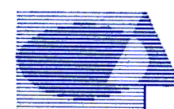




**RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES**

**RED DE NIVEL II  
MEMORIA – 2015**

**PARCELA 30 Ps (SORIA)**



**Tecmena, s.l.**  
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

**DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL Y POLÍTICA FORESTAL  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SILVICULTURA Y MONTES  
ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICAS FORESTALES**

Clara del Rey, 22  
28002 Madrid  
Tel. 91 413 70 07  
Fax. 91 510 20 57  
correo@tecmena.com

**20  
15**



## Índice

1. Situación de la parcela .....	1
2. Caracterización de la parcela .....	2
2.1. Climatología .....	2
2.2. Geología y suelos .....	2
2.3. Vegetación .....	4
2.4. Caracterización forestal y dasométrica .....	5
3. Estado fitosanitario de la parcela .....	6
3.1. Defoliación y decoloración .....	6
3.2. Daños forestales .....	8
4. Instrumentación .....	19
5. Deposición atmosférica .....	21
5.1. pH .....	23
5.2. Conductividad .....	24
5.3. Potasio .....	25
5.4. Calcio .....	26
5.5. Magnesio .....	27
5.6. Sodio .....	28
5.7. Amonio .....	29
5.8. Cloro .....	30
5.9. Nitratos .....	31
5.10. Sulfatos .....	32
5.11. Interpretación de resultados .....	33
6. Calidad del aire. Inmisión .....	34
7. Análisis foliar .....	35
7.1. Macronutrientes .....	35
7.2. Micronutrientes .....	37
7.3. Interpretación de resultados .....	38
8. Desfronde .....	39
9. Fenología .....	41
10. Cintas diamétricas .....	44

## INDICE DE TABLAS

**TABLA 1:** Características de la parcela.

**TABLA 2:** Datos meteorológicos parcela.

**TABLA 3:** Inventario florístico 2007-2009

**TABLA 4:** Características dasométricas

**TABLA 5:** Distribución de agentes dañinos en la parcela

**TABLA 6:** Distribución de síntomas y signos en la parcela

**TABLA 7:** Relación entre agentes, síntomas y signos observados

**TABLA 8:** Equipos de medición instalados

**TABLA 9:** Parámetros descriptores de la deposición atmosférica

**TABLA 10:** Caracterización pH

**TABLA 11:** Caracterización conductividad

**TABLA 12:** Caracterización potasio

**TABLA 13:** Caracterización calcio

**TABLA 14:** Caracterización magnesio

**TABLA 15:** Caracterización sodio

**TABLA 16:** Caracterización amonio

**TABLA 17:** Caracterización cloro

**TABLA 18:** Caracterización nitratos

**TABLA 19:** Caracterización sulfatos

**TABLA 20:** Inmisión atmosférica

**TABLA 21:** Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Macronutrientes

**TABLA 22:** Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Micronutrientes

**TABLA 23:** Resultados medios del análisis de desfronde

**TABLA 24:** Resultados de la evaluación fenológica

**TABLA 25:** Valor medio dendrómetros

## INDICE DE FIGURAS

**FIG 1:** Posición y vistas de la parcela

**FIG 2:** Climodiagrama de la parcela

**FIG 3:** Caracterización dasométrica de la parcela

**FIG 4:** Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media

**FIG 5:** Tipos de defoliación

**FIG 6:** Daños forestales

**FIG 7:** Instrumentación

**FIG 8:** Variación temporal de pH

**FIG 9:** Variación temporal de conductividad

**FIG 10:** Variación temporal de potasio

**FIG 11:** Variación temporal de calcio

**FIG 12:** Variación temporal de magnesio

**FIG 13:** Variación temporal de sodio

**FIG 14:** Variación temporal de amonio

**FIG 15:** Variación temporal de cloro

**FIG 16:** Variación temporal de nitratos

**FIG 17:** Variación temporal de sulfatos

**FIG 18:** Variación temporal de inmisión por dosímetros

**FIG 19:** Evolución de macronutrientes

**FIG 20:** Evolución de micronutrientes

**FIG 21:** Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

**FIG 22:** Fases fenológicas. Inicio de fase

**FIG 23:** Fases fenológicas

**FIG 24:** Crecimiento diametral anual



## 1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus sylvestris* del sector Ibérico-Soriano de la Provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
30 Ps	<i>Pinus sylvestris</i>	Soria	Soria	04/08/1994	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+41°53'00"	-02°53'00"	510.000	4.635.000	1.100	0	Llana	El Morico

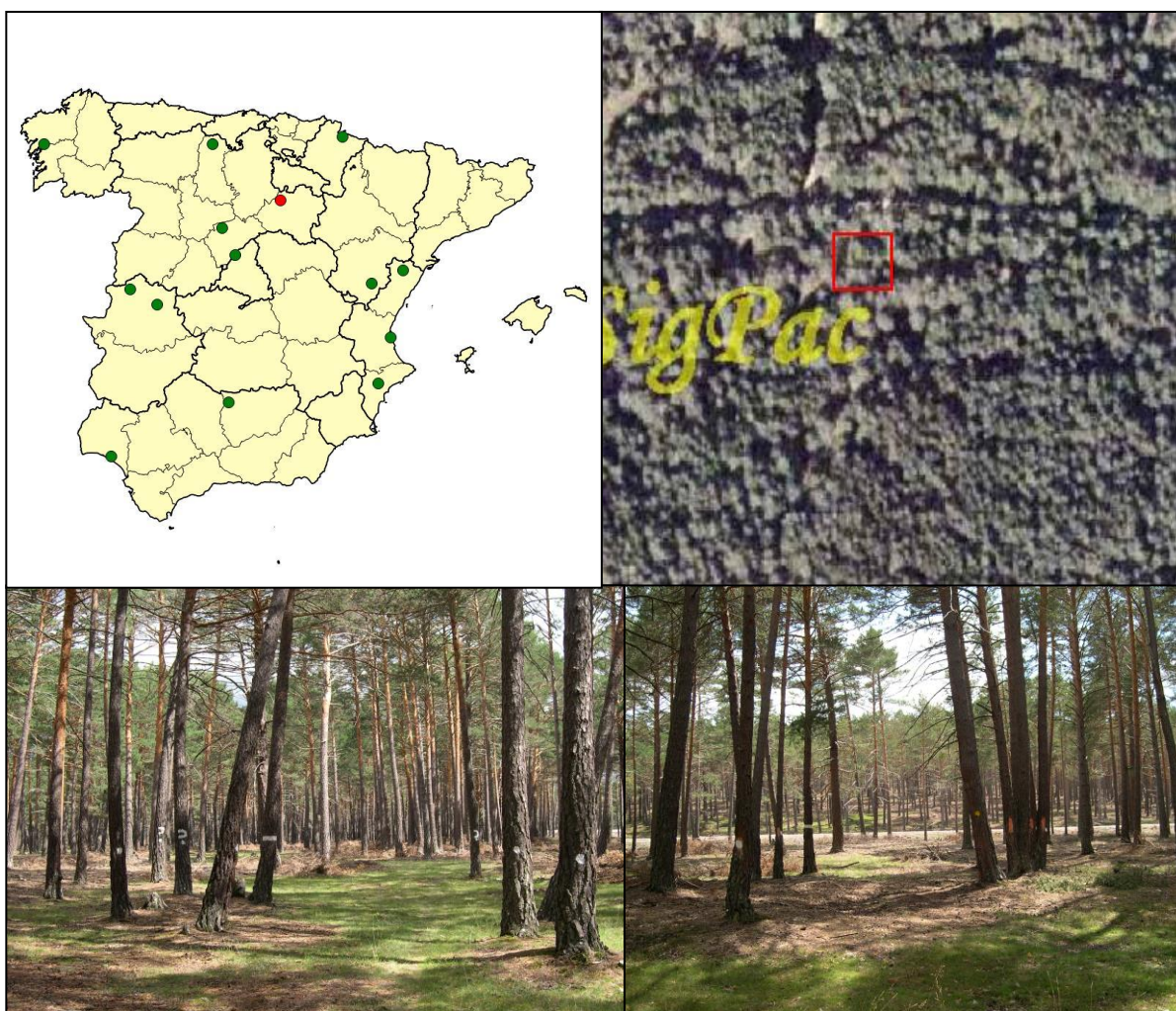


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 30Ps.

## 2. Caracterización de la parcela.

### 2.1. Climatología.

Las principales características de la parcela se dan en la siguiente tabla:

TABLA 2: Datos meteorológicos parcela.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T(°C)	1,6	2,9	5,3	7,6	11,4	15,5	18,8	18,3	15,3	10,1	5,0	1,9	<b>9,5</b>
P(mm)	72	59	68	58	67	59	27	25	49	59	76	75	<b>694</b>
T. Media Máximas Mes más Cálido							27,1						
	-2,7	T. Media Mínimas Mes más Frío											

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un VI(IV)1 *Nemoromediterráneo genuino*.

De acuerdo a la clasificación en pisos bioclimáticos, la parcela se encuentra en el *Piso Supramediterráneo*.

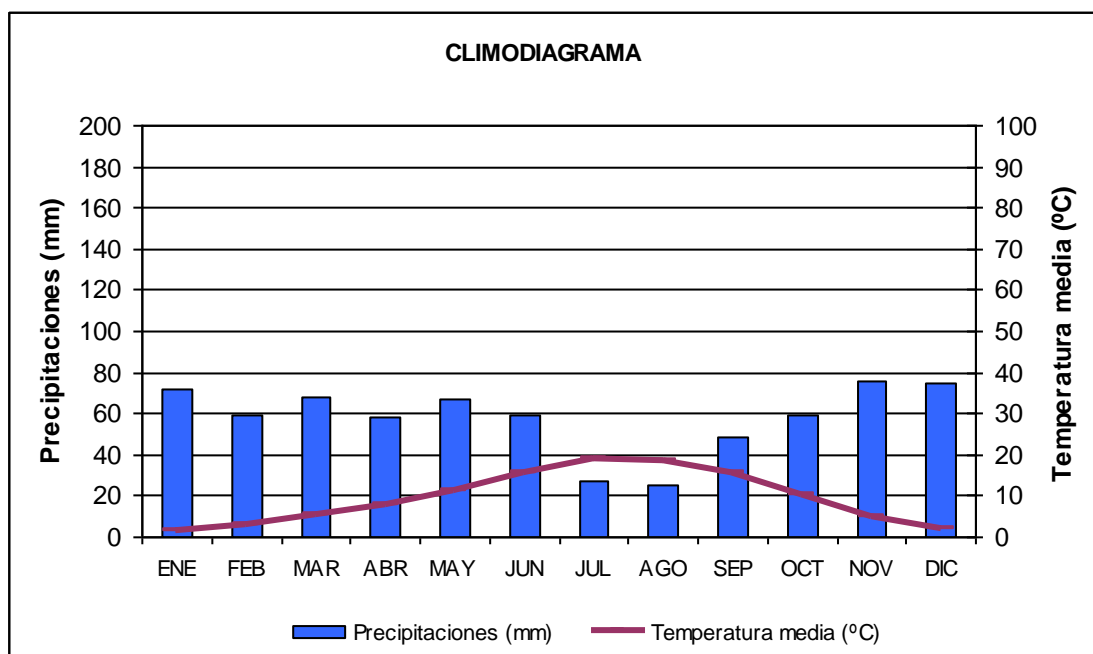


FIG 2: Climodiagrama de la parcela

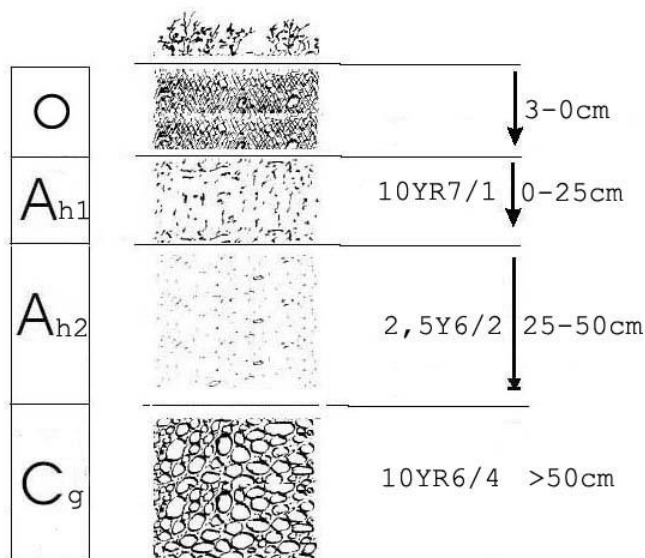
### 2.2. Geología y Suelos.

**Litología:** areniscas y conglomerados.

**Edafología:** Arenosol háplico/Gleysol dístrico.

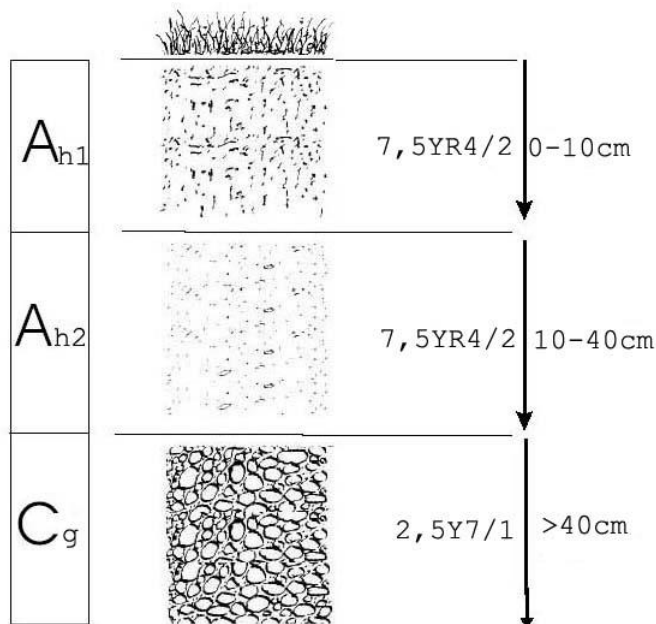
La topografía llana y reducida altura sobre el nivel del río confieren al suelo dos características fundamentales: textura arenosa e hidromorfía temporal. Suelo químicamente muy pobre y de espesor limitado debido al hidromorfismo.

### *Arenosol háplico:*



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
O	0-3	Capa de acículas en fase de descomposición
A <sub>h</sub>	0-25	Gris claro en seco (10YR7/1); 20% de manchas de herrumbre medianas; limo arenoso; poliédrica angular mediana, débil; consistencia blanda; pocas raíces, medianas; muy poroso; escasos vestigios de actividad de la fauna; límite neto y plano.
E	25-50	Amarillo grisáceo en seco (2,5Y6/2); areno limoso; 15% de gravillas de cuarcita y cuarzo; poliédrica angular mediana, débil; consistencia blanda; pocas raíces, medianas; muy poroso; límite brusco y plano.
B <sub>t</sub>	>50	Amarillo rojizo oscuro (10YR6/4); pequeñas manchas de segregación de hierro; areno pedregoso, 50% de gravillas de cuarcita y cuarzo; grano suelto; muy poroso.

### *Gleysol dístrico:*



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A <sub>h1</sub>	0-25	Pardo grisáceo (7,5YR4/2); arenoso; poliédrica angular fina, débil;; muy friable; abundantes raíces medianas; frecuentes vestigios de actividad de la fauna; límite neto y plano.
A <sub>h2</sub>	25-50	Pardo grisáceo (7,5YR4/2); arenosa con algo limo; restos vegetales quemados; poliédrica angular mediana, débil; friable; abundantes raíces, medianas; muy poroso; abundantes vestigios de actividad de la fauna; límite difuso y ondulado.
C <sub>g</sub>	>50	Gris claro (2,5Y7/1); 50% de manchas rojizas, grandes y definidas; arenosa con algo de arcilla; grano suelto; muy poroso; abundantes vestigios de actividad de la fauna en los primeros centímetros.

## 2.3. Vegetación.

**Vegetación actual:** Estrato arbóreo monoespecífico de *Pinus sylvestris* con cobertura del 85%. Estrato arbustivo formado principalmente por corros de *Calluna vulgaris* y *Erica vagans*. El pasto y los musgos se encuentran a menudo íntimamente mezclados. La cobertura del tapiz de pasto y musgo varía considerablemente dentro de la parcela, llegando al 80% en la zona central. En los lugares más húmedos domina *Nardus stricta*.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
<b>ESTRATO ARBÓREO</b>	<b>85,0</b>	<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	+
<i>Pinus sylvestris</i> L.	85,0	<i>Luzula lactea</i> (Link) E.H.F. Meyer	+
<b>EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO</b>	<b>13,0</b>	<i>Luzula multiflora</i> (Retz.) Lej.	+
<i>Agrostis canina</i> L.	+	<i>Melampyrum pratense</i> L.	+



	Cob		Cob
<i>Aira caryophylla</i> L.	+	<i>Nardus stricta</i> L.	10,0
<i>Aira praecox</i> L.	+	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	+	<i>Polygala serpyllifolia</i> J.A.C. Hose	+
<i>Avenula marginata</i> (Lowe) J. Holub	+	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeuschel	+
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	+	<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	+
<i>Carex pilulifera</i> L.	+	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	+
<i>Carum verticillatum</i> (L.) Koch	+	<i>Scorzonera humilis</i> L.	+
<i>Cerastium pumilum</i> Curtis	+	<i>Simethis planifolia</i> (L.) Gren.	+
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	+	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	+	<i>Veronica officinalis</i> L.	+
<i>Erica vagans</i> L.	2,5	<i>Viola riviniana</i> Reichenb.	+
<i>Festuca</i> sp.	20,0	<b>ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO</b>	<b>1,0</b>
<i>Hieracium</i> sp.	+	<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.	+
<i>Holcus lanatus</i> L.	+	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	+
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	+	<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.	+
<i>Juncus bufonius</i> L.	+	<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr.	+

**Vegetación potencial:** La parcela se encuentra en una zona de transición entre las series 18 a Serie supramediterránea carpetano-ibérico-alcarreña subhúmeda silicícola de *Quercus pyrenaica* (*Luzulo forsteri-Querceto pyrenaicae sigmetum*) y 18 c Serie supramediterránea ibérico-soriana y ayllonense húmedo-hiperhúmeda de *Quercus pyrenaica* (*Festuco heterophyllae-Querceto pyrenaicae sigmetum*).

## 2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de pino silvestre en estado de fustal de 80-100 años de edad, cuyas características principales se resumen a continuación:

**TABLA 4:** Características dasométricas. Área de la parcela, número de pies en la parcela, densidad en pies/ha, Número de pies de la especie principal, número de pies de otras especies, número de pies muertos, edad media, diámetro medio, área basimétrica, diámetro medio cuadrático, altura media, altura dominante, existencias.

