



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

**RED DE NIVEL II  
MEMORIA – 2020**

**PARCELA 30 Ps (SORIA)**

20  
20

 **ICP Forests**



**DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN**

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA FORESTAL Y LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN**  
**ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICAS FORESTALES**



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

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



## 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 .....                   | 22 |
| 5.1. pH .....                                     | 24 |
| 5.2. Conductividad .....                          | 25 |
| 5.3. Potasio .....                                | 26 |
| 5.4. Calcio .....                                 | 27 |
| 5.5. Magnesio .....                               | 29 |
| 5.6. Sodio .....                                  | 30 |
| 5.7. Amonio .....                                 | 31 |
| 5.8. Cloro .....                                  | 32 |
| 5.9. Nitratos .....                               | 34 |
| 5.10. Sulfatos .....                              | 35 |
| 5.11. Interpretación de resultados .....          | 36 |
| 6. Calidad del aire. Inmisión .....               | 38 |
| 7. Análisis foliar .....                          | 39 |
| 7.1. Macronutrientes .....                        | 40 |
| 7.2. Micronutrientes .....                        | 42 |
| 7.3. Interpretación de resultados .....           | 43 |
| 8. Desfronde .....                                | 44 |
| 9. Fenología .....                                | 46 |
| 10. Cintas diamétricas .....                      | 49 |
| 11. Meteorología .....                            | 50 |
| 12. Índice de Área Foliar .....                   | 52 |
| 13. Solución del suelo .....                      | 54 |

## INDICE DE TABLAS

|  |
|--|
| <b>TABLA 1:</b> Características de la parcela.                       |
| <b>TABLA 2:</b> Datos meteorológicos parcela.                        |
| <b>TABLA 3:</b> Inventario florístico 2007-2009                      |
| <b>TABLA 4:</b> Características dasométricas                         |
| <b>TABLA 5:</b> Distribución de agentes dañinos en la parcela        |
| <b>TABLA 6:</b> Distribución de síntomas y signos en la parcela      |
| <b>TABLA 7:</b> Relación entre agentes, síntomas y signos observados |
| <b>TABLA 8:</b> Equipos de medición instalados                       |
| <b>TABLA 9:</b> Parámetros descriptores de la deposición atmosférica |
| <b>TABLA 10:</b> Caracterización pH                                  |
| <b>TABLA 11:</b> Caracterización conductividad                       |
| <b>TABLA 12:</b> Caracterización potasio                             |
| <b>TABLA 13:</b> Caracterización calcio                              |
| <b>TABLA 14:</b> Caracterización magnesio                            |
| <b>TABLA 15:</b> Caracterización sodio                               |
| <b>TABLA 16:</b> Caracterización amonio                              |
| <b>TABLA 17:</b> Caracterización cloro                               |
| <b>TABLA 18:</b> Caracterización nitratos                            |
| <b>TABLA 19:</b> Caracterización sulfatos                            |

**TABLA 20:** Valores de referencia inmisión atmosférica

**TABLA 21:** Inmisión atmosférica

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

**TABLA 23:** Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Micronutrientes

**TABLA 24:** Resultados medios del análisis de desfronde

**TABLA 25:** Resultados de la evaluación fenológica

**TABLA 26:** Valor medio dendrómetros

**TABLA 27:** Valores medios meteorológicos

**TABLA 28:** Parámetros de estrés meteorológico

**TABLA 29:** Índices de Área Foliar

**TABLA 30:** Resultados de análisis de la solución del suelo

## 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

**FIG 25:** Principales variables meteorológicas

**FIG 26:** Índices de Área Foliar

**FIG 27:** Fotos hemisféricas

**FIG 28:** Variación temporal de pH de la solución del suelo

**FIG 29:** Variación temporal de conductividad de la solución del suelo

**FIG 30:** Variación temporal de potasio de la solución del suelo

**FIG 31:** Variación temporal de calcio de la solución del suelo

**FIG 32:** Variación temporal de magnesio de la solución del suelo

**FIG 33:** Variación temporal de sodio de la solución del suelo

**FIG 34:** Variación temporal de amonio de la solución del suelo

**FIG 35:** Variación temporal de cloro de la solución del suelo

**FIG 36:** Variación temporal de nitratos de la solución del suelo

**FIG 37:** Variación temporal de sulfatos de la solución del suelo

## 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 |

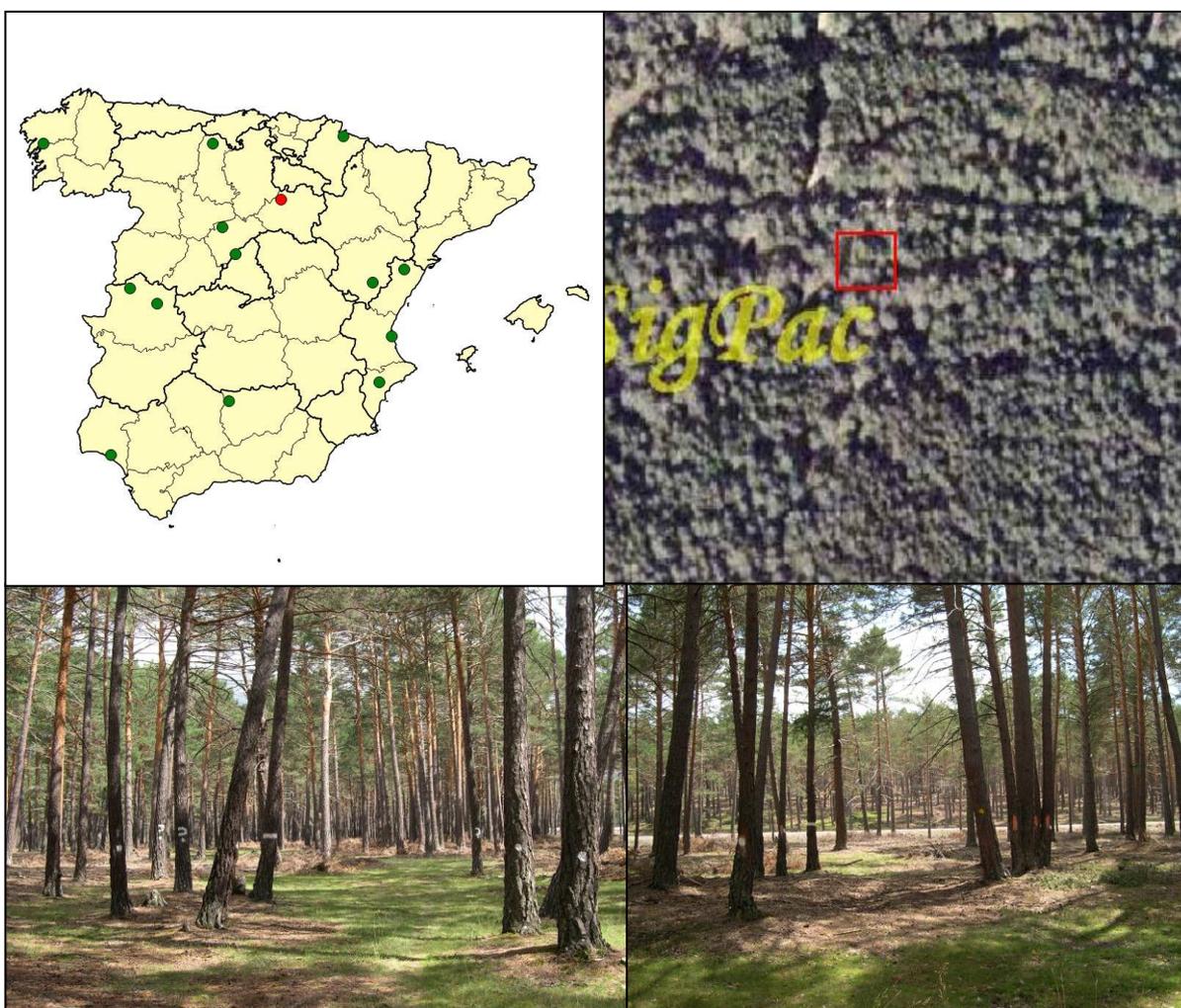


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 30Ps.

## 2. Caracterización de la parcela.

### 2.1. Climatología.

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

TABLA 2: Datos meteorológicos estación ecológica (Modelos y Cartografía de Estimaciones Climáticas Termopluviométricas de la España Peninsular. Sánchez Palomares et al. Datación 1940-1990. INIA, 1999).

|                                 | 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 | 9,5 |
| P(mm)                           | 72   | 59                            | 68  | 58  | 67   | 59   | 27   | 25   | 49   | 59   | 76  | 75  | 694 |
| 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*.

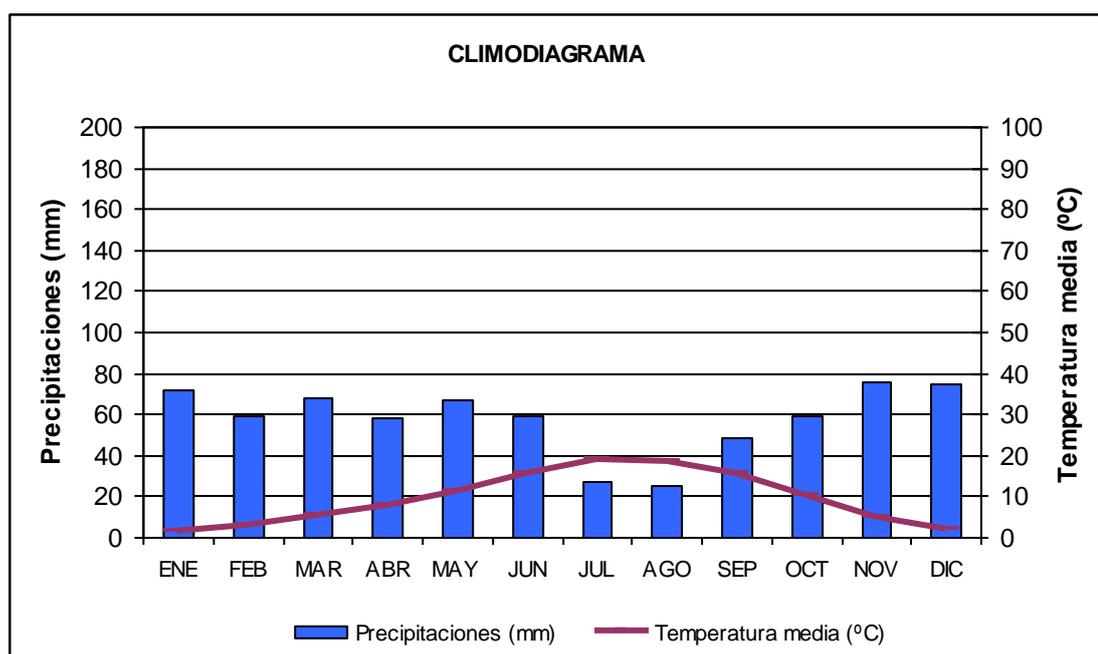


FIG 2: Climodiagrama de la parcela

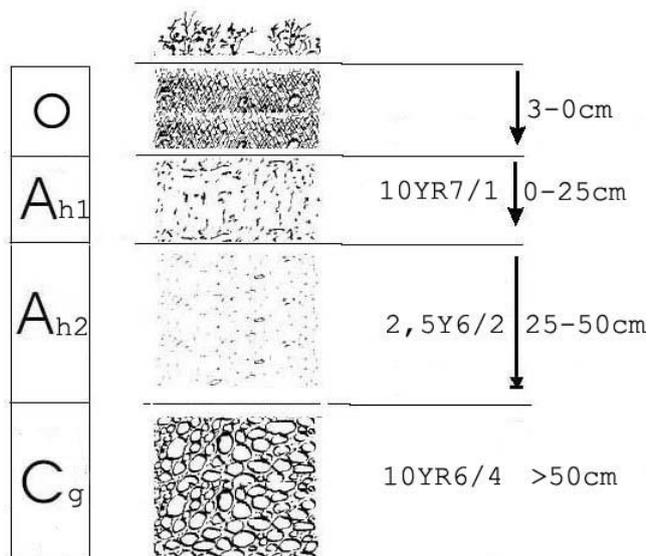
### 2.2. Geología y Suelos.

**Litología:** areniscas y conglomerados.

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

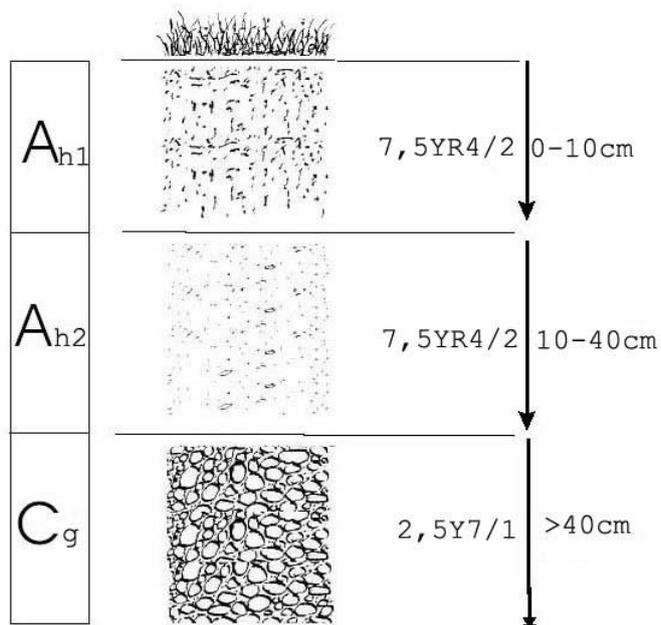
La topografía llana y reducida altura sobre el nivel del río confieren al suelo dos características fundamentales: textura arenosa e hidromorfía temporal. Suelo químicamente muy pobre y de espesor limitado debido al hidromorfismo.

### *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 arenosa; 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 | +   |

|  | Cob         |   | Cob        |
|--|-------------|---|------------|
| <b>EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO</b>        | <b>13,0</b> | <i>Luzula multiflora (Retz.) Lej.</i>     | +          |
| <i>Agrostis canina L.</i>                | +           | <i>Melampyrum pratense L.</i>             | +          |
| <i>Aira caryophyllea L.</i>              | +           | <i>Nardus stricta L.</i>                  | 10,0       |
| <i>Aira praecox L.</i>                   | +           | <i>Pinus sylvestris L.</i>                | +          |
| <i>Anthoxanthum odoratum L.</i>          | +           | <i>Polygala serpyllifolia J.A.C. Hose</i> | +          |
| <i>Avenula marginata (Lowe) J. Holub</i> | +           | <i>Potentilla erecta (L.) Raeuschel</i>   | +          |
| <i>Calluna vulgaris (L.) Hull</i>        | +           | <i>Quercus pyrenaica Willd.</i>           | +          |
| <i>Carex pilulifera L.</i>               | +           | <i>Ranunculus bulbosus L.</i>             | +          |
| <i>Carum verticillatum (L.) Koch</i>     | +           | <i>Scorzonera humilis L.</i>              | +          |
| <i>Cerastium pumilum Curtis</i>          | +           | <i>Simethis planifolia (L.) Gren.</i>     | +          |
| <i>Danthonia decumbens (L.) DC.</i>      | +           | <i>Vaccinium myrtillus L.</i>             | +          |
| <i>Deschampsia flexuosa (L.) Trin.</i>   | +           | <i>Veronica officinalis L.</i>            | +          |
| <i>Erica vagans L.</i>                   | 2,5         | <i>Viola riviniana Reichenb.</i>          | +          |
| <i>Festuca sp.</i>                       | 20,0        | <b>ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO</b>         | <b>1,0</b> |
| <i>Hieracium sp.</i>                     | +           | <i>Cladonia pyxidata (L.) Hoffm.</i>      | +          |
| <i>Holcus lanatus L.</i>                 | +           | <i>Dicranum scoparium Hedw.</i>           | +          |
| <i>Hypochoeris radicata L.</i>           | +           | <i>Polytrichum formosum Hedw.</i>         | +          |
| <i>Juncus bufonius L.</i>                | +           | <i>Scleropodium purum (Hedw.) Limpr.</i>  | +          |

**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-hiperhúmedo 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 según criterio diámetro, 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  | 110   | 440  | 110  | 0     | 13     | 81-100    | 32,22      | 38,67                 | 33,30    | 18,17   | 19,83    | 72,75                   |

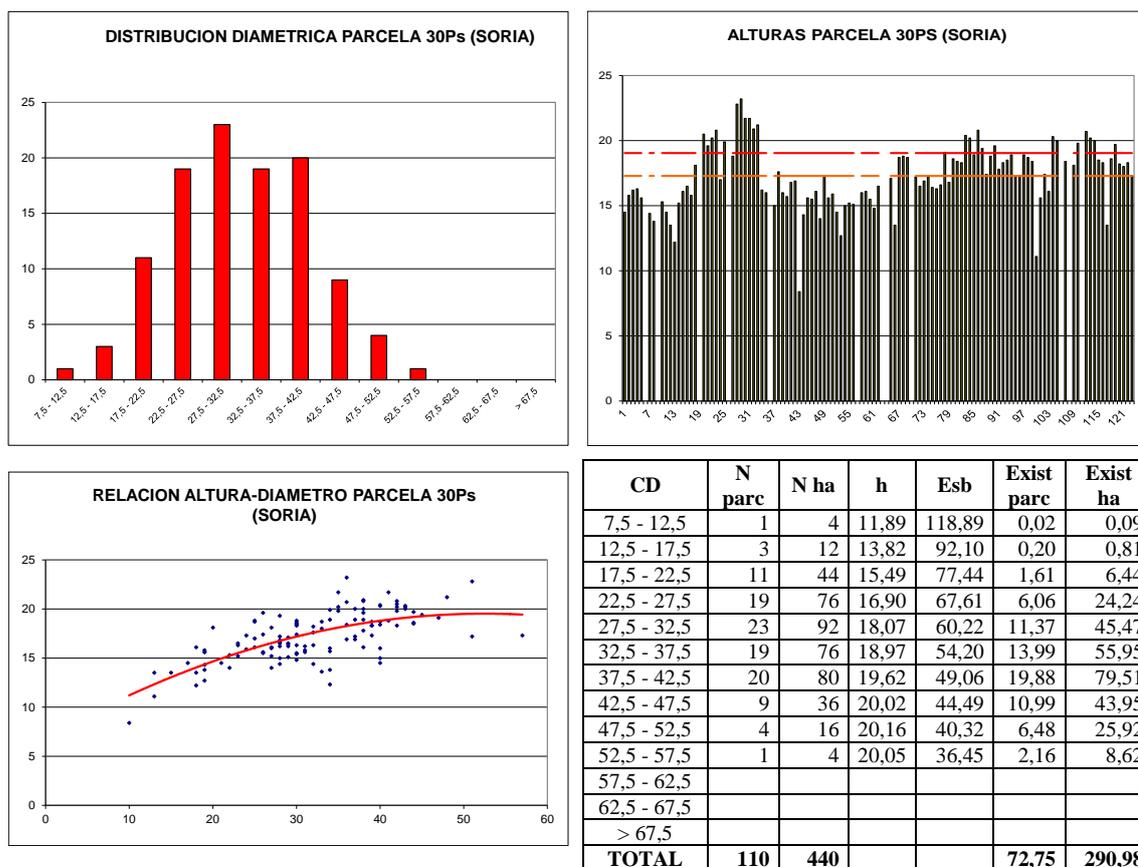


FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

## 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 22,79%, 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 del parámetro, que se incrementa en unas pocas décimas, inferior al umbral de cinco puntos porcentuales que supondrían una variación significativa en términos estadísticos, tal como establece la normativa europea en materia de redes forestales; y que viene más condicionada por la muerte de uno de los árboles muestra debido al normal aprovechamiento forestal del monte en el que se encuentra, uno de los primeros de España en ordenarse.

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 hacer constar también que en esta parcela el nivel freático se sitúa a escasa profundidad, por lo que los efectos de una sequía pueden verse mitigados.

