-D 4 “CERRO DE LOS MOROS”. EXPEDIENTE 16377/19)**



## **ESTUDIO DE TRÁFICO**

DOCUMENTO DE APROBACIÓN INICIAL

JULIO 2021



**Ezquiaga**

Arquitectura,  
Sociedad y  
Territorio S.L.



<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1. <i>Objeto y ámbito del estudio.....</i>	5
1.2. <i>Red viaria .....</i>	5
<b>2. RED VIARIA SUPRAMUNICIPAL ESTATAL .....</b>	<b>6</b>
2.1. <i>Carretera N-111 .....</i>	6
2.2. <i>Carretera N-234 .....</i>	6
2.3. <i>Carretera SO-20 .....</i>	6
<b>3. RED VIARIA SUPRAMUNICIPAL AUTONÓMICA.....</b>	<b>6</b>
3.1. <i>Carretera SO-100 .....</i>	6
<b>4. DATOS PREVIOS DE TRÁFICO Y MOVILIDAD .....</b>	<b>7</b>
4.1. <i>Datos de aforo de la red de carreteras del estado.....</i>	7
4.1.1. <i>Intensidad Media Diaria.....</i>	7
4.1.2. <i>Distribución por tipo de tráfico y variaciones mensuales de tráfico .....</i>	8
4.2. <i>Variaciones diarias de tráfico. Intensidad Máxima Horaria .....</i>	9
4.3. <i>Factor de Hora Punta .....</i>	111
4.4. <i>Totales datos aforo .....</i>	111
4.5. <i>Datos previos de movilidad.....</i>	122
<b>5. GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES .....</b>	<b>133</b>
5.1. <i>Viajes generados .....</i>	144
5.1.1. <i>Uso Residencial .....</i>	144
5.2. <i>Viajes atraídos .....</i>	144

5.2.1. <i>Uso Industrial</i> .....	144
5.2.2. <i>Equipamientos</i> .....	155
5.3. <i>Resultados</i> .....	155
<b>6. DESTINO DE LOS VIAJES DENTRO DEL MUNICIPIO: MODELO GRAVITACIONAL. METODOLOGÍA.....</b>	<b>166</b>
<b>7. DESTINO DE LOS VIAJES FUERA DEL MUNICIPIO .....</b>	<b>177</b>
7.1. <i>Metodología</i> .....	177

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1.1. Objeto y ámbito del estudio

El objeto del presente estudio es evaluar el crecimiento de tráfico de la red viaria a consecuencia del nuevo desarrollo que se incorpora en la ordenación.

El ámbito objeto de ordenación se encuentra situado en extremo sur del Municipio, conformando una parte sustancial de la fachada de la ribera del Duero del mismo, y completa el continuo urbano de la ciudad en ese ámbito.

El ámbito del sector queda delimitado en la actualidad de la siguiente forma:

- NORTE, con el Casco Urbano de Soria, los terrenos del Cementerio de Soria y el parque del Castillo.
- Recorre sus límites SUR y ESTE la línea de ferrocarril Santander-Mediterráneo, que sigue en su recorrido la orilla del río Duero, el Paseo de San Prudencio.
- OESTE, en todo su desarrollo con los suelos urbanos del entorno del Area Deportiva “Estadio de Los Pajaritos”

El ámbito correspondiente al sector SUR-D-4, denominado “Cerro de los Moros”, tiene una superficie de 434.976 m<sup>2</sup>.

### 1.1.2. Red viaria

El sector queda en su desarrollo totalmente integrado en la ciudad de Soria, ocupando un enclave muy próximo al casco urbano, pero que también tiene las ventajas de un nuevo suelo residencial.

La red viaria, consta de dos calles principales, que articulan el resto de los viarios: el viario que discurre de norte a oeste, va ser el elemento comunicador y distribuidor del tráfico rodado. Este eje principal comunica el sector con el casco urbano, conectándole, al norte, con el Paseo de Valobos.

Este mismo eje prolonga un viario previsto en el Plan General, que conecta con la carretera de Madrid, N-111 a través de la calle Ramón de la Orden.

Las conexiones viarias quedan completadas, con el segundo eje principal, que une al sector con la zona este de la capital, en concreto con el Paseo San Prudencio que acaba conectando con la N-234

## **2. RED VIARIA SUPRAMUNICIPAL ESTATAL**

### **2.1.1.Carretera N-111**

La N-111 es una carretera nacional española que tiene una longitud aproximada de 260 km, comunica la A-2 (Autovía del Nordeste) en Medinaceli (Provincia de Soria), con Viana, atravesando las ciudades de Soria y Logroño.