Parcela	Area ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad años	D med (cm)	AB m <sup>2</sup> /ha	D m c cm	Alt m m	Alt do m	Exist m <sup>3</sup> cc
30 Ps	0,2500	116	464	116	0	7	80-100	31,87	39,61	32,97	17,21	20,57	74,18

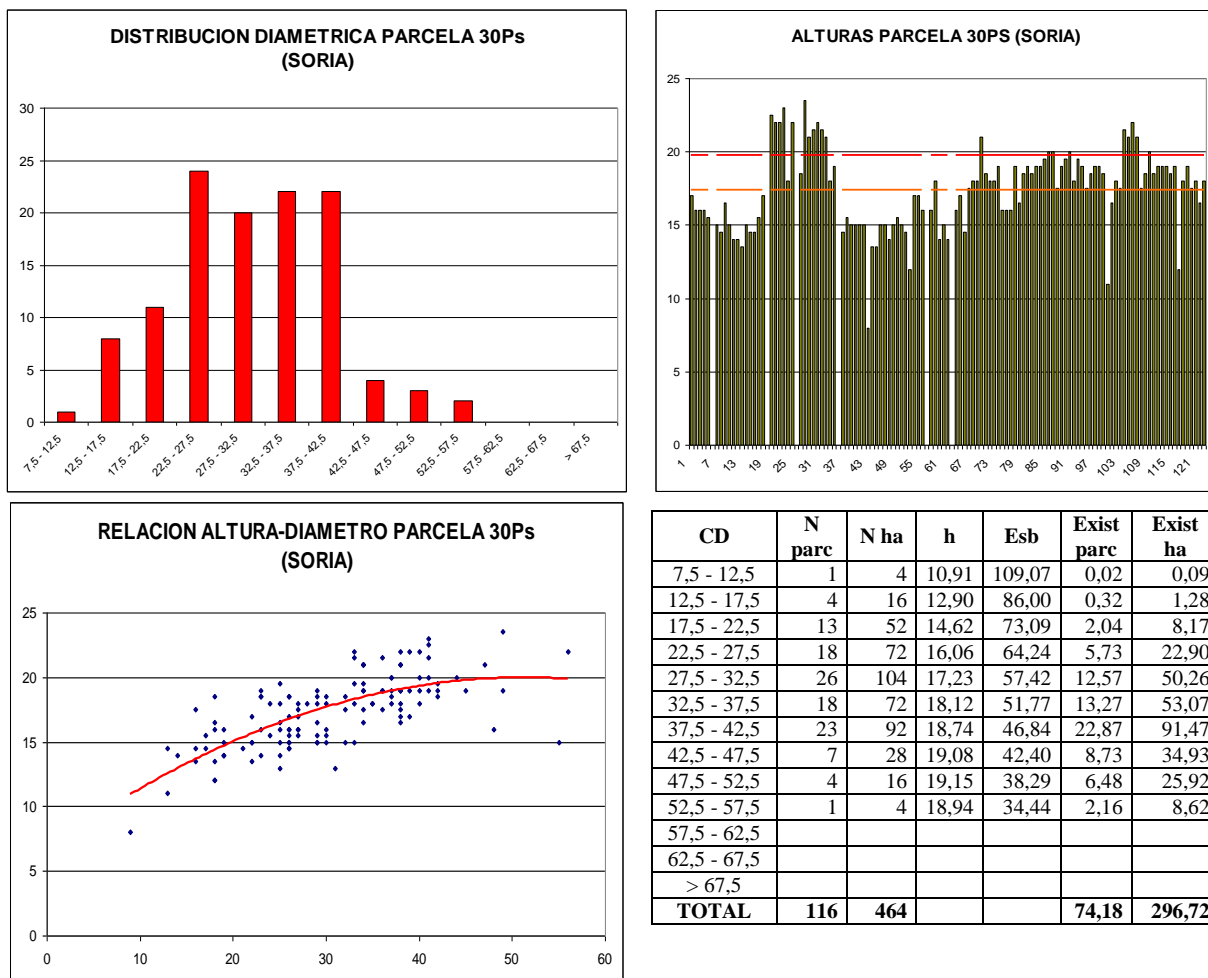


FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

### 3. Estado fitosanitario de la parcela.

#### 3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión la parcela presenta un buen estado fitosanitario, con una defoliación media del 23,79%, dentro por tanto de la escala de daños ligeros, categoría en la que se han calificado algo más del 80% de los pies, en lo que supone un leve empeoramiento con respecto al año anterior, con un aumento del parámetro de apenas unas décimas, inferior en todo caso al umbral de cinco puntos porcentuales que supondrían una variación estadísticamente significativa, de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales, debido sobre todo a la corta de un pie, dentro de las operaciones de normal aprovechamiento forestal de la zona, más que a un deterioro apreciable del estado de salud de la población.

Atendiendo a la serie histórica de datos, se observa un comportamiento muy estable de la parcela desde su replanteo, registrándose los peores datos en el trienio 2001-2003 cuando se produjeron algunas muertes salpicadas por falta de luz y decaimiento por *Peridermium pini*, variedad cortícicola de *Cronartium*

*flaccidum* y que constituye un peligro potencial en los pinares de silvestre de toda la zona. Por regla general, la defoliación media se ha movido en torno a valores del 20% y con alrededor del 90% de los pies calificados con daños ligeros, lo que pone de manifiesto la buena adaptación del arbolado a las condiciones de estación, corroborado por la buena regeneración existente, sobre un suelo llano, bien desarrollado y sin problemas de disponibilidad hídrica. Esta buena situación se habría visto alterada en episodios de sequía como los registrados en los años 2005 y 2012, con un aumento del parámetro y de la frecuencia de defoliaciones moderadas observadas, aunque el daño global producido sería menor que en estaciones más meridionales. Cabe destacar sin embargo que desde 2012 viene observándose un lento pero sostenido deterioro del estado fitosanitario del arbolado

La decoloración, el segundo gran parámetro definidor del estado de salud de la masa, experimenta sin embargo un cierto incremento, relacionado quizá con las elevadas temperaturas de mediados del verano, uno de los más cálidos desde que se dispone de registro histórico; observándose algún pie suelto en el que se registran valores ya moderados.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

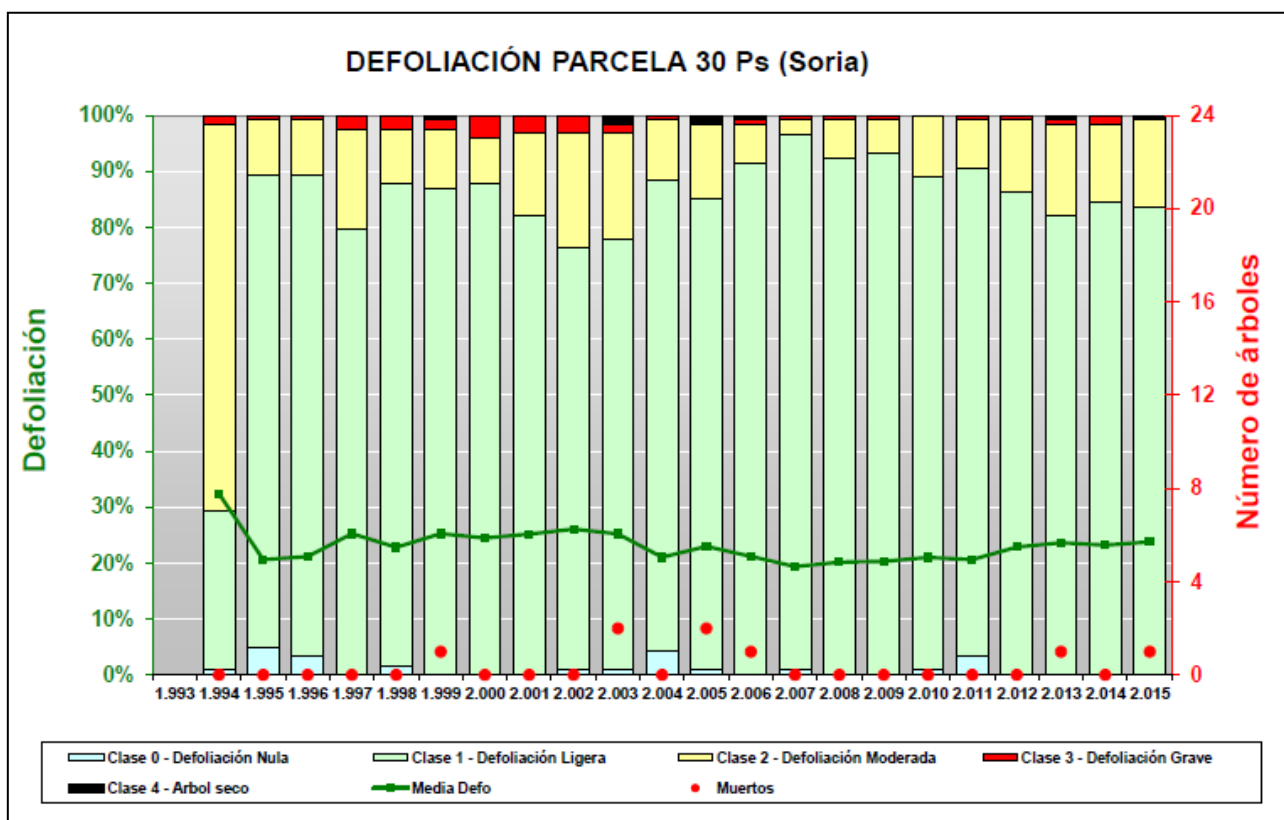


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 10% (árbol tipo), 20% y 50%

## 3.2. Daños forestales.

Los principales agentes dañinos identificados se resumen en la siguiente tabla, indicándose el número de pies afectados, sus características dendrométricas, defoliación y decoloración asociadas y la diferencia con los valores medios de la parcela.

**TABLA 5:** Distribución de agentes dañinos en la parcela: pies afectados (Npar), Extensión de los daños en clases de porcentajes en grado de 1 a 7 (Extensión), pies afectados por ha (N/ha), porcentaje de pies afectados (%), defoliación y decoloración de los pies afectados por cada agente (Defo/Deco), diferencia de las defoliaciones y decoloraciones con las medias de la parcela (DifDefo y DifDeco, marcados en **rojo** si el valor de los pies afectados es superior al valor medio de la parcela y en **verde** en caso contrario), diámetro (Diam) y altura medias (Alt) de los pies afectados por cada agente y diferencias con los valores medios de la parcela (DifDiam y DifAlt).

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
<b>ANIMALES</b>												
<b>Picidae</b>	<b>1</b>	<b>3,00</b>	<b>4</b>	<b>0,86</b>	<b>20,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-3,79</b>	<b>-0,13</b>	<b>31,00</b>	<b>16,20</b>	<b>-0,87</b>	<b>-1,01</b>
Tronco	1	3,00	4	0,86	20,00	0,00	-3,79	-0,13	31,00	16,20	-0,87	-1,01
<b>INSECTOS</b>												
<b>Perforadores</b>	<b>42</b>	<b>1,00</b>	<b>168</b>	<b>36,21</b>	<b>20,00</b>	<b>0,07</b>	<b>-3,79</b>	<b>-0,06</b>	<b>35,26</b>	<b>17,90</b>	<b>3,39</b>	<b>0,69</b>
<i>Retinia resinella</i>	2	1,00	8	1,72	27,50	0,00	3,71	-0,13	37,00	17,55	5,13	0,34
Brotos del año	2	1,00	8	1,72	27,50	0,00	3,71	-0,13	37,00	17,55	5,13	0,34
<i>Tomicus minor</i>	40	1,00	160	34,48	19,63	0,08	-4,17	-0,06	35,18	17,92	3,31	0,71
Brotos del año	40	1,00	160	34,48	19,63	0,08	-4,17	-0,06	35,18	17,92	3,31	0,71
<b>ENFERMEDADES</b>												
<b>Royas tronco y brotes</b>	<b>3</b>	<b>4,00</b>	<b>12</b>	<b>2,59</b>	<b>50,00</b>	<b>2,00</b>	<b>26,21</b>	<b>1,87</b>	<b>38,67</b>	<b>14,00</b>	<b>6,80</b>	<b>-3,21</b>
<i>Cronartium flaccidum</i>	3	4,00	12	2,59	50,00	2,00	26,21	1,87	38,67	14,00	6,80	-3,21
Ramas tam. variable	1	4,00	4	0,86	50,00	2,00	26,21	1,87	34,00	13,80	2,13	-3,41
Guía principal	1	3,00	4	0,86	50,00	2,00	26,21	1,87	48,00	14,40	16,13	-2,81
Tronco	1	5,00	4	0,86	50,00	2,00	26,21	1,87	34,00	13,80	2,13	-3,41
<b>AG.ABIÓTICOS</b>												
<b>Calor</b>	<b>104</b>	<b>1,16</b>	<b>416</b>	<b>89,66</b>	<b>21,68</b>	<b>0,06</b>	<b>-2,11</b>	<b>-0,07</b>	<b>32,40</b>	<b>17,45</b>	<b>0,53</b>	<b>0,24</b>

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Acíc. antiguas	104	1,16	416	89,66	21,68	0,06	-2,11	-0,07	32,40	17,45	0,53	0,24
<b>Nieve/Hielo</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>0,86</b>	<b>25,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,21</b>	<b>-0,13</b>	<b>20,00</b>	<b>15,80</b>	<b>-11,87</b>	<b>-1,41</b>
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	0,86	25,00	0,00	1,21	-0,13	20,00	15,80	-11,87	-1,41
<b>Viento/Tornado</b>	<b>10</b>	<b>1,00</b>	<b>40</b>	<b>8,62</b>	<b>23,50</b>	<b>0,00</b>	<b>-0,29</b>	<b>-0,13</b>	<b>35,20</b>	<b>16,92</b>	<b>3,33</b>	<b>-0,29</b>
Brotos del año	1	1,00	4	0,86	45,00	0,00	21,21	-0,13	25,00	17,00	-6,87	-0,21
Ramillos <2 cm	5	1,00	20	4,31	21,00	0,00	-2,79	-0,13	39,20	16,72	7,33	-0,49
Ramas 2-10 cm	4	1,00	16	3,45	21,25	0,00	-2,54	-0,13	32,75	17,15	0,88	-0,06
<b>Otros fact.abióticos</b>	<b>3</b>	<b>1,00</b>	<b>12</b>	<b>2,59</b>	<b>20,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-3,79</b>	<b>-0,13</b>	<b>25,67</b>	<b>17,43</b>	<b>-6,20</b>	<b>0,23</b>
Acíc. antiguas	3	1,00	12	2,59	20,00	0,00	-3,79	-0,13	25,67	17,43	-6,20	0,23
<b>ANTRÓPICOS</b>												
<b>Const. caminos</b>	<b>2</b>	<b>2,50</b>	<b>8</b>	<b>1,72</b>	<b>27,50</b>	<b>0,00</b>	<b>3,71</b>	<b>-0,13</b>	<b>28,00</b>	<b>15,55</b>	<b>-3,87</b>	<b>-1,66</b>
Cuello raíz	2	2,50	8	1,72	27,50	0,00	3,71	-0,13	28,00	15,55	-3,87	-1,66
<b>OTROS DAÑOS</b>												
<b>Viscum album</b>	<b>44</b>	<b>1,93</b>	<b>176</b>	<b>37,93</b>	<b>22,73</b>	<b>0,11</b>	<b>-1,06</b>	<b>-0,02</b>	<b>37,64</b>	<b>18,98</b>	<b>5,77</b>	<b>1,77</b>
Ramas 2-10 cm	11	1,18	44	9,48	23,18	0,00	-0,61	-0,13	37,91	19,36	6,04	2,16
Ramas tam. variable	5	1,80	20	4,31	20,00	0,00	-3,79	-0,13	35,60	18,16	3,73	0,95
Guía principal	17	2,41	68	14,66	25,59	0,29	1,80	0,16	38,53	18,95	6,66	1,75
Tronco en copa	11	2,00	44	9,48	19,09	0,00	-4,70	-0,13	36,91	18,99	5,04	1,78
<b>Falta luz</b>	<b>42</b>	<b>1,55</b>	<b>168</b>	<b>36,21</b>	<b>25,60</b>	<b>0,07</b>	<b>1,81</b>	<b>-0,06</b>	<b>27,57</b>	<b>15,87</b>	<b>-4,30</b>	<b>-1,33</b>
Acíc. antiguas	1	5,00	4	0,86	45,00	0,00	21,21	-0,13	25,00	17,00	-6,87	-0,21
Ramillos <2 cm	28	1,14	112	24,14	23,75	0,11	-0,04	-0,02	28,14	16,01	-3,73	-1,20
Ramas 2-10 cm	9	1,00	36	7,76	20,56	0,00	-3,23	-0,13	27,89	16,43	-3,98	-0,77
Ramas tam. variable	4	4,75	16	3,45	45,00	0,00	21,21	-0,13	23,50	13,38	-8,37	-3,83
<b>Inter.físicas</b>	<b>17</b>	<b>5,53</b>	<b>68</b>	<b>14,66</b>	<b>25,29</b>	<b>0,18</b>	<b>1,50</b>	<b>0,05</b>	<b>31,53</b>	<b>16,99</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,21</b>
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	1,72	22,50	0,00	-1,29	-0,13	26,00	16,45	-5,87	-0,76
Tronco	15	6,13	60	12,93	25,67	0,20	1,88	0,07	32,27	17,07	0,40	-0,14
<b>AG.DESCONOCIDO</b>												
<b>Ag.desconocido</b>	<b>41</b>	<b>1,41</b>	<b>164</b>	<b>35,34</b>	<b>22,93</b>	<b>0,17</b>	<b>-0,86</b>	<b>0,04</b>	<b>31,78</b>	<b>17,01</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,20</b>
Acíc. del año	7	1,00	28	6,03	20,00	0,00	-3,79	-0,13	30,71	17,44	-1,16	0,24
Acíc. antiguas	3	3,67	12	2,59	38,33	1,00	14,54	0,87	32,00	16,27	0,13	-0,94
Brotos del año	10	1,30	40	8,62	23,00	0,20	-0,79	0,07	26,40	16,57	-5,47	-0,64
Ramillos <2 cm	13	1,00	52	11,21	20,00	0,00	-3,79	-0,13	33,85	17,15	1,98	-0,06
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	0,86	15,00	0,00	-8,79	-0,13	31,00	15,80	-0,87	-1,41
Tronco	6	1,67	24	5,17	27,50	0,33	3,71	0,20	39,67	18,33	7,80	1,13
Cuello raíz	1	3,00	4	0,86	15,00	0,00	-8,79	-0,13	19,00	12,20	-12,87	-5,01

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, destaca en primer lugar la presencia salpicada del escolítido perforador *Tomicus minor*, endémico en la zona y que afecta a casi el 35% del arbolado muestra, lo que supone un incremento sostenido en su nivel de actividad con respecto a revisiones anteriores, aunque sin observarse daños de consideración, no apareciendo así orificios de entrada o galerías en los troncos, limitándose el daño a la presencia de 1-2 ramillos atabacados en la parte superior de las copas causados por la alimentación de maduración de los imagos, que en ocasiones aparecen caídos por el suelo de la parcela con el característico agujero basal. Se advierte también algún grumo de resina en algún brote del año ocasionado por *Retinia resinella* también relativamente frecuente en la zona, sin mayor significación fitosanitaria. En ambos casos se observa una predilección por pies de dimensiones mayores al vuelo medio de la masa; en un patrón de comportamiento ya observado en anteriores revisiones y que posiblemente esté relacionado por una predilección de este tipo de insectos por ubicaciones de mayor talla, bien insoladas.



Al igual que en años anteriores continúa observándose la presencia de anillamientos transversales en algunos troncos debido a las estrategias de marcaje del territorio de **pícid**os sin mayor importancia, no relacionados con un daño directo sobre el árbol. Las lesiones se encuentran recubiertas por un patente callo de cicatrización de forma anular en la mayoría de los casos, del que en algún caso aislado mana una ligera resinación, estimulada sobre todo en veranos especialmente cálidos.

Tal y como ya se observara en anteriores revisiones, el hongo *Peridermium pinin*, variedad cortícola de *Cronartium flaccidum*, se revela como uno de los principales factores de daño de la masa, y constituye uno de los principales agentes de daño del pino silvestre en toda la mitad norte peninsular, de forma que los pies afectados presentan defoliaciones graves, claramente superiores a las del arbolado circundante. El daño suele estar asociado a pies de mayores dimensiones, en los que se advierte un chancro de color negruzco en la parte superior del tronco acompañado en ocasiones de resinosis y que provoca el enteamiento de la sección de tronco situada por debajo, causando el decaimiento y posterior muerte de la fracción de copa situada por encima, quedando además el resto de la ramificación bajo el dosel principal de las copas, en zona de menor iluminación y por tanto más proclive al debilitamiento. Esta enfermedad puede llegar a causar la muerte del pie afectado, tal y como ya se observó años atrás incluso entre parte del arbolado muestra, donde se ha revelado como el principal factor de debilitamiento de la masa. En zonas de alta montaña los daños suelen ir asociados a heridas mecánicas o resquebrajaduras en troncos y ramas causadas por la nieve que serían aprovechados por las esporas para colonizar al pie hospedante.

Dadas las elevadas temperaturas registradas durante el verano, incluido un aumento brusco o pico a finales de julio, se ha observado pérdida de las acículas de mayor edad en casi la totalidad de los pies evaluados, debido a un fenómeno de **golpe de calor**, frente al que un arbolado acostumbrado a un clima frío reacciona con cierta celeridad, siendo mucho más patente en frondosas de hoja blanda, tales como los abundantes rebollos de las inmediaciones, donde se han visto amarilleamientos súbitos y enrollamientos en el follaje en sólo unos pocos días, adquiriendo en ocasiones coloraciones otoñales. Los daños mecánicos por **nieve** o **viento** son por el contrario bastante más limitados, presentándose en una fracción del arbolado mucho menor, en forma de las habituales roturas en ramas, que en algún caso ha podido favorecer la infección por hongos como el respaldar. Como es lógico, este tipo de daños tiende a concentrarse en pies de dimensiones superiores al vuelo medio de la masa, en zonas donde se reduce el efecto coprotector del dosel arbóreo. En alguno de los árboles de menor tamaño, en posición sumergida en la parcela y con excesiva esbeltez y reducida resistencia mecánica a la flexión se han visto también deformaciones debidas a la nieve, al dejar la copa del pie afectado bajo el dosel principal de la masa, comenzando un proceso de decaimiento por falta de luz ampliamente conocido en una zona tan batida por las nevadas como la que nos ocupa.