La decoloración, el segundo gran parámetro definidor del estado de salud de la masa, se presenta de forma esporádica en una corta fracción del arbolado, de forma ligera y ligada a defoliaciones moderadas o graves.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

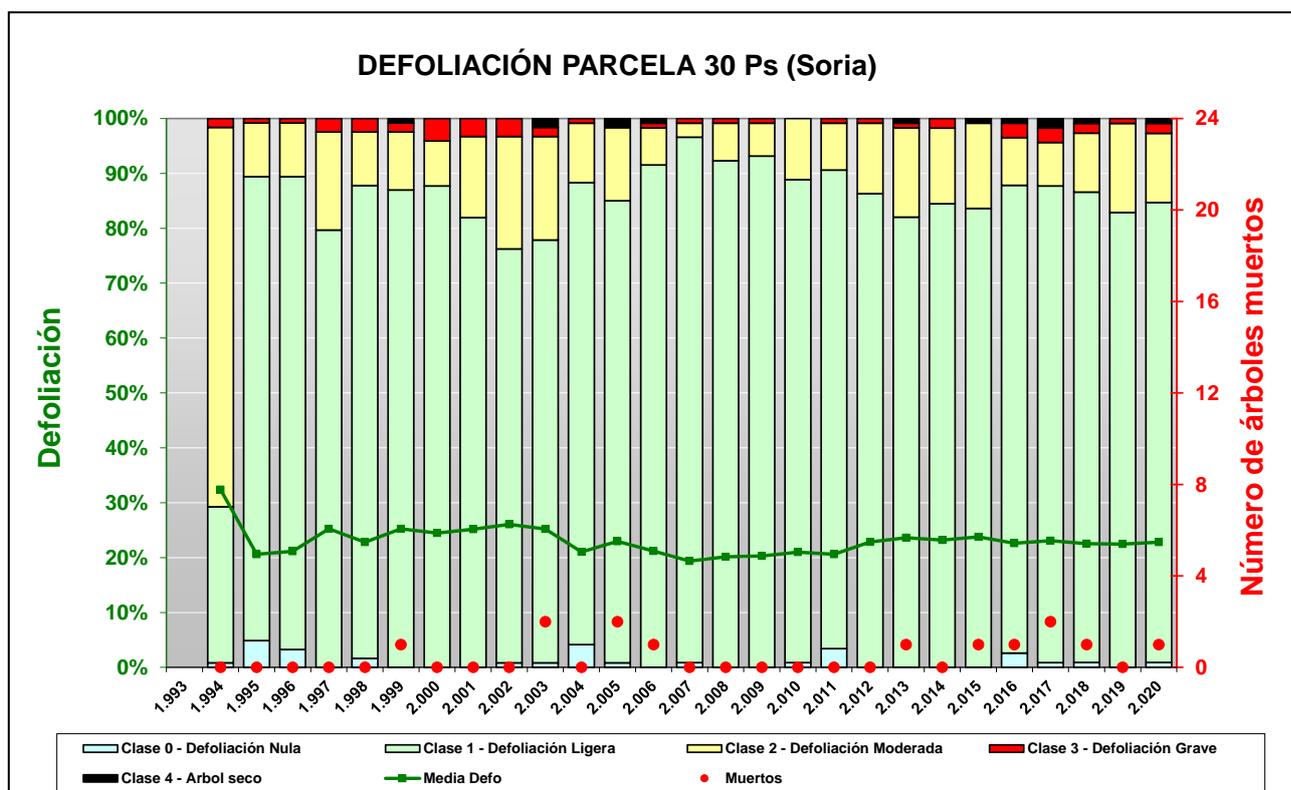


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



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>              |       |           |      |       |       |      |          |          |       |       |          |         |
| <i>Picidae</i>               | 2     | 2,00      | 8    | 1,80  | 20,00 | 0,00 | -2,79    | -0,08    | 34,00 | 18,90 | 1,78     | 0,73    |
| Tronco                       | 2     | 2,00      | 8    | 1,80  | 20,00 | 0,00 | -2,79    | -0,08    | 34,00 | 18,90 | 1,78     | 0,73    |
| <b>INSECTOS</b>              |       |           |      |       |       |      |          |          |       |       |          |         |
| <b>Defoliadores</b>          | 8     | 1,00      | 32   | 7,21  | 20,63 | 0,13 | -2,17    | 0,05     | 33,13 | 18,05 | 0,91     | -0,12   |
| Acíc. antiguas               | 8     | 1,00      | 32   | 7,21  | 20,63 | 0,13 | -2,17    | 0,05     | 33,13 | 18,05 | 0,91     | -0,12   |
| <b>Perforadores</b>          | 26    | 1,00      | 104  | 23,42 | 19,42 | 0,04 | -3,37    | -0,04    | 35,92 | 18,89 | 3,70     | 0,72    |
| <i>Retinia resinella</i>     | 2     | 1,00      | 8    | 1,80  | 20,00 | 0,00 | -2,79    | -0,08    | 35,00 | 18,05 | 2,78     | -0,12   |
| Brotos del año               | 2     | 1,00      | 8    | 1,80  | 20,00 | 0,00 | -2,79    | -0,08    | 35,00 | 18,05 | 2,78     | -0,12   |
| <i>Tomicus minor</i>         | 24    | 1,00      | 96   | 21,62 | 19,38 | 0,04 | -3,42    | -0,04    | 36,00 | 18,96 | 3,78     | 0,79    |
| Brotos del año               | 24    | 1,00      | 96   | 21,62 | 19,38 | 0,04 | -3,42    | -0,04    | 36,00 | 18,96 | 3,78     | 0,79    |
| <b>Chupadores</b>            | 1     | 1,00      | 4    | 0,90  | 20,00 | 0,00 | -2,79    | -0,08    | 32,00 | 16,20 | -0,22    | -1,97   |
| Acíc. antiguas               | 1     | 1,00      | 4    | 0,90  | 20,00 | 0,00 | -2,79    | -0,08    | 32,00 | 16,20 | -0,22    | -1,97   |
| <b>ENFERMEDADES</b>          |       |           |      |       |       |      |          |          |       |       |          |         |
| <b>Royas tronco y brotes</b> | 1     | 1,00      | 4    | 0,90  | 30,00 | 0,00 | 7,21     | -0,08    | 42,00 | 21,90 | 9,78     | 3,73    |
| <i>Cronartium flaccidum</i>  | 1     | 1,00      | 4    | 0,90  | 30,00 | 0,00 | 7,21     | -0,08    | 42,00 | 21,90 | 9,78     | 3,73    |
| Ramillos <2 cm               | 1     | 1,00      | 4    | 0,90  | 30,00 | 0,00 | 7,21     | -0,08    | 42,00 | 21,90 | 9,78     | 3,73    |
| <b>AG.ABIÓTICOS</b>          |       |           |      |       |       |      |          |          |       |       |          |         |

|                               | N par      | Extensión   | N/ha       | %            | Defo         | Deco        | Dif Defo     | Dif Deco     | Diam         | Alt          | Dif Diam      | Dif Alt      |
|-------------------------------|------------|-------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| <b>Calor</b>                  | <b>100</b> | <b>1,30</b> | <b>400</b> | <b>90,09</b> | <b>20,05</b> | <b>0,04</b> | <b>-2,74</b> | <b>-0,04</b> | <b>33,33</b> | <b>18,43</b> | <b>1,11</b>   | <b>0,25</b>  |
| Acíc. antiguas                | 100        | 1,30        | 400        | 90,09        | 20,05        | 0,04        | -2,74        | -0,04        | 33,33        | 18,43        | 1,11          | 0,25         |
| <b>Nieve/Hielo</b>            | <b>22</b>  | <b>1,00</b> | <b>88</b>  | <b>19,82</b> | <b>20,91</b> | <b>0,00</b> | <b>-1,88</b> | <b>-0,08</b> | <b>33,27</b> | <b>18,62</b> | <b>1,05</b>   | <b>0,45</b>  |
| Ramillos <2 cm                | 21         | 1,00        | 84         | 18,92        | 20,95        | 0,00        | -1,84        | -0,08        | 32,86        | 18,51        | 0,64          | 0,34         |
| Ramas 2-10 cm                 | 1          | 1,00        | 4          | 0,90         | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 42,00        | 20,80        | 9,78          | 2,63         |
| <b>ANTRÓPICOS</b>             |            |             |            |              |              |             |              |              |              |              |               |              |
| <b>Op. en pies próximos</b>   | <b>10</b>  | <b>1,30</b> | <b>40</b>  | <b>9,01</b>  | <b>19,50</b> | <b>0,00</b> | <b>-3,29</b> | <b>-0,08</b> | <b>33,50</b> | <b>18,39</b> | <b>1,28</b>   | <b>0,22</b>  |
| Ramillos <2 cm                | 1          | 1,00        | 4          | 0,90         | 15,00        | 0,00        | -7,79        | -0,08        | 37,00        | 19,40        | 4,78          | 1,23         |
| Tronco                        | 9          | 1,33        | 36         | 8,11         | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 33,11        | 18,28        | 0,89          | 0,11         |
| <b>Otros daños antrópicos</b> | <b>1</b>   | <b>1,00</b> | <b>4</b>   | <b>0,90</b>  | <b>20,00</b> | <b>0,00</b> | <b>-2,79</b> | <b>-0,08</b> | <b>29,00</b> | <b>16,50</b> | <b>-3,22</b>  | <b>-1,67</b> |
| Tronco                        | 1          | 1,00        | 4          | 0,90         | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 29,00        | 16,50        | -3,22         | -1,67        |
| <b>OTROS DAÑOS</b>            |            |             |            |              |              |             |              |              |              |              |               |              |
| <b>Viscum album</b>           | <b>57</b>  | <b>1,51</b> | <b>228</b> | <b>51,35</b> | <b>21,67</b> | <b>0,07</b> | <b>-1,12</b> | <b>-0,01</b> | <b>36,93</b> | <b>19,53</b> | <b>4,71</b>   | <b>1,36</b>  |
| Ramillos <2 cm                | 8          | 1,13        | 32         | 7,21         | 19,38        | 0,00        | -3,42        | -0,08        | 35,38        | 19,00        | 3,16          | 0,83         |
| Ramas 2-10 cm                 | 8          | 1,00        | 32         | 7,21         | 25,63        | 0,13        | 2,84         | 0,05         | 34,13        | 19,18        | 1,91          | 1,00         |
| Ramas >10 cm                  | 1          | 1,00        | 4          | 0,90         | 25,00        | 0,00        | 2,21         | -0,08        | 48,00        | 20,30        | 15,78         | 2,13         |
| Ramas tam. variable           | 6          | 1,67        | 24         | 5,41         | 21,67        | 0,17        | -1,12        | 0,09         | 37,33        | 19,43        | 5,12          | 1,26         |
| Guía principal                | 19         | 2,00        | 76         | 17,12        | 22,89        | 0,11        | 0,10         | 0,03         | 37,16        | 20,02        | 4,94          | 1,84         |
| Tronco en copa                | 13         | 1,38        | 52         | 11,71        | 19,62        | 0,00        | -3,17        | -0,08        | 37,77        | 19,50        | 5,55          | 1,33         |
| Tronco                        | 2          | 1,00        | 8          | 1,80         | 15,00        | 0,00        | -7,79        | -0,08        | 40,00        | 18,50        | 7,78          | 0,33         |
| <b>Falta luz</b>              | <b>15</b>  | <b>2,00</b> | <b>60</b>  | <b>13,51</b> | <b>33,67</b> | <b>0,00</b> | <b>10,88</b> | <b>-0,08</b> | <b>21,27</b> | <b>15,13</b> | <b>-10,95</b> | <b>-3,04</b> |
| Acíc. todas edades            | 5          | 3,60        | 20         | 4,50         | 51,00        | 0,00        | 28,21        | -0,08        | 16,60        | 13,74        | -15,62        | -4,43        |
| Ramillos <2 cm                | 9          | 1,00        | 36         | 8,11         | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 23,44        | 15,58        | -8,77         | -2,59        |
| Guía principal                | 1          | 3,00        | 4          | 0,90         | 70,00        | 0,00        | 47,21        | -0,08        | 25,00        | 18,10        | -7,22         | -0,07        |
| <b>Inter.físicas</b>          | <b>7</b>   | <b>6,29</b> | <b>28</b>  | <b>6,31</b>  | <b>21,43</b> | <b>0,00</b> | <b>-1,36</b> | <b>-0,08</b> | <b>30,71</b> | <b>17,96</b> | <b>-1,50</b>  | <b>-0,21</b> |
| Tronco                        | 7          | 6,29        | 28         | 6,31         | 21,43        | 0,00        | -1,36        | -0,08        | 30,71        | 17,96        | -1,50         | -0,21        |
| <b>AG.DESCONOCIDO</b>         |            |             |            |              |              |             |              |              |              |              |               |              |
| <b>Ag.desconocido</b>         | <b>42</b>  | <b>1,10</b> | <b>168</b> | <b>37,84</b> | <b>21,31</b> | <b>0,14</b> | <b>-1,48</b> | <b>0,06</b>  | <b>33,10</b> | <b>17,93</b> | <b>0,88</b>   | <b>-0,24</b> |
| Acíc. antiguas                | 2          | 2,00        | 8          | 1,80         | 32,50        | 0,50        | 9,71         | 0,42         | 28,00        | 17,90        | -4,22         | -0,27        |
| Brotos del año                | 12         | 1,00        | 48         | 10,81        | 19,17        | 0,00        | -3,62        | -0,08        | 33,33        | 17,75        | 1,12          | -0,42        |
| Ramillos <2 cm                | 16         | 1,06        | 64         | 14,41        | 21,25        | 0,19        | -1,54        | 0,11         | 35,88        | 18,28        | 3,66          | 0,10         |
| Tronco                        | 11         | 1,00        | 44         | 9,91         | 22,27        | 0,18        | -0,52        | 0,10         | 30,18        | 17,74        | -2,04         | -0,44        |
| Cuello raíz                   | 1          | 2,00        | 4          | 0,90         | 15,00        | 0,00        | -7,79        | -0,08        | 28,00        | 16,90        | -4,22         | -1,27        |

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 algo más del 20% del arbolado muestra, lo que supone un considerable incremento en su nivel de actividad respecto a la pasada revisión, sin que se lleguen a observar 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. Como suele ser habitual, el escolítido parece tener cierta predilección por pies de dimensiones superiores al vuelo medio, en copas bien insoladas que favorezcan el desarrollo del insecto.

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** 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 pini*, 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 agente dañino, llegando a matar al hospedante tras un debilitamiento previo de unos cinco años. 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. Los daños son mayores cuando llegan a afectar a la guía principal del hospedante y en alguna ramilla caída por el suelo han llegado a verse los típicos ecidios anaranjados.

En casi todos los pies evaluados se ha observado amarilleamiento y adelantamiento de la caída de las acículas de mayor edad como suele ser habitual en la parcela a mediados del verano, posiblemente debido a las **altas temperaturas** de la estación, junto a las escasas precipitaciones en el momento de la evaluación, al revisarse la parcela tras el paso de las dos olas de calor que se registraron en la península entre mediados de julio y mediados de agosto del año en curso.

Producto de las abundantes nevadas de la zona, se observan daños mecánicos salpicados ligados a **nieve**, sobre cerca de la quinta parte de la población muestra; más frecuentes en los pinos de mayor tamaño, que al situarse por encima del vuelo medio de la masa, se encuentran más expuestos a las inclemencias meteorológicas, perdiendo el efecto protector de los pies adyacentes. 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. Se ven también aplanamientos o deformaciones en algunos ápices debidos a antiguos aplastamientos, deformaciones o roturas por la nieve.

En la presente revisión se han efectuado **cortas** dentro del normal aprovechamiento forestal del monte, en las inmediaciones de su límite oriental, que han llegado a afectar a alguno de los pies evaluados y de las que se ven restos leñosos caídos sobre el suelo que podrían haber favorecido la proliferación de escolítidos apuntada anteriormente. Ligadas a las operaciones de caída y arrastre de las cortas se observan también algunos descortezamientos o heridas en los pies próximos.

Al igual que en revisiones anteriores, se observan también daños salpicados por muérdago, *Viscum album*, advirtiéndose 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 del 50% del arbolado, en un nivel de acción similar al del año pasado. 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 al estar próxima a una de las rutas migratorias más frecuentada. Los daños son mayores cuando afectan a ramillas finas y en ocasiones actúa en conjunción con otros agentes tales como el chancro resinoso propio de *Peridermium*, 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. En masas netamente productoras como la que nos ocupa y en la que se está intensificando el aprovechamiento maderero, las pérdidas de crecimiento asociadas pueden llegar a suponer un problema económico en su explotación, toda vez que se ha abandonado la práctica tradicional de usar las matas como pasto para el vacuno de leche y que servía como elemento de control.

Se registran también daños salpicados por **falta de luz** en una corta fracción 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, y que en evaluaciones anteriores han llegado a causar la muerte del pie afectado. 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 algunos ramillos **puntisecos**, junto con algún **tumor** o **resinosis** aislados afectando a una corta extensión de tronco y ramas y sin mayor significación fitosanitaria en el momento de la evaluación.

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. antiguas</b>     | <b>111</b> | <b>1,29</b> | <b>444</b> | <b>100,00</b> | <b>20,32</b> | <b>0,05</b> | <b>-2,47</b> | <b>-0,03</b> | <b>33,21</b> | <b>18,37</b> | <b>0,99</b>   | <b>0,20</b>  |
| Comidos/perdidos          | 10         | 1,20        | 40         | 9,01          | 23,00        | 0,20        | 0,21         | 0,12         | 32,10        | 18,02        | -0,12         | -0,15        |
| Agujeros/Parc. comidas    | 2          | 1,00        | 8          | 1,80          | 17,50        | 0,00        | -5,29        | -0,08        | 40,50        | 18,85        | 8,28          | 0,68         |
| Muestras                  | 6          | 1,00        | 24         | 5,41          | 21,67        | 0,17        | -1,12        | 0,09         | 30,67        | 17,78        | -1,55         | -0,39        |
| Caída prematura           | 2          | 2,00        | 8          | 1,80          | 32,50        | 0,50        | 9,71         | 0,42         | 28,00        | 17,90        | -4,22         | -0,27        |
| Dec. Verde-amarillo       | 101        | 1,30        | 404        | 90,99         | 20,05        | 0,04        | -2,74        | -0,04        | 33,32        | 18,40        | 1,10          | 0,23         |
| Completa                  | 100        | 1,30        | 400        | 90,09         | 20,05        | 0,04        | -2,74        | -0,04        | 33,33        | 18,43        | 1,11          | 0,25         |
| Punteado                  | 1          | 1,00        | 4          | 0,90          | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 32,00        | 16,20        | -0,22         | -1,97        |
| <b>Acíc. todas edades</b> | <b>5</b>   | <b>3,60</b> | <b>20</b>  | <b>4,50</b>   | <b>51,00</b> | <b>0,00</b> | <b>28,21</b> | <b>-0,08</b> | <b>16,60</b> | <b>13,74</b> | <b>-15,62</b> | <b>-4,43</b> |
| Comidos/perdidos          | 5          | 3,60        | 20         | 4,50          | 51,00        | 0,00        | 28,21        | -0,08        | 16,60        | 13,74        | -15,62        | -4,43        |
| Caída prematura           | 5          | 3,60        | 20         | 4,50          | 51,00        | 0,00        | 28,21        | -0,08        | 16,60        | 13,74        | -15,62        | -4,43        |
| <b>RAMAS/BROTOS</b>       |            |             |            |               |              |             |              |              |              |              |               |              |
| <b>Brotos del año</b>     | <b>38</b>  | <b>1,00</b> | <b>152</b> | <b>34,23</b>  | <b>19,34</b> | <b>0,03</b> | <b>-3,45</b> | <b>-0,05</b> | <b>35,11</b> | <b>18,53</b> | <b>2,89</b>   | <b>0,36</b>  |
| Signos insectos           | 2          | 1,00        | 8          | 1,80          | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 35,00        | 18,05        | 2,78          | -0,12        |
| Perforaciones,serrín      | 2          | 1,00        | 8          | 1,80          | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 35,00        | 18,05        | 2,78          | -0,12        |
| Muerto/moribundo          | 34         | 1,00        | 136        | 30,63         | 19,41        | 0,03        | -3,38        | -0,05        | 34,76        | 18,51        | 2,55          | 0,34         |
| Aborto                    | 2          | 1,00        | 8          | 1,80          | 17,50        | 0,00        | -5,29        | -0,08        | 41,00        | 19,35        | 8,78          | 1,18         |
| <b>Ramillos &lt;2 cm</b>  | <b>56</b>  | <b>1,04</b> | <b>224</b> | <b>50,45</b>  | <b>20,71</b> | <b>0,05</b> | <b>-2,08</b> | <b>-0,03</b> | <b>32,80</b> | <b>18,12</b> | <b>0,59</b>   | <b>-0,05</b> |
| Deformaciones             | 9          | 1,00        | 36         | 8,11          | 21,67        | 0,22        | -1,12        | 0,14         | 37,56        | 18,38        | 5,34          | 0,21         |
| Chancros                  | 1          | 1,00        | 4          | 0,90          | 30,00        | 0,00        | 7,21         | -0,08        | 42,00        | 21,90        | 9,78          | 3,73         |