En la ciudad de Soria donde enlaza con la carretera de circunvalación de Soria SO-20. Este tramo Medinaceli - Soria, ya ha sido desdoblado, convirtiéndose por tanto en el primer tramo de la Autovía de Navarra (A-15).

### **2.1.2.Carretera N-234**

La N-234 es la carretera española de la Red de carreteras del Estado que comunica Sagunto con Burgos, atravesando el casco urbano de Soria de este a oeste y conectando con la circunvalación de Soria SO-20 en dos puntos. Este tramo de carretera no se encuentra desdoblado.

### **2.1.3.Carretera SO-20**

La SO-20 está compuesta por dos tramos: el primero une la A-15 con la ciudad de Soria y que tiene como identificador **SO-20** en azul; el segundo que hace la función de carretera de circunvalación de Soria y que tiene como identificador **SO-20** en rojo. En total tiene unos 22 kilómetros.

## **3. RED VIARIA SUPRAMUNICIPAL AUTONÓMICA**

### **3.1.1.Carretera SO-100**

La carretera SO-100 es un eje de dirección sureste desde Soria capital, de 46,1 kilómetros de longitud.

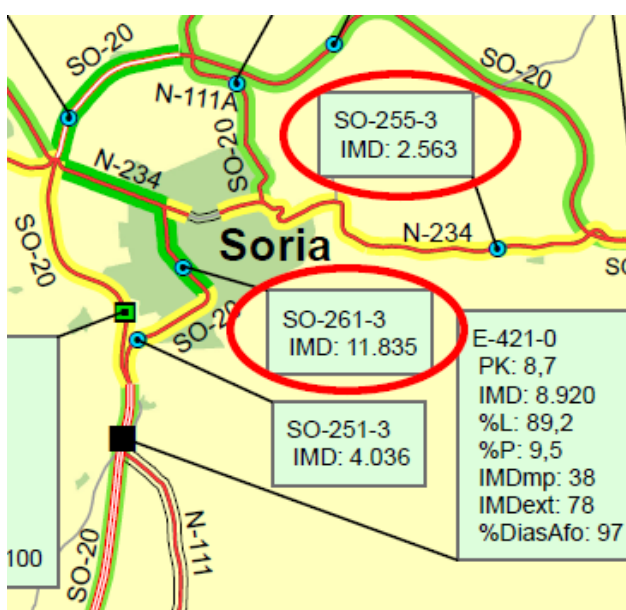
## 4. DATOS PREVIOS DE TRÁFICO Y MOVILIDAD

Para el ajuste del modelo de tráfico se deben conocer los aforos de tráfico de las principales vías supramunicipales así como datos básicos de movilidad.

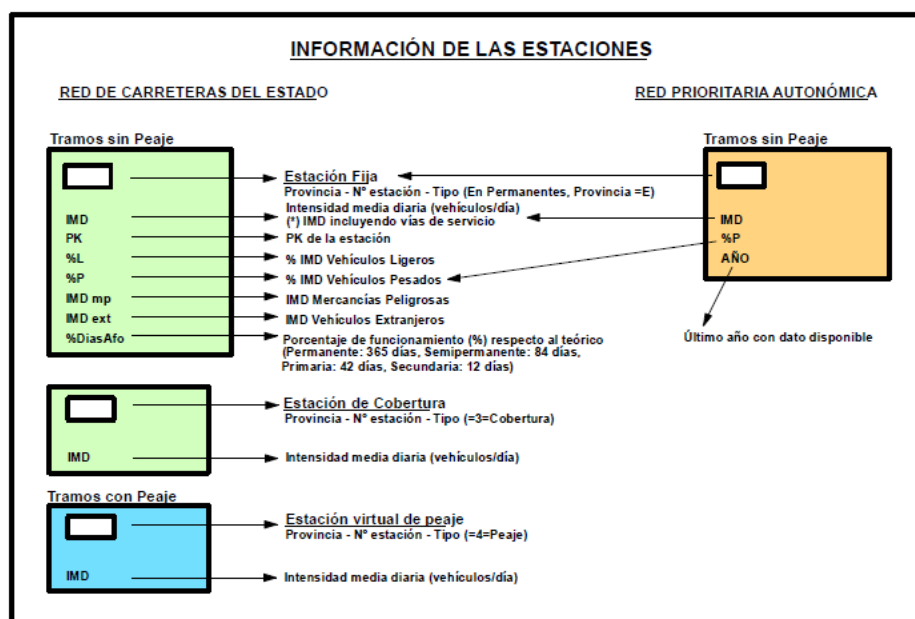
### 4.1.1. Datos de aforo de la red de carreteras del estado