Al igual que en revisiones anteriores, se observan también daños salpicados por muérdago, *Viscum album*, de quien se ha venido observando la expansión de un foco situado en la esquina NE de la parcela e identificado hace algo más de diez años que ha ido progresando hasta extenderse por toda la superficie, afectando en la presente revisión a más de la tercera parte del arbolado, en un nivel de acción prácticamente similar al de revisiones anteriores. Como suele ser habitual, la fanerógama parece sentir predilección por los árboles de mayores dimensiones, posiblemente relacionado con el comportamiento de los pájaros que le sirven de vector y que son muy abundantes en la zona en la que se ubica la parcela. Los daños son mayores cuando afectan a ramillas finas y en ocasiones actúa en conjunción con otros agentes tales como el chancro, amplificando el daño. La parásita se concentra sobre todo en la guía principal y cruz de las copas afectando por regla general a los árboles de mayores dimensiones y con copas más abiertas, por lo que las habituales deformaciones en las copas causadas por las nevadas (ramas abiertas, formas en candelabro,...) tan frecuentes en la zona favorecen mucho el arraigo de las matas de muérdago.

Se registran también daños salpicados por **falta de luz** en buena parte de los pies, concentrándose en las ramillas de la parte baja de las copas, debidos sobre todo a fenómenos puntuales de autopoda y que, salvo casos dispersos, no llegan a afectar a la guía principal del árbol, responsable última de su desarrollo. En

algún caso aislado, sin embargo, se han observado daños de mayor importancia sobre pinos dominados que manifiestan una defoliación superior a la media. La afección se manifiesta en forma de pérdidas de las metidas más antiguas, de forma que el follaje queda con aspecto apenachado, al concentrarse en cortos plumeros de acículas de 1-2 años, apareciendo el resto del ramillo desnudo, observándose algún daño de carácter moderado por esta causa, y en menor medida y por **interacciones físicas** entre pies próximos, pueden darse heridas o roces entre ramas y troncos.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se han observado algunas acículas de la metida del año en curso **rizadas**, **tumoraciones** en troncos y ramas, **aborto** de algún brote reciente, **ramillos puntisecos** en una pequeña fracción del arbolado, junto con algún tumor o descortezamiento afectando en general a una escasa fracción del tronco y sin mayor trascendencia fitosanitaria.

El conjunto de **síntomas y signos** observados se resumen en la tabla adjunta.

**TABLA 6:** Distribución de síntomas y signos en la parcela: pies afectados (Npar), Extensión de los daños en clases de porcentajes en grado de 1 a 7 (Extensión), pies afectados por ha (N/ha), porcentaje de pies afectados (%), defoliación y decoloración de los pies afectados por cada agente (Defo/Deco), diferencia de las defoliaciones y decoloraciones con las medias de la parcela (DifDefo y DifDeco, marcados en **rojo** si el valor de los pies afectados es superior al valor medio de la parcela y en **verde** en caso contrario), diámetro (Diam) y altura medias (Alt) de los pies afectados por cada agente y diferencias con los valores medios de la parcela (DifDiam y DifAlt).

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>												
<b>Acíc. del año</b>	7	1,00	28	6,03	20,00	0,00	-3,79	-0,13	30,71	17,44	-1,16	0,24
Deformaciones	7	1,00	28	6,03	20,00	0,00	-3,79	-0,13	30,71	17,44	-1,16	0,24
Rizadas	7	1,00	28	6,03	20,00	0,00	-3,79	-0,13	30,71	17,44	-1,16	0,24
<b>Acíc. antiguas</b>	111	1,26	444	95,69	22,30	0,08	-1,49	-0,05	32,14	17,41	0,27	0,20
Comidos/perdidos	104	1,23	416	89,66	22,26	0,07	-1,53	-0,06	32,44	17,49	0,57	0,29
Caída prematura	104	1,23	416	89,66	22,26	0,07	-1,53	-0,06	32,44	17,49	0,57	0,29
Dec. Verde-amarillo	7	1,71	28	6,03	22,86	0,29	-0,93	0,16	27,71	16,17	-4,16	-1,04
Completa	7	1,71	28	6,03	22,86	0,29	-0,93	0,16	27,71	16,17	-4,16	-1,04
<b>RAMAS/BROTOS</b>												
<b>Brotos del año</b>	53	1,06	212	45,69	21,04	0,09	-2,75	-0,04	33,40	17,63	1,53	0,43
Rotura	1	1,00	4	0,86	45,00	0,00	21,21	-0,13	25,00	17,00	-6,87	-0,21
Muerto/moribundo	48	1,06	192	41,38	20,73	0,10	-3,06	-0,03	34,21	17,74	2,34	0,54
Aborto	4	1,00	16	3,45	18,75	0,00	-5,04	-0,13	25,75	16,48	-6,12	-0,73
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	49	1,08	196	42,24	22,45	0,06	-1,34	-0,07	30,53	16,40	-1,34	-0,81
Deformaciones	2	1,00	8	1,72	17,50	0,00	-6,29	-0,13	28,50	16,05	-3,37	-1,16
Tumores	2	1,00	8	1,72	17,50	0,00	-6,29	-0,13	28,50	16,05	-3,37	-1,16
Rotura	6	1,00	24	5,17	21,67	0,00	-2,12	-0,13	36,00	16,57	4,13	-0,64
Muerto/moribundo	40	1,10	160	34,48	22,88	0,08	-0,91	-0,06	29,58	16,44	-2,29	-0,77
Heridas	1	1,00	4	0,86	20,00	0,00	-3,79	-0,13	40,00	14,50	8,13	-2,71
Descortezamientos	1	1,00	4	0,86	20,00	0,00	-3,79	-0,13	40,00	14,50	8,13	-2,71
<b>Ramas 2-10 cm</b>	25	1,08	100	21,55	21,60	0,00	-2,19	-0,13	33,20	17,81	1,33	0,60
Deformaciones	1	1,00	4	0,86	15,00	0,00	-8,79	-0,13	31,00	15,80	-0,87	-1,41
Tumores	1	1,00	4	0,86	15,00	0,00	-8,79	-0,13	31,00	15,80	-0,87	-1,41
Otros signos	11	1,18	44	9,48	23,18	0,00	-0,61	-0,13	37,91	19,36	6,04	2,16
Rotura	4	1,00	16	3,45	21,25	0,00	-2,54	-0,13	32,75	17,15	0,88	-0,06
Muerto/moribundo	9	1,00	36	7,76	20,56	0,00	-3,23	-0,13	27,89	16,43	-3,98	-0,77
<b>Ramas tam. variable</b>	10	3,20	40	8,62	33,00	0,20	9,21	0,07	30,60	15,81	-1,27	-1,40
Otros signos	5	1,80	20	4,31	20,00	0,00	-3,79	-0,13	35,60	18,16	3,73	0,95

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Muerto/moribundo	5	4,60	20	4,31	46,00	0,40	22,21	0,27	25,60	13,46	-6,27	-3,75
<b>Guía principal</b>	<b>18</b>	<b>2,44</b>	<b>72</b>	<b>15,52</b>	<b>26,94</b>	<b>0,39</b>	<b>3,15</b>	<b>0,26</b>	<b>39,06</b>	<b>18,70</b>	<b>7,19</b>	<b>1,49</b>
Deformaciones	1	3,00	4	0,86	50,00	2,00	26,21	1,87	48,00	14,40	16,13	-2,81
Chancros	1	3,00	4	0,86	50,00	2,00	26,21	1,87	48,00	14,40	16,13	-2,81
Otros signos	17	2,41	68	14,66	25,59	0,29	1,80	0,16	38,53	18,95	6,66	1,75
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>												
<b>Tronco en copa</b>	<b>11</b>	<b>2,00</b>	<b>44</b>	<b>9,48</b>	<b>19,09</b>	<b>0,00</b>	<b>-4,70</b>	<b>-0,13</b>	<b>36,91</b>	<b>18,99</b>	<b>5,04</b>	<b>1,78</b>
Otros signos	11	2,00	44	9,48	19,09	0,00	-4,70	-0,13	36,91	18,99	5,04	1,78
<b>Tronco</b>	<b>23</b>	<b>4,78</b>	<b>92</b>	<b>19,83</b>	<b>26,96</b>	<b>0,30</b>	<b>3,17</b>	<b>0,17</b>	<b>34,22</b>	<b>17,22</b>	<b>2,35</b>	<b>0,01</b>
Deformaciones	4	2,25	16	3,45	38,75	1,00	14,96	0,87	37,00	17,58	5,13	0,37
Chancros	3	2,67	12	2,59	36,67	1,00	12,88	0,87	35,33	16,70	3,46	-0,51
Tumores	1	1,00	4	0,86	45,00	1,00	21,21	0,87	42,00	20,20	10,13	2,99
Heridas	4	2,50	16	3,45	20,00	0,00	-3,79	-0,13	35,25	18,15	3,38	0,94
Descortezamientos	3	2,33	12	2,59	20,00	0,00	-3,79	-0,13	36,67	18,80	4,80	1,59
Grietas	1	3,00	4	0,86	20,00	0,00	-3,79	-0,13	31,00	16,20	-0,87	-1,01
Inclinado	15	6,07	60	12,93	25,67	0,20	1,88	0,07	33,20	16,87	1,33	-0,33
<b>Cuello raíz</b>	<b>3</b>	<b>2,67</b>	<b>12</b>	<b>2,59</b>	<b>23,33</b>	<b>0,00</b>	<b>-0,46</b>	<b>-0,13</b>	<b>25,00</b>	<b>14,43</b>	<b>-6,87</b>	<b>-2,77</b>
Deformaciones	1	3,00	4	0,86	15,00	0,00	-8,79	-0,13	19,00	12,20	-12,87	-5,01
Tumores	1	3,00	4	0,86	15,00	0,00	-8,79	-0,13	19,00	12,20	-12,87	-5,01
Heridas	2	2,50	8	1,72	27,50	0,00	3,71	-0,13	28,00	15,55	-3,87	-1,66
Descortezamientos	2	2,50	8	1,72	27,50	0,00	3,71	-0,13	28,00	15,55	-3,87	-1,66

Por último, se presenta a continuación la relación entre agentes dañinos identificados y los distintos síntomas observados.

TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados.

	N par	Pcidae		Perforadores		Royas tronco y brotes		Calor	
		n	%	n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>									
Acíc. del año	7								
Deformaciones	7								
Rizadas	7								
<b>Acíc. antiguas</b>	<b>111</b>							<b>104</b>	<b>100,00</b>
Comidos/perdidos	104							102	98,08
Caída prematura	104							102	98,08
Dec. Verde-amarillo	7							2	1,92
Completa	7							2	1,92
<b>RAMAS/BROTOS</b>									
<b>Brotos del año</b>	<b>53</b>			<b>42</b>	<b>100,00</b>				
Rotura	1								
Muerto/moribundo	48			42	100,00				
Aborto	4								
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>49</b>								
Deformaciones	2								
Tumores	2								

	N par	Picidae		Perforadores		Royas tronco y brotes		Calor	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Rotura	6								
Muerto/moribundo	40								
Heridas	1								
Descortezamientos	1								
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>25</b>								
Deformaciones	1								
Tumores	1								
Otros signos	11								
Rotura	4								
Muerto/moribundo	9								
<b>Ramas tam.variable</b>	<b>10</b>					<b>1</b>	<b>33,33</b>		
Otros signos	5								
Muerto/moribundo	5					1	33,33		
<b>Guía principal</b>	<b>18</b>					<b>1</b>	<b>33,33</b>		
Deformaciones	1					1	33,33		
Chancros	1					1	33,33		
Otros signos	17								
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>									
<b>Tronco en copa</b>	<b>11</b>								
Otros signos	11								
<b>Tronco</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>			<b>1</b>	<b>33,33</b>		
Deformaciones	4					1	33,33		
Chancros	3					1	33,33		
Tumores	1								
Heridas	4	1	100,00						
Descortezamientos	3								
Grietas	1	1	100,00						
Inclinado	15								
<b>Cuello raíz</b>	<b>3</b>								
Deformaciones	1								
Tumores	1								
Heridas	2								
Descortezamientos	2								

	N par	Nieve/Hielo		Viento/Tornado		Otros fact.abióticos		Const. caminos	
		n	%	n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>									
<b>Acíc. del año</b>	<b>7</b>								
Deformaciones	7								
Rizadas	7								
<b>Acíc. antiguas</b>	<b>111</b>					<b>3</b>	<b>100,00</b>		
Comidos/perdidos	104								
Caída prematura	104								
Dec. Verde-amarillo	7					3	100,00		
Completa	7					3	100,00		
<b>RAMAS/BROTOS</b>									
<b>Brotos del año</b>	<b>53</b>			<b>1</b>	<b>10,00</b>				
Rotura	1			1	10,00				

	N par	Nieve/Hielo		Viento/Tornado		Otros fact.abióticos		Const. caminos	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Muerto/moribundo	48								
Aborto	4								
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>49</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>5</b>	<b>50,00</b>				
Deformaciones	2								
Tumores	2								
Rotura	6	1	100,00	5	50,00				
Muerto/moribundo	40								
Heridas	1								
Descortezamientos	1								
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>25</b>			<b>4</b>	<b>40,00</b>				
Deformaciones	1								
Tumores	1								
Otros signos	11								
Rotura	4			4	40,00				
Muerto/moribundo	9								
<b>Ramas tam.variable</b>	<b>10</b>								
Otros signos	5								
Muerto/moribundo	5								
<b>Guía principal</b>	<b>18</b>								
Deformaciones	1								
Chancros	1								
Otros signos	17								
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>									
<b>Tronco en copa</b>	<b>11</b>								
Otros signos	11								
<b>Tronco</b>	<b>23</b>								
Deformaciones	4								
Chancros	3								
Tumores	1								
Heridas	4								
Descortezamientos	3								
Grietas	1								
Inclinado	15								
<b>Cuello raíz</b>	<b>3</b>							<b>2</b>	<b>100,00</b>
Deformaciones	1								
Tumores	1								
Heridas	2							2	100,00
Descortezamientos	2							2	100,00

	N par	<i>Viscum album</i>		Falta luz		Inter.físicas		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>									
<b>Acíc. del año</b>	<b>7</b>							<b>7</b>	<b>17,07</b>
Deformaciones	7							7	17,07
Rizadas	7							7	17,07
<b>Acíc. antiguas</b>	<b>111</b>			<b>1</b>	<b>2,38</b>			<b>3</b>	<b>7,32</b>
Comidos/perdidos	104			1	2,38			1	2,44
Caída prematura	104			1	2,38			1	2,44
Dec. Verde-amarillo	7							2	4,88

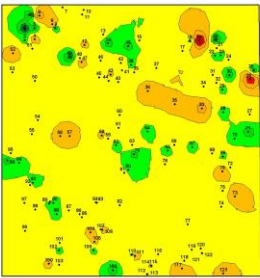
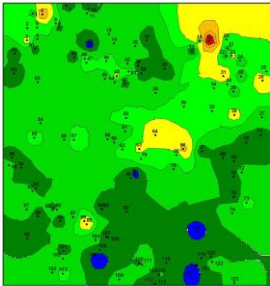
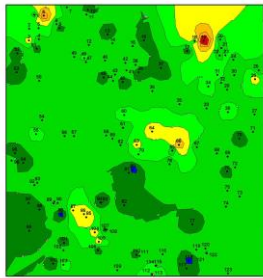
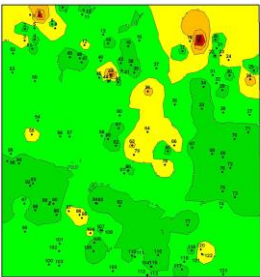
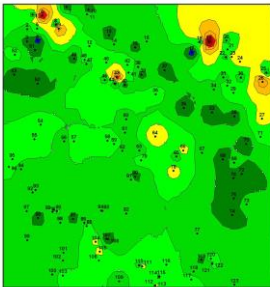
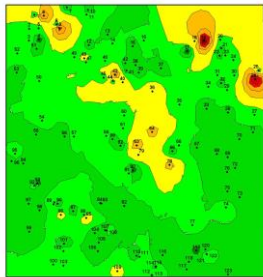
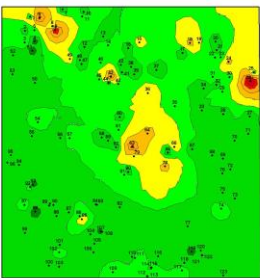
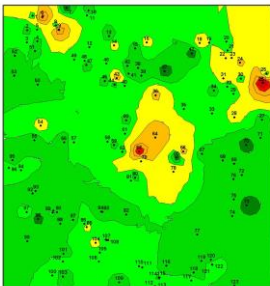
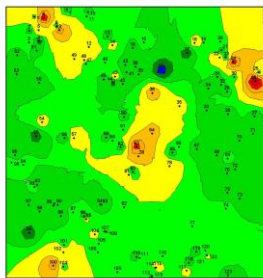
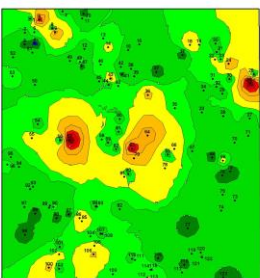
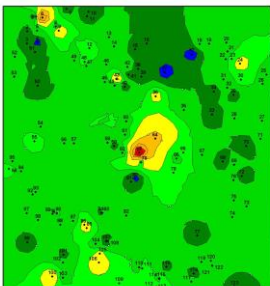
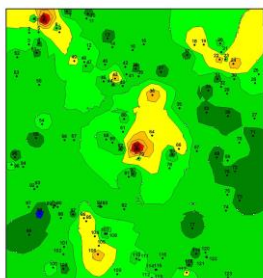


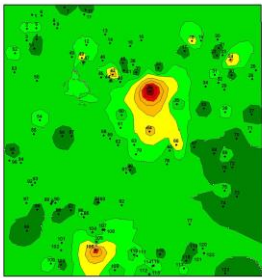
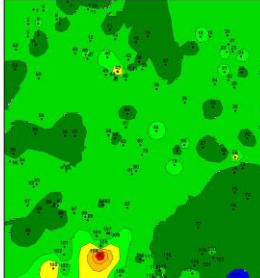

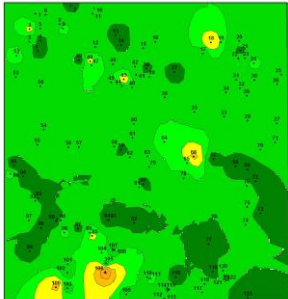
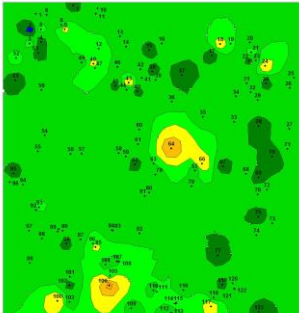
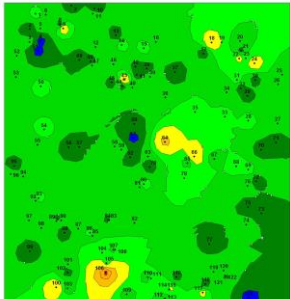
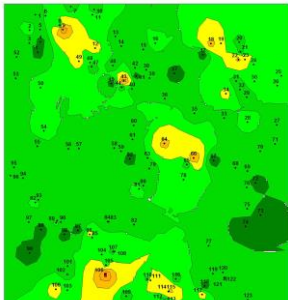
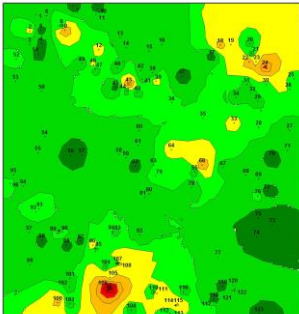
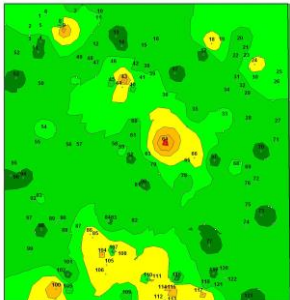
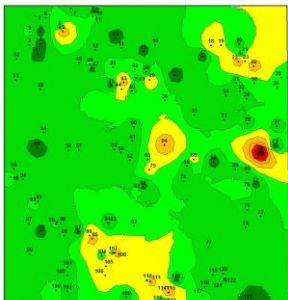
	N par	<i>Viscum album</i>		Falta luz		Inter.físicas		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Completa	7							2	4,88
<b>RAMAS/BROTOS</b>									
<b>Brotos del año</b>	<b>53</b>							<b>10</b>	<b>24,39</b>
Rotura	1								
Muerto/moribundo	48							6	14,63
Aborto	4							4	9,76
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>49</b>			<b>28</b>	<b>66,67</b>	<b>2</b>	<b>11,76</b>	<b>13</b>	<b>31,71</b>
Deformaciones	2							2	4,88
Tumores	2							2	4,88
Rotura	6								
Muerto/moribundo	40			28	66,67	2	11,76	10	24,39
Heridas	1							1	2,44
Descortezamientos	1							1	2,44
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>25</b>	<b>11</b>	<b>25,00</b>	<b>9</b>	<b>21,43</b>			<b>1</b>	<b>2,44</b>
Deformaciones	1							1	2,44
Tumores	1							1	2,44
Otros signos	11	11	25,00						
Rotura	4								
Muerto/moribundo	9			9	21,43				
<b>Ramas tam.variable</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>11,36</b>	<b>4</b>	<b>9,52</b>				
Otros signos	5	5	11,36						
Muerto/moribundo	5			4	9,52				
<b>Guía principal</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>38,64</b>						
Deformaciones	1								
Chancros	1								
Otros signos	17	17	38,64						
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>									
<b>Tronco en copa</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>25,00</b>						
Otros signos	11	11	25,00						
<b>Tronco</b>	<b>23</b>					<b>15</b>	<b>88,24</b>	<b>6</b>	<b>14,63</b>
Deformaciones	4							3	7,32
Chancros	3							2	4,88
Tumores	1							1	2,44
Heridas	4					1	5,88	2	4,88
Descortezamientos	3					1	5,88	2	4,88
Grietas	1								
Inclinado	15					14	82,35	1	2,44
<b>Cuello raíz</b>	<b>3</b>							<b>1</b>	<b>2,44</b>
Deformaciones	1							1	2,44
Tumores	1							1	2,44
Heridas	2								
Descortezamientos	2								



FIG 6: Muérdago. Tumoración en tronco. Daños en la guía principal y chancro ennegrecido debidos a *Peridermium pini*.