|                            | N par     | Extensión   | N/ha       | %            | Defo         | Deco        | Dif Defo     | Dif Deco     | Diam         | Alt          | Dif Diam     | Dif Alt      |
|----------------------------|-----------|-------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Tumores                    | 8         | 1,00        | 32         | 7,21         | 20,63        | 0,25        | -2,17        | 0,17         | 37,00        | 17,94        | 4,78         | -0,23        |
| Otros signos               | 8         | 1,13        | 32         | 7,21         | 19,38        | 0,00        | -3,42        | -0,08        | 35,38        | 19,00        | 3,16         | 0,83         |
| Rotura                     | 22        | 1,00        | 88         | 19,82        | 20,68        | 0,00        | -2,11        | -0,08        | 33,05        | 18,55        | 0,83         | 0,38         |
| Muerto/moribundo           | 17        | 1,06        | 68         | 15,32        | 20,88        | 0,06        | -1,91        | -0,02        | 28,76        | 17,01        | -3,45        | -1,17        |
| <b>Ramas 2-10 cm</b>       | <b>9</b>  | <b>1,00</b> | <b>36</b>  | <b>8,11</b>  | <b>25,00</b> | <b>0,11</b> | <b>2,21</b>  | <b>0,03</b>  | <b>35,00</b> | <b>19,36</b> | <b>2,78</b>  | <b>1,18</b>  |
| Otros signos               | 8         | 1,00        | 32         | 7,21         | 25,63        | 0,13        | 2,84         | 0,05         | 34,13        | 19,18        | 1,91         | 1,00         |
| Rotura                     | 1         | 1,00        | 4          | 0,90         | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 42,00        | 20,80        | 9,78         | 2,63         |
| <b>Ramas &gt;10 cm</b>     | <b>1</b>  | <b>1,00</b> | <b>4</b>   | <b>0,90</b>  | <b>25,00</b> | <b>0,00</b> | <b>2,21</b>  | <b>-0,08</b> | <b>48,00</b> | <b>20,30</b> | <b>15,78</b> | <b>2,13</b>  |
| Otros signos               | 1         | 1,00        | 4          | 0,90         | 25,00        | 0,00        | 2,21         | -0,08        | 48,00        | 20,30        | 15,78        | 2,13         |
| <b>Ramas tam. variable</b> | <b>6</b>  | <b>1,67</b> | <b>24</b>  | <b>5,41</b>  | <b>21,67</b> | <b>0,17</b> | <b>-1,12</b> | <b>0,09</b>  | <b>37,33</b> | <b>19,43</b> | <b>5,12</b>  | <b>1,26</b>  |
| Otros signos               | 6         | 1,67        | 24         | 5,41         | 21,67        | 0,17        | -1,12        | 0,09         | 37,33        | 19,43        | 5,12         | 1,26         |
| <b>Guía principal</b>      | <b>20</b> | <b>2,05</b> | <b>80</b>  | <b>18,02</b> | <b>25,25</b> | <b>0,10</b> | <b>2,46</b>  | <b>0,02</b>  | <b>36,55</b> | <b>19,92</b> | <b>4,33</b>  | <b>1,75</b>  |
| Otros signos               | 19        | 2,00        | 76         | 17,12        | 22,89        | 0,11        | 0,10         | 0,03         | 37,16        | 20,02        | 4,94         | 1,84         |
| Muerto/moribundo           | 1         | 3,00        | 4          | 0,90         | 70,00        | 0,00        | 47,21        | -0,08        | 25,00        | 18,10        | -7,22        | -0,07        |
| <b>TRONCO/C.RAÍZ</b>       |           |             |            |              |              |             |              |              |              |              |              |              |
| <b>Tronco en copa</b>      | <b>13</b> | <b>1,38</b> | <b>52</b>  | <b>11,71</b> | <b>19,62</b> | <b>0,00</b> | <b>-3,17</b> | <b>-0,08</b> | <b>37,77</b> | <b>19,50</b> | <b>5,55</b>  | <b>1,33</b>  |
| Otros signos               | 13        | 1,38        | 52         | 11,71        | 19,62        | 0,00        | -3,17        | -0,08        | 37,77        | 19,50        | 5,55         | 1,33         |
| <b>Tronco</b>              | <b>32</b> | <b>2,31</b> | <b>128</b> | <b>28,83</b> | <b>20,78</b> | <b>0,06</b> | <b>-2,01</b> | <b>-0,02</b> | <b>31,94</b> | <b>18,02</b> | <b>-0,28</b> | <b>-0,15</b> |
| Deformaciones              | 3         | 1,00        | 12         | 2,70         | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 44,00        | 19,17        | 11,78        | 0,99         |
| Tumores                    | 3         | 1,00        | 12         | 2,70         | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 44,00        | 19,17        | 11,78        | 0,99         |
| Otros signos               | 2         | 1,00        | 8          | 1,80         | 15,00        | 0,00        | -7,79        | -0,08        | 40,00        | 18,50        | 7,78         | 0,33         |
| Heridas                    | 18        | 1,33        | 72         | 16,22        | 20,83        | 0,06        | -1,96        | -0,02        | 30,94        | 17,96        | -1,27        | -0,21        |
| Descortezamientos          | 11        | 1,27        | 44         | 9,91         | 21,36        | 0,09        | -1,43        | 0,01         | 32,73        | 18,58        | 0,51         | 0,41         |
| Otras heridas              | 7         | 1,43        | 28         | 6,31         | 20,00        | 0,00        | -2,79        | -0,08        | 28,14        | 16,99        | -4,08        | -1,19        |
| Resinosis                  | 3         | 1,00        | 12         | 2,70         | 23,33        | 0,33        | 0,54         | 0,25         | 27,00        | 18,13        | -5,22        | -0,04        |
| Inclinado                  | 6         | 7,00        | 24         | 5,41         | 21,67        | 0,00        | -1,12        | -0,08        | 28,67        | 17,40        | -3,55        | -0,77        |
| <b>Cuello raíz</b>         | <b>1</b>  | <b>2,00</b> | <b>4</b>   | <b>0,90</b>  | <b>15,00</b> | <b>0,00</b> | <b>-7,79</b> | <b>-0,08</b> | <b>28,00</b> | <b>16,90</b> | <b>-4,22</b> | <b>-1,27</b> |
| Deformaciones              | 1         | 2,00        | 4          | 0,90         | 15,00        | 0,00        | -7,79        | -0,08        | 28,00        | 16,90        | -4,22        | -1,27        |
| Tumores                    | 1         | 2,00        | 4          | 0,90         | 15,00        | 0,00        | -7,79        | -0,08        | 28,00        | 16,90        | -4,22        | -1,27        |

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    | <i>Picidae</i> |   | Defoliadores |        | Perforadores |   | Chupadores |        | Royas tronco y brotes |   |
|---------------------------|----------|----------------|---|--------------|--------|--------------|---|------------|--------|-----------------------|---|
|                           |          | n              | % | n            | %      | n            | % | n          | %      | n                     | % |
| <b>HOJAS/ACÍCULAS</b>     |          |                |   |              |        |              |   |            |        |                       |   |
| Acíc. antiguas            | 111      |                |   | 8            | 100,00 |              |   | 1          | 100,00 |                       |   |
| Comidos/perdidos          | 10       |                |   | 8            | 100,00 |              |   |            |        |                       |   |
| Agujeros/Parc. comid      | 2        |                |   | 2            | 25,00  |              |   |            |        |                       |   |
| Muecas                    | 6        |                |   | 6            | 75,00  |              |   |            |        |                       |   |
| Caída prematura           | 2        |                |   |              |        |              |   |            |        |                       |   |
| Dec. Verde-amarillo       | 101      |                |   |              |        |              |   | 1          | 100,00 |                       |   |
| Completa                  | 100      |                |   |              |        |              |   |            |        |                       |   |
| Punteado                  | 1        |                |   |              |        |              |   | 1          | 100,00 |                       |   |
| <b>Acíc. todas edades</b> | <b>5</b> |                |   |              |        |              |   |            |        |                       |   |

|                          | N par     | Picidae  |               | Defoliadores |   | Perforadores |               | Chupadores |   | Royas tronco y brotes |               |
|--------------------------|-----------|----------|---------------|--------------|---|--------------|---------------|------------|---|-----------------------|---------------|
|                          |           | n        | %             | n            | % | n            | %             | n          | % | n                     | %             |
| Comidos/perdidos         | 5         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Caída prematura          | 5         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>RAMAS/BROTOS</b>      |           |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>Brotos del año</b>    | <b>38</b> |          |               |              |   | <b>26</b>    | <b>100,00</b> |            |   |                       |               |
| Signos insectos          | 2         |          |               |              |   | 2            | 7,69          |            |   |                       |               |
| Perforaciones, serrín    | 2         |          |               |              |   | 2            | 7,69          |            |   |                       |               |
| Muerto/moribundo         | 34        |          |               |              |   | 24           | 92,31         |            |   |                       |               |
| Aborto                   | 2         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>Ramillos &lt;2 cm</b> | <b>56</b> |          |               |              |   |              |               |            |   | <b>1</b>              | <b>100,00</b> |
| Deformaciones            | 9         |          |               |              |   |              |               |            |   | 1                     | 100,00        |
| Chancros                 | 1         |          |               |              |   |              |               |            |   | 1                     | 100,00        |
| Tumores                  | 8         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Otros signos             | 8         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Rotura                   | 22        |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Muerto/moribundo         | 17        |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>Ramas 2-10 cm</b>     | <b>9</b>  |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Otros signos             | 8         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Rotura                   | 1         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>Ramas &gt;10 cm</b>   | <b>1</b>  |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Otros signos             | 1         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>Ramas tam. variab</b> | <b>6</b>  |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Otros signos             | 6         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>Guía principal</b>    | <b>20</b> |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Otros signos             | 19        |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Muerto/moribundo         | 1         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>TRONCO/C.RAÍZ</b>     |           |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>Tronco en copa</b>    | <b>13</b> |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Otros signos             | 13        |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>Tronco</b>            | <b>32</b> | <b>2</b> | <b>100,00</b> |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Deformaciones            | 3         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Tumores                  | 3         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Otros signos             | 2         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Heridas                  | 18        | 2        | 100,00        |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Descortezamientos        | 11        |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Otras heridas            | 7         | 2        | 100,00        |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Resinosis                | 3         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Inclinado                | 6         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| <b>Cuello raíz</b>       | <b>1</b>  |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Deformaciones            | 1         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |
| Tumores                  | 1         |          |               |              |   |              |               |            |   |                       |               |

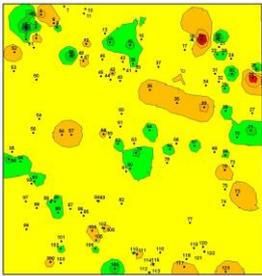
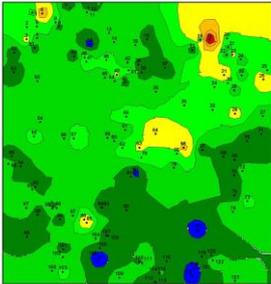
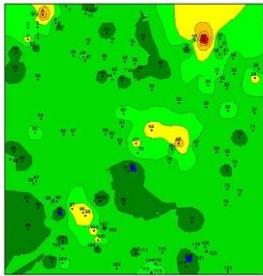
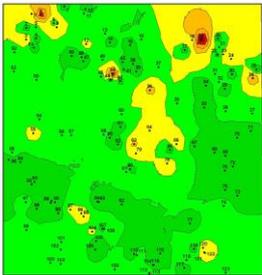
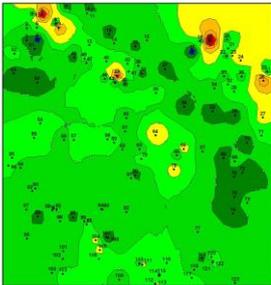
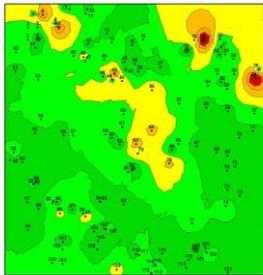
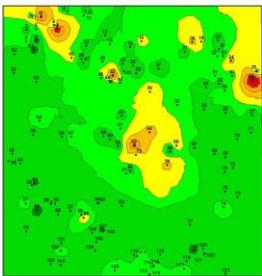
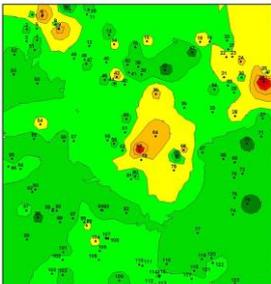
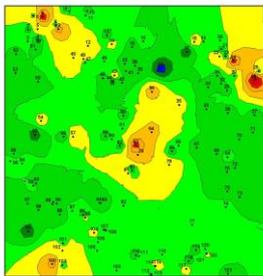
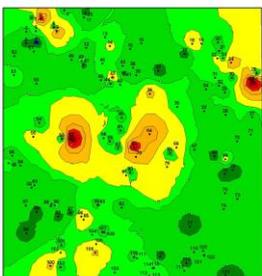
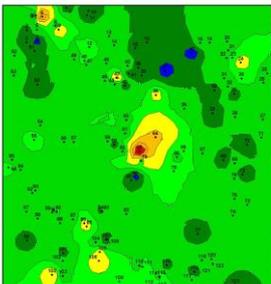
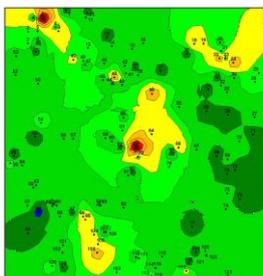
|                       | N par      | Calor      |               | Nieve/Hielo |   | Op. en pies próximos |   | Otros daños antrópicos |   | Viscum album |   |
|-----------------------|------------|------------|---------------|-------------|---|----------------------|---|------------------------|---|--------------|---|
|                       |            | n          | %             | n           | % | n                    | % | n                      | % | n            | % |
| <b>HOJAS/ACÍCULAS</b> |            |            |               |             |   |                      |   |                        |   |              |   |
| <b>Acíc. antiguas</b> | <b>111</b> | <b>100</b> | <b>100,00</b> |             |   |                      |   |                        |   |              |   |
| Comidos/perdidos      | 10         |            |               |             |   |                      |   |                        |   |              |   |
| Agujeros/Parc. comid  | 2          |            |               |             |   |                      |   |                        |   |              |   |

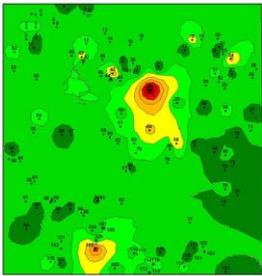
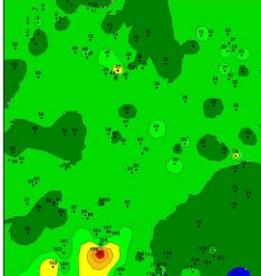
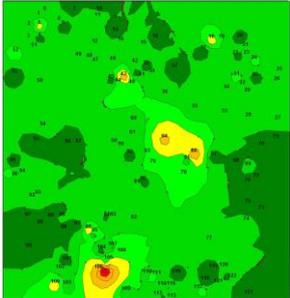
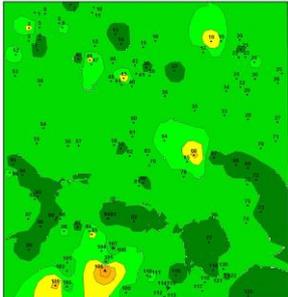
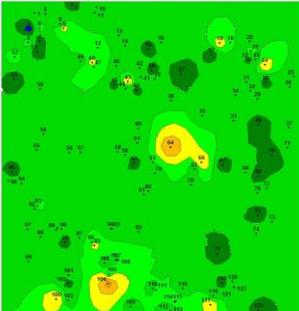
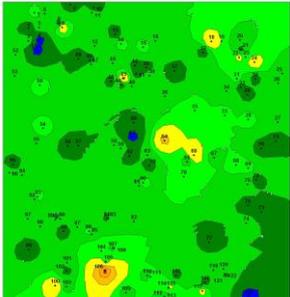
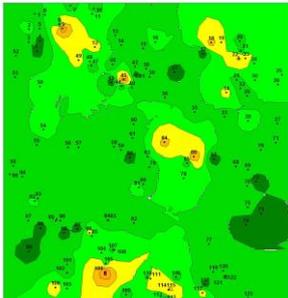
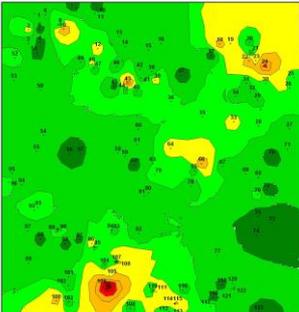
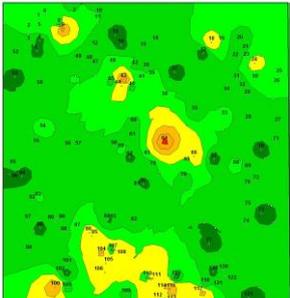
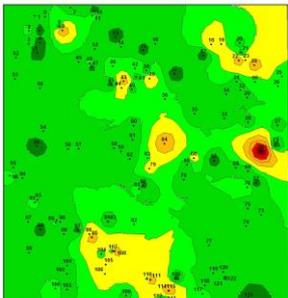
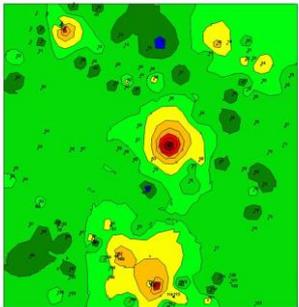
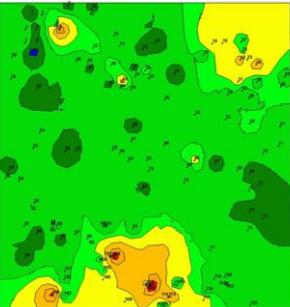
|                           | N par     | Calor |        | Nieve/Hielo |              | Op. en pies próximos |              | Otros daños antrópicos |               | Viscum album |              |
|---------------------------|-----------|-------|--------|-------------|--------------|----------------------|--------------|------------------------|---------------|--------------|--------------|
|                           |           | n     | %      | n           | %            | n                    | %            | n                      | %             | n            | %            |
| Muestras                  | 6         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Caída prematura           | 2         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Dec. Verde-amarillo       | 101       | 100   | 100,00 |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Completa                  | 100       | 100   | 100,00 |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Punteado                  | 1         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| <b>Acíc. todas edades</b> | <b>5</b>  |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Comidos/perdidos          | 5         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Caída prematura           | 5         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| <b>RAMAS/BROTOS</b>       |           |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| <b>Brotos del año</b>     | <b>38</b> |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Signos insectos           | 2         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Perforaciones,serrín      | 2         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Muerto/moribundo          | 34        |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Aborto                    | 2         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| <b>Ramillos &lt;2 cm</b>  | <b>56</b> |       |        | <b>21</b>   | <b>95,45</b> | <b>1</b>             | <b>10,00</b> |                        |               | <b>8</b>     | <b>14,04</b> |
| Deformaciones             | 9         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Chancros                  | 1         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Tumores                   | 8         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Otros signos              | 8         |       |        |             |              |                      |              |                        |               | 8            | 14,04        |
| Rotura                    | 22        |       |        | 21          | 95,45        | 1                    | 10,00        |                        |               |              |              |
| Muerto/moribundo          | 17        |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| <b>Ramas 2-10 cm</b>      | <b>9</b>  |       |        | <b>1</b>    | <b>4,55</b>  |                      |              |                        |               | <b>8</b>     | <b>14,04</b> |
| Otros signos              | 8         |       |        |             |              |                      |              |                        |               | 8            | 14,04        |
| Rotura                    | 1         |       |        | 1           | 4,55         |                      |              |                        |               |              |              |
| <b>Ramas &gt;10 cm</b>    | <b>1</b>  |       |        |             |              |                      |              |                        |               | <b>1</b>     | <b>1,75</b>  |
| Otros signos              | 1         |       |        |             |              |                      |              |                        |               | 1            | 1,75         |
| <b>Ramas tam. variab</b>  | <b>6</b>  |       |        |             |              |                      |              |                        |               | <b>6</b>     | <b>10,53</b> |
| Otros signos              | 6         |       |        |             |              |                      |              |                        |               | 6            | 10,53        |
| <b>Guía principal</b>     | <b>20</b> |       |        |             |              |                      |              |                        |               | <b>19</b>    | <b>33,33</b> |
| Otros signos              | 19        |       |        |             |              |                      |              |                        |               | 19           | 33,33        |
| Muerto/moribundo          | 1         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| <b>TRONCO/C.RAÍZ</b>      |           |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| <b>Tronco en copa</b>     | <b>13</b> |       |        |             |              |                      |              |                        |               | <b>13</b>    | <b>22,81</b> |
| Otros signos              | 13        |       |        |             |              |                      |              |                        |               | 13           | 22,81        |
| <b>Tronco</b>             | <b>32</b> |       |        |             |              | <b>9</b>             | <b>90,00</b> | <b>1</b>               | <b>100,00</b> | <b>2</b>     | <b>3,51</b>  |
| Deformaciones             | 3         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Tumores                   | 3         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Otros signos              | 2         |       |        |             |              |                      |              |                        |               | 2            | 3,51         |
| Heridas                   | 18        |       |        |             |              | 9                    | 90,00        | 1                      | 100,00        |              |              |
| Descortezamientos         | 11        |       |        |             |              | 9                    | 90,00        |                        |               |              |              |
| Otras heridas             | 7         |       |        |             |              |                      |              | 1                      | 100,00        |              |              |
| Resinosis                 | 3         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Inclinado                 | 6         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| <b>Cuello raíz</b>        | <b>1</b>  |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Deformaciones             | 1         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |
| Tumores                   | 1         |       |        |             |              |                      |              |                        |               |              |              |