#### 4.1.2. Intensidad Media Diaria

Los datos de aforo se han obtenido del Mapa de Tráfico de la Red de Carreteras del estado, con los últimos datos definitivos correspondientes al año 2017. Para el cálculo de la categoría de tráfico y de la capacidad se han seleccionado las más próximas al municipio de Soria. Los datos finales obtenidos del Plan de Aforos para estas estaciones son los siguientes:



Aforos Mapa Provincial Soria 2017. Fuente: Ministerio de Fomento



Leyenda Mapa Provincial Soria 2016

Las IMDs de estos últimos Mapas son:

- IMD (SO-255-3; Estación de Cobertura; N-234 p.K. 346,90) = 2.563 veh./día
- IMD (SO-261-3; Estación de Cobertura; N-111 p.K. 224,50) = 11.835 veh./día
- IMD (E-421-0; Estación de Permanente; N-401 p.K. 115) = 2.467 veh./día

#### 4.1.3. Distribución por tipo de tráfico y variaciones mensuales de tráfico

En la red de Estaciones del estado es posible conocer la distribución entre vehículos ligeros y pesados. Además en las permanentes se pueden conocer la distribución mensual, que se muestran en las siguientes tablas facilitadas por el Ministerio de Fomento





**TRAFICO EN LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO. AÑO 2017**  
**DISTRIBUCIONES DE TRAFICO EN LAS ESTACIONES**  
**DE AFORO**

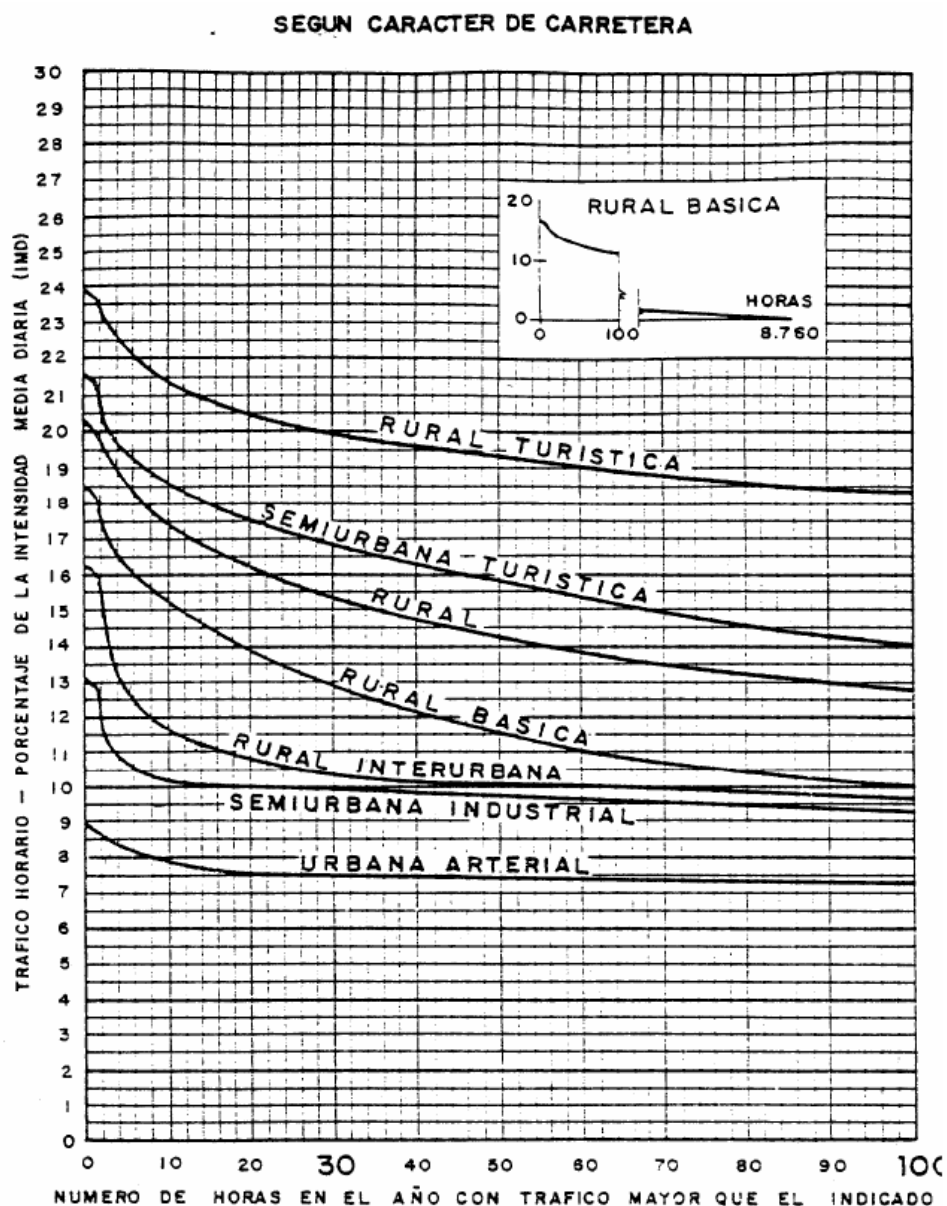
PROVINCIA: SORIA  
 TIPO ESTACION: Todas