<b>MODELOS DE DEFOLIACION</b>		
		
<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
		
<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
		
<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
		
<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>

<b>MODELOS DE DEFOLIACION</b>		
		
<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
		
<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
		
<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
		
<b>2015</b>		

Los dos principales parámetros para evaluar el estado de salud en masas forestales son la **defoliación** y **decoloración**

**DEFOLIACION:** se entiende por defoliación la pérdida de hojas/acículas que sufre un árbol en la parte de su copa evaluable, es decir, eliminando del proceso de estima la copa muerta (ramas y ramillos claramente muertos) y la parte de la copa con ramas secas por poda natural o competencia.

De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de defoliación o daño:

- ✓ **Arboles sin daño:** defoliación 0-10%
- ✓ **Ligeramente dañados:** defoliación 15-25%
- ✓ **Moderadamente dañados:** defoliación 30-60%
- ✓ **Gravemente dañados:** defoliación 65-95%
- ✓ **Arboles muertos:** defoliación 100%

**DECOLORACION:** se entiende por decoloración, la aparición de coloraciones anormales en la totalidad del follaje o en una parte apreciable del mismo, utilizándose en su evaluación un criterio subjetivo que implica el conocimiento del medio forestal correspondiente por parte del evaluador.

De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de decoloración:

- ✓ **Clase 0:** decoloración nula
- ✓ **Clase 1:** decoloración ligera
- ✓ **Clase 2:** decoloración moderada
- ✓ **Clase 3:** decoloración grave



## 4. Instrumentación.

Para el seguimiento intensivo y continuo de la parcela están instalados los siguientes equipos de medición:

TABLA 8: Equipos de medición instalados en la parcela. Periodicidad quincenal 1997-2011; Mensual desde 2012

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
Meteorología	Torre meteorológica		1	1997	Quincenal/Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		1		
Trascolación	Acumuladores	6		1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	1			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	Quincenal/Mensual
Solución del suelo	Lisímetros	8		1998	Quincenal/Mensual
Humedad del suelo	Sonda de humedad	1		2009	Quincenal/Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2000	Quincenal/Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		1999	Quincenal/Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		1997	Quincenal/Mensual





**FIG 7:** Parcela interior. Acumuladores de deposición. Captador de desfronde. Sonda de humedad. Pluviómetro. Caja de lisímetros. Dialdendro



## 5. Deposición atmosférica.

La **deposición atmosférica** es un conjunto de procesos que conducen al depósito de materiales ajenos (a través de hidrometeoros, aerosoles o movimientos de gases) sobre la superficie descubierta del suelo o sobre la superficie exterior de árboles y plantas (troncos, ramas y hojas). La deposición depende de la concentración de contaminantes en una estación y momento determinados, lo que a su vez es función de la situación y actividad de las fuentes de emisión (grandes núcleos urbanos o industrias) así como de las condiciones atmosféricas, que determinan no sólo el movimiento de los contaminantes sino la reactividad entre los mismos.

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

- ✓ **Deposición seca:** depósito directo de los contaminantes sobre la superficie del suelo, el agua y la vegetación. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas próximas a los focos de emisión.
- ✓ **Deposición húmeda:** depósito arrastrado hacia el ecosistema por la lluvia o la nieve. Previa unión de los contaminantes a las nubes o gotas de precipitación. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas alejadas de los focos de emisión.
- ✓ **Deposición por nubes, niebla y oculta:** la vegetación intercepta directamente el agua y los contaminantes de las nubes, niebla, rocío y escarcha.

Para desarrollar un programa de seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de los bosques, uno de los objetivos principales del programa, es necesario disponer de una estimación de la cantidad de contaminantes que entran periódicamente por unidad de superficie. Como sistema de medición más económico y eficaz se ha desarrollado el **método de trascolación**, empleado en todo el sistema ICP-Forests, que permite la estimación de las deposiciones total y seca, el cálculo de la deposición húmeda y la caracterización de los procesos de interacción entre los contaminantes que tienen lugar dentro del arbolado.

Para caracterizar la deposición se toman como vías de entrada al ecosistema:

- ✓ **Precipitación en campo abierto:** denominada también precipitación incidente o *bulk deposition*, que llega al suelo directamente desde el cielo, sin atravesar el dosel arbóreo y que se corresponde con la deposición húmeda
- ✓ **Precipitación bajo dosel arbóreo:** denominada también trascolación o *throughfall* en la que se recoge el agua que llega al suelo tras atravesar el follaje de la masa forestal, tras mojar la superficie de las copas e interactuar con ellas, arrastrando parte de la deposición seca previamente caída, así como la precipitación húmeda.

La toma de muestras se hace en una batería de colectores normalizados situados a campo abierto y bajo cubierta arbórea y se analizan en una serie de laboratorios de referencia convenientemente intercalibrados entre sí, a través de un exhaustivo sistema de control y aseguramiento de calidad, de forma que resulten intercomparables y coherentes entre sí los resultados obtenidos en los países integrantes del programa. Para el cálculo de la deposición hay que tener en cuenta tanto la cantidad de precipitación al ecosistema como la concentración de los diferentes solutos en la misma.

Como variables de medición de la deposición, el manual considera los siguientes parámetros:

**TABLA 9:** parámetros descriptores de la deposición atmosférica en los ecosistemas forestales del Programa ICP-Forests.

Variable	Descripción	Valores de referencia RTSAP(*)
<b>pH</b>	Medida de la acidez o basicidad. Se considera lluvia ácida con valores $\leq 5,65$ .	6,5 – 9,5
<b>Conductividad</b>	Índice de la presencia general de solutos en el agua.	$\leq 2.500 \mu\text{S/cm}$
<b>Calcio</b>	Elementos que se encuentran en el agua de lluvia debido fundamentalmente a su origen terrígeno, al formar parte de la mayoría de los suelos, especialmente en zonas de terreno calizo.	n.d
<b>Magnesio</b>		n.d
<b>Potasio</b>		n.d
<b>Sodio</b>		200 mg/l
<b>Cloro</b>	Elementos de origen marino, dependiendo su presencia de la distancia a la línea de costa. Papel tóxico en la vegetación	250 mg/l
<b>Amonio</b>	Procede de emisiones contaminantes a la atmósfera fundamentalmente de actividades agrícolas o ganaderas. Papel en la acidificación de los suelos.	0,50 mg/l
<b>Nitratos</b>	Producidos por la actividad industrial, doméstica y de transporte, ligados a procesos de combustión y responsables de la acidificación de la deposición que llega a los ecosistemas forestales. Papel precursor (N) en la formación de ozono, contaminante secundario en forma de aerosol.	50 mg/l
<b>Sulfatos</b>		250 mg/l

(\*)RTSAP: Reglamento Técnico-Sanitario de Aguas Potables.

Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 30Ps, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

De cada parámetro se da el comportamiento del parámetro, la diferencia existente entre trascolación (bajo cubierta arbórea) y precipitación incidente (a campo abierto), lo que da idea tanto del papel del arbolado como sumidero como de la incidencia de la deposición seca, así como la distribución por trimestres de cada deposición, con objeto de caracterizar una posible tendencia temporal en el aporte de polutentes al ecosistema.

## 5.1. pH.

TABLA 10: Caracterización pH. Media anual ponderada por volumen (en rojo valores anuales < 5,65), porcentaje de muestreos en los que se ha obtenido pH < 5,65 (lluvia ácida), precipitación anual y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	5,58	64,29	559	6,60	0,00	687	5,95	6,27
1998	5,57	50,00	553	6,61	5,56	595	5,84	6,21
1999	6,25	0,00	685	6,60	0,00	957	6,19	6,48
2000	5,63	22,22	687	6,15	16,67	961	6,07	6,27
2001	5,55	60,00	598	5,96	21,05	802	5,86	6,00
2002	6,32	42,86	676	6,71	0,00	872	6,41	6,54
2003	5,57	50,00	796	6,15	5,00	941	6,17	6,21
2004	5,88	42,86	502	6,11	33,33	622	6,19	6,13
2005	5,20	73,33	257	5,73	40,00	354	6,01	5,98
2006	5,53	61,11	602	6,08	22,22	816	6,13	6,07
2007	5,49	50,00	448	5,88	30,00	663	6,01	5,79
2008	5,48	66,67	719	5,99	25,00	946	6,14	5,99
2009	5,37	63,64	404	6,24	0,00	582	6,14	6,13
2010	5,53	50,00	908	6,03	0,00	1196	6,22	6,19
2011	5,52	66,67	468	5,95	27,27	643	6,10	6,04
2012	5,48	66,67	169	6,16	16,67	261	5,96	5,98
2014	5,87	12,50	397	6,34	0,00	528	6,17	6,16

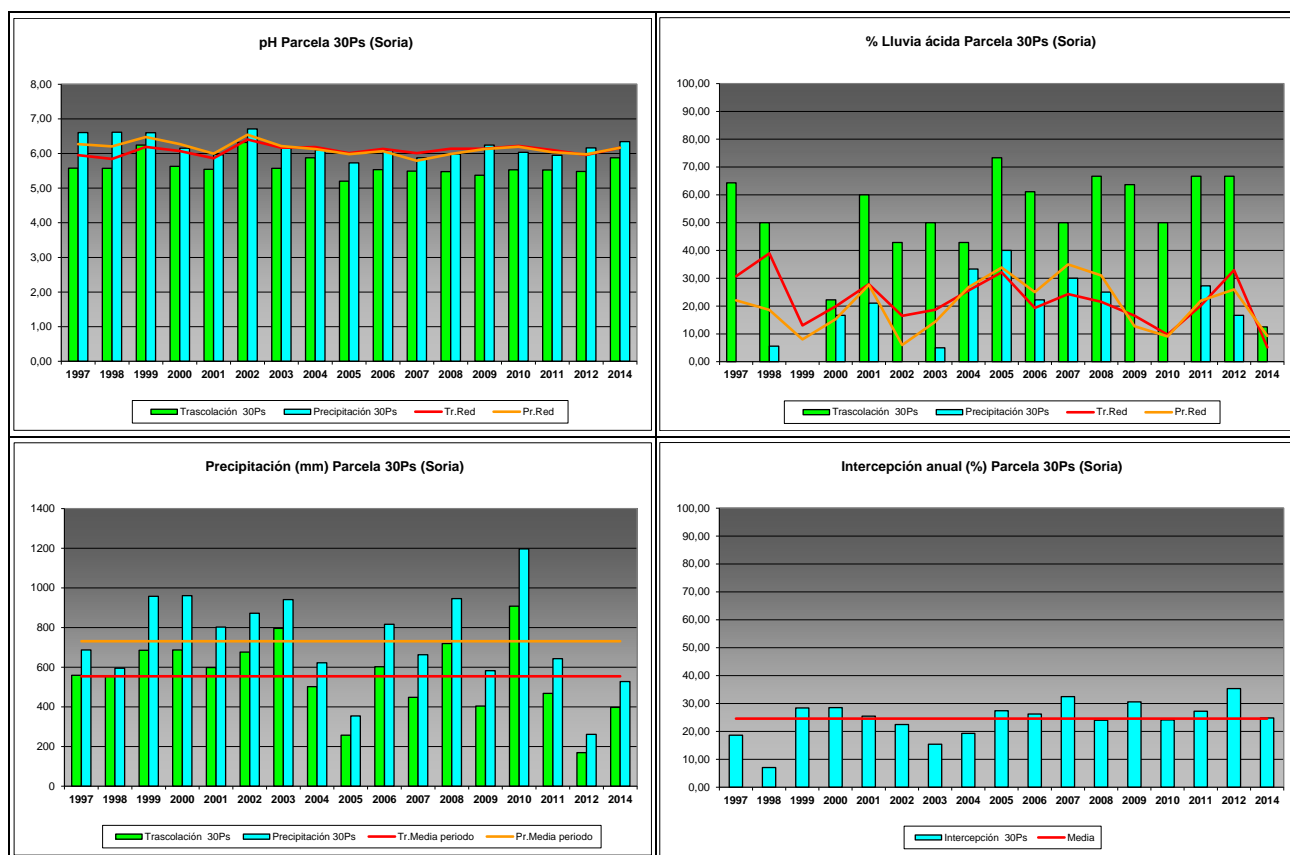


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción

## 5.2. Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

TABLA 11: Caracterización Conductividad. Media anual ponderada por volumen, precipitación anual y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	13,11		559	52,99		687	25,59	22,11
1998	20,24		553	52,97		595	29,47	22,63
1999	19,60		685	17,02		957	33,24	19,93
2000	23,99		687	26,13		961	35,37	22,07
2001	13,23		598	8,68		802	28,43	16,06
2002	34,56		676	25,96		872	49,05	30,17
2003	18,47		796	20,76		941	46,47	25,27
2004	44,74		502	41,69		622	63,98	37,20
2005	35,11		257	25,61		354	65,86	30,61
2006	32,96		602	25,64		816	61,93	28,83
2007	32,67		448	24,79		663	50,03	28,98
2008	19,04		719	11,70		946	46,84	22,94
2009	26,29		404	14,08		582	49,56	20,18
2010	15,99		908	9,14		1196	44,44	15,09
2011	22,84		468	10,26		643	51,52	19,09
2012	24,29		169	9,10		261	53,38	20,50
2014	22,97		397	12,53		528	28,66	15,29

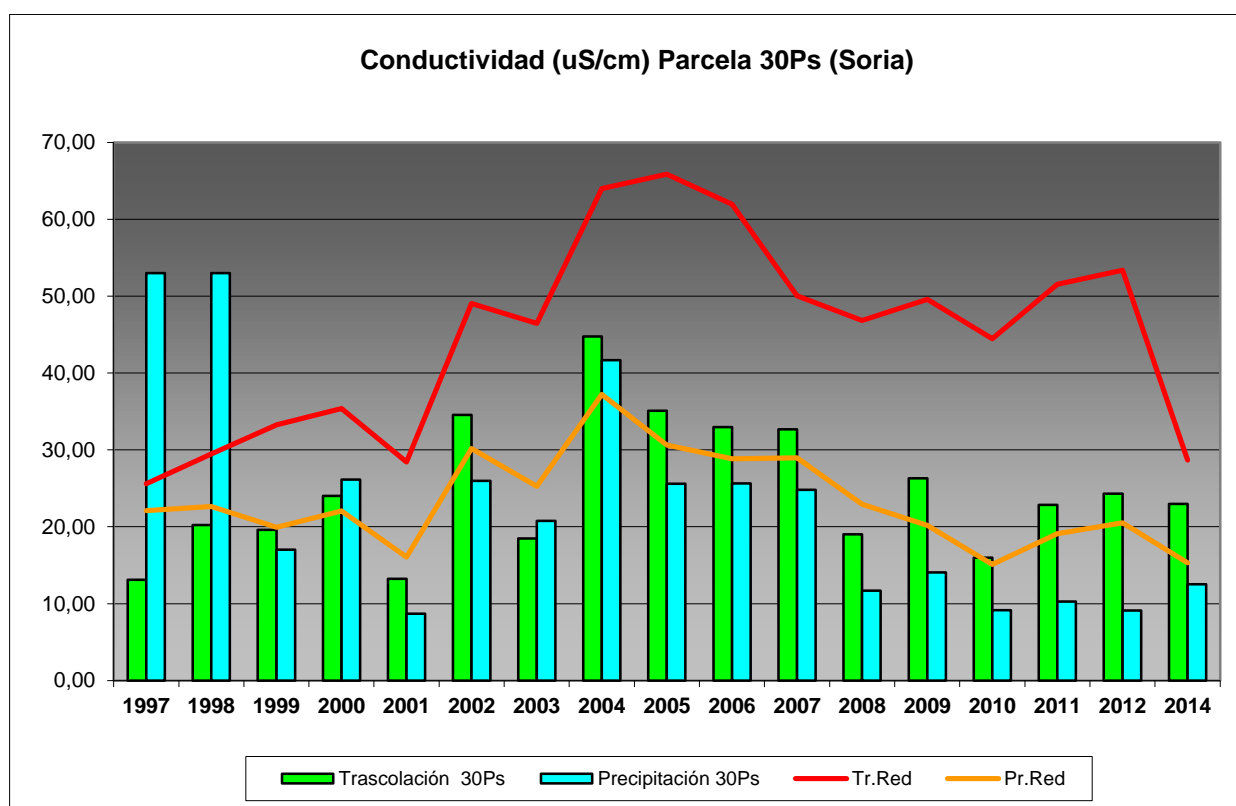


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.



## 5.3. Potasio.

TABLA 12: Caracterización Potasio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,16	6,48	559	1,70	11,67	687	-5,19	7,33	5,18
1998	<b>3,79</b>	20,94	553	<b>3,70</b>	22,00	595	-1,06	19,45	13,28
1999	2,46	16,82	685	1,48	14,13	957	2,69	17,99	11,86
2000	3,15	<b>21,65</b>	687	2,41	<b>23,20</b>	961	-1,54	22,33	<b>15,28</b>
2001	1,44	8,51	598	0,69	5,48	802	3,04	16,00	9,92
2002	2,54	17,18	676	0,90	7,89	872	9,29	19,36	7,73
2003	1,29	10,16	796	0,50	4,66	941	5,51	12,93	3,83
2004	3,49	15,20	502	0,77	4,17	622	11,03	16,14	4,88
2005	2,99	7,69	257	1,41	4,99	354	2,70	12,47	5,15
2006	2,82	16,98	602	1,27	10,31	816	6,67	19,14	9,86
2007	3,47	15,40	448	1,43	9,31	663	6,09	20,44	7,92
2008	2,49	17,94	719	0,79	7,51	946	10,43	<b>22,97</b>	6,57
2009	2,73	11,01	404	0,48	2,81	582	8,20	18,05	4,28
2010	1,60	14,53	908	0,37	4,38	1196	10,15	21,96	3,59
2011	2,02	9,37	468	0,27	1,75	643	7,62	18,92	5,75
2012	<b>0,72</b>	<b>1,22</b>	169	<b>0,16</b>	<b>0,42</b>	261	0,80	<b>2,99</b>	<b>0,92</b>
2014	3,77	14,98	397	0,19	0,99	528	13,99	12,25	1,58
Media	<b>2,47</b>	<b>13,30</b>	<b>554,59</b>	<b>1,09</b>	<b>7,98</b>	<b>730,96</b>	<b>5,32</b>	<b>16,51</b>	<b>6,92</b>

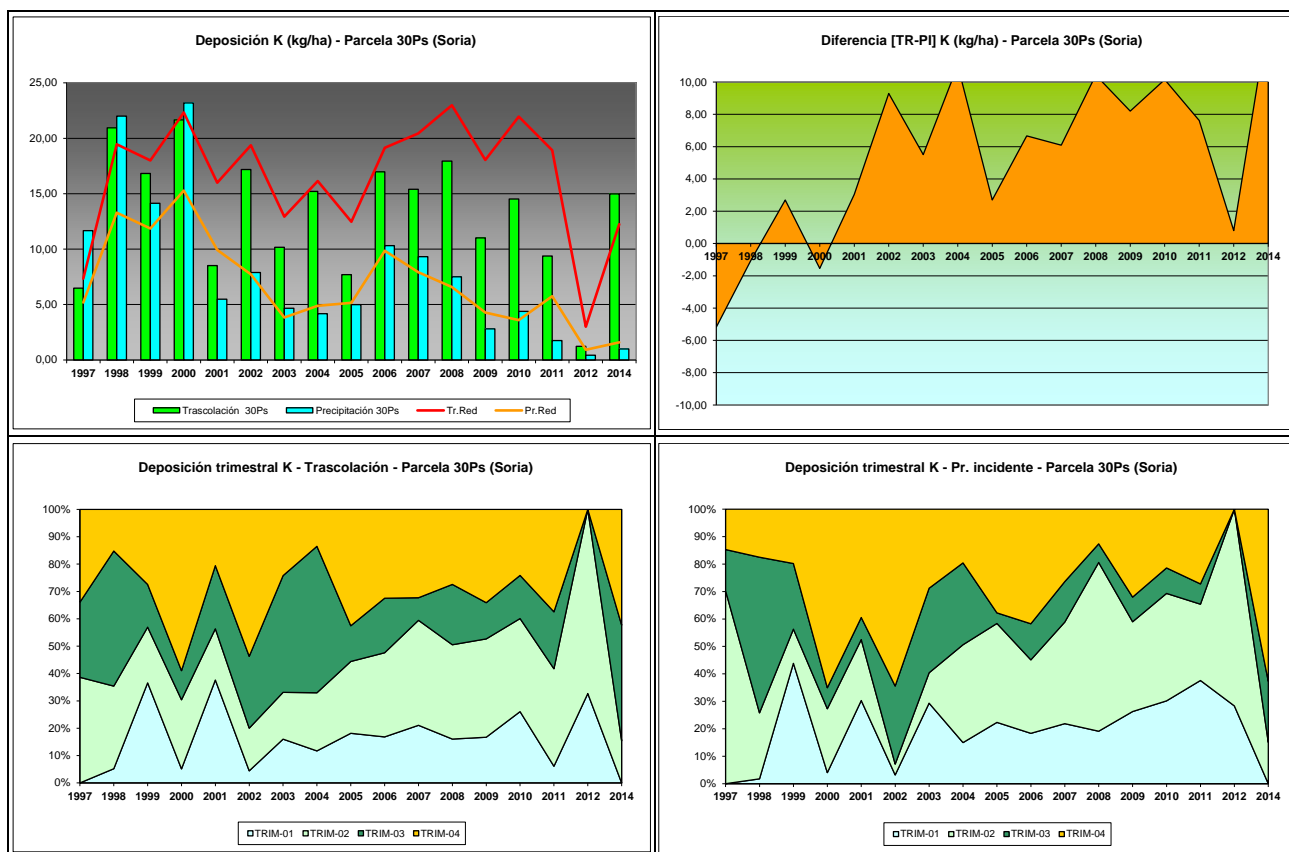


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 5.4. Calcio.