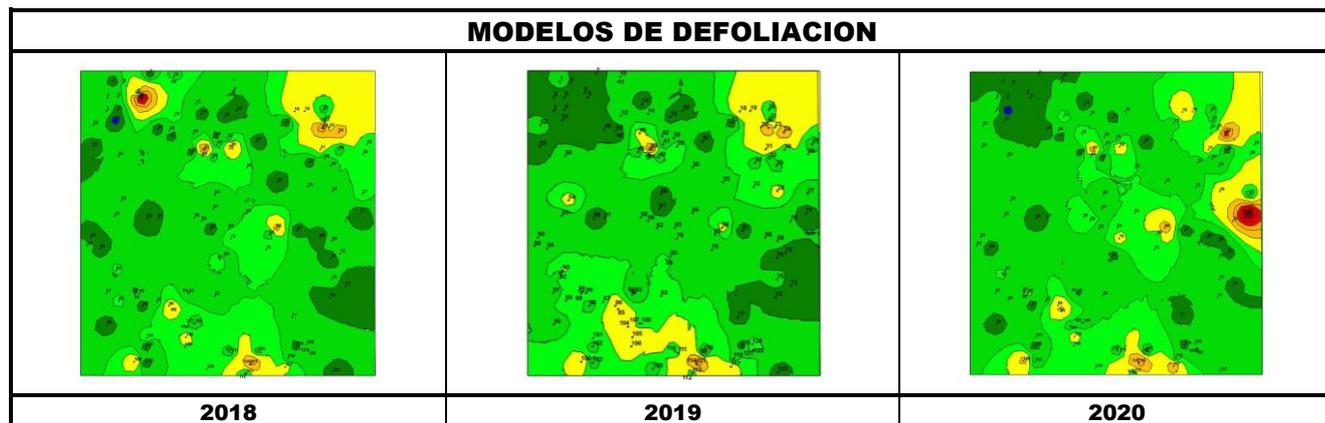
|                           | N<br>par   | Falta luz |              | Inter.físicas |               | Ag.desconocido |              |
|---------------------------|------------|-----------|--------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
|                           |            | n         | %            | n             | %             | n              | %            |
| <b>HOJAS/ACÍCULAS</b>     |            |           |              |               |               |                |              |
| <b>Acíc. antiguas</b>     | <b>111</b> |           |              |               |               | <b>2</b>       | <b>4,76</b>  |
| Comidos/perdidos          | 10         |           |              |               |               | 2              | 4,76         |
| Agujeros/Parc. comid      | 2          |           |              |               |               |                |              |
| Muestras                  | 6          |           |              |               |               |                |              |
| Caída prematura           | 2          |           |              |               |               | 2              | 4,76         |
| Dec. Verde-amarillo       | 101        |           |              |               |               |                |              |
| Completa                  | 100        |           |              |               |               |                |              |
| Punteado                  | 1          |           |              |               |               |                |              |
| <b>Acíc. todas edades</b> | <b>5</b>   | <b>5</b>  | <b>33,33</b> |               |               |                |              |
| Comidos/perdidos          | 5          | 5         | 33,33        |               |               |                |              |
| Caída prematura           | 5          | 5         | 33,33        |               |               |                |              |
| <b>RAMAS/BROTOS</b>       |            |           |              |               |               |                |              |
| <b>Brotos del año</b>     | <b>38</b>  |           |              |               |               | <b>12</b>      | <b>28,57</b> |
| Signos insectos           | 2          |           |              |               |               |                |              |
| Perforaciones,serrín      | 2          |           |              |               |               |                |              |
| Muerto/moribundo          | 34         |           |              |               |               | 10             | 23,81        |
| Aborto                    | 2          |           |              |               |               | 2              | 4,76         |
| <b>Ramillos &lt;2 cm</b>  | <b>56</b>  | <b>9</b>  | <b>60,00</b> |               |               | <b>16</b>      | <b>38,10</b> |
| Deformaciones             | 9          |           |              |               |               | 8              | 19,05        |
| Chancros                  | 1          |           |              |               |               |                |              |
| Tumores                   | 8          |           |              |               |               | 8              | 19,05        |
| Otros signos              | 8          |           |              |               |               |                |              |
| Rotura                    | 22         |           |              |               |               |                |              |
| Muerto/moribundo          | 17         | 9         | 60,00        |               |               | 8              | 19,05        |
| <b>Ramas 2-10 cm</b>      | <b>9</b>   |           |              |               |               |                |              |
| Otros signos              | 8          |           |              |               |               |                |              |
| Rotura                    | 1          |           |              |               |               |                |              |
| <b>Ramas &gt;10 cm</b>    | <b>1</b>   |           |              |               |               |                |              |
| Otros signos              | 1          |           |              |               |               |                |              |
| <b>Ramas tam. variab</b>  | <b>6</b>   |           |              |               |               |                |              |
| Otros signos              | 6          |           |              |               |               |                |              |
| <b>Guía principal</b>     | <b>20</b>  | <b>1</b>  | <b>6,67</b>  |               |               |                |              |
| Otros signos              | 19         |           |              |               |               |                |              |
| Muerto/moribundo          | 1          | 1         | 6,67         |               |               |                |              |
| <b>TRONCO/C.RAÍZ</b>      |            |           |              |               |               |                |              |
| <b>Tronco en copa</b>     | <b>13</b>  |           |              |               |               |                |              |
| Otros signos              | 13         |           |              |               |               |                |              |
| <b>Tronco</b>             | <b>32</b>  |           |              | <b>7</b>      | <b>100,00</b> | <b>11</b>      | <b>26,19</b> |
| Deformaciones             | 3          |           |              |               |               | 3              | 7,14         |
| Tumores                   | 3          |           |              |               |               | 3              | 7,14         |
| Otros signos              | 2          |           |              |               |               |                |              |
| Heridas                   | 18         |           |              | 1             | 14,29         | 5              | 11,90        |
| Descortezamientos         | 11         |           |              |               |               | 2              | 4,76         |
| Otras heridas             | 7          |           |              | 1             | 14,29         | 3              | 7,14         |
| Resinosis                 | 3          |           |              |               |               | 3              | 7,14         |
| Inclinado                 | 6          |           |              | 6             | 85,71         |                |              |
| <b>Cuello raíz</b>        | <b>1</b>   |           |              |               |               | <b>1</b>       | <b>2,38</b>  |
| Deformaciones             | 1          |           |              |               |               | 1              | 2,38         |
| Tumores                   | 1          |           |              |               |               | 1              | 2,38         |



**FIG 6.** Cuerpos de fructificación de *Cronartium flaccidum*. Debilitamiento causado por el muérdago. Cuerpo de fructificación de hongo xilófago. Daños en la base del tronco por operaciones selvícolas recientes.

| <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>   | <b>2016</b>   | <b>2017</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                |             |                   |

| Variable                | Equipo                 | Parcela Interior | Parcela Exterior | Instalación | Periodicidad      |
|-------------------------|------------------------|------------------|------------------|-------------|-------------------|
|                         | 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/Temp. del suelo | Sonda HT               | 1                |                  | 2018        | 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.

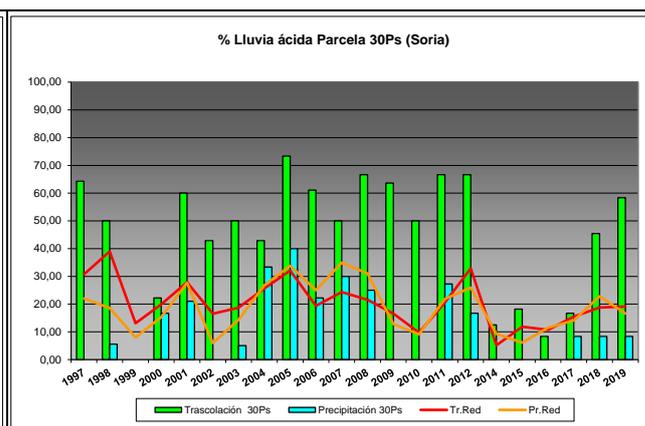
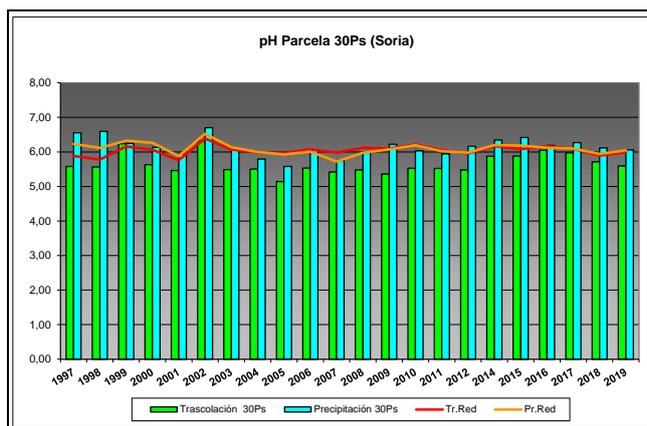
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 30Ps, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) 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            | 6,55                         | 0,00             | 687            | 5,89      | 6,23  |
| 1998  | 5,56              | 50,00            | 553            | 6,59                         | 5,56             | 595            | 5,78      | 6,12  |
| 1999  | 6,24              | 0,00             | 685            | 6,25                         | 0,00             | 957            | 6,16      | 6,33  |
| 2000  | 5,63              | 22,22            | 687            | 6,13                         | 16,67            | 961            | 6,06      | 6,27  |
| 2001  | 5,46              | 60,00            | 598            | 5,94                         | 21,05            | 802            | 5,76      | 5,88  |
| 2002  | 6,32              | 42,86            | 676            | 6,70                         | 0,00             | 872            | 6,39      | 6,53  |
| 2003  | 5,49              | 50,00            | 796            | 6,08                         | 5,00             | 941            | 6,07      | 6,14  |
| 2004  | 5,50              | 42,86            | 502            | 5,79                         | 33,33            | 622            | 5,99      | 6,00  |
| 2005  | 5,14              | 73,33            | 257            | 5,58                         | 40,00            | 354            | 5,96      | 5,93  |
| 2006  | 5,53              | 61,11            | 602            | 6,04                         | 22,22            | 816            | 6,08      | 6,01  |
| 2007  | 5,42              | 50,00            | 448            | 5,75                         | 30,00            | 663            | 5,98      | 5,72  |
| 2008  | 5,48              | 66,67            | 719            | 5,99                         | 25,00            | 946            | 6,12      | 5,97  |
| 2009  | 5,36              | 63,64            | 404            | 6,22                         | 0,00             | 582            | 6,10      | 6,07  |
| 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            | 6,06      | 6,02  |
| 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      | 6,20  |
| 2015  | 5,88              | 18,18            | 418            | 6,42                         | 0,00             | 585            | 6,08      | 6,18  |
| 2016  | 6,05              | 8,33             | 541            | 6,19                         | 0,00             | 907            | 6,16      | 6,12  |
| 2017  | 5,98              | 16,67            | 426            | 6,27                         | 8,33             | 655            | 6,09      | 6,10  |
| 2018  | 5,71              | 45,45            | 609            | 6,12                         | 8,33             | 1010           | 5,89      | 5,94  |
| 2019  | 5,59              | 58,33            | 552            | 6,06                         | 8,33             | 796            | 5,99      | 6,04  |
| Media | 5,65              | 44,99            | 544            | 6,14                         | 12,17            | 744            | 6,04      | 6,09  |



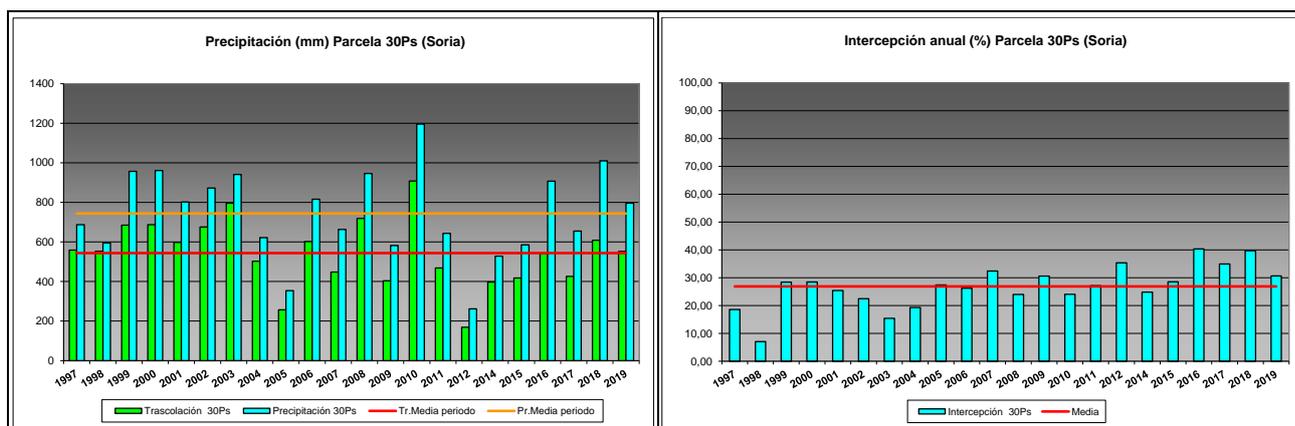


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

## 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   | Traslación (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            | <b>52,99</b>                 |                    | 687            | <b>25,52</b> | 22,05        |
| 1998  | 20,24           |                    | 553            | 52,97                        |                    | 595            | 29,37        | 22,53        |
| 1999  | 19,60           |                    | 685            | 16,99                        |                    | 957            | 33,18        | 19,89        |
| 2000  | 23,99           |                    | 687            | 26,10                        |                    | 961            | 35,34        | 22,06        |
| 2001  | <b>13,03</b>    |                    | 598            | <b>8,63</b>                  |                    | 802            | 27,99        | 15,78        |
| 2002  | 34,56           |                    | 676            | 25,96                        |                    | 872            | 48,98        | 30,11        |
| 2003  | 18,19           |                    | 796            | 20,76                        |                    | 941            | 45,96        | 25,07        |
| 2004  | <b>44,74</b>    |                    | 502            | 41,62                        |                    | 622            | 62,42        | <b>37,00</b> |
| 2005  | 34,83           |                    | 257            | 25,18                        |                    | 354            | 65,42        | 30,19        |
| 2006  | 32,96           |                    | 602            | 25,51                        |                    | 816            | 61,52        | 28,60        |
| 2007  | 32,23           |                    | 448            | 24,34                        |                    | 663            | 49,85        | 28,88        |
| 2008  | 19,04           |                    | 719            | 11,70                        |                    | 946            | 46,65        | 22,88        |
| 2009  | 26,23           |                    | 404            | 14,03                        |                    | 582            | 49,43        | 20,10        |
| 2010  | 15,99           |                    | 908            | 9,14                         |                    | 1196           | 44,44        | <b>15,09</b> |
| 2011  | 22,84           |                    | 468            | 10,26                        |                    | 643            | 51,36        | 19,04        |
| 2012  | 24,29           |                    | 169            | 9,10                         |                    | 261            | 53,38        | 20,50        |
| 2014  | 30,55           |                    | 397            | 12,53                        |                    | 528            | 33,76        | 15,23        |
| 2015  | 25,96           |                    | 418            | 11,61                        |                    | 585            | 45,28        | 18,25        |
| 2016  | 31,03           |                    | 541            | 12,57                        |                    | 907            | 47,39        | 15,22        |
| 2017  | 26,09           |                    | 426            | 10,44                        |                    | 655            | 56,13        | 18,87        |
| 2018  | 21,50           |                    | 609            | 9,39                         |                    | 1010           | 38,75        | 16,20        |
| 2019  | 31,58           |                    | 552            | 14,82                        |                    | 796            | <b>74,16</b> | 28,49        |
| Media | <b>25,57</b>    |                    | <b>544</b>     | <b>20,30</b>                 |                    | <b>744</b>     | <b>46,65</b> | <b>22,36</b> |

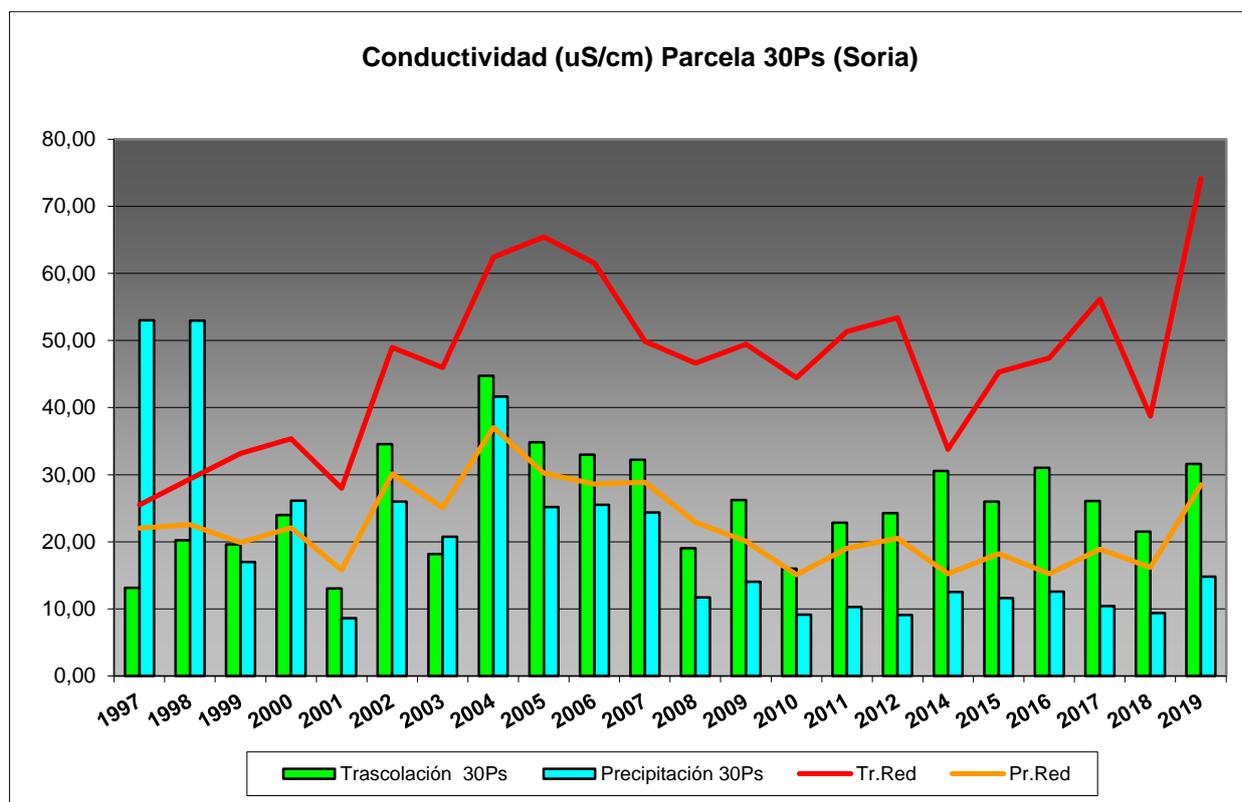


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

## 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  | Trascolución (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 | 3,79              | 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 | 1,42              | 8,51           | 598            | 0,68                         | 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 | 1,28              | 10,16          | 796            | 0,49                         | 4,66           | 941            | 5,51                 | 12,93         | 3,83          |
| 2004 | 3,03              | 15,20          | 502            | 0,67                         | 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            | 1,26                         | 10,31          | 816            | 6,67                 | 19,14         | 9,86          |
| 2007 | 3,44              | 15,40          | 448            | 1,40                         | 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 | 2,72              | 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 | 2,00              | 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                | 11,97         | 1,60          |
| 2015 | 4,16              | 17,37          | 418            | 0,29                         | 1,67           | 585            | 15,70                | 18,33         | 4,20          |
| 2016 | 2,42              | 13,10          | 541            | 0,19                         | 1,74           | 907            | 11,35                | 19,15         | 2,17          |

| 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) |
| 2017  | <b>4,49</b>       | 19,14          | 426            | 0,21                         | 1,36           | 655            | 17,78                | 16,19         | 1,94          |
| 2018  | 2,62              | 15,95          | 609            | 0,19                         | 1,92           | 1010           | 14,03                | 17,14         | 2,96          |
| 2019  | 3,17              | 17,49          | 552            | 0,26                         | 2,06           | 796            | 15,43                | 17,04         | 3,33          |
| Media | <b>2,65</b>       | <b>14,05</b>   | <b>544</b>     | <b>0,89</b>                  | <b>6,56</b>    | <b>744</b>     | <b>7,49</b>          | <b>16,74</b>  | <b>6,01</b>   |