PROVINCIA: SORIA				ESTACIONES: COBERTURA																			
ESTA	CTRA	PK	TIPO	-----IMD-----			PORCENTAJES				-----COEFICIENTES-----						L MES -----						
AFIN				TOT.	EXT.	M. PEL.	MOT.	LIG.	PES.	S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
SO-255-3 N-234		346,90	Total	2.563	3	15	2,30	91,10	8,90														
SO-107-1			Ligeros	2.335	0	0																	
SO-107-1			Pesados	228	3	15																	
SO-261-3 N-111		224,50	Total	11.835	295	19	0,00	89,36	10,64														
E-129-0			Ligeros	10.576	55	0																	
E-129-0			Pesados	1.259	240	19																	
E-421-0	SO-20	8,71	Total	8.920	78	38	1,33	90,54	9,46	0,95	1,19	1,07	1,04	0,97	1,00	1,00	0,93	0,88	0,97	0,98	1,01	1,05	
E-421-0 - E-421-0			Ligeros	8.076	9	4					0,96	1,19	1,08	1,05	0,96	1,00	0,99	0,92	0,86	0,98	0,99	1,02	1,04
E-421-0 - E-421-0			Pesados	844	69	34					0,80	1,17	0,96	0,95	1,02	0,96	1,07	1,02	1,02	0,92	0,96	0,93	1,07

#### 4.1.4. Variaciones diarias de tráfico. Intensidad Máxima Horaria

Puesto que disponemos de las IMD (Intensidades Medias Diarias) será necesario aplicar una correlación para obtener una Intensidad Horaria para poder contrastar los valores

No se conoce para ninguna de las estaciones la variación diaria de un día en concreto. Se utiliza por ello las recomendaciones del libro “Ingeniería de Tráfico de Antonio Valdes” en el cual expone una correlación entre intensidades horarias y diarias en función del tipo de vía:



#### CURVAS DE INTENSIDADES HORARIAS CLASIFICADAS

Se aprecia como para vías de tipo RURAL INTERURBANAS, tal y como se pueden englobar las carreteras N-111 y N-234, y admitiendo que la intensidad horaria se sobrepasa en 30 horas al año, la intensidad de hora punta de trabajo es del 10,5% de la IMD, por lo que se utilizará en la obtención de la IHM de las todos los puntos de aforo.

$$IMH = 10,5\% * IMD$$

#### 4.1.5. Factor de Hora Punta

En el análisis de la capacidad de la sección la consideración de las intensidades punta tiene una importancia crucial.

Las intensidades de tráfico o de circulación punta se relacionan con los volúmenes horarios por medio del factor de hora punta, definido como la relación entre el volumen total horario y la intensidad de circulación máxima producida en un período de 15-min dentro de la hora.

Los datos del factor de hora punta han sido tomados del Manual de Capacidad para tráfico aleatorio, datos que el manual presenta en función de la intensidad.