TABLA 13: Caracterización Calcio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,91	5,11	559	1,33	9,16	687	-4,05	7,29	5,16
1998	0,78	4,33	553	0,88	5,21	595	-0,87	6,91	4,05
1999	0,92	6,33	685	0,69	6,57	957	-0,24	10,77	6,68
2000	1,22	8,36	687	0,50	4,82	961	3,54	10,94	7,70
2001	0,68	4,03	598	0,37	2,96	802	1,07	8,58	6,22
2002	1,35	9,16	676	1,00	8,73	872	0,43	12,23	9,40
2003	2,84	22,62	796	3,66	34,47	941	-11,85	23,45	26,64
2004	3,84	16,69	502	5,52	29,91	622	-13,22	18,95	20,04
2005	2,09	5,37	257	2,02	7,15	354	-1,78	11,17	9,81
2006	2,06	12,40	602	1,96	15,99	816	-3,60	17,51	16,49
2007	2,02	8,96	448	1,86	12,11	663	-3,15	18,16	14,99
2008	1,13	8,12	719	0,80	7,57	946	0,55	14,94	12,47
2009	1,58	6,37	404	1,12	6,52	582	-0,16	10,43	6,81
2010	0,86	7,81	908	0,58	6,88	1196	0,93	11,50	7,59
2011	1,32	6,11	468	0,76	4,88	643	1,24	11,32	6,29
2012	0,78	1,31	169	0,45	1,17	261	0,14	3,22	2,60
2014	1,49	5,92	397	0,94	4,97	528	0,96	8,87	6,09
Media	1,52	8,18	554,59	1,44	9,94	730,96	-1,77	12,13	9,94

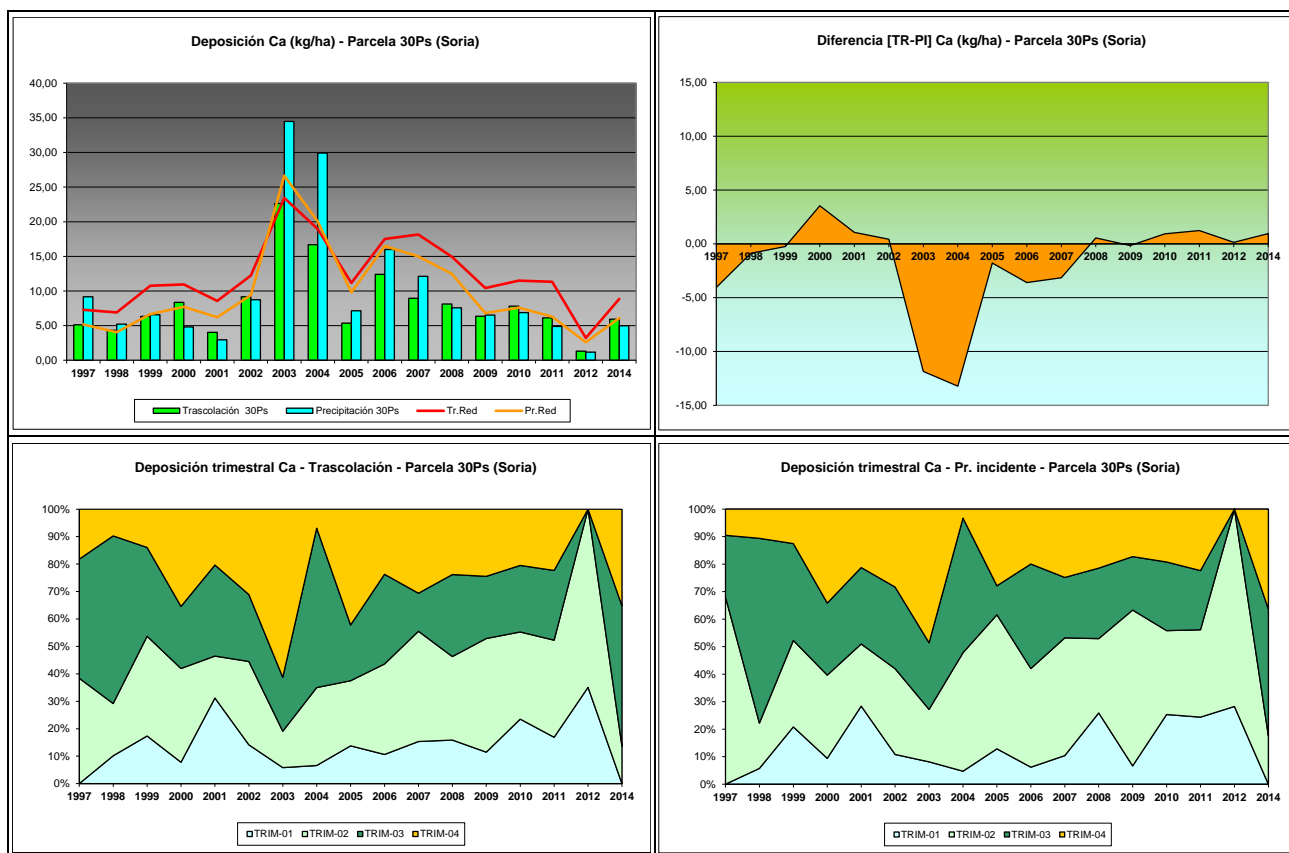


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 5.5. Magnesio.

TABLA 14: Caracterización Magnesio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,24	1,35	559	0,37	2,54	687	-1,19	3,66	<b>3,20</b>
1998	0,45	<b>2,50</b>	553	<b>0,59</b>	<b>3,49</b>	595	-0,99	4,07	2,78
1999	0,23	1,59	685	0,16	1,50	957	0,09	4,18	2,58
2000	0,23	1,61	687	0,16	1,53	961	0,08	3,46	1,84
2001	<b>0,15</b>	0,89	598	0,11	0,56	802	0,33	2,99	1,45
2002	0,22	1,48	676	0,12	0,82	872	0,66	3,93	1,83
2003	0,19	1,36	796	0,16	0,73	941	0,63	3,97	1,65
2004	0,43	1,87	502	0,57	2,66	622	-0,79	4,03	2,51
2005	0,32	<b>0,83</b>	257	0,16	0,33	354	0,49	2,73	1,01
2006	0,27	1,61	602	0,16	0,91	816	0,70	4,06	1,94
2007	0,32	1,41	448	0,15	0,85	663	0,56	<b>4,56</b>	2,17
2008	0,22	1,57	719	0,11	0,69	946	0,88	3,99	1,87
2009	0,30	1,21	404	0,09	0,52	582	0,69	3,95	1,67
2010	0,19	1,73	908	0,06	0,74	1196	0,99	4,42	1,89
2011	0,25	1,19	468	0,06	0,41	643	0,78	3,98	1,27
2012	<b>0,98</b>	1,66	169	0,43	1,11	261	0,55	2,35	1,52
2014	0,29	1,14	397	<b>0,06</b>	<b>0,32</b>	528	0,81	<b>1,96</b>	<b>0,77</b>
Media	0,24	1,35	559	0,37	2,54	687	-1,19	3,66	<b>3,20</b>

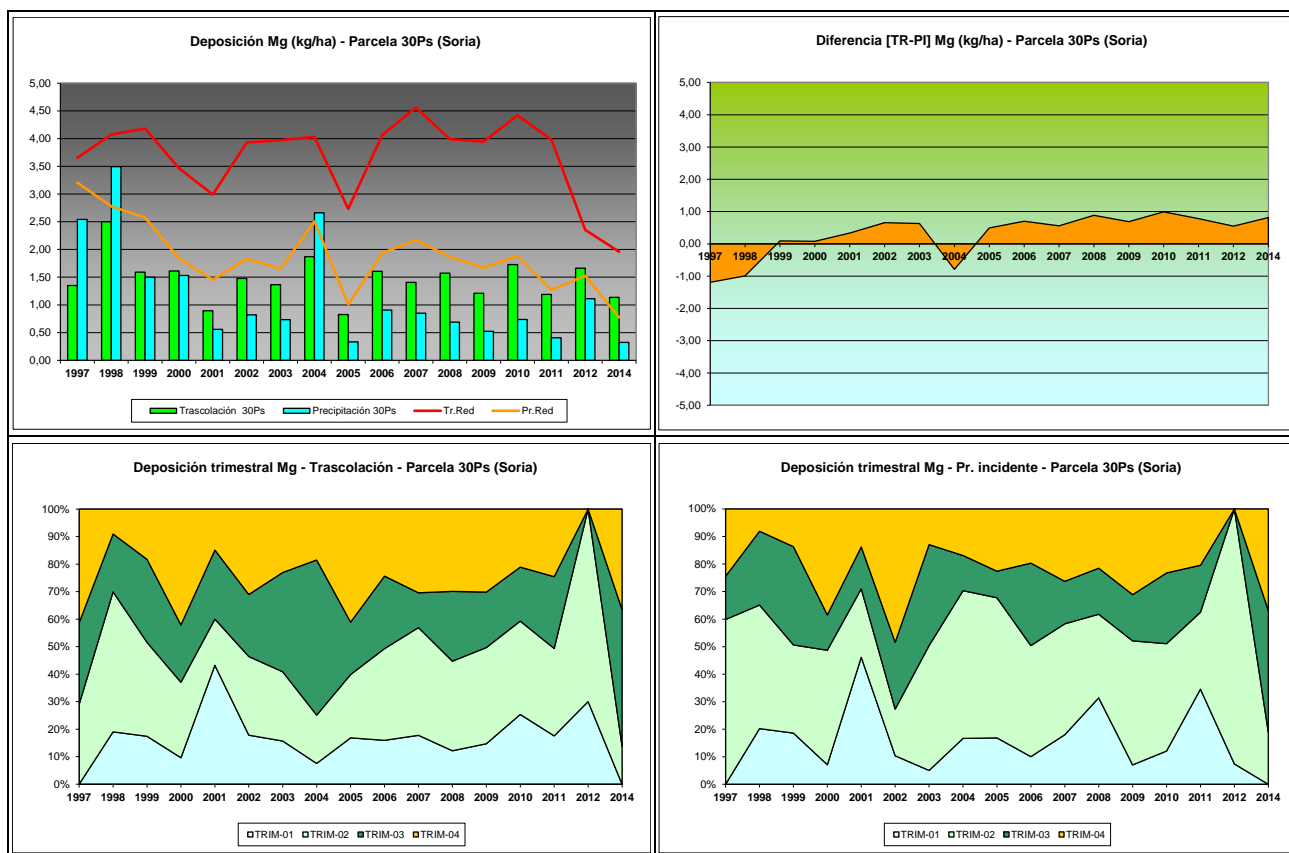


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 5.6. Sodio.

TABLA 15: Caracterización Sodio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,32	1,79	559	0,49	3,36	687	-1,57	6,07	6,65
1998	0,83	4,57	553	0,94	5,60	595	-1,03	11,74	10,50
1999	0,94	6,45	685	0,93	8,88	957	-2,43	19,31	13,85
2000	1,05	7,23	687	0,86	8,25	961	-1,02	18,12	13,02
2001	0,44	2,58	598	0,33	2,65	802	-0,07	18,38	12,14
2002	1,54	10,43	676	1,30	11,33	872	-0,90	28,50	18,75
2003	0,57	4,45	796	0,55	5,21	941	-0,76	22,49	12,86
2004	2,22	9,64	502	1,51	8,20	622	1,44	22,85	13,75
2005	0,88	2,27	257	0,62	2,18	354	0,08	14,42	7,16
2006	1,05	6,34	602	0,78	6,36	816	-0,02	24,17	16,07
2007	0,78	3,49	448	0,56	3,68	663	-0,19	23,14	14,21
2008	0,60	4,29	719	0,42	3,96	946	0,32	19,63	11,01
2009	0,70	2,82	404	0,54	3,13	582	-0,30	22,09	12,27
2010	0,61	5,52	908	0,44	5,31	1196	0,21	24,37	13,76
2011	0,95	4,42	468	0,17	1,11	643	3,31	20,72	5,97
2012	0,33	0,56	169	0,28	0,74	261	-0,18	4,35	2,86
2014	0,55	2,18	397	0,28	1,49	528	0,69	7,06	4,77
Media	0,84	4,65	554,59	0,65	4,79	730,96	-0,14	18,08	11,15

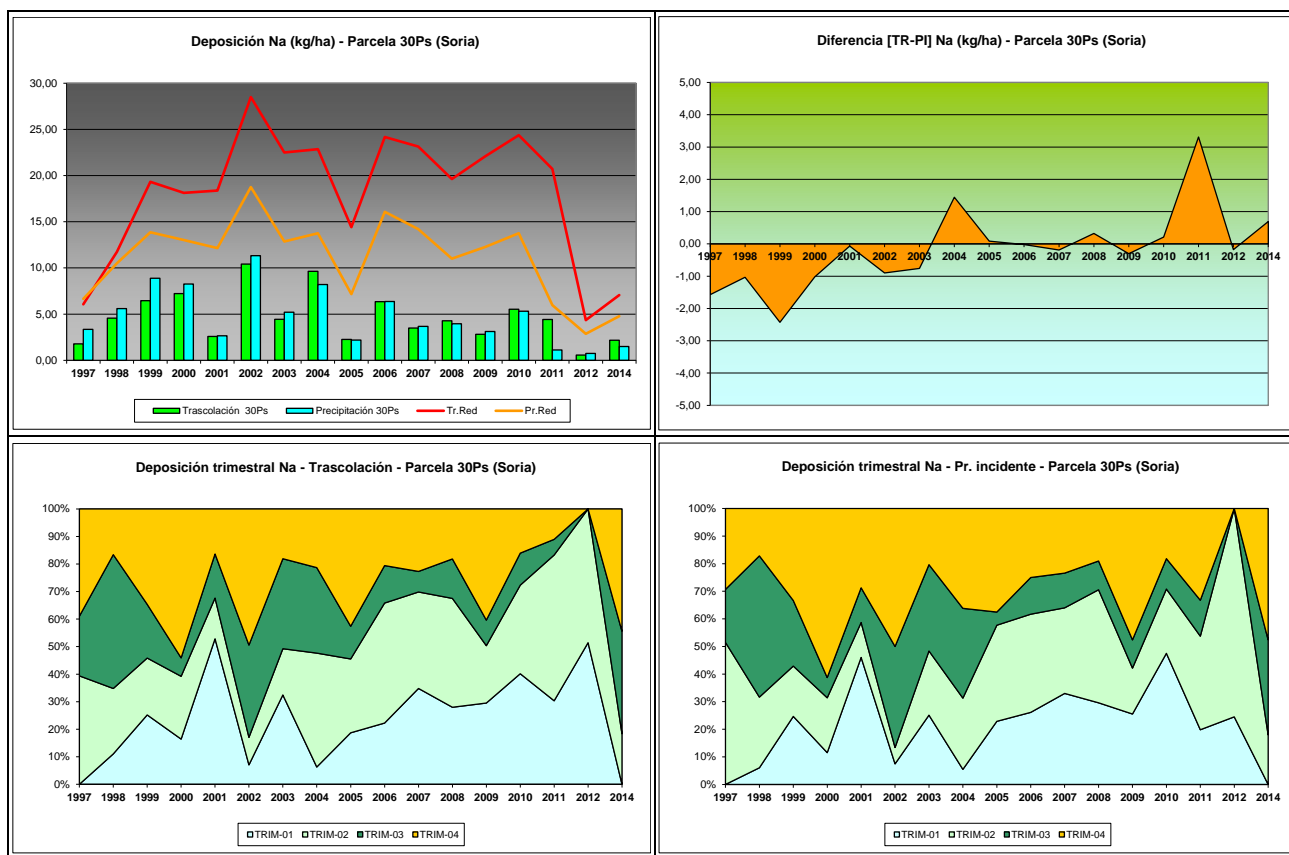


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres



## 5.7. Amonio.

TABLA 16: Caracterización Amonio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,29	1,61	559	5,69	39,09	687	-37,48	1,81	8,19
1998	0,26	1,44	553	6,38	37,93	595	-36,49	2,24	8,36
1999	0,44	2,98	685	0,84	8,03	957	-5,05	2,71	3,66
2000	0,29	2,01	687	1,50	14,38	961	-12,37	2,48	4,26
2001	0,19	1,10	598	0,27	2,12	802	-1,01	1,86	1,82
2002	0,27	1,52	676	0,26	2,16	872	-0,64	2,43	2,91
2003	0,26	2,03	796	0,35	3,32	941	-1,29	3,06	3,10
2004	0,47	2,14	502	0,51	3,05	622	-0,90	4,12	3,23
2005	0,45	1,13	257	0,44	1,54	354	-0,42	2,41	1,80
2006	0,45	2,69	602	0,45	3,62	816	-0,93	3,62	3,05
2007	0,45	2,01	448	0,38	2,44	663	-0,43	3,53	3,58
2008	0,27	1,74	719	0,26	2,46	946	-0,72	2,91	2,62
2009	0,37	1,50	404	0,34	1,96	582	-0,46	2,73	1,82
2010	0,18	1,60	908	0,19	2,25	1196	-0,66	3,12	2,09
2011	0,64	2,98	468	0,51	3,25	643	-0,27	4,36	3,15
2012	0,89	1,50	169	0,68	1,77	261	-0,26	2,26	2,06
2014	0,71	2,80	397	0,75	3,97	528	-1,17	4,22	3,26
Media	0,40	1,93	554,59	1,16	7,84	730,96	-5,92	2,93	3,47

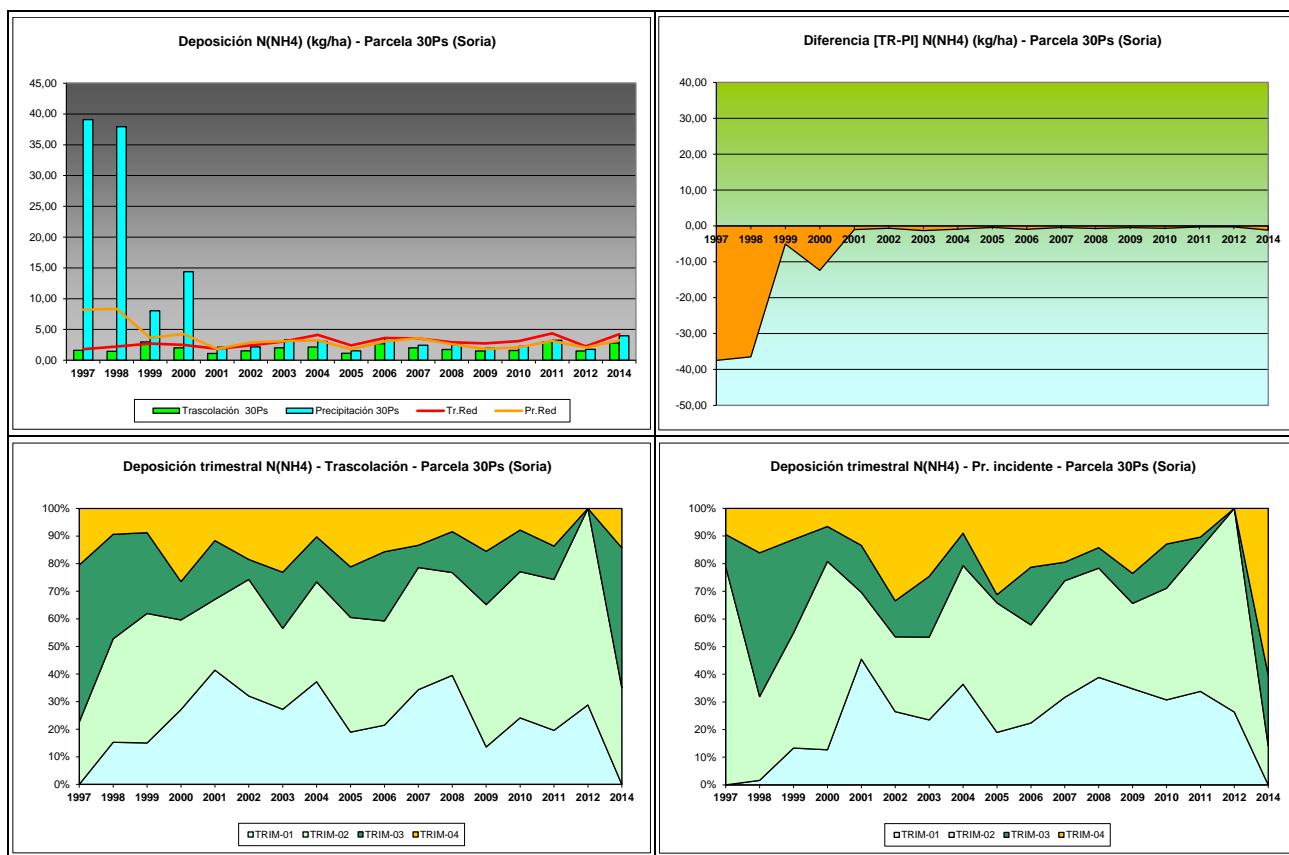


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 5.8. Cloro.