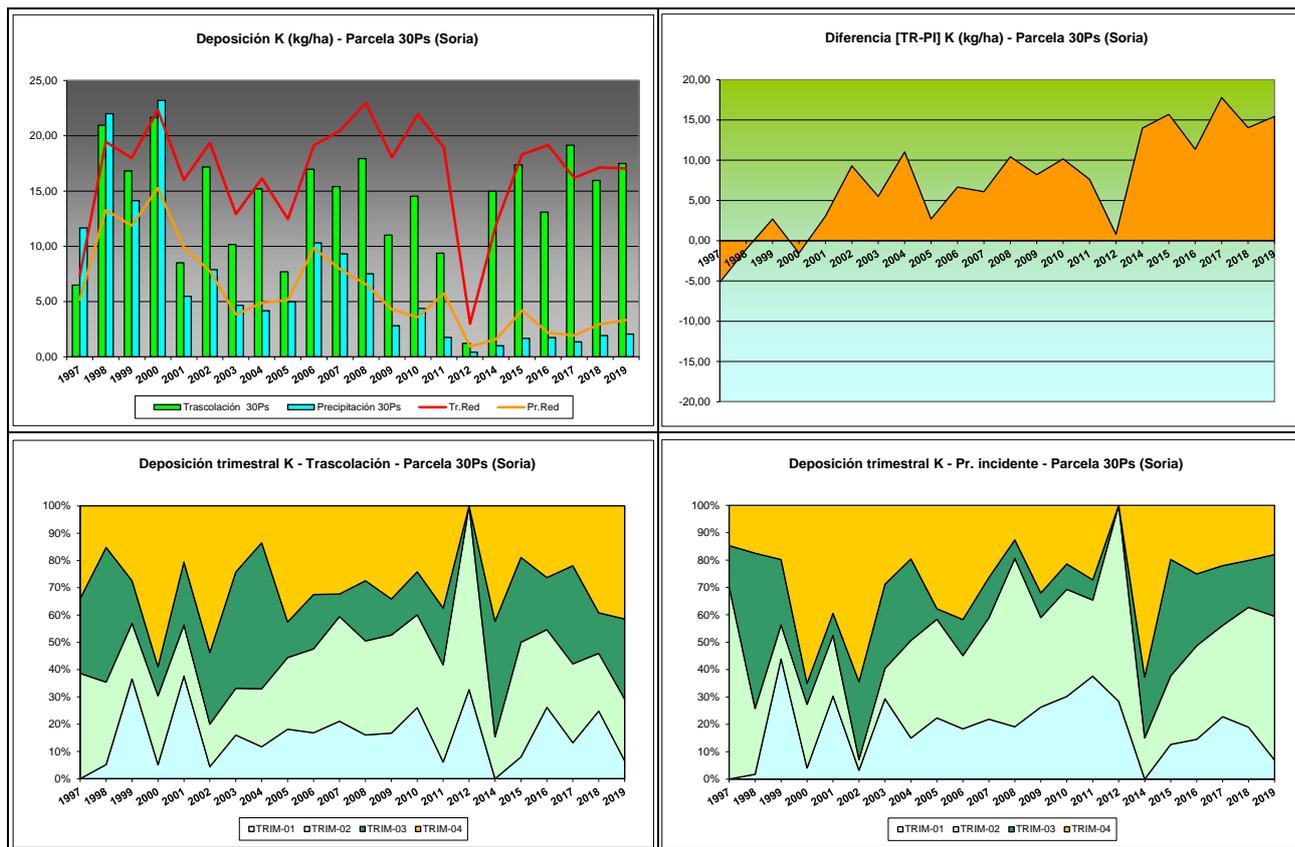


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 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 | <b>0,67</b>       | 4,03           | 598            | <b>0,37</b>                  | 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              | <b>22,62</b>   | 796            | 3,66                         | <b>34,47</b>   | 941            | -11,85               | <b>23,45</b>  | <b>26,64</b>  |
| 2004 | <b>3,33</b>       | 16,69          | 502            | <b>4,81</b>                  | 29,91          | 622            | -13,22               | 18,95         | 20,04         |

| 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) |
| 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  | 2,00              | 8,96           | 448            | 1,83                         | 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  | 1,31              | 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                 | 8,57          | 5,86          |
| 2015  | 2,45              | 10,24          | 418            | 1,50                         | 8,75           | 585            | 1,48                 | 15,19         | 12,39         |
| 2016  | 1,23              | 6,67           | 541            | 0,87                         | 7,88           | 907            | -1,21                | 14,34         | 8,83          |
| 2017  | 2,40              | 10,22          | 426            | 1,20                         | 7,84           | 655            | 2,38                 | 13,71         | 10,82         |
| 2018  | 1,26              | 7,66           | 609            | 0,84                         | 8,43           | 1010           | -0,77                | 13,15         | 9,58          |
| 2019  | 1,53              | 8,45           | 552            | 1,24                         | 9,89           | 796            | -1,44                | 18,41         | 13,57         |
| Media | 1,55              | 8,28           | 544            | 1,33                         | 9,63           | 744            | -1,35                | 12,76         | 10,18         |

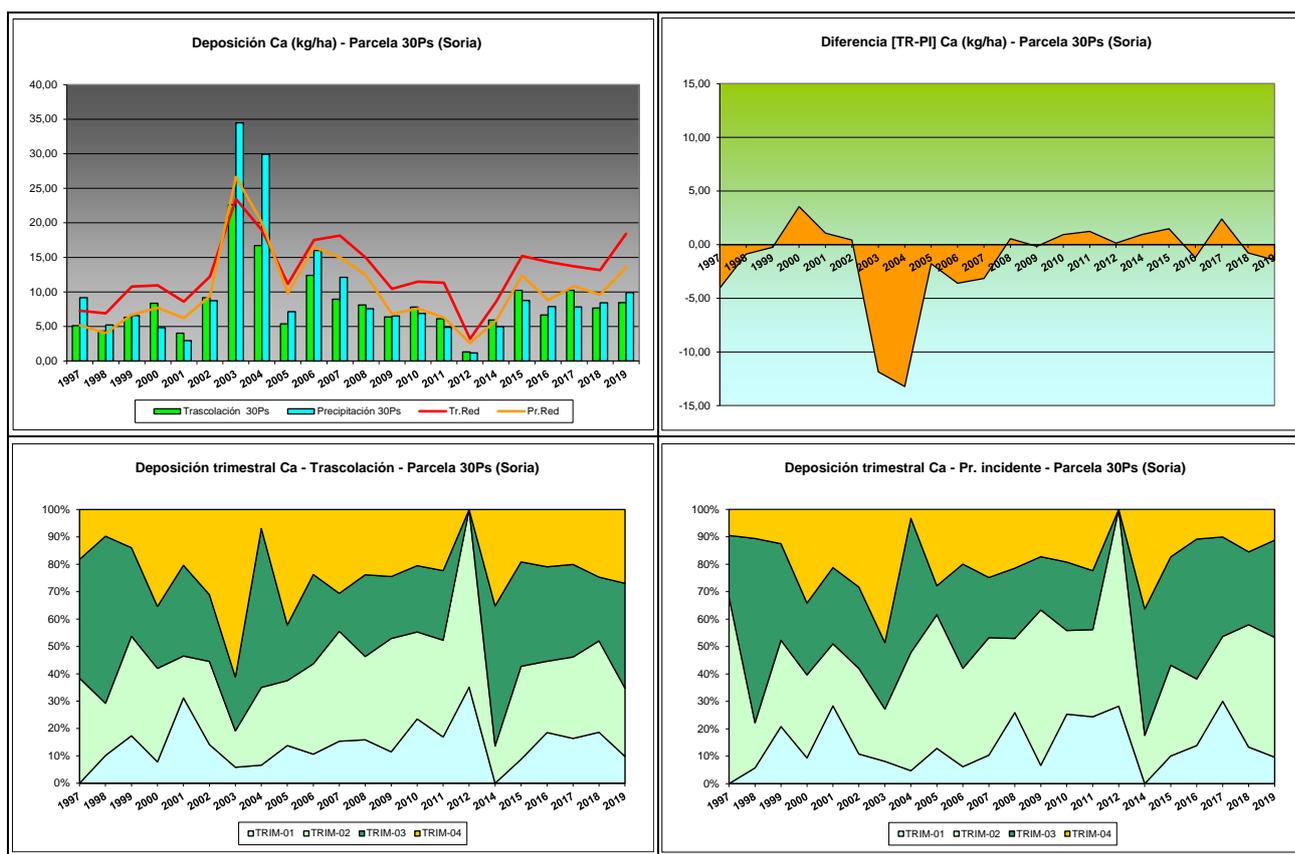
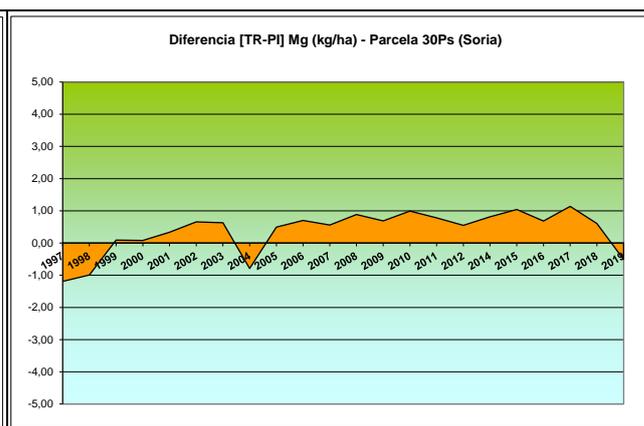
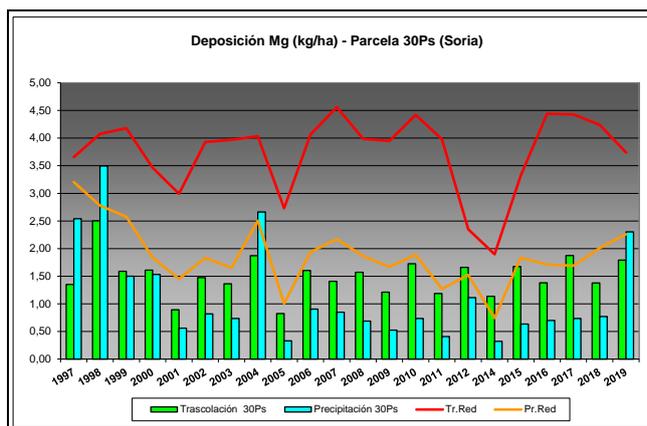


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 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            | 0,07                         | 0,56           | 802            | 0,33                 | 2,99          | 1,45          |
| 2002         | 0,22              | 1,48           | 676            | 0,09                         | 0,82           | 872            | 0,66                 | 3,93          | 1,83          |
| 2003         | 0,17              | 1,36           | 796            | 0,08                         | 0,73           | 941            | 0,63                 | 3,97          | 1,65          |
| 2004         | 0,37              | 1,87           | 502            | 0,43                         | 2,66           | 622            | -0,79                | 4,03          | 2,51          |
| 2005         | 0,32              | <b>0,83</b>    | 257            | 0,09                         | 0,33           | 354            | 0,49                 | 2,73          | 1,01          |
| 2006         | 0,27              | 1,61           | 602            | 0,11                         | 0,91           | 816            | 0,70                 | 4,06          | 1,94          |
| 2007         | 0,31              | 1,41           | 448            | 0,13                         | 0,85           | 663            | 0,56                 | <b>4,56</b>   | 2,17          |
| 2008         | 0,22              | 1,57           | 719            | 0,07                         | 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>1,90</b>   | <b>0,75</b>   |
| 2015         | 0,40              | 1,67           | 418            | 0,11                         | 0,63           | 585            | 1,04                 | 3,32          | 1,84          |
| 2016         | 0,26              | 1,38           | 541            | 0,08                         | 0,70           | 907            | 0,68                 | 4,44          | 1,71          |
| 2017         | 0,44              | 1,87           | 426            | 0,11                         | 0,74           | 655            | 1,14                 | 4,43          | 1,69          |
| 2018         | 0,23              | 1,38           | 609            | 0,08                         | 0,77           | 1010           | 0,61                 | 4,24          | 2,01          |
| 2019         | 0,32              | 1,79           | 552            | 0,29                         | 2,30           | 796            | -0,51                | 3,74          | 2,26          |
| <b>Media</b> | <b>0,31</b>       | <b>1,50</b>    | <b>544</b>     | <b>0,17</b>                  | <b>1,13</b>    | <b>744</b>     | <b>0,37</b>          | <b>3,75</b>   | <b>1,88</b>   |



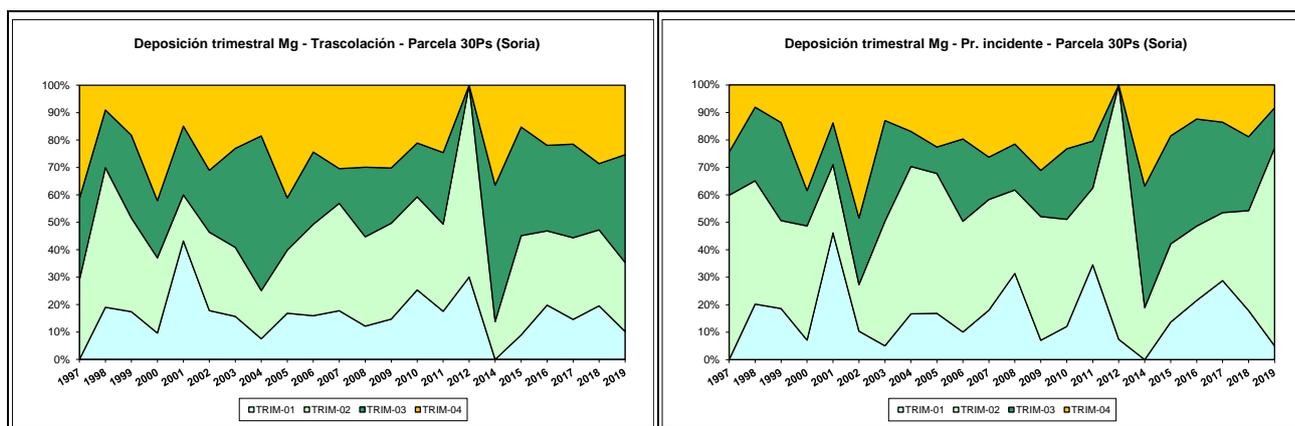


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 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   | Trascalación (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  | 0,43              | 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  | 0,56              | 4,45           | 796            | 0,55                         | 5,21           | 941            | -0,76                | 22,49         | 12,86         |
| 2004  | 1,92              | 9,64           | 502            | 1,32                         | 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            | 0,55                         | 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                 | 6,77          | 4,55          |
| 2015  | 0,74              | 3,09           | 418            | 0,46                         | 2,71           | 585            | 0,38                 | 15,27         | 11,59         |
| 2016  | 0,81              | 4,36           | 541            | 0,37                         | 3,40           | 907            | 0,97                 | 22,84         | 11,19         |
| 2017  | 1,03              | 4,40           | 426            | 0,38                         | 2,52           | 655            | 1,88                 | 19,35         | 10,47         |
| 2018  | 0,70              | 4,25           | 609            | 0,43                         | 4,30           | 1010           | -0,05                | 22,61         | 14,29         |
| 2019  | 1,19              | 6,56           | 552            | 0,62                         | 4,91           | 796            | 1,65                 | 19,32         | 13,98         |
| Media | 0,84              | 4,62           | 544            | 0,59                         | 4,51           | 744            | 0,11                 | 18,48         | 11,41         |

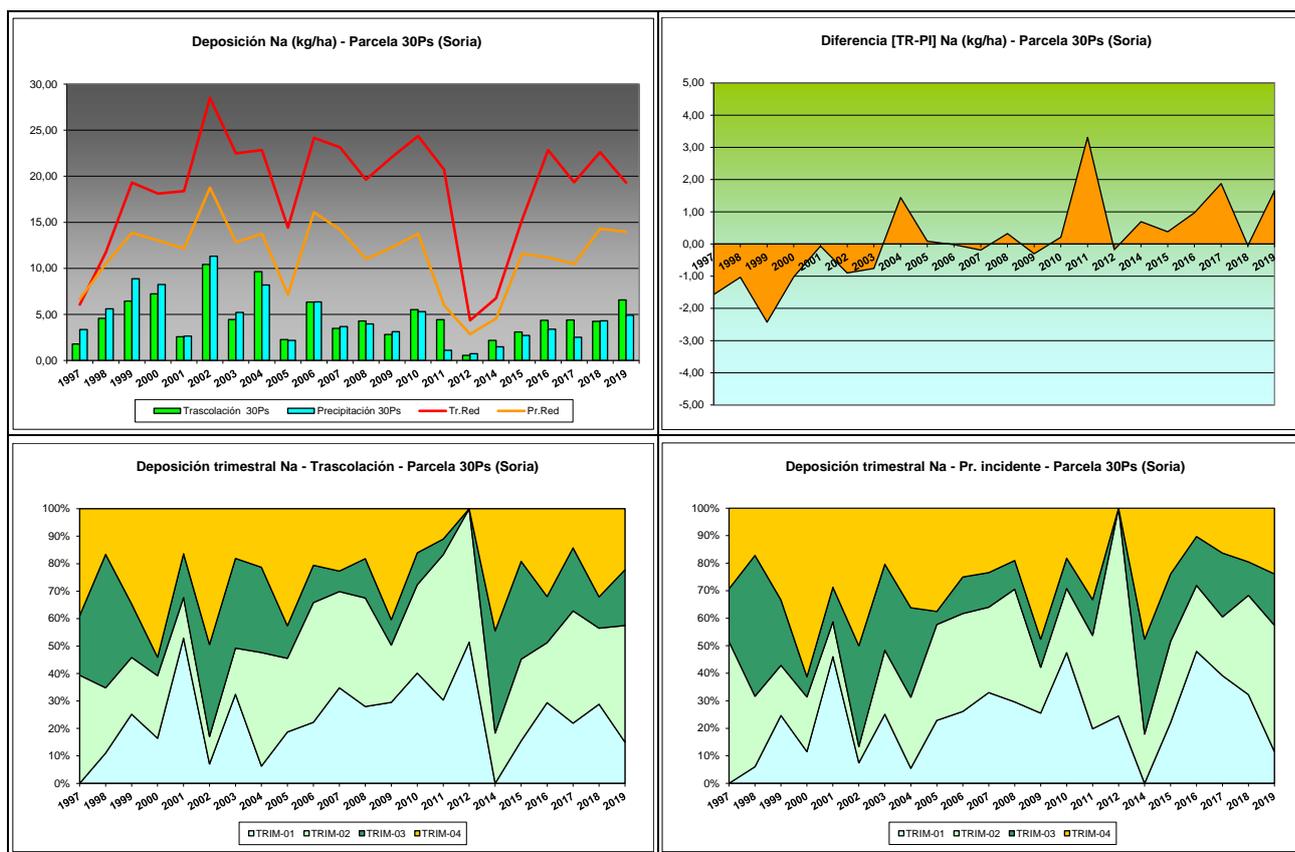


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 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                         | <b>39,09</b>   | 687            | -37,48               | 1,81          | 8,19          |
| 1998 | 0,26              | 1,44           | 553            | <b>6,38</b>                  | 37,93          | 595            | -36,49               | 2,24          | <b>8,36</b>   |
| 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 | 0,18              | 1,10           | 598            | 0,26                         | 2,12           | 802            | -1,01                | 1,86          | 1,82          |
| 2002 | 0,22              | 1,52           | 676            | 0,25                         | 2,16           | 872            | -0,64                | 2,43          | 2,91          |
| 2003 | 0,25              | 2,03           | 796            | 0,35                         | 3,32           | 941            | -1,29                | 3,06          | 3,10          |
| 2004 | 0,43              | 2,14           | 502            | 0,49                         | 3,05           | 622            | -0,90                | 4,12          | 3,23          |
| 2005 | 0,44              | 1,13           | 257            | 0,44                         | 1,54           | 354            | -0,42                | 2,41          | 1,80          |
| 2006 | 0,45              | 2,69           | 602            | 0,44                         | 3,62           | 816            | -0,93                | 3,62          | 3,05          |
| 2007 | 0,45              | 2,01           | 448            | 0,37                         | 2,44           | 663            | -0,43                | 3,53          | 3,58          |
| 2008 | 0,24              | 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                | 4,16          | 3,35          |

| 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) |
| 2015  | 1,06              | 4,44           | 418            | 1,60                         | 9,33           | 585            | -4,89                | 5,30          | 6,04          |
| 2016  | 0,91              | 4,94           | 541            | 0,51                         | 4,67           | 907            | 0,27                 | 5,94          | 4,26          |
| 2017  | 0,33              | 1,41           | 426            | 0,17                         | 1,11           | 655            | 0,29                 | 2,40          | 1,52          |
| 2018  | 0,12              | 0,70           | 609            | 0,18                         | 1,80           | 1010           | -1,10                | 2,79          | 2,39          |
| 2019  | 0,10              | 0,56           | 552            | 0,19                         | 1,49           | 796            | -0,93                | 1,60          | 1,23          |
| Media | 0,42              | 2,04           | 544            | 1,02                         | 6,90           | 744            | -4,86                | 3,08          | 3,38          |