INTENSIDAD (veh/h)	FHP	INTENSIDAD (veh/h)	FHP
0 - 100	0.83	700 - 1.000	0.93
100 - 200	0.87	1.000 - 1.400	0.94
200 - 300	0.90	1.400 - 1.900	0.95
300 - 500	0.91	1.900 -	0.96
500 - 700	0.92		

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

#### 4.1.6. Totales datos aforo

De todas las estaciones de aforo estudiadas, tanto estatales como autonómicas, se seleccionan las más próximas al ámbito de estudio, por ser representativas del tráfico dentro del término municipal, presentando la siguiente Intensidad Máxima Diaria de acuerdo los datos recabados anteriormente:

Denominación Tramo Carretera	Estación de Aforo	IMD Total (veh/día)	Porcentaje pesados	IMD Pesados (veh/día)	IMD Ligeros (veh/día)
<b>N-111</b>	SO-261-3	11.835	10,64%	1.259	10576
<b>N-234</b>	TO-78	2.563	8,90%	228	2335

Aplicando la relación entre la IMD y la IMH y el Factor de Hora Punta a los datos anteriores se obtiene la Intensidad Horaria Punta.

Denominación Tramo Carretera	Relación IMD - IMH	IMH (veh/hora)	Factor de Hora Punta	IMH Punta (veh/hora)
---------------------------------	-----------------------	----------------	-------------------------	-------------------------

<b>N-111</b>	10,50%	1243	0,94	1322
<b>N-234</b>	10,50%	269	0,90	299

#### 4.1.7. Datos previos de movilidad

De la encuesta de movilidad realizada por el Ministerio de Fomento en el año 2006 (MOVILIA) extraemos los datos de la provincia de Toledo para aplicarlos al municipio de Los Yébenes. Estos datos son:

#### MINISTERIO DE FOMENTO. MOVILIA 2006

39. Personas según número de desplazamientos por provincia.  
Valores absolutos en miles

	DESPLAZAMIENTOS EN DÍA MEDIO LABORABLE			
	Personas con desplazamientos	Personas sin desplazamientos	Media en total población	Media con desplazamientos
<b>Total</b>	93,2	78,2	15,0	3,1
<b>Soria</b>	93,2	78,2	15,0	3,1

61. Desplazamientos según modo principal de transporte por provincia.  
En día medio laborable. Valores absolutos en miles.

	MODO PRINCIPAL DE TRANSPORTE					
	Más 5 min. a pie o bicicleta	Coche o moto	Autobús urbano y metro	Autobús interurbano	Tren	Otros
<b>Total</b>	286,0	193,3	84,4	1,9	2,8	0,3
<b>%</b>	67,6%	29,5%	0,7%	1,0%	0,1%	1,2%
<b>Soria</b>	286,0	193,3	84,4	1,9	2,8	0,3

#### Movilidad a los centros de trabajo y estudio.

15. Lugar de trabajo. Ubicación por provincia

		CENTRO HABITUAL			Centro no habitual
		Total	Mismo municipio	Distinto Municipio	
<b>Total</b>	<b>Casa</b>	41,6	1,4	38,1	30,1
<b>Soria</b>		41,6	1,4	38,1	8,0

Lugar de estudios. Ubicación por provincia

	ENSEÑANZA REGLADA						ENSEÑANZA NO REGLADA					
		CENTRO HABITUAL					CENTRO HABITUAL					
		Total	Mismo municipio	Distinto Municipio	Centro no habitual		Total	Mismo municipio	Distinto Municipio	Centro no habitual		
Soria	Total	Casa					Casa					
	19,6	0,3	16,5	13,0	3,5	0,0	0,3	2,6	1,9	0,7	0,0	

Totales

	Total	Mismo municipio	Distinto Municipio
<b>Soria</b>	61,3	47,0	14,3
<b>%</b>		76,7%	23,3%

MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE SORIA Y ORDENACIÓN DETALLADA EN EL ÁMBITO DEL SUR-D4 "CERRO DE LOS MOROS"

De estos datos se extraen las siguientes conclusiones:

- El número de desplazamientos por persona en día laborable es de 3,1 desplazamientos por persona.
- Del total de desplazamientos, el 29,5% es en coche o moto (motorizados), siendo el resto en medios de transporte públicos o a pie. Es decir, se da una media de 0,91 desplazamientos motorizados por persona en día laborable. Para municipios con población inferior a 10.000 habitantes se estima que los desplazamientos motorizados son inferiores debido a la reducción de distancias, estableciendo de forma general un 20% de desplazamientos motorizados y que son superiores en municipios con población superior a 25.000 habitantes, caso de Soria, estableciendo de forma general un 40% de desplazamientos motorizados.
- Del total de desplazamientos, el 76,7% se realiza dentro del mismo municipio y el 23,3% en distinto municipio. Se establece para el ámbito un reparto de porcentajes del 75%-25%

## 5. GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES

Para la determinación del total de viajes generados y atraídos se ha empleado el modelo "Trip Generation" del Institute of Transportation Engineers de Washington D.C (Estados Unidos).

El modelo determina los viajes generados y/o atraídos por cada zona en vehículo privado en función de su uso característico a partir de las variables introducidas en cada caso (número de viviendas en zona residencial, número de empleos en zona industrial, superficie edificada total...). La estimación se lleva a cabo para un periodo de tiempo determinado (total día laborable, hora punta de la mañana o de la tarde, fin de semana...).

Para la aplicación de los resultados finales se podría tener en cuenta la propia experiencia española en cuanto a atracción y generación de viajes y uso del vehículo privado según usos específicos. La práctica muestra ligeras diferencias respecto al comportamiento en Estados Unidos, de donde es originario el modelo, por lo que se podría aplicar un coeficiente reductor de 0,85 pues se

considera que el índice de motorización en España es el 85% del mismo índice en Estados Unidos. No se aplica para quedar del lado de la seguridad.

A continuación se detallan las fórmulas empleadas según los usos para la estimación de los viajes generados y atraídos en día laborable.

#### **5.1.1. Viajes generados**

#### **5.1.2. Uso Residencial**

Los viajes generados por una zona de uso residencial se obtienen mediante aplicación de la siguiente fórmula:

$$Ln(T) = 0,88Ln(V) + 2,819$$

Siendo:

T: Viajes generados al día en un área residencial

V: Número de viviendas. Para sectores industriales se estima en función de los habitantes equivalentes.

#### **5.1.3. Viajes atraídos**

#### **5.1.4. Uso Industrial**

Los viajes atraídos por una zona de uso industrial se obtienen mediante aplicación de la siguiente fórmula:

$$Ln(T) = 0,796Ln(X) + 2,572$$

$$X = \frac{S}{n}$$

Siendo:

T: Viajes atraídos al día en un área industrial.

X: Número de empleados.

S: Superficie total edificada (m<sup>2</sup> construidos)

n: Número de empleos según superficie. El modelo considera un ratio de 1 empleo/100m<sup>2</sup>c.

Los viajes han sido estimados según el número de empleos. El modelo permite igualmente hallar el total de viajes atraídos según la superficie total edificada, obteniendo valores próximos.

### 5.1.5. Equipamientos

Para cada una de las zonas con uso residencial se estima igualmente el total de viajes atraídos por los equipamientos implantados. Los viajes atraídos por los equipamientos en una zona se estiman en un 50% del total de viajes generados en la zona por el uso residencial.

### 5.1.6. Resultados

Se obtienen los siguientes valores de viajes generados y atraídos:

Denominación Ambito	Nº Viviendas*	Edificabilidad industrial-terciario (m2)	Ocupación	Habitantes equivalentes	Total Viajes Generados	Total Viajes Atraídos	Viajes Motorizados Generados por habitante
<b>CERRO DE LOS MOROS</b>	1.363	0	3,00 hab/viv	4.089	3.843	1.622	0,94

\*Se calcula sobre un número hipotético máximo de viviendas.

Denominación Ambito	Viajes Generados dentro Municipio	Viajes Atraídos dentro Municipio	Viajes Generados fuera Municipio	Viajes Atraídos fuera Municipio
<b>CERRO DE LOS MOROS</b>	2.882	1.216	961	405

## 6. DESTINO DE LOS VIAJES DENTRO DEL MUNICIPIO: MODELO GRAVITACIONAL. METODOLOGÍA

Una vez obtenido el número total de viajes generados y atraídos por zonas, se procede a su distribución según origen y destino. Para ello se ha utilizado un modelo gravitacional.