TABLA 17: Caracterización Cloro. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,62	3,48	559	0,87	5,96	687	-2,48	10,88	10,93
1998	1,41	7,80	553	1,26	7,48	595	0,32	19,88	16,27
1999	1,41	9,67	685	1,11	10,59	957	-0,91	36,56	23,56
2000	1,00	6,85	687	0,95	9,15	961	-2,30	28,62	15,70
2001	1,04	5,89	598	0,53	4,03	802	1,86	32,37	19,20
2002	1,89	12,80	676	1,36	11,89	872	0,91	44,79	24,88
2003	1,34	10,51	796	2,97	27,91	941	-17,41	39,97	31,89
2004	3,95	19,85	502	6,19	38,45	622	-18,60	47,45	37,43
2005	2,39	6,14	257	3,90	13,82	354	-7,67	28,61	21,76
2006	3,02	18,18	602	3,66	29,82	816	-11,64	49,90	41,76
2007	2,62	11,75	448	3,20	20,83	663	-9,09	45,78	37,79
2008	1,31	9,28	719	1,27	12,04	946	-2,76	40,90	30,60
2009	1,45	5,84	404	0,92	5,38	582	0,46	45,08	25,80
2010	0,93	8,47	908	0,76	9,11	1196	-0,64	41,17	21,32
2011	0,95	3,77	468	0,37	2,41	643	1,37	29,44	13,12
2012	1,49	2,51	169	0,30	0,79	261	1,72	11,34	5,87
2014	0,98	3,88	397	0,25	1,31	528	2,57	6,22	3,12
Media	1,64	8,63	554,59	1,76	12,41	730,96	-3,78	32,88	22,41

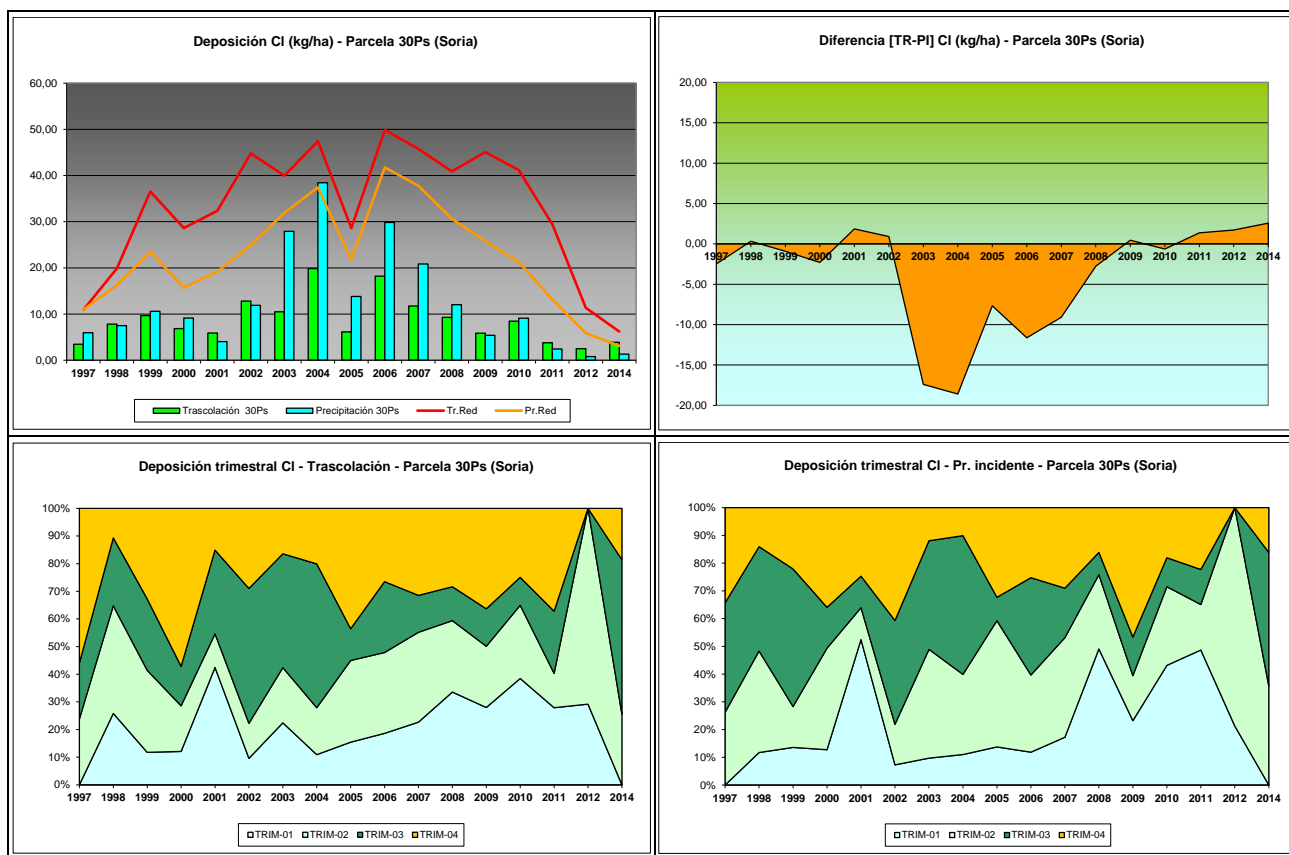


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 5.9. Nitratos.

TABLA 18: Caracterización Nitratos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,34	1,88	559	0,24	1,62	687	0,26	2,24	2,13
1998	0,60	3,29	553	0,39	2,33	595	0,97	3,67	2,27
1999	0,56	<b>3,83</b>	685	0,47	<b>4,47</b>	957	-0,64	4,43	2,94
2000	0,35	2,39	687	0,28	2,69	961	-0,31	3,79	2,38
2001	0,38	2,13	598	0,20	1,50	802	0,63	3,51	2,09
2002	0,45	3,07	676	0,34	2,93	872	0,13	4,15	2,84
2003	0,38	2,97	796	0,28	2,63	941	0,35	5,39	2,74
2004	0,66	3,33	502	0,46	2,83	622	0,51	6,93	3,28
2005	0,77	1,98	257	0,32	1,13	354	0,86	4,31	1,83
2006	0,60	3,61	602	0,33	2,65	816	0,96	5,54	2,75
2007	0,58	2,61	448	0,26	1,71	663	0,90	5,06	2,96
2008	<b>0,19</b>	1,31	719	0,20	1,87	946	-0,55	4,72	3,38
2009	0,52	2,08	404	0,30	1,75	582	0,33	3,87	1,87
2010	0,22	1,75	908	0,20	2,42	1196	-0,67	1,87	2,37
2011	<b>0,90</b>	3,58	468	<b>0,69</b>	4,41	643	-0,84	<b>7,76</b>	<b>4,61</b>
2012	0,70	1,18	169	0,29	<b>0,76</b>	261	0,43	<b>1,65</b>	<b>0,99</b>
2014	0,26	<b>1,05</b>	397	<b>0,19</b>	0,98	528	0,06	2,70	1,48
Media	<b>0,50</b>	<b>2,47</b>	<b>554,59</b>	<b>0,32</b>	<b>2,28</b>	<b>730,96</b>	<b>0,20</b>	<b>4,21</b>	<b>2,52</b>

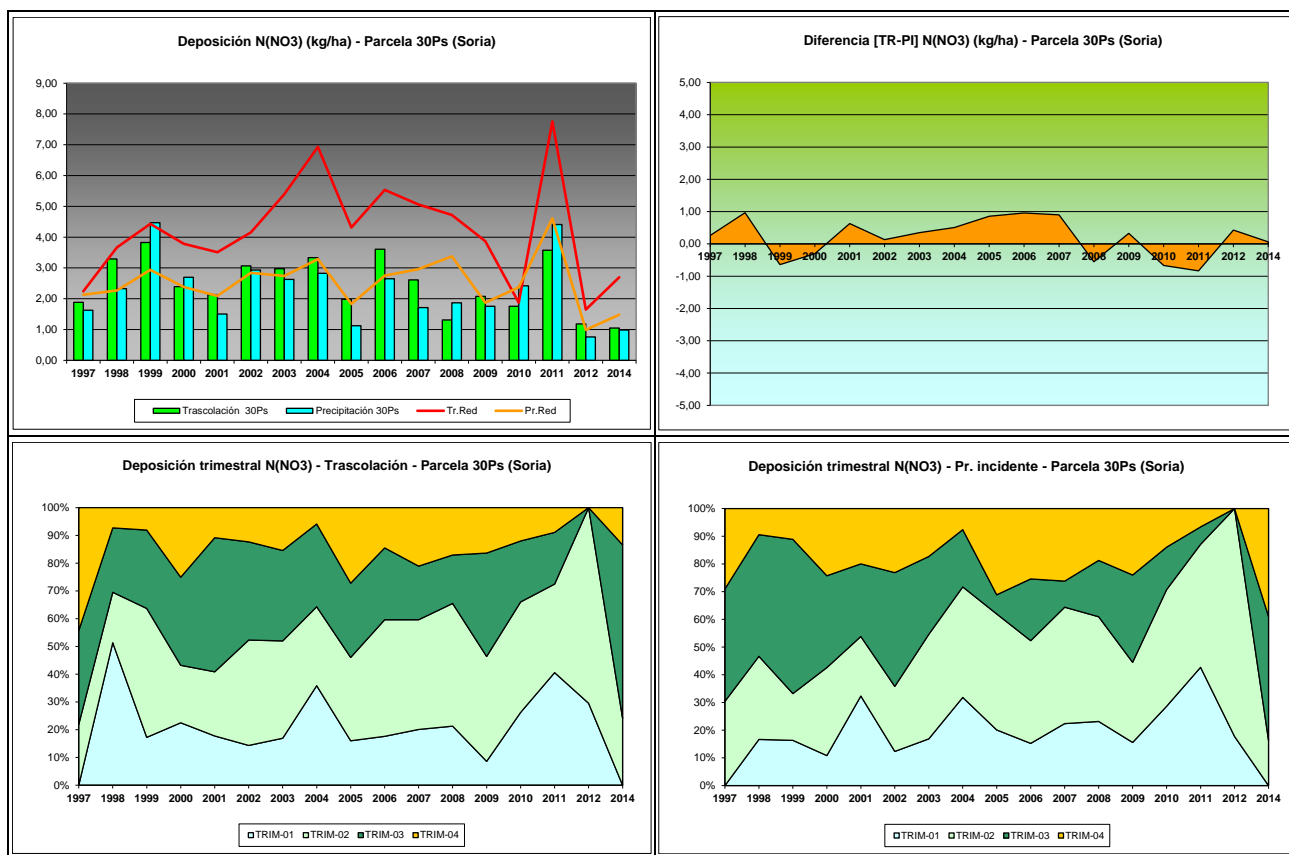


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 5.10. Sulfatos.

TABLA 19: Caracterización Sulfatos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,40	2,23	559	0,89	6,11	687	-3,88	3,00	3,70
1998	<b>0,86</b>	4,78	553	<b>1,24</b>	7,40	595	-2,62	5,81	5,79
1999	0,85	<b>5,80</b>	685	1,06	<b>10,13</b>	957	-4,33	7,17	<b>6,35</b>
2000	0,37	2,54	687	0,53	5,07	961	-2,53	6,42	4,57
2001	0,34	1,95	598	0,28	2,07	802	-0,13	5,68	4,11
2002	0,54	3,68	676	0,47	4,13	872	-0,45	7,73	6,07
2003	0,34	2,68	796	0,42	3,97	941	-1,30	6,85	4,80
2004	0,82	4,11	502	0,66	4,10	622	0,00	<b>8,72</b>	5,84
2005	0,54	1,38	257	0,45	1,58	354	-0,21	4,69	3,12
2006	0,49	2,94	602	0,41	3,36	816	-0,42	6,80	4,69
2007	0,55	2,46	448	0,41	2,67	663	-0,22	7,24	5,12
2008	0,30	2,16	719	0,22	2,04	946	0,12	4,49	2,61
2009	0,28	1,13	404	0,32	1,85	582	-0,72	4,67	3,32
2010	<b>0,10</b>	0,93	908	<b>0,16</b>	1,94	1196	-1,01	4,27	2,88
2011	0,36	1,45	468	0,45	2,92	643	-1,48	5,93	4,57
2012	0,29	<b>0,50</b>	169	0,22	<b>0,57</b>	261	-0,08	<b>1,84</b>	<b>1,35</b>
2014	0,20	0,79	397	0,24	1,26	528	-0,46	2,25	2,07
Media	<b>0,45</b>	<b>2,44</b>	<b>554,59</b>	<b>0,50</b>	<b>3,60</b>	<b>730,96</b>	<b>-1,16</b>	<b>5,50</b>	<b>4,17</b>

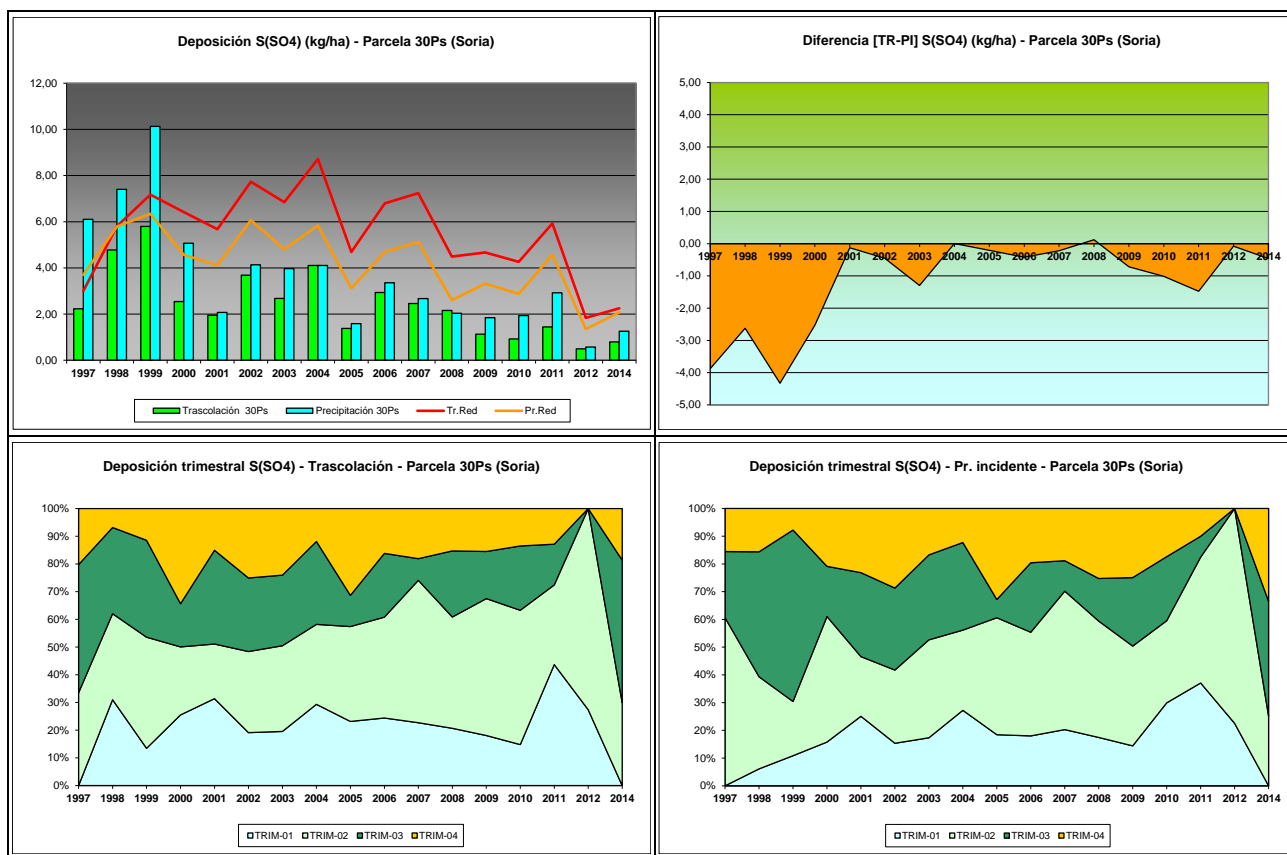


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres



## 5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 30Ps, cabe destacar:

Se observa una acidificación en los valores de **pH** correspondientes a la trascolación, con pH por debajo del umbral de 5,65, mientras que los valores correspondientes a la precipitación incidente se advierte un comportamiento más normal; siendo 2005 el año con resultados globales más adversos. La frecuencia de valores anormales disminuye a lo largo del último año de evaluación. El valor de la intercepción debida a la cubierta arbórea se sitúa en el 24,55%.

Por lo que se refiere a la conductividad, se advierten valores generalmente por debajo del resto de la Red a lo largo de la serie de años, mayores valores en la serie de trascolación debido a la incidencia del depósito sobre la cubierta arbórea, excepto el periodo 1997-1998 en el que se registraron valores altos a campo abierto al haberse situado la parcela exterior junto a una zona ganadera, lo que dio lugar al traslado de la misma a una zona con menor influencia animal en 1999, momento a partir del cual los valores se estabilizan.

En cuanto al **potasio**, presenta también en general valores por debajo de la media nacional, concentrándose los máximos al comienzo de la serie y los mínimos al final, con un repunte en el último año de estudio del valor de la trascolación. En general, los valores observados son mayores en trascolación que en precipitación a campo abierto y en general unas mayores tasas en primavera y otoño.

El **calcio** presenta también sus máximos concentrados en torno a 2003, registrándose las menores tasas de deposición en 2012. En 2003-2004 las deposiciones a campo abierto se situaron incluso por encima del valor medio de la Red, superando incluso a los valores de trascolación, mientras que el mayor aporte tiende a producirse en primavera.

Por lo que respecta al **magnesio**, los mayores aportes se han producido en 1997-1998 y 2004 en los que se registraron tasas mayores en la precipitación a campo abierto, superándose incluso en algún caso la media de la Red. Por regla general, y salvo estos casos puntuales, se advierten deposición mayores en la trascolación, debido a la influencia de la deposición seca. Como en el terrígeno anterior, los mayores aportes tienden a producirse en primavera.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores muy por debajo de la media de la Red, registrándose las mayores deposiciones en 2002, sin demasiadas variaciones entre trascolación y precipitación a campo abierto, fuera de una mayor tendencia a la concentración en campo abierta que va atenuándose a medida que avanza la serie histórica. Los mayores aportes se han registrado en primavera y otoño.