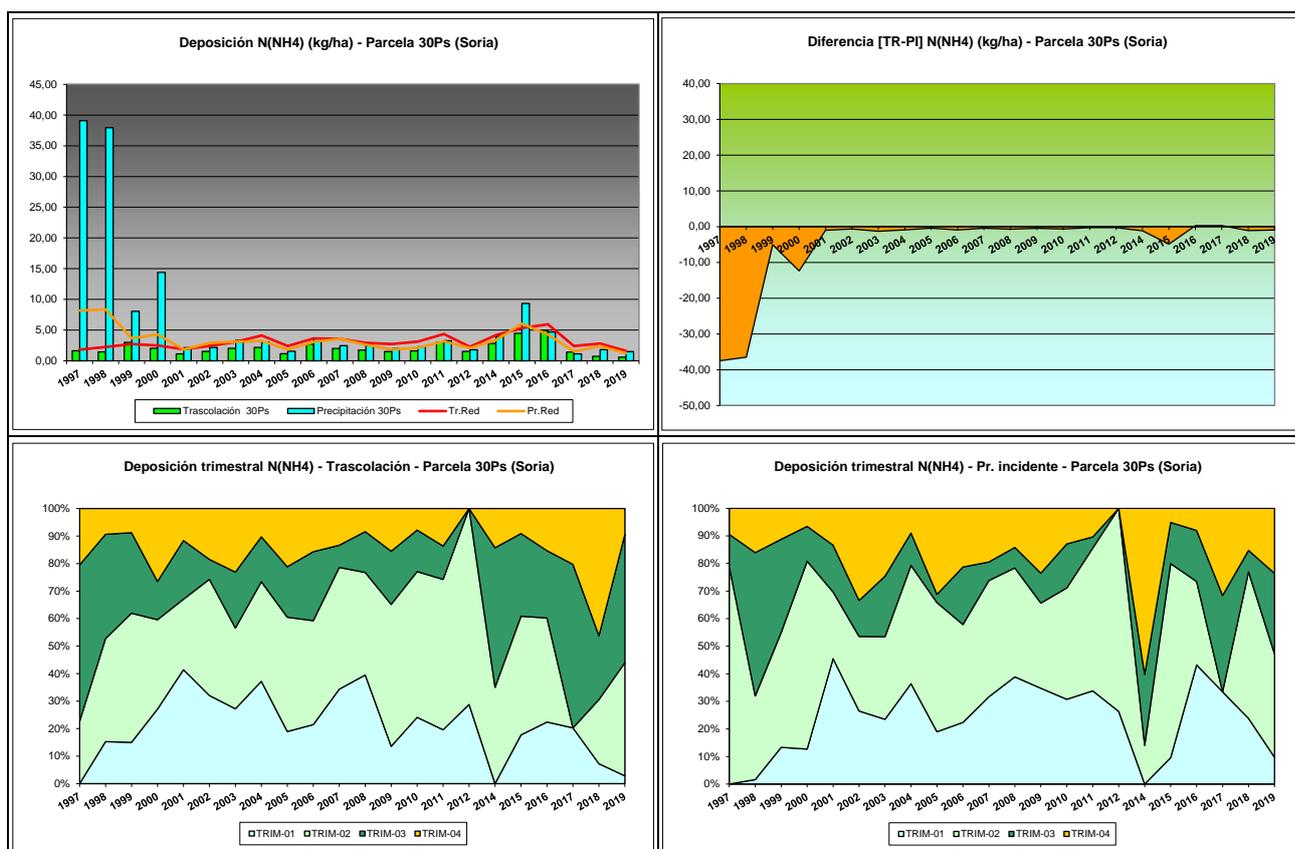


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 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 | 0,98              | 5,89           | 598            | 0,50                         | 4,03           | 802            | 1,86                 | 32,37         | 19,20         |

| 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) |
| 2002  | 1,89              | 12,80          | 676            | 1,36                         | 11,89          | 872            | 0,91                 | 44,79         | 24,88         |
| 2003  | 1,32              | 10,51          | 796            | 2,97                         | 27,91          | 941            | -17,41               | 39,97         | 31,89         |
| 2004  | <b>3,95</b>       | <b>19,85</b>   | 502            | <b>6,18</b>                  | <b>38,45</b>   | 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            | 3,65                         | 29,82          | 816            | -11,64               | <b>49,90</b>  | <b>41,76</b>  |
| 2007  | 2,62              | 11,75          | 448            | 3,14                         | 20,83          | 663            | -9,09                | 45,78         | 37,79         |
| 2008  | 1,29              | 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  | 0,81              | 3,77           | 468            | 0,37                         | 2,41           | 643            | 1,37                 | 29,44         | 13,12         |
| 2012  | 1,49              | <b>2,51</b>    | 169            | 0,30                         | <b>0,79</b>    | 261            | 1,72                 | 11,34         | 5,87          |
| 2014  | 0,98              | 3,88           | 397            | <b>0,25</b>                  | 1,31           | 528            | 2,57                 | <b>5,78</b>   | 2,90          |
| 2015  | 1,22              | 5,11           | 418            | 0,47                         | 2,76           | 585            | 2,35                 | 24,25         | 15,25         |
| 2016  | 0,95              | 5,14           | 541            | 0,38                         | 3,41           | 907            | 1,73                 | 37,19         | 18,03         |
| 2017  | 1,30              | 5,55           | 426            | 0,47                         | 3,09           | 655            | 2,46                 | 29,16         | 15,38         |
| 2018  | 1,09              | 6,66           | 609            | 0,88                         | 8,86           | 1010           | -2,20                | 40,34         | 21,30         |
| 2019  | 1,23              | 6,81           | 552            | 0,51                         | 4,09           | 796            | 2,73                 | 29,98         | <b>1,87</b>   |
| Media | <b>1,52</b>       | <b>8,00</b>    | <b>544</b>     | <b>1,48</b>                  | <b>10,60</b>   | <b>744</b>     | <b>-2,60</b>         | <b>32,70</b>  | <b>20,57</b>  |

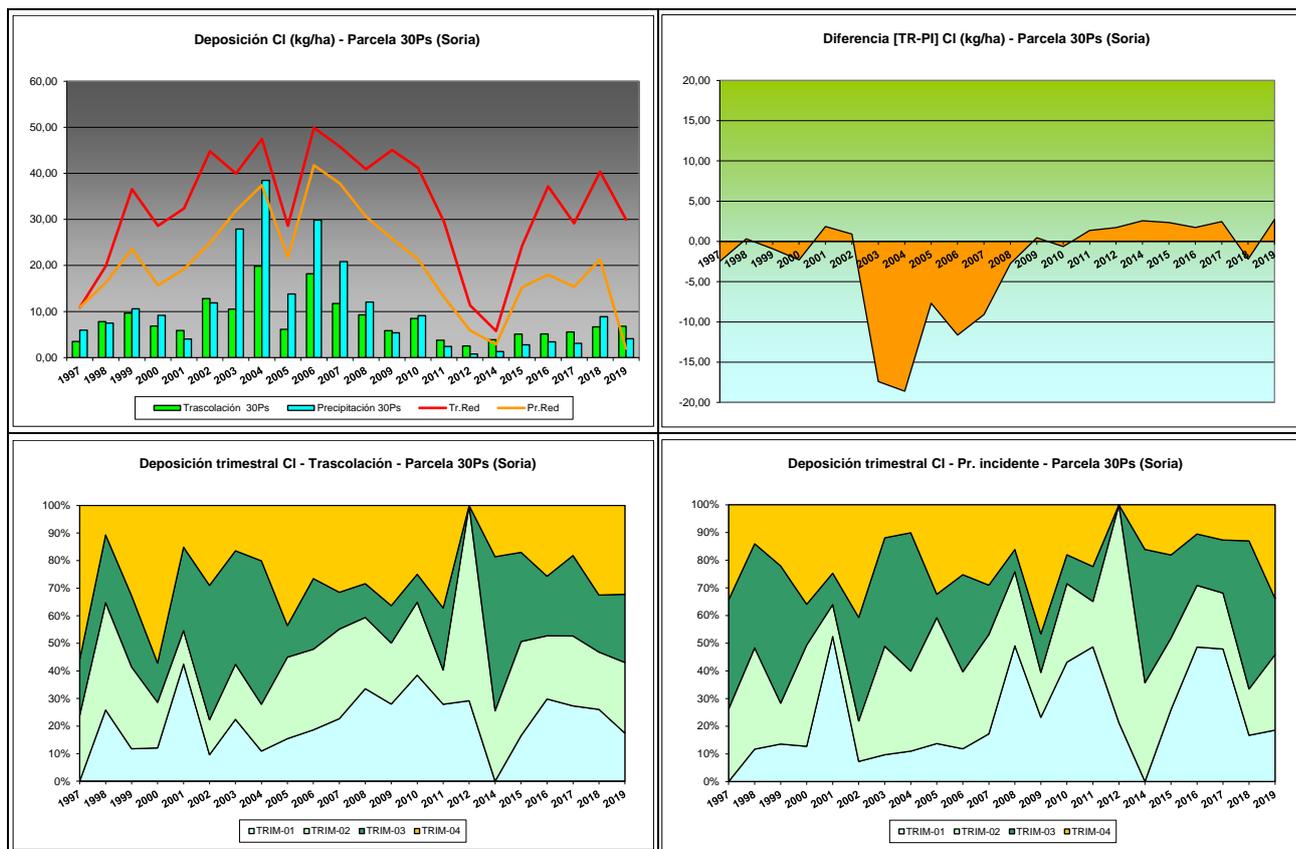
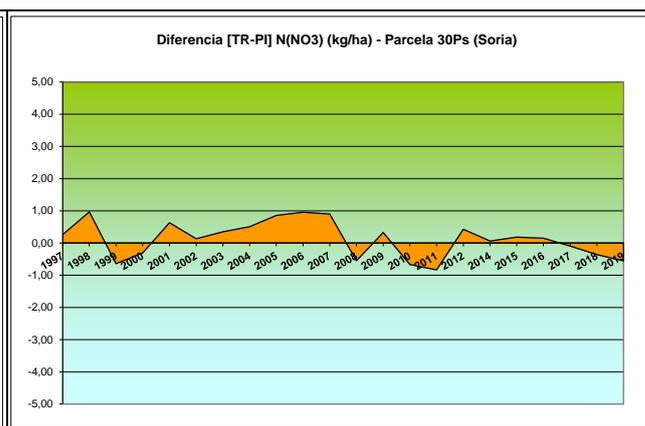
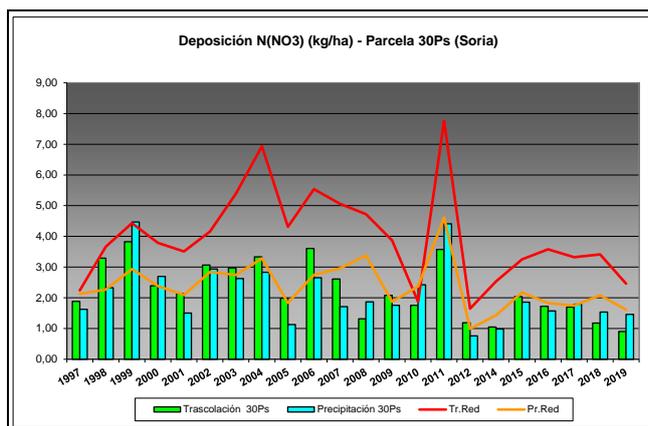


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 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  | 0,36              | 2,13           | 598            | 0,19                         | 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  | 0,37              | 2,97           | 796            | 0,28                         | 2,63           | 941            | 0,35                 | 5,39          | 2,74          |
| 2004  | 0,66              | 3,33           | 502            | 0,45                         | 2,83           | 622            | 0,51                 | 6,93          | 3,28          |
| 2005  | <b>0,77</b>       | 1,98           | 257            | 0,32                         | 1,13           | 354            | 0,86                 | 4,31          | 1,83          |
| 2006  | 0,60              | 3,61           | 602            | 0,32                         | 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  | 0,18              | 1,31           | 719            | 0,20                         | 1,87           | 946            | -0,55                | 4,72          | 3,38          |
| 2009  | 0,51              | 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  | 0,76              | 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              | 1,05           | 397            | 0,19                         | 0,98           | 528            | 0,06                 | 2,54          | 1,43          |
| 2015  | 0,49              | 2,03           | 418            | 0,32                         | 1,85           | 585            | 0,18                 | 3,25          | 2,17          |
| 2016  | 0,32              | 1,72           | 541            | 0,17                         | 1,57           | 907            | 0,15                 | 3,58          | 1,83          |
| 2017  | 0,40              | 1,69           | 426            | 0,27                         | 1,79           | 655            | -0,09                | 3,32          | 1,74          |
| 2018  | 0,19              | 1,17           | 609            | <b>0,15</b>                  | 1,53           | 1010           | -0,36                | 3,41          | 2,08          |
| 2019  | <b>0,16</b>       | <b>0,90</b>    | 552            | 0,18                         | 1,46           | 796            | -0,56                | 2,46          | 1,61          |
| Media | <b>0,45</b>       | <b>2,25</b>    | <b>544</b>     | <b>0,30</b>                  | <b>2,13</b>    | <b>744</b>     | <b>0,12</b>          | <b>3,97</b>   | <b>2,38</b>   |



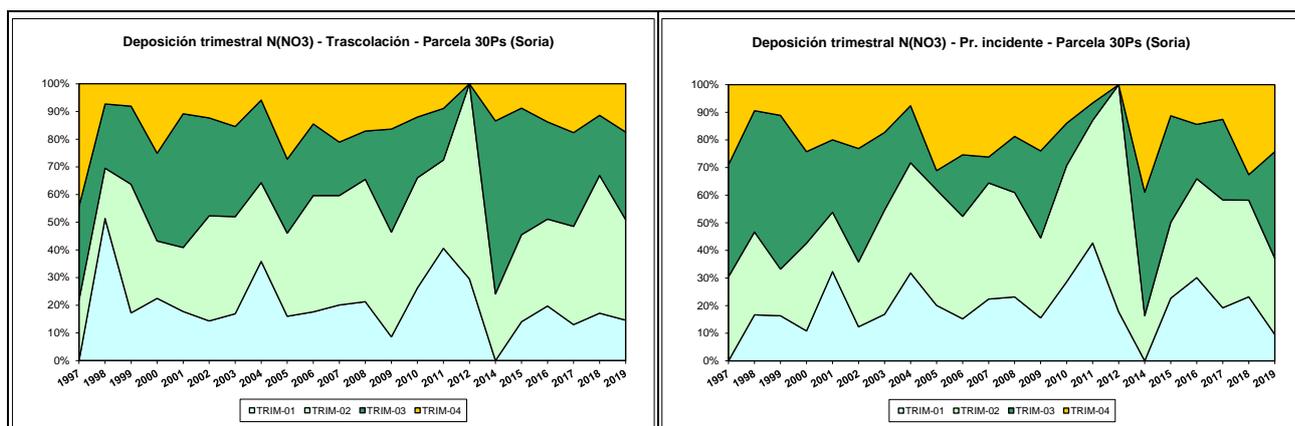


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 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         | 0,33              | 1,95           | 598            | 0,26                         | 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            | 0,40                         | 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         | 0,31              | 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                | 2,14          | 2,00          |
| 2015         | 0,32              | 1,35           | 418            | 0,24                         | 1,39           | 585            | -0,04                | 3,56          | 2,95          |
| 2016         | 0,29              | 1,55           | 541            | 0,19                         | 1,74           | 907            | -0,19                | 4,08          | 2,76          |
| 2017         | 0,35              | 1,49           | 426            | 0,29                         | 1,91           | 655            | -0,42                | 4,28          | 2,71          |
| 2018         | 0,19              | 1,17           | 609            | 0,22                         | 2,20           | 1010           | -1,03                | 4,28          | 3,39          |
| 2019         | 0,38              | 2,11           | 552            | 0,25                         | 2,00           | 796            | 0,11                 | 3,75          | 3,13          |
| <b>Media</b> | <b>0,41</b>       | <b>2,23</b>    | <b>544</b>     | <b>0,44</b>                  | <b>3,20</b>    | <b>744</b>     | <b>-0,97</b>         | <b>5,15</b>   | <b>3,90</b>   |

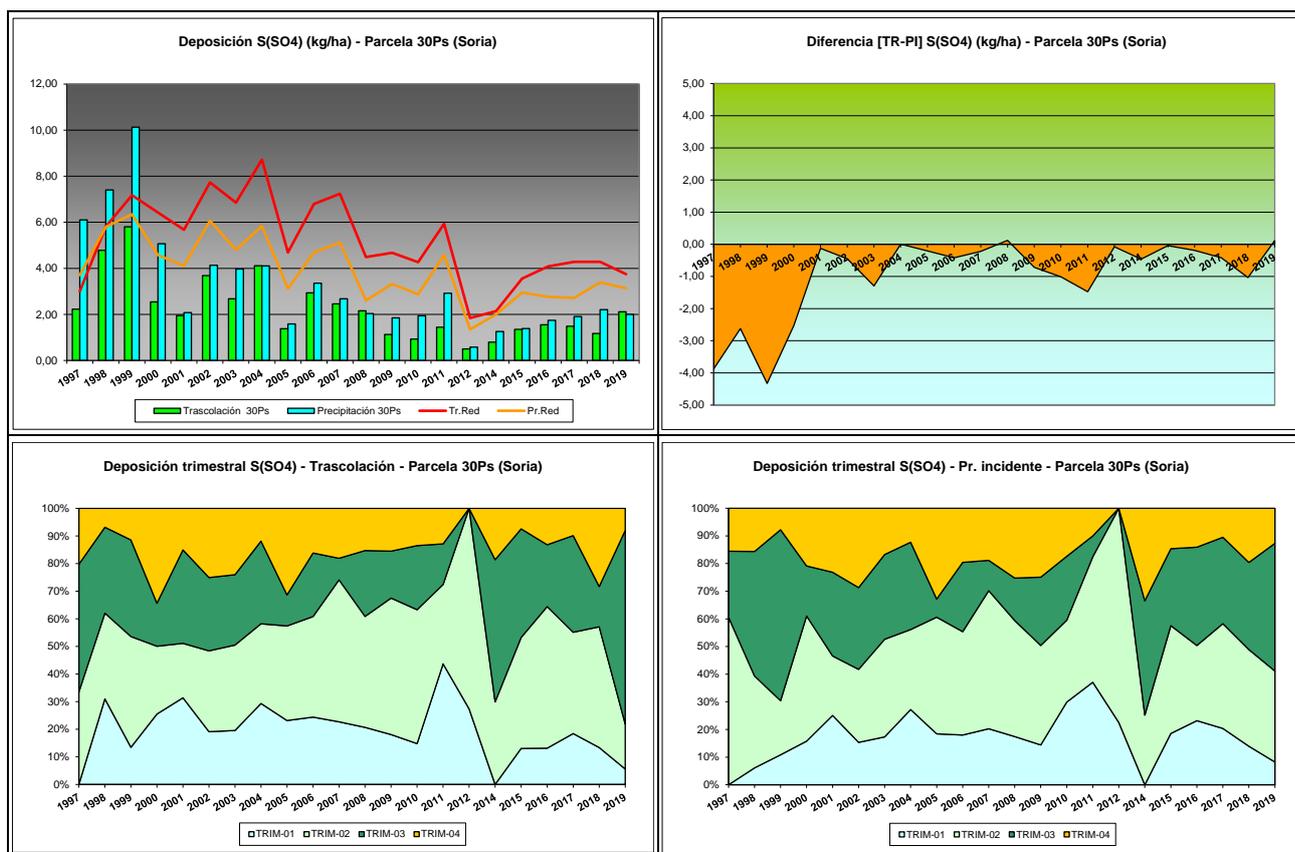


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, porcentaje de deposición por trimestres

## 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 presentan un comportamiento más normal; siendo 2005 el año con resultados globales más adversos. Tras un periodo 2014-2017 en los que los episodios de lluvia ácida han sido anecdóticos, en las dos últimas revisiones se advierte una considerable acidificación de la trascolación, recuperando por otra parte lo que venía siendo el comportamiento habitual de la variable dentro de la serie histórica. Como en otras parcelas, en el año en curso se han obtenido precipitaciones inferiores a las del año precedente, en torno a 800 mm, en la línea de la media de la estación considerada. El valor de la intercepción debida a la cubierta arbórea se sitúa próximo al 27%.