Los viajes con destino en la zona i y con origen en la zona j,  $v_{ij}$ , es directamente proporcional al total de viajes atraídos por la zona i y al total de viajes generados por la zona j, e inversamente proporcional a la distancia media entre las zonas.

$$v_{ij} = \frac{a_i g_j}{d_{ij}^k}$$

Siendo:

$v_{ij}$ : viaje atraído por la zona i, generado por la zona j.

$a_i$ : viajes totales atraídos por la zona i.

$g_j$ : viajes totales generados por la zona j.

$d_{ij}$ : distancia media entre la zona i y la zona j.

k: coeficiente aplicado a la distancia. En la presente aplicación se considera un valor de  $k=0,7$ .

Del mismo modo se puede estimar los viajes internos en las zonas,  $v_{ii}$ , considerando la distancia mínima media interior a la zona.

Los viajes dentro del municipio, sumando atraídos y generados, son según hemos visto 4.099 viajes, a los que aplicando la relación entre la IMD y la IMH, que por ser vías urbanas es del 7,5%, y el Factor de Hora Punta a los datos anteriores se obtiene la Intensidad Horaria Punta:

	IMD Total (veh/día)	Relación IMD - IMH	IMH (veh/hora)	Factor de Hora Punta	IMH Punta (veh/hora)
<b>VIAJES A MUNICIPIO</b>	4.099	7,50%	307	0,91	338



Estos 338 vehículos que salen y entran al sector en hora punta se reparten entre cada una de las siguientes cuatro conexiones del sector con el resto de ciudad:

- Calle José Tudela
- Calle Cerro de los Moros
- Paseo de Valabos
- Paseo San Prudencio

asegurando un reparto más o menos uniforme entre ellas y en todo caso que ninguna de ellas supere los 100 vehículos por hora.

Dado que se estima que la capacidad básica en una calle de sentido único es de aproximadamente 1.500 vehículos/hora ( “Ingeniería de tráfico” de Antonio Valdés) y que en la mayoría de las calles de Soria la Intensidad Máxima Horaria es de aproximadamente 500 veh/hora, el aumento de 100 vehículos por hora no supondrá un problema de saturación y congestión de tráfico.

## **7. DESTINO DE LOS VIAJES FUERA DEL MUNICIPIO**

### **7.1.1. Metodología**

Una vez obtenido el número total de viajes generados y atraídos, se procede a la distribución de los viajes fuera del municipio a cada una de los tramos de carretera estimando el uso de cada salida con las siguientes hipótesis:

- El tráfico de cada zona generadora elegirá la salida más cercana y en el caso de encontrarse a distancias similares se dividirá al 50% entre ambas.
- En el caso de posibles dos recorridos el tráfico elegirá prioritariamente la vías jerárquicamente superiores
- Para asignar tráfico a cada salida se genera un modelo de atracción de viajes teniendo en cuenta la población y superficie de suelo industrial de las poblaciones destino, y aplicando las formulas empíricas de atracción de viajes del apartado 4.

- Para llegar a cada población se utiliza el criterio del menor tiempo de recorrido.

De acuerdo a este modelo, se estima que los viajes fuera del municipio del ámbito de estudio utilizan en porcentajes 80% y 20% las carreteras N-111 y N-234 respectivamente.

Aplicando los porcentajes anteriores a los **viajes generados fuera del municipio** se obtiene la siguiente tabla de Intensidades Medias Diarias generadas en la zona y asignada a cada una de los tramos:

IMD GENER. FUERA MUNICIPIO	N-111	N-234
CERRO DE LOS MOROS	769	192

*Viajes diarios generados desde el ámbito hacia fuera del municipio*

IMD ATRAID. FUERA MUNICIPIO	N-111	N-234
CERRO DE LOS MOROS	324	81

*Viajes diarios atraídos hacia el ámbito desde fuera del municipio*

Y para el futuro, suponiendo que se desarrollaran totalmente el sector propuesto, se suma al tráfico actual el tráfico calculado en las tablas anteriores. Con estos datos se obtiene el siguiente tráfico futuro estimado para cada una de los tramos:

Denominación Carretera	Estación de Aforo	IMD Total (veh/día)	Relación IMD - IMH	IMH (veh/hora)	Factor de Hora Punta	IMH Punta (veh/hora)
N-111	SO-261-3	12.970	10,50%	1362	0,94	1449
N-234	SO-255-3	2.847	10,50%	299	0,90	332

Lo que supone un ligero aumento de tráfico en cada una de las carreteras estudiadas sin que suponga el mismo un decremento del nivel de servicio.