El **amonio** presenta tasas considerablemente elevadas en el periodo 1997-1998 por la ubicación mencionada de la parcela exterior, cuyo cambio en 1999 provoca la reducción de las tasas de deposición que a partir de ese momento se mantienen en niveles estables y comparativamente bajos, por debajo de 5 kg/ha. Tampoco se observan grandes diferencias entre los niveles obtenidos a campo abierto y bajo cubierta, lo que indicaría una baja participación en la deposición seca. Destaca una concentración del aporte en primavera.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, se registran las mayores tasas en los bienios 2003-2004 y 2006-2007, siempre –al igual que el sodio– con mayores deposiciones a campo abierto, tendencia que se invierte en el último trienio 2011-2014 cuando se registran mayores valores bajo cubierta, y con tasas en general inferiores a la media de la Red. No se advierte una tendencia temporal tan marcada.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general inferiores a la media de la Red, con los mayores valores en 1999 y 2011, y escasas diferencias entre la trascolación y la precipitación a campo abierto. Al igual que en casos anteriores, los mayores aportes tienden a producirse en primavera.

Por último, y en referencia a los **sulfatos**, se advierten unas tasas comparativamente grandes en los tres primeros años de funcionamiento de la red, 1997-1999, para reducirse a partir de ese momento; por debajo de umbrales de 3-4 kg/ha. En general las tasas de deposición a campo abierto son mayores, y al igual que en el caso anterior, se registran los mayores aportes en primavera.

## 6. Calidad del aire. Inmisión.

Además del aporte de un determinado componente al ecosistema forestal, vía deposición seca/húmeda evaluada en el apartado anterior, en la Red Europea de Nivel II se mide desde 2000 la concentración en el aire de determinados contaminantes, lo que se conoce con el nombre de inmisión. Normativamente y en España se analiza la concentración de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, amonio (expresados en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y ozono (expresado en ppb).

La medición se hace a través de dosímetros pasivos, dispositivos de muestreo dotados de un compuesto químico diana sensible a los distintos contaminantes con los que va reaccionando y que permite evaluar la concentración en aire de los mismos. En el periodo 2000-2009 el cambio de dispositivos fue quincenal, efectuándose de forma mensual a partir de 2010.

Los principales resultados habidos en la parcela se especifican a continuación.

**TABLA 20:** Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red.

Año	Parcela 30Ps				Media Red			
	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NH <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> (ppb)	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NH <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> (ppb)
2000	0,89	1,05	1,28	23,32	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	<b>1,65</b>	1,18	1,27	29,37	<b>3,01</b>	2,51	2,13	38,48
2002	0,45	<b>0,27</b>	0,99	26,05	0,95	<b>0,75</b>	1,57	32,70
2003	<b>0,42</b>	0,30	<b>2,32</b>	24,06	1,05	1,07	<b>2,87</b>	30,03
2004	0,52	0,38	1,15	<b>19,41</b>	1,47	1,34	2,69	<b>25,36</b>
2005								
2006	0,70	0,46	0,77	21,44	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	0,67	0,54	0,89	22,17	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	0,50	0,42	0,60	22,09	<b>0,82</b>	1,32	0,93	27,18
2009	0,76	1,32	0,71	29,14	1,06	2,89	1,30	36,30
2010	0,64	1,26	0,60	29,08	1,29	<b>3,38</b>	1,00	37,54
2011	0,73				1,50		<b>0,48</b>	
2012	0,90	<b>1,37</b>	<b>0,54</b>	<b>30,32</b>	1,60	3,25	0,85	<b>38,79</b>
2014	0,74	1,64	0,91	23,18	1,44	3,35	1,11	29,51
Media	<b>0,74</b>	<b>0,85</b>	<b>1,00</b>	<b>24,97</b>	<b>1,50</b>	<b>2,13</b>	<b>1,54</b>	<b>32,11</b>

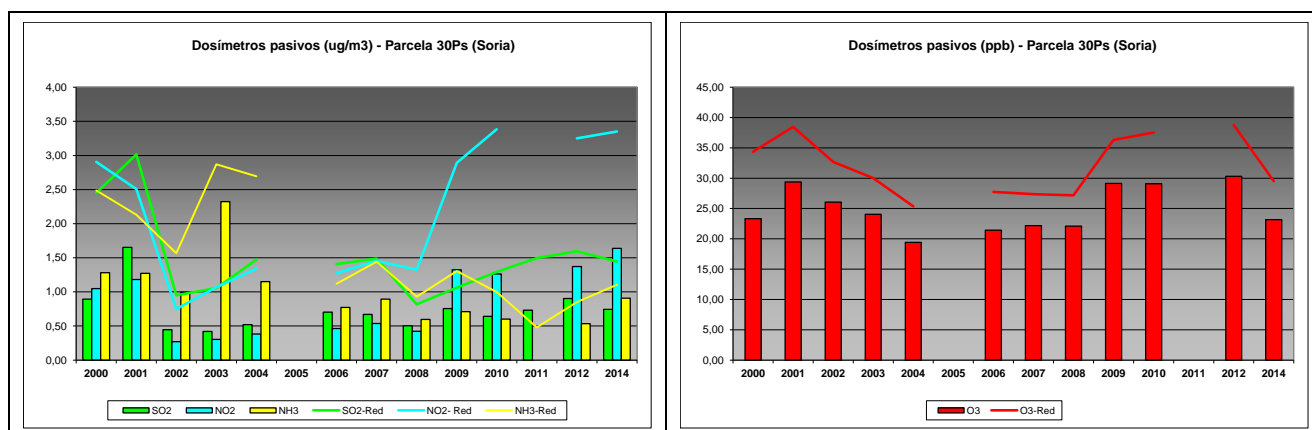


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, los valores de inmisión en la parcela 30Ps son inferiores a los habidos en el conjunto de la Red, destacando quizá el incremento relativo experimentado en los dos últimos años por los compuestos nitrogenados, mientras el contenido en ozono se ha mantenido bastante estable a lo largo de la serie histórica, en torno a la banda de 25-30 ppb.

## 7. Análisis foliar.

El objetivo del análisis foliar es, en concordancia con las especificaciones de las redes europeas, estimar el estado nutricional del arbolado y el impacto de los contaminantes atmosféricos en los ecosistemas forestales; así como la detección de tendencias temporales y sus patrones geográficos de distribución y con ello contribuir al conocimiento y cuantificación del estado de los bosques en Europa.

### 7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

TABLA 21: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y comparación con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
1995-1996	05 Ps	Segovia	8,00	16,60	1,15	1,48	3,90	1,25	6,06	
	21 Ps	Teruel	13,00	13,74	1,18	1,30	3,37	1,60	6,40	
	24 Ps	Huesca	10,00	15,61	1,16	1,37	7,20	1,66	6,52	
	<b>30Ps</b>	<b>Soria</b>	<b>8,00</b>	<b>14,89</b>	<b>1,05</b>	<b>1,22</b>	<b>3,05</b>	<b>1,28</b>	<b>5,65</b>	
	47 Ps	Lérida	12,00	15,71	1,52	1,39	5,56	1,62	6,58	
	<i>P.sylvestris</i>	España	10,20	15,31	1,21	1,35	4,62	1,48	6,24	
1997-1998	05 Ps	Segovia								
	21 Ps	Teruel								
	24 Ps	Huesca								
	<b>30Ps</b>	<b>Soria</b>								
	47 Ps	Lérida								

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	<i>P.sylvestris</i>	España								
1999-2000	05 Ps	Segovia	11,00	14,10	0,93	1,54	2,47	1,04	6,37	
	21 Ps	Teruel	14,00	13,65	0,87	1,34	3,00	1,42	5,52	
	24 Ps	Huesca	10,00	14,45	1,00	1,20	4,14	1,10	7,13	
	<b>30Ps</b>	<b>Soria</b>	<b>11,00</b>	<b>13,86</b>	<b>0,98</b>	<b>1,20</b>	<b>2,48</b>	<b>1,10</b>	<b>6,86</b>	
	47 Ps	Lérida	11,00	14,39	1,20	1,34	3,76	1,35	7,03	
	<i>P.sylvestris</i>	España	11,40	14,09	1,00	1,32	3,17	1,20	6,58	
2001-2002	05 Ps	Segovia	16,00	13,62	1,00	1,42	2,21	1,03	6,00	
	21 Ps	Teruel	16,00	10,56	0,87	1,07	1,99	1,15	4,43	
	24 Ps	Huesca	10,00	14,31	1,16	1,32	3,19	1,11	6,27	
	<b>30Ps</b>	<b>Soria</b>	<b>12,00</b>	<b>10,51</b>	<b>0,95</b>	<b>1,08</b>	<b>2,36</b>	<b>1,09</b>	<b>5,74</b>	
	47 Ps	Lérida	12,00	13,99	1,17	1,48	2,80	1,26	7,46	
	<i>P.sylvestris</i>	España	13,20	12,60	1,03	1,27	2,51	1,13	5,98	
2003-2004	05 Ps	Segovia	13,00	16,14	1,21	1,63	2,45	1,20	6,38	
	21 Ps	Teruel								
	24 Ps	Huesca	12,00	14,86	1,04	1,38	3,04	1,19	7,10	
	<b>30Ps</b>	<b>Soria</b>	<b>13,00</b>	<b>13,92</b>	<b>0,96</b>	<b>1,33</b>	<b>2,54</b>	<b>1,32</b>	<b>5,82</b>	
	47 Ps	Lérida	15,00	14,65	1,14	1,50	2,41	1,44	7,14	
	<i>P.sylvestris</i>	España	13,25	14,89	1,09	1,46	2,61	1,29	6,61	
2005-2006	05 Ps	Segovia	14,00	15,26	1,10	1,36	3,18	0,98	6,35	
	21 Ps	Teruel	19,00	14,13	1,44	1,26	3,39	1,34	5,75	
	24 Ps	Huesca	11,00	13,02	0,94	1,10	4,30	1,05	5,96	
	<b>30Ps</b>	<b>Soria</b>	<b>11,00</b>	<b>12,61</b>	<b>1,04</b>	<b>1,06</b>	<b>2,88</b>	<b>1,10</b>	<b>5,14</b>	
	47 Ps	Lérida	12,50	13,94	1,40	1,23	4,24	1,31	6,05	
	<i>P.sylvestris</i>	España	13,50	13,79	1,18	1,20	3,60	1,16	5,85	
2007-2008	05 Ps	Segovia	13,50	13,54	1,22	1,07	3,67	1,04	3,97	
	21 Ps	Teruel	20,00	12,84	1,18	1,01	3,37	1,23	5,13	
	24 Ps	Huesca	15,00	11,82	1,18	0,89	5,99	1,03	4,11	
	<b>30Ps</b>	<b>Soria</b>	<b>12,00</b>	<b>12,36</b>	<b>1,27</b>	<b>0,88</b>	<b>3,08</b>	<b>1,06</b>	<b>5,04</b>	
	47 Ps	Lérida	14,00	13,82	1,24	1,28	5,70	1,27	4,74	
	<i>P.sylvestris</i>	España	14,90	12,87	1,21	1,02	4,36	1,12	4,60	
2009-2010	05 Ps	Segovia	13,67	13,95	1,19	1,19	4,28	0,92	3,83	
	<b>30 Ps</b>	<b>Soria</b>	<b>14,33</b>	<b>11,79</b>	<b>1,20</b>	<b>1,03</b>	<b>4,18</b>	<b>1,12</b>	<b>5,38</b>	
	<i>P.sylvestris</i>	España	14,00	12,87	1,19	1,11	4,23	1,02	4,61	
2011-2012	05 Ps	Segovia	13,97	14,56	1,17	1,25	4,11	0,94	4,62	
	<b>30 Ps</b>	<b>Soria</b>	<b>13,77</b>	<b>12,12</b>	<b>1,13</b>	<b>1,03</b>	<b>3,82</b>	<b>1,08</b>	<b>5,28</b>	
	<i>P.sylvestris</i>	España	13,87	13,34	1,15	1,14	3,96	1,01	4,95	
2013-2014	05 Ps	Segovia	15,87	13,84	0,97	1,21	3,73	0,90	4,66	53,52
	<b>30 Ps</b>	<b>Soria</b>	<b>17,50</b>	<b>12,54</b>	<b>1,08</b>	<b>0,98</b>	<b>3,94</b>	<b>1,07</b>	<b>4,45</b>	<b>53,37</b>
	<i>P.sylvestris</i>	España	16,68	13,19	1,03	1,10	3,83	0,98	4,56	53,44



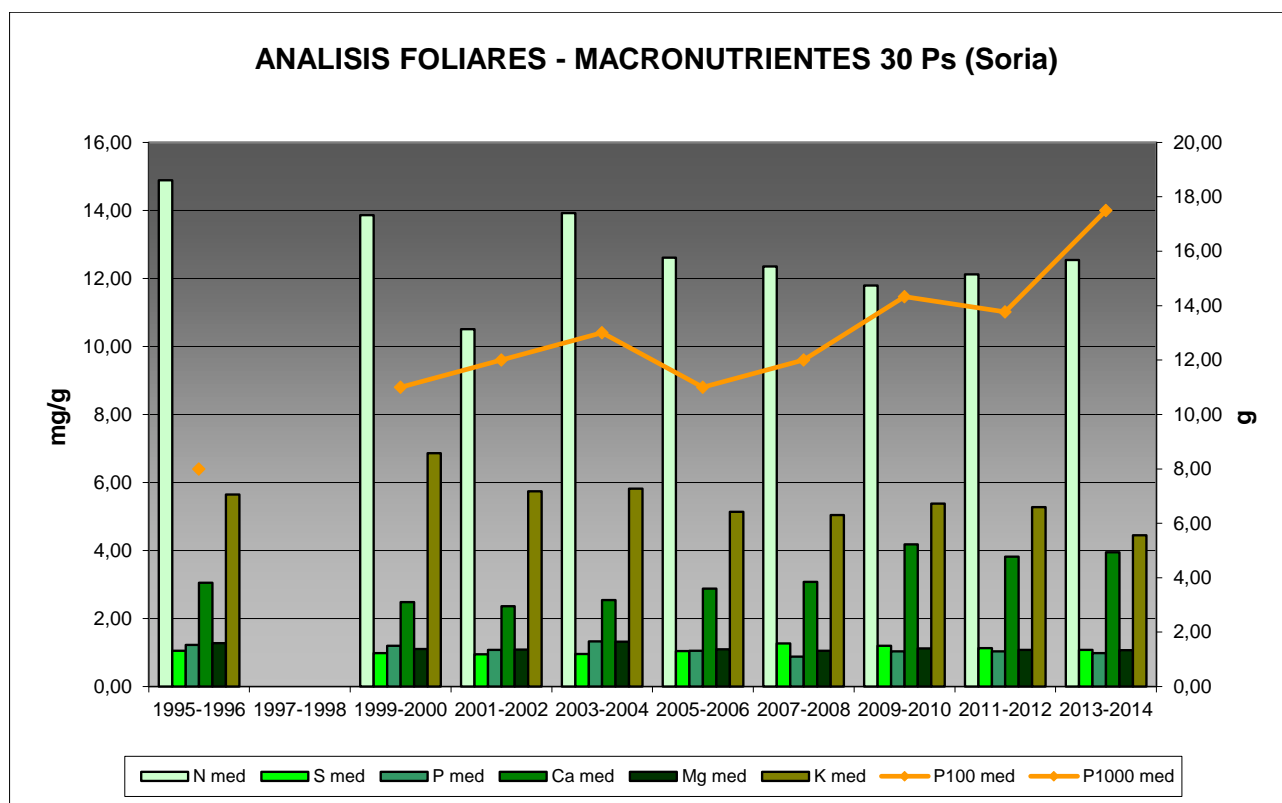


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

## 7.2. Análisis Micronutrientes.

TABLA 22: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y comparación con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
1995-1996	05 Ps	Segovia		37,00	1283,00	126,00	
	21 Ps	Teruel		36,00	583,00	163,00	
	24 Ps	Huesca		38,00	669,00	144,00	
	<b>30Ps</b>	<b>Soria</b>		<b>39,00</b>	<b>567,00</b>	<b>68,00</b>	
	47 Ps	Lérida		49,00	1748,00	258,00	
	<i>P.sylvestris</i>	España		39,80	970,00	151,80	
1997-1998	05 Ps	Segovia					
	21 Ps	Teruel					
	24 Ps	Huesca					
	<b>30Ps</b>	<b>Soria</b>					
	47 Ps	Lérida					
	<i>P.sylvestris</i>	España					
2013-2014	05 Ps	Segovia		25,05	557,22	81,97	2,60
	<b>30 Ps</b>	<b>Soria</b>		<b>47,15</b>	<b>454,25</b>	<b>122,84</b>	<b>2,48</b>
	<i>P.sylvestris</i>	España		36,10	505,73	102,40	2,54

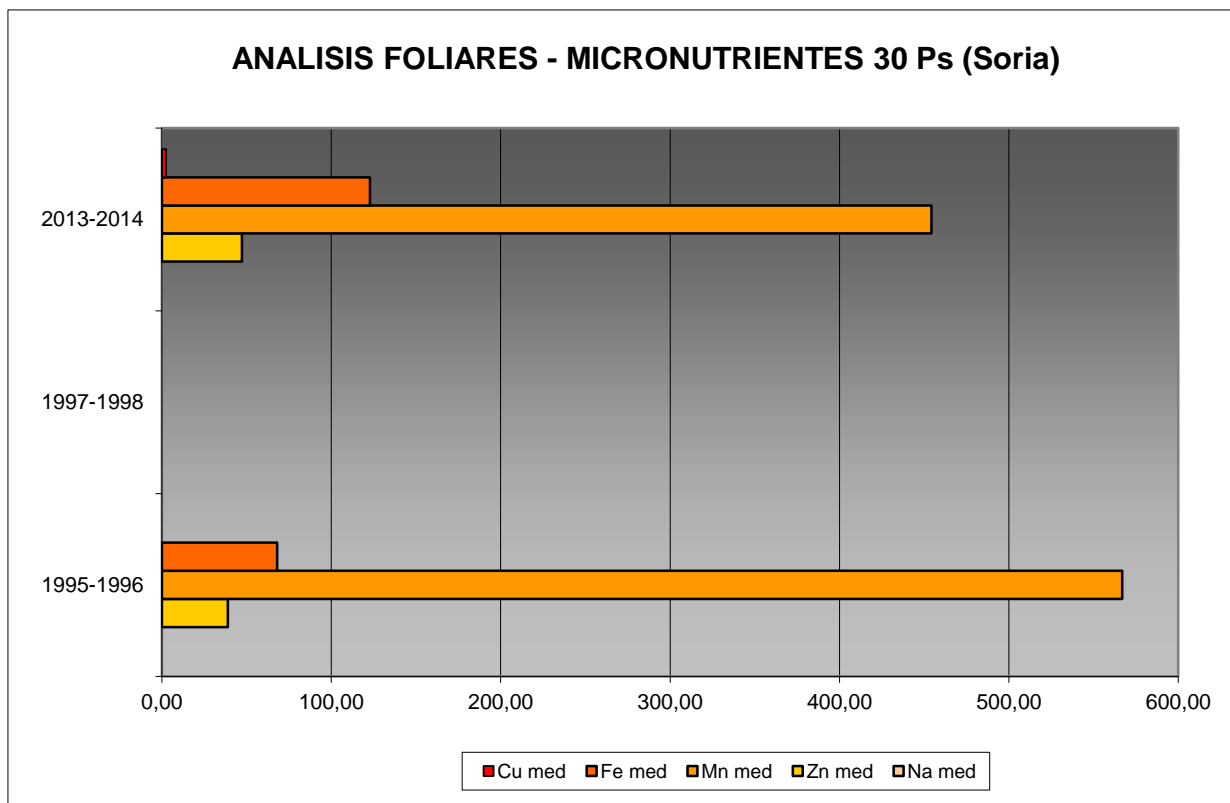


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

### 7.3. Interpretación de resultados.

Por lo que respecta a los análisis foliares efectuados en la parcela, cabe concluir:

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 30Ps no se realizó el análisis foliar en 1997-1998.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 30Ps podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino silvestre como especie dominante:

El **peso medio** de la muestra analizada así como el peso medio de la especie va en aumento desde 1995, año en que se registró el valor más bajo (8 g/1000 acículas parcela y 10,20 g/1000 acículas especie), hasta alcanzar los últimos valores en 2013-2014 (17,5 g/1000 acículas parcela y 16,68 g/1000 acículas especie).

Respecto a los macronutrientes; el contenido en **nitrógeno** de las acículas de la parcela ha sufrido variaciones entre 1995 y 2004 siempre por debajo de la media para la especie, a partir de 2005 el contenido de este nutriente se ha estabilizado con valores alrededor de 12 mg/g MS. En 2007-2008 se detectó el valor máximo de contenido de **azufre** para la serie histórica tanto de la parcela como de la media de la especie (12,36 12 mg/g MS) desde entonces se aprecia un descenso tanto para la especie como para la parcela. La presencia de **fósforo** en las acículas de la parcela se ha mantenido siempre por debajo de la media para la especie, en los últimos años se observa que los valores se han mantenido estables alrededor de 1 mg/g MS.