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, situándose en el entorno de los 10-20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con un ligero incremento a lo largo del último año.

En cuanto al **potasio**, presenta también en general valores por debajo de la media nacional, con un comportamiento muy estable de la serie en los últimos años, con depósitos en trascolación en el entorno de los 15 kg/ha y tasas a campo abierto considerablemente inferiores. Durante el último año aumentan ligeramente los depósitos correspondientes a ambas vías. En general, los valores observados son considerablemente mayores bajo cubierta que en precipitación a campo abierto y en general unas mayores tasas en primavera y otoño.

El **calcio** presenta sus máximos concentrados en torno a 2003, registrándose las menores tasas de deposición en 2012 y con una tendencia muy estable a lo largo de los últimos cinco años, alcanzándose tasas próximas a 10 kg/ha y sin demasiadas diferencias entre las dos vías de entrada al ecosistema, que aumentan ligeramente durante el último año analizado. 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, tendencia esta que se repite durante el último año, mientras que el mayor aporte tiende a producirse en primavera y verano.

Por lo que respecta al **magnesio**, elemento también de carácter terrígeno, 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 deposiciones mayores en la trascolación, debido a la influencia de la deposición seca. Se advierten niveles de depósito muy estables a lo largo de la serie histórica, sin que se hayan superado los 2 kg/ha anuales, y un incremento de ambas vías a lo largo del último año particularmente marcado por lo que se refiere al depósito a campo abierto, con una distribución temporal similar al del soluto anterior.

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 descubierto que va atenuándose a medida que avanza la serie histórica y un ligero incremento a lo largo del último año, dentro de un comportamiento bastante estable. Los mayores aportes se han registrado en primavera y otoño.

El **amonio**, muy ligado a actividades agrícolas y ganaderas, 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, y una considerable reducción a lo largo de los tres últimos años, en lo que parece ir configurándose como una tendencia de la red. Por regla general no 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 por 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 a partir de 2011 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. El depósito del último año se reduce ligeramente en precipitación incidente respecto al periodo anterior, mientras que se mantiene más estable en trascolación a lo largo del último año considerado.

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, situándose en el entorno de los 2 kg/ha y con un comportamiento muy estable a lo largo de los últimos años. 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, niveles que se reducen nuevamente en el último tramo de la serie, donde apenas se superan los 2 kg/ha. En general las tasas de deposición a campo abierto son mayores mientras que durante el último año aumenta ligeramente la trascolación, 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.

Como valores de referencia para estos parámetros, se han tomado:

**TABLA 20:** Valores de referencia de calidad del aire mediante dosímetros pasivos

| Variable        | Descripción   | Valores de referencia (*)    |
|-----------------|---|------------------------------|
| SO <sub>2</sub> | Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 (afección a líquenes) | 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  |
| NO <sub>2</sub> | Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010                       | 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  |
| NH <sub>3</sub> | Promedio Anual. Protección líquenes y briofitos                             | 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$   |
|                 | Promedio Anual. Protección plantas superiores                               | 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

(\*) Seguimiento de la Calidad Ambiental y de los Daños por Contaminación en los Bosques Españoles. Proyecto LIFE 07 ENV/DE/000218 FutMon. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Fundación CEAM, 2011.

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

**TABLA 21:** Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red. O<sub>3</sub> 1 ppb ~ 1,96  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Año  | Parcela 30Ps                                    |   |   |                         | Media Red                                       |   |   |                         |
|------|---|---|---|-------------------------|---|---|---|-------------------------|
|      | SO <sub>2</sub><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | NO <sub>2</sub><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | NH <sub>3</sub><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | O <sub>3</sub><br>(ppb) | SO <sub>2</sub><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | NO <sub>2</sub><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | NH <sub>3</sub><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | O <sub>3</sub><br>(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  | 19,41                   | 1,47  | 1,34  | 2,69  | 25,36                   |
| 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                   | 0,82  | 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  | 3,38  | 1,00  | 37,54                   |

| Año   | Parcela 30Ps                            |   |   |                         | Media Red                               |   |   |                         |
|-------|---|---|---|-------------------------|---|---|---|-------------------------|
|       | SO <sub>2</sub><br>(µg/m <sup>3</sup> ) | NO <sub>2</sub><br>(µg/m <sup>3</sup> ) | NH <sub>3</sub><br>(µg/m <sup>3</sup> ) | O <sub>3</sub><br>(ppb) | SO <sub>2</sub><br>(µg/m <sup>3</sup> ) | NO <sub>2</sub><br>(µg/m <sup>3</sup> ) | NH <sub>3</sub><br>(µg/m <sup>3</sup> ) | O <sub>3</sub><br>(ppb) |
| 2011  | 0,73                                    |   |   |                         | 1,50                                    |   | 0,48                                    |                         |
| 2012  | 0,90                                    | 1,37                                    | 0,54                                    | 30,32                   | 1,60                                    | 3,25                                    | 0,85                                    | 38,79                   |
| 2014  | 0,74                                    | 1,64                                    | 0,91                                    | 23,18                   | 1,44                                    | 3,35                                    | 1,11                                    | 29,51                   |
| 2015  | 0,71                                    | 1,43                                    | 0,77                                    | 18,67                   | 1,32                                    | 3,73                                    | 1,24                                    | 26,27                   |
| 2016  | 0,76                                    | 1,42                                    | 0,82                                    | 22,32                   | 1,12                                    | 3,37                                    | 1,28                                    | 28,68                   |
| 2017  | 0,71                                    | 1,65                                    | 1,15                                    | 21,26                   | 1,00                                    | 3,57                                    | 1,47                                    | 30,55                   |
| 2018  | 0,93                                    | 1,39                                    | 1,50                                    | 20,71                   | 1,32                                    | 3,02                                    | 1,85                                    | 27,00                   |
| 2019  | 0,77                                    | 1,31                                    | 1,37                                    | 20,65                   | 1,11                                    | 2,98                                    | 1,85                                    | 24,94                   |
| 2020  | 0,50                                    | 1,40                                    | 1,84                                    | 16,04                   | 0,73                                    | 2,73                                    | 1,98                                    | 23,42                   |
| Media | 0,73                                    | 1,04                                    | 1,08                                    | 23,29                   | 1,38                                    | 2,49                                    | 1,56                                    | 30,34                   |

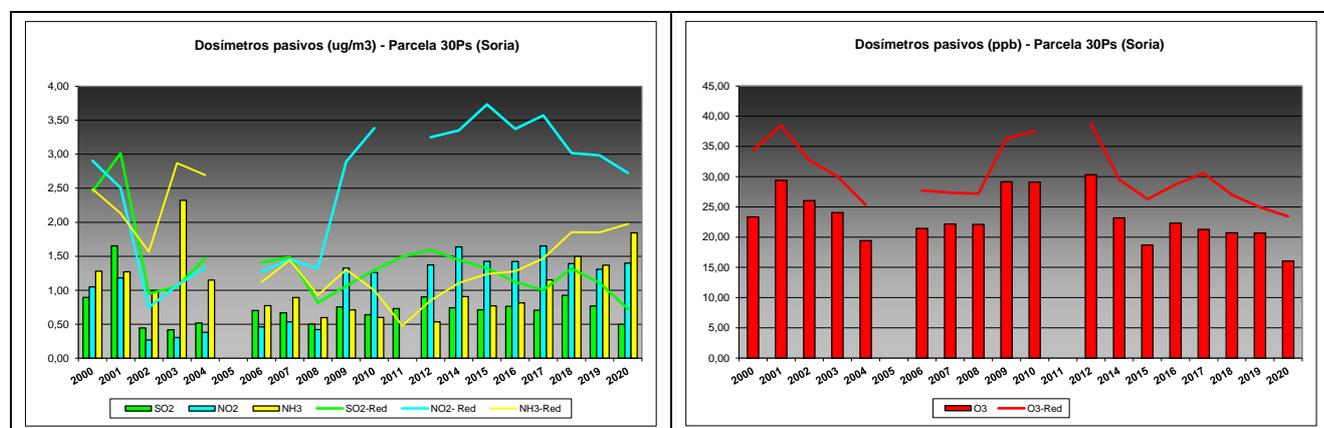


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

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 últimos años por los compuestos nitrogenados, particularmente el amoníaco, en una tendencia ya apuntada en otras parcelas a lo largo de los últimos años, mientras el contenido en ozono se ha mantenido bastante estable a lo largo de la serie histórica, en torno a la banda de 20-25 ppb, reduciéndose durante el último año de evaluación, en todos los casos por debajo de los niveles medios de inmisión en la red. En la línea de lo antedicho, se observa que en los últimos años se ha superado el nivel de afección de los líquenes por amoníaco.

## 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 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    | 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> | Red          | 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       |                             |                           |             |             |             |             |             |       |
|           | <i>P.sylvestris</i> | Red          |                             |                           |             |             |             |             |             |       |
| 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> | Red          | 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> | Red          | 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> | Red          | 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> | Red          | 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> | Red          | 14,90                       | 12,87                     | 1,21        | 1,02        | 4,36        | 1,12        | 4,60        |       |

| Año       | Parcela             | Provincia | Peso seco (g) 1000 acículas | MACRONUTRIENTES (mg/g MS) |      |      |      |      |      | C (%) |
|-----------|---------------------|-----------|-----------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|-------|
|           |                     |           |                             | N                         | S    | P    | Ca   | Mg   | K    |       |
| 2009-2010 | 05 Ps               | Segovia   | 13,67                       | 13,95                     | 1,19 | 1,19 | 4,28 | 0,92 | 3,83 |       |
|           | 30 Ps               | Soria     | 14,33                       | 11,79                     | 1,20 | 1,03 | 4,18 | 1,12 | 5,38 |       |
|           | <i>P.sylvestris</i> | Red       | 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 |       |
|           | 30 Ps               | Soria     | 13,77                       | 12,12                     | 1,13 | 1,03 | 3,82 | 1,08 | 5,28 |       |
|           | <i>P.sylvestris</i> | Red       | 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 |
|           | 30 Ps               | Soria     | 17,50                       | 12,54                     | 1,08 | 0,98 | 3,94 | 1,07 | 4,45 | 53,37 |
|           | <i>P.sylvestris</i> | Red       | 16,68                       | 13,19                     | 1,03 | 1,10 | 3,83 | 0,98 | 4,56 | 53,44 |
| 2015-2016 | 05 Ps               | Segovia   | 15,73                       | 17,41                     | 1,14 | 1,61 | 5,22 | 1,10 | 6,26 | 54,34 |
|           | 30 Ps               | Soria     | 13,73                       | 12,90                     | 0,95 | 1,12 | 4,34 | 1,20 | 6,14 | 52,90 |
|           | <i>P.sylvestris</i> | Red       | 14,73                       | 15,15                     | 1,05 | 1,36 | 4,78 | 1,15 | 6,20 | 53,62 |
| 2017-2018 | 05 Ps               | Segovia   | 13,78                       | 16,61                     | 0,94 | 1,48 | 5,24 | 1,03 | 6,08 | 53,39 |
|           | 30 Ps               | Soria     | 12,99                       | 12,39                     | 0,94 | 1,15 | 4,42 | 1,28 | 6,70 | 51,88 |
|           | <i>P.sylvestris</i> | Red       | 13,39                       | 14,50                     | 0,94 | 1,32 | 4,83 | 1,16 | 6,39 | 52,63 |
| 2019-2020 | 05 Ps               | Segovia   | 11,78                       | 17,45                     | 0,76 | 1,27 | 4,20 | 0,95 | 5,18 | 53,13 |
|           | 30 Ps               | Soria     | 13,20                       | 11,92                     | 0,96 | 1,06 | 5,47 | 1,17 | 5,65 | 53,19 |
|           | <i>P.sylvestris</i> | Red       | 12,49                       | 14,68                     | 0,86 | 1,17 | 4,83 | 1,06 | 5,41 | 53,16 |

En rojo, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 0,948 mg/g, lo que indica incidencia de la contaminación atmosférica por lluvia ácida. Fuente: (2001) Peña Martínez, J.M. El Estudio del Impacto de la Contaminación Atmosférica en los Bosques. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Serie técnica.

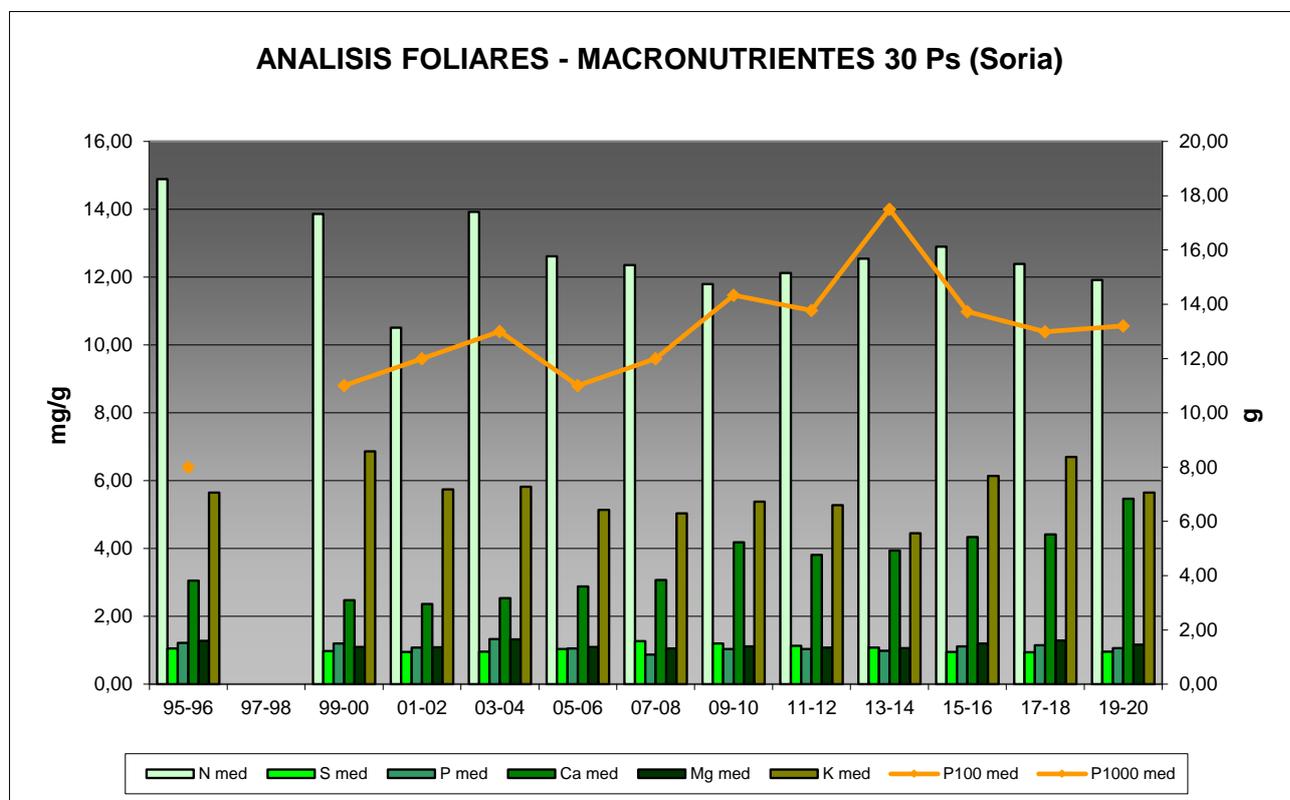


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

## 7.2. Análisis Micronutrientes.

**TABLA 23:** 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        |
| 2015-2016 | 05 Ps               | Segovia      |                           | 32,03        | 775,32        | 82,17         | 3,43        |
|           | <b>30 Ps</b>        | <b>Soria</b> |                           | <b>46,51</b> | <b>428,86</b> | <b>105,52</b> | <b>3,04</b> |
|           | <i>P.sylvestris</i> | España       |                           | 39,27        | 602,09        | 93,85         | 3,24        |
| 2017-2018 | 05 Ps               | Segovia      |                           | 34,72        | 687,39        | 69,55         | 3,02        |
|           | <b>30 Ps</b>        | <b>Soria</b> |                           | <b>51,84</b> | <b>459,85</b> | <b>97,86</b>  | <b>2,81</b> |
|           | <i>P.sylvestris</i> | España       |                           | 43,28        | 573,62        | 83,70         | 2,92        |
| 2019-2020 | 05 Ps               | Segovia      |                           | 30,74        | 604,31        | 59,60         | 3,01        |
|           | <b>30 Ps</b>        | <b>Soria</b> |                           | <b>53,46</b> | <b>483,22</b> | <b>100,77</b> | <b>2,38</b> |
|           | <i>P.sylvestris</i> | España       |                           | 42,10        | 543,77        | 80,19         | 2,69        |

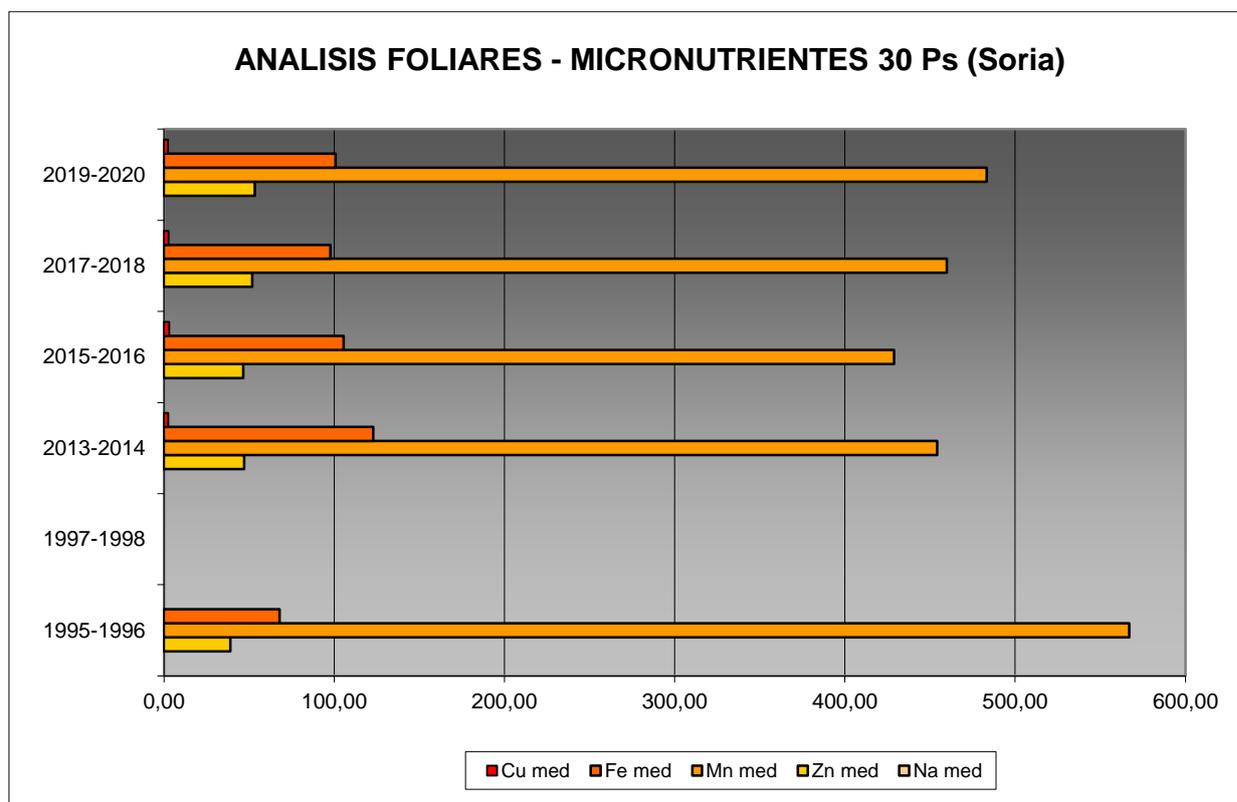


FIG 20: Evolución de micronutrientes ( $\mu\text{g/g}$ ) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

### 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 se sitúa en torno a 13 g/1000 acículas, lo que supone un ligero aumento con respecto a la campaña anterior, alejada del máximo absoluto de hace tres campañas y que sitúa a la variable en los valores más habituales de la serie histórica.