En cuanto al **calcio** se observa que la media de la especie está muy influenciada por el peso que ejercen las parcelas 024Ps y 047Ps. Desde 2007, último año en que se midieron esas parcelas, la media ha descendido quedando muy próxima a los valores de calcio de la parcela 30Ps. El contenido de **magnesio** de la parcela alcanza el máximo en el año 2003, desde entonces los valores son bastante homogéneos en torno a 1,1 mg/g MS, en los últimos años estos valores se sitúan por encima de la media para la especie. El **potasio** alcanza un máximo en la parcela en la medición 1999-2000 con 6,86 mg/g MS, desde entonces la tendencia es negativa llegando al mínimo histórico en 2013-2014 con 4,45 mg/g MS. Por último, el análisis foliar de 2013-2014 ha sido el primero en el que se ha incluido la medición del contenido de **carbono** contando con una concentración de 53,37%, prácticamente igual a la media de las parcelas de *Pinus sylvestris* (53,44%).

Los **micronutrientes** sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996, 1997-1998 y 2013-2014 y no siempre se han evaluado todos ellos: sodio no se ha medido en ninguno, cobre sólo en el muestreo de 2013-2014 y zinc, manganeso y hierro en los dos últimos. Esta situación conlleva que no se pueda abordar la valoración de la evolución temporal de los nutrientes en acículas. Hasta el momento la presencia de manganeso ha descendido y la de hierro y zinc han aumentado en la parcela mientras que la media ha disminuido.

## 8. Desfronde.

Con periodicidad mensual se ha recogido el desfronde o litterfall en la parcela mediante captadores normalizados que recogen la caída correspondiente a 1 m<sup>2</sup> de superficie. La muestra así tomada se divide en sus principales componentes (hojas, ramillas de diámetro inferior a 2 cm y otras, que incluyen frutos, líquenes, musgos,...) y se analiza en el laboratorio.

Se presentan a continuación los resultados obtenidos desde 2010; haciéndose la salvedad al igual que en casos anteriores, de que en 2012 se ha muestreado el periodo enero-julio, mientras que en 2014 los análisis corresponden al periodo mayo-diciembre.

TABLA 23: Resultados medios del análisis de desfronde en sus distintas fracciones. Aporte anual en kg/ha; porcentaje de carbono y contenido en mg/g de materia seca de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, magnesio y potasio.

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	1.670	53,12	7,84	0,73	0,36	6,67	0,95	2,70
	Ramillas	871	53,53	7,27	0,51	0,28	4,78	0,54	1,27
	Otras	1.430	52,46	8,18	0,56	0,42	6,92	0,42	1,08
2006	Hojas	1.185	53,81	6,70	0,73	0,40	6,06	0,82	2,34
	Ramillas	545	53,31	5,33	0,60	0,20	4,64	0,48	1,28
	Otras	1.339	52,82	5,41	0,51	0,30	5,88	0,37	1,17
2007	Hojas	2.473	54,98	6,80	0,89	0,52	6,74	1,91	1,75
	Ramillas	406	55,27	5,69	0,64	0,24	4,26	1,19	0,92
	Otras	1.690	54,71	6,99	0,72	0,54	5,88	1,51	1,07
2008	Hojas	2.030	53,28	6,10	0,96	0,37	7,73	0,81	1,86
	Ramillas	358	54,40	5,31	0,77	0,28	4,86	0,39	0,82
	Otras	1.150	53,83	5,46	0,69	0,32	6,91	0,48	1,01
2009	Hojas	1.460	54,25	5,97	1,04	0,39	7,10	0,87	2,73
	Ramillas	460	54,01	3,69	0,76	0,18	4,14	0,41	0,81
	Otras	1.700	53,68	8,00	1,01	0,67	5,39	0,54	1,85
2010	Hojas	1.760	54,08	6,30	0,81	0,30	7,37	0,80	1,67
	Ramillas	66	55,07	7,37	0,84	0,33	5,42	0,49	1,32
	Otras	1.190	53,69	5,86	0,62	0,41	5,76	0,41	1,21

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2011	Hojas	1.608	53,85	6,23	0,89	0,36	6,21	2,03	1,81
	Ramillas	466	54,07	5,77	0,70	0,25	4,14	1,18	0,94
	Otras	1.396	53,30	6,61	0,68	0,43	5,31	1,46	1,13
2012	Hojas	472	54,03	7,65	0,99	0,48	6,43	1,18	2,26
	Ramillas	237	54,55	6,14	0,82	0,27	4,80	0,83	1,09
	Otras	1.011	53,67	8,12	0,89	0,65	5,33	0,84	1,38
2014	Hojas	1.339	54,08	7,28	0,65	0,27	7,49	0,82	2,48
	Ramillas	445							
	Otras	1.813							
Media	Hojas	1.555	53,94	6,76	0,85	0,38	6,87	1,13	2,18
	Ramillas	428	54,28	5,82	0,70	0,25	4,63	0,69	1,06
	Otras	1.413	53,52	6,83	0,71	0,47	5,92	0,75	1,24

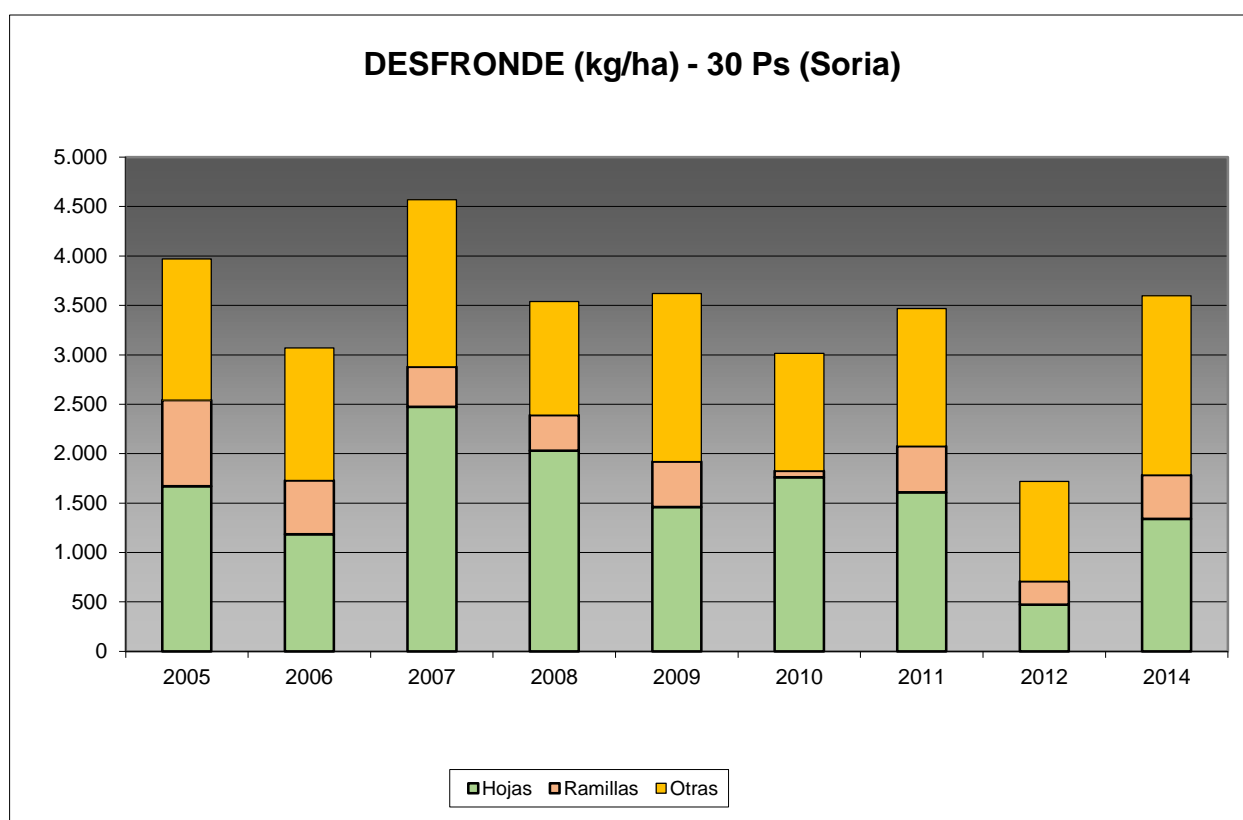


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 3.000-3.500 kg/ha; la aportación de las ramillas es considerablemente menor, siempre teniendo en cuenta que hace referencia a las ramillas con diámetro inferior a 2 cm; y que los contenidos en carbono de estos aportes superan el 50% del desfronde total, lo que puede suponer una importante contribución a la fijación de CO<sub>2</sub> atmosférico

## 9. Fenología.

La fenología estudia la relación entre los fenómenos climáticos y las características morfológicas del desarrollo anual de los vegetales. Tras las observaciones de series anuales suficientemente representativas, puede obtenerse una valiosa información sobre la respuesta de la vegetación frente a variaciones climáticas, acrecentar el papel de las especies forestales como bioindicadoras y explicar el estado actual de la vegetación. El conocimiento de las fases fenológicas del arbolado es también una importante herramienta de gestión fitosanitaria de las masas forestales, pues el ciclo biológico y la capacidad de daño de buena parte de las plagas forestales van ligadas al desarrollo de una determinada fase, particularmente en el caso de los insectos defoliadores. Los cambios fenológicos en la vegetación juegan además un importante papel en la modelación del paisaje.

La evaluación fenológica se hace sobre 20 árboles de la parcela, seleccionando de entre aquellos de las clases dominante o codominante y preferentemente con buena visibilidad de copa; siempre desde una posición fija para evitar sesgos de observación; quincenalmente desde 1999 hasta 2010 y de forma mensual a partir de entonces.

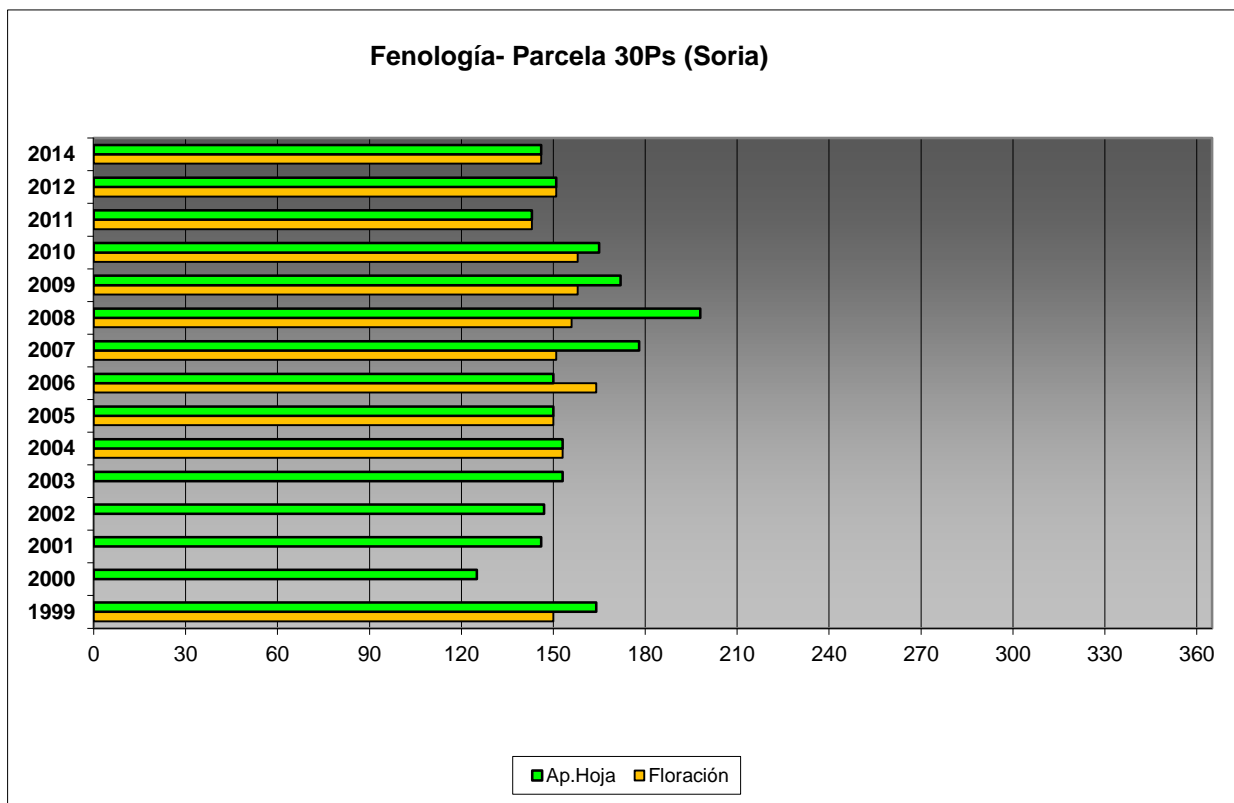
La evaluación de las distintas fases fenológicas ha experimentado sucesivos cambios metodológicos a lo largo de la serie histórica de estudio, resultando de entre ellas, las más significativas y coherentes la aparición de hoja y la floración; siempre haciendo la salvedad de que se ha considerado que una fase comenzaba cuando lo hacía el 50% de la población muestra.

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 30Ps, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

**TABLA 24:** Resultados de la evaluación fenológica. Comienzo, final y amplitud de la fase. Días desde el 1 de enero hasta el comienzo de fase. Temperatura acumulada (grados-día) hasta el inicio de fase.

Año	Aparición Hoja/Acícula $\geq$ 50% Población					Floración $\geq$ 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
1999	14/06/99	15/07/99	31	164	1068	31/05/99	07/07/99	37	150	882
2000	05/05/00	11/07/00	67	125	475					
2001	27/05/01	31/07/01	65	146	914					
2002	28/05/02	03/09/02	98	147	713					
2003	03/06/03	17/06/03	14	153	846					
2004	02/06/04	28/06/04	26	153	680	02/06/04	16/06/04	14	153	680
2005	31/05/05	27/07/05	57	150	603	31/05/05	14/06/05	14	150	603
2006	31/05/06	30/08/06	91	150	692	14/06/06	28/06/06	14	164	890
2007	28/06/07	27/09/07	91	178	1178	01/06/07	14/06/07	13	151	823
2008	17/07/08	04/09/08	49	198	1227	05/06/08	03/07/08	28	156	817
2009	22/06/09	20/07/09	28	172	812	08/06/09	22/06/09	14	158	594
2010	15/06/10	30/07/10	45	165	705	08/06/10	22/06/10	14	158	640
2011	24/05/11	29/06/11	36	143	604	24/05/11	29/06/11	36	143	604
2012	31/05/12	26/06/12	26	151	485	31/05/12	26/06/12	26	151	485
2014	27/05/14	24/06/14	28	146		27/05/14	24/06/14	28	146	
Media			50	156	786			22	153	702





**FIG 22:** Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, la floración precede en la mayoría de los casos a la aparición de las acículas de la nueva metida, registrándose un cierto retraso en la serie 2007-2010 en torno al mes de junio y un cierto adelantamiento de los ciclos a lo largo del último trienio, cuando la actividad vegetativa se concentró en el mes de mayo.



FIG 23: Elongación metida (mayo) y aparición acícula (mayo). Floración masculina (mayo y junio, conos abiertos)

## 10. Cintas diamétricas.

Como se ha indicado anteriormente, las parcelas van dotadas de dendrómetros en continuo, 5 instalados en 1999 ampliados a 15 en 2010, de quienes se ha tomado la medida de forma quincenal hasta 2009 y mensualmente a partir de 2010.

Para cada una de las cintas instaladas y año de observación se ha obtenido el crecimiento medio, mediante diferencia entre los valores máximos y mínimos anuales –expresado en datos absolutos y en porcentaje sobre el diámetro mínimo- junto con la oscilación o diferencia entre el diámetro en enero y diciembre de cada año, en idénticos términos que el parámetro anterior; y que no tiene necesariamente que coincidir, debido a movimientos de expansión y contracción del tronco ligados al flujo o parón de la savia.

**TABLA 25:** Valor medio dendrómetros. Crecimiento medio: diferencia en cm y porcentaje entre el máximo y mínimo del año. Oscilación media: diferencia y porcentaje entre los valores de enero y diciembre (o comienzo/fin de año en años incompletos)

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
1999	0,02	0,07	0,02	-0,04
2000	0,12	0,44	0,12	0,30
2001	0,17	0,61	0,17	0,44
2002	0,27	0,86	0,27	0,76
2003	0,23	0,74	0,23	0,67
2004	0,19	0,58	0,19	0,46
2005	0,18	0,61	0,18	0,45
2006	0,27	0,91	0,27	0,65
2007	0,15	0,48	0,15	0,34
2008	0,18	0,53	0,18	0,52
2009	0,07	0,18	0,07	0,08
2010	0,15	0,44	0,15	0,38
2011	0,13	0,38	0,13	0,31
2012	0,10	0,29	0,10	0,27
2014	0,19	0,58	0,19	0,38
<b>Media</b>	<b>0,16</b>	<b>0,51</b>	<b>0,16</b>	<b>0,40</b>

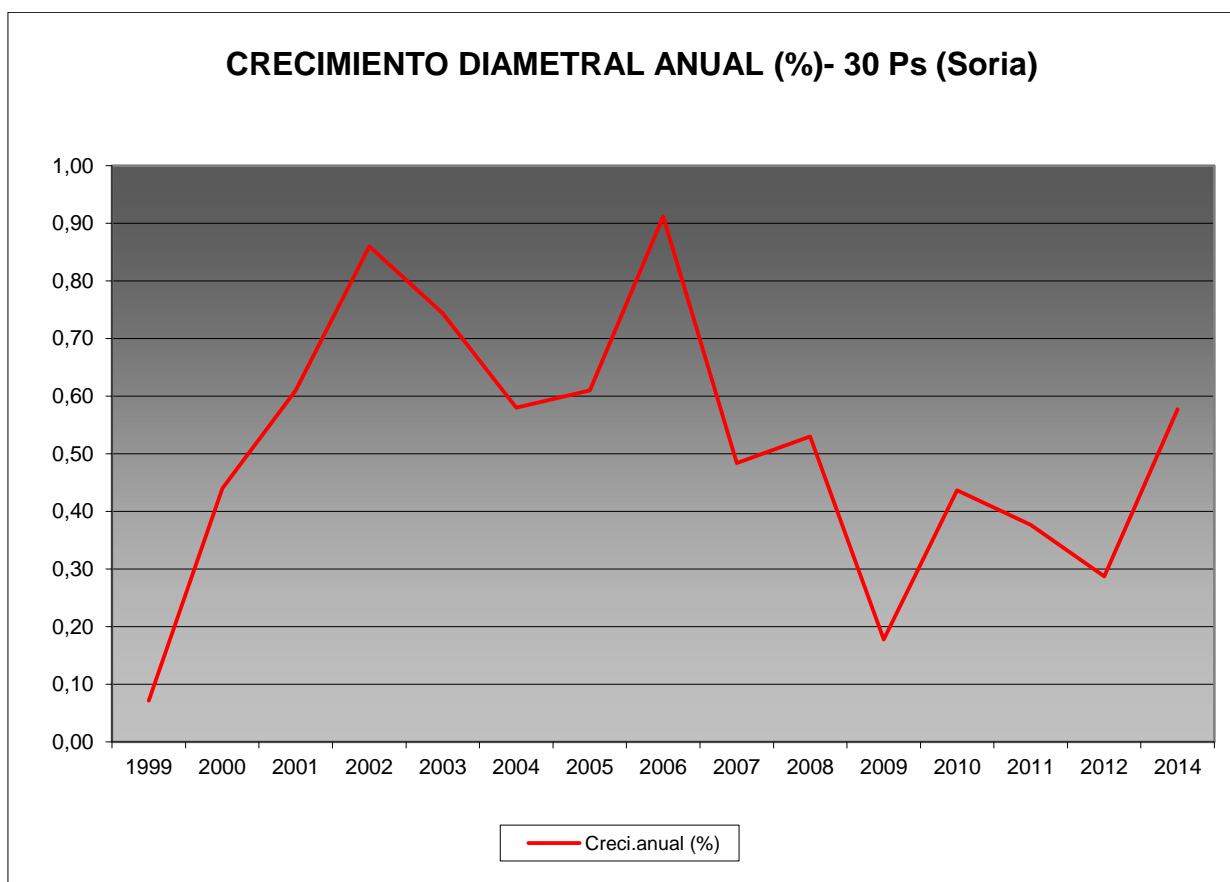


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, excepción hecha del primer año de evaluación, entre el 0,18% de 2009 y el 0,91% de 2006, situándose por regla general en valores próximos al 0,50% anual.