Respecto a los **macronutrientes**; y por lo que se refiere al **nitrógeno**, el elemento más abundante en el follaje, se reduce ligeramente en la presente campaña pero se mantiene en la habitual banda de 12-14 mg/g. Los contenidos en **fósforo** son muy similares a los habidos en la evaluación anterior, tal y como ocurre con el **azufre** que en la presente revisión aumenta ligeramente hasta alcanzar el umbral del valor patrón o de referencia para la especie, que indicaría un cierto grado de contaminación por contaminantes sulfurados. Los contenidos en **calcio** se incrementan durante la presente campaña hasta alcanzar el máximo de la serie, mientras que **magnesio** y **potasio** se reducen ligeramente respecto a la campaña precedente. Por lo que se refiere al contenido en **carbono** del follaje, se ha situado sin demasiados cambios en el entorno del 52-53%.

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. En la última revisión se advierte un ligero incremento de **zinc, manganeso y hierro** junto con una ligera reducción en los niveles de **cobre**.

## 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 24:** 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     |
| 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        |       |          |          |          |           |           |          |
| 2015 | Hojas    | 1.405        | 51,29 | 5,25     | 0,77     | 0,28     | 8,06      | 0,81      | 1,92     |
|      | Ramillas | 613          |       |          |          |          |           |           |          |
|      | Otras    | 1.025        | 49,93 | 4,00     | 0,47     | 0,23     | 7,16      | 0,31      | 1,38     |

| Año   | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
|-------|----------|--------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016  | Hojas    | 1.585        | 53,57 | 5,04     | 0,81     | 0,29     | 9,49      | 0,96      | 2,48     |
|       | Ramillas | 402          |       |          |          |          |           |           |          |
|       | Otras    | 765          | 51,48 | 4,64     | 0,48     | 0,16     | 7,82      | 0,32      | 0,98     |
| 2017  | Hojas    | 1.640        | 51,51 | 4,69     | 0,46     | 0,24     | 8,31      | 0,88      | 2,14     |
|       | Ramillas | 884          |       |          |          |          |           |           |          |
|       | Otras    | 1.993        |       |          |          |          |           |           |          |
| 2018  | Hojas    | 2.258        | 53,51 | 5,29     | 0,75     | 0,28     | 8,08      | 0,78      | 1,96     |
|       | Ramillas | 348          |       |          |          |          |           |           |          |
|       | Otras    | 1.530        |       |          |          |          |           |           |          |
| 2019  | Hojas    | 2.090        | 53,52 | 3,74     | 0,67     | 0,26     | 8,05      | 0,81      | 1,94     |
|       | Ramillas | 570          |       |          |          |          |           |           |          |
|       | Otras    | 1.446        |       |          |          |          |           |           |          |
| Media | Hojas    | 1.641        | 53,49 | 6,06     | 0,80     | 0,34     | 7,41      | 1,03      | 2,15     |
|       | Ramillas | 476          | 54,28 | 5,82     | 0,70     | 0,25     | 4,63      | 0,69      | 1,06     |
|       | Otras    | 1.391        | 52,96 | 6,33     | 0,66     | 0,41     | 6,23      | 0,67      | 1,23     |

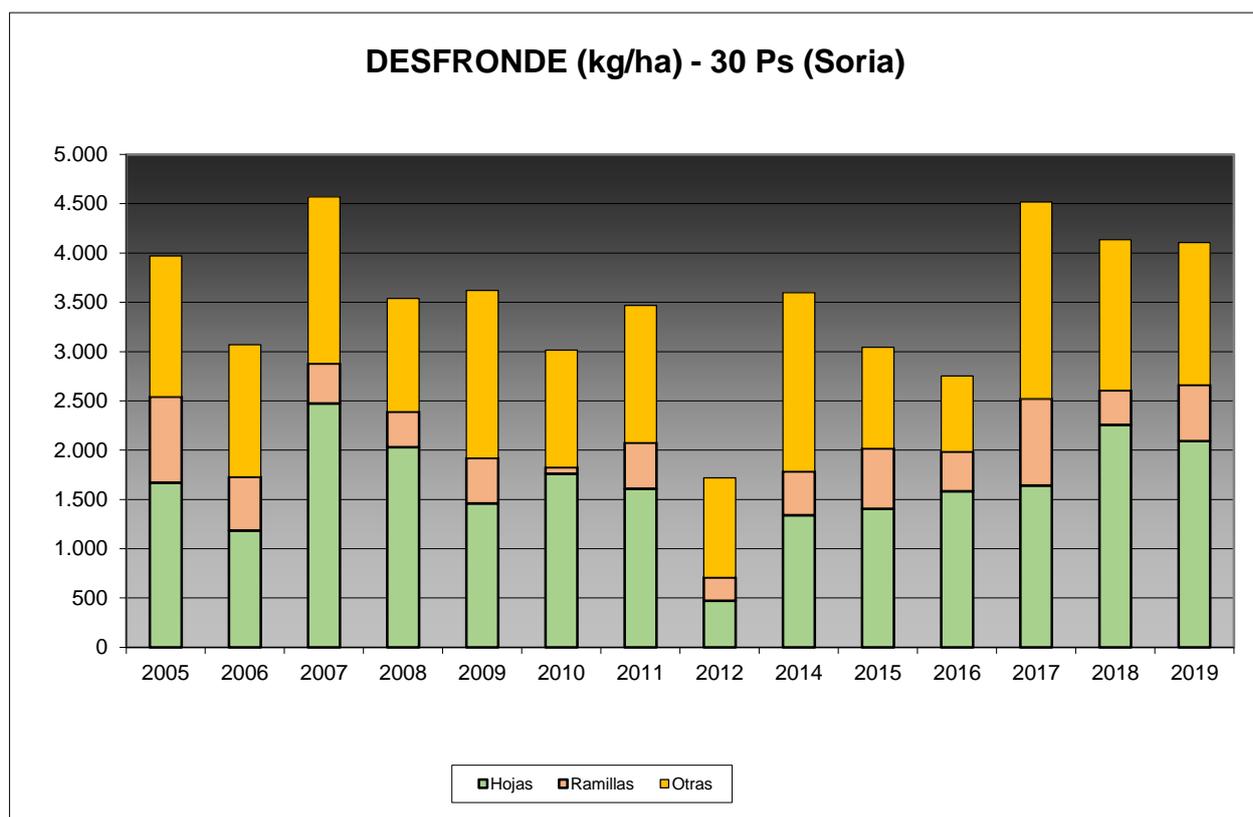


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 3.000-3.500 kg/ha; experimentándose un considerable incremento a lo largo del último trienio sobre todo por el aporte debido a la fracción “otras”, incrementándose también el aporte foliar a lo largo de los últimos dos años. 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 25:** 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 ≥ 50% Población |             |        |                  |                      | Floración ≥ 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                  |

| Año   | Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población |             |        |                  |                      | Floración ≥ 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) |
| 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              |                      |
| 2015  | 26/05/15                               | 23/06/15    | 28     | 145              | 655                  | 26/05/15                  | 23/06/15    | 28     | 145              | 655                  |
| 2016  | 01/06/16                               | 05/07/16    | 34     | 152              | 654                  | 01/06/16                  | 05/07/16    | 34     | 152              | 654                  |
| 2017  | 01/06/17                               | 26/07/17    | 55     | 151              | 782                  | 01/06/17                  | 27/06/17    | 26     | 151              | 782                  |
| 2018  | 28/06/18                               | 29/08/18    | 62     | 178              | 1021                 | 28/06/18                  | 25/07/18    | 27     | 178              | 1021                 |
| 2019  | 26/06/19                               | 27/08/19    | 62     | 176              | 989                  | 31/05/19                  | 26/06/19    | 26     | 150              | 629                  |
| 2020  | 23/05/20                               | 28/07/20    | 66     | 143              | 866                  | 23/05/20                  | 24/06/20    | 32     | 143              | 866                  |
| Media |  |             | 50     | 156              | 798                  |                           |             | 24     | 153              | 727                  |

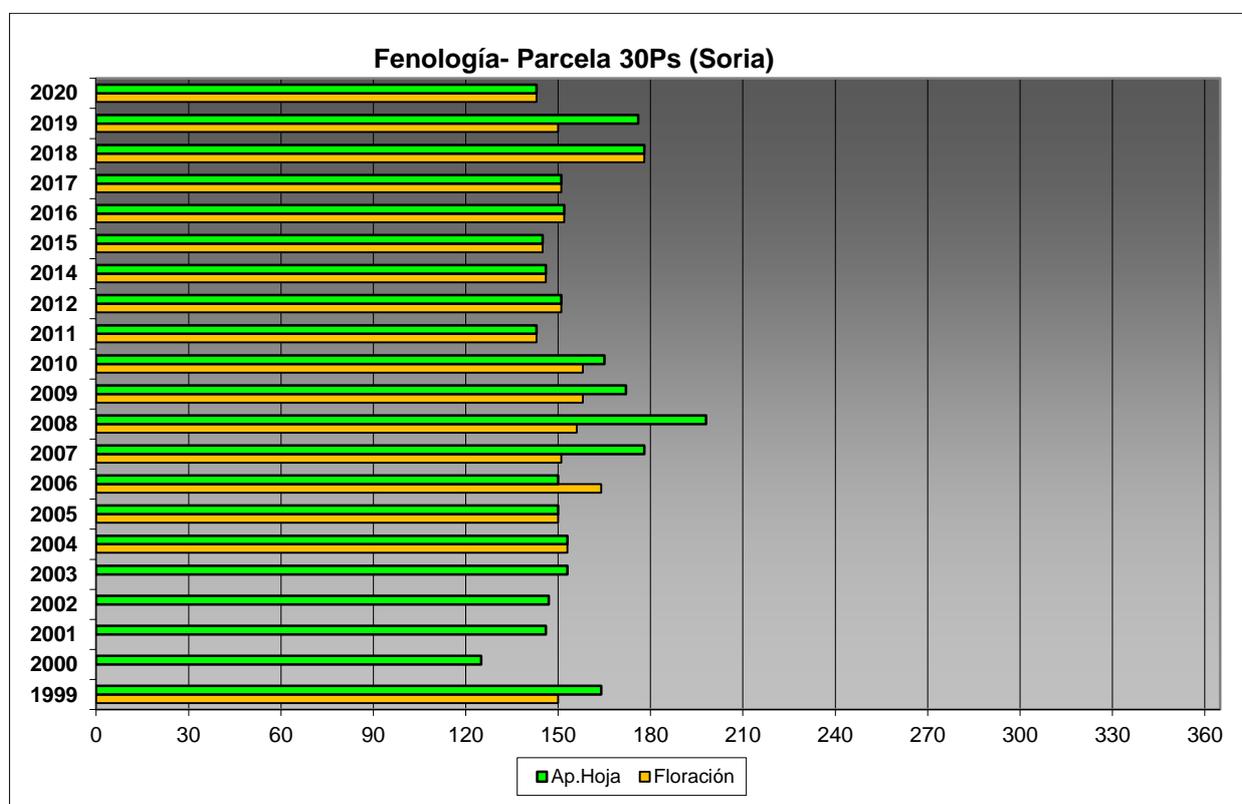


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

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 y 2018-2019, en torno al mes, mientras que en la presente revisión ambos fenómenos se han observado a finales 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 los que 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 26:** 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                 |
| 2015         | 0,22                   | 0,61                  | 0,22                  | 0,37                 |
| 2016         | 0,18                   | 0,52                  | 0,18                  | 0,38                 |
| 2017         | 0,22                   | 0,65                  | 0,22                  | 0,43                 |
| 2018         | 0,22                   | 0,61                  | 0,22                  | 0,44                 |
| 2019         | 0,30                   | 0,88                  | 0,30                  | 0,44                 |
| 2020         | 0,22                   | 0,62                  | 0,22                  | 0,40                 |
| <b>Media</b> | <b>0,18</b>            | <b>0,55</b>           | <b>0,18</b>           | <b>0,40</b>          |

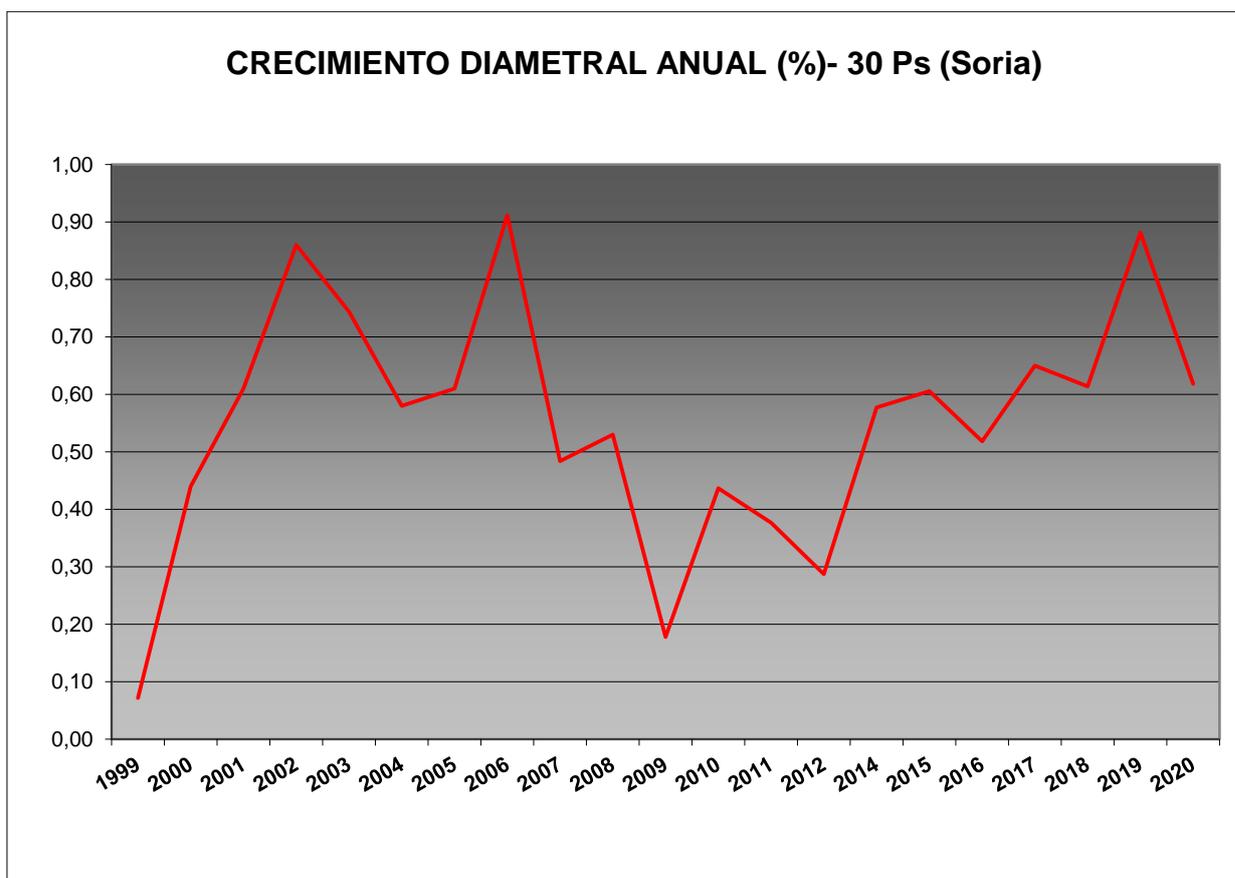


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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 y una tendencia ascendente a lo largo de los últimos años, que se reduce durante la última campaña dando un comportamiento en “diente de sierra”.

## 11. Meteorología.

Se presenta a continuación un resumen de las principales variables meteorológicas recogidas en la estación de la parcela, de los datos disponibles en el sistema en el momento de la redacción del presente informe. Cabe hacer constar, por lo que se refiere a la meteorología, que los datos correspondientes a 2012 abarcan sólo el periodo enero-junio.

TABLA 27: Parámetros meteorológicos básicos. Precipitación anual. Temperatura media anual, máxima de las máximas, mínima de las mínimas, media de las máximas, media de las mínimas. Radiación solar media. Humedad relativa media. Velocidad del viento media y máxima.

| Año   | Prec | T med | T MAX | T MIN | T max | T min | Rad med             | HR med | V viento med | V viento max |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|--------|--------------|--------------|
|       | (mm) | (°C)  |       |       |       |       | (W/m <sup>2</sup> ) | (%)    | (m/s)        |              |
| 1997  | 687  |       |       |       |       |       |                     |        |              |              |
| 1998  | 595  |       |       |       |       |       |                     |        |              |              |
| 1999  | 957  |       |       |       |       |       |                     |        |              |              |
| 2000  | 961  |       |       |       |       |       |                     |        |              |              |
| 2001  | 802  | 0,8   | 25,0  | -19,4 | 10,1  | -6,4  | 111,6               | 74,9   | 1,3          | 27,6         |
| 2002  | 872  | 8,0   | 33,1  | -10,6 | 15,4  | 0,9   | 171,2               | 75,1   | 1,7          | 17,8         |
| 2003  | 941  | 8,0   | 33,1  | -10,6 | 15,4  | 0,9   | 171,2               | 75,1   | 1,7          | 17,8         |
| 2004  | 622  | 8,1   | 33,1  | -14,4 | 16,2  | 0,5   |                     | 73,5   | 1,6          | 17,5         |
| 2005  | 354  | 8,0   | 35,0  | -24,9 | 16,9  | -0,9  |                     | 67,2   | 1,5          | 24,2         |
| 2006  | 816  | 6,2   | 35,9  | -16,5 | 14,1  | -0,7  | 153,0               | 76,9   | 3,2          | 48,1         |
| 2007  | 663  | 7,8   | 34,6  | -17,7 | 16,2  | -0,3  |                     | 73,0   | 1,8          |              |
| 2008  | 946  | 5,2   | 30,2  | -13,3 | 12,2  | -1,0  | 157,6               | 79,4   | 1,9          | 28,0         |
| 2009  | 582  | 7,8   | 33,8  | -19,0 | 16,5  | -1,0  | 182,5               | 70,7   | 1,5          | 27,6         |
| 2010  | 1196 | 6,9   | 33,0  | -16,0 | 14,7  | -0,4  |                     | 73,3   | 1,4          | 19,7         |
| 2011  | 643  | 7,8   | 34,3  | -16,0 | 17,0  | -0,1  | 149,0               | 71,2   | 1,2          | 25,3         |
| 2012  | 261  | 2,9   | 26,9  | -15,3 | 10,7  | -3,4  | 131,7               | 66,7   | 1,6          | 18,6         |
| 2014  | 528  | 9,2   | 31,3  | -9,8  | 17,7  | 1,6   | 151,5               | 78,2   | 1,2          | 17,5         |
| 2015  | 585  | 9,0   | 34,2  | -17,3 | 17,6  | 0,1   | 194,5               | 71,3   | 1,3          | 68,0         |
| 2016  | 907  | 8,1   | 35,3  | -14,6 | 16,5  | -0,7  | 185,5               | 73,8   | 1,3          | 20,1         |
| 2017  | 655  | 9,1   | 33,9  | -15,6 | 17,7  | 0,9   | 196,3               | 73,0   | 1,3          | 25,3         |
| 2018  | 1010 | 8,2   | 34,0  | -12,1 | 15,9  | 0,8   | 188,7               | 76,5   | 1,3          | 20,8         |
| 2019  | 796  | 8,3   | 36,1  | -12,3 | 17,1  | 0,1   | 205,8               | 71,9   | 1,3          | 26,1         |
| 2020  | 865  | 8,9   | 36,2  | -9,3  | 16,8  | 1,5   | 193,6               | 76,0   | 1,3          | 22,0         |
| Media | 750  | 7,3   | 33,1  | -15,0 | 15,5  | -0,4  | 169,6               | 73,6   | 1,5          | 26,2         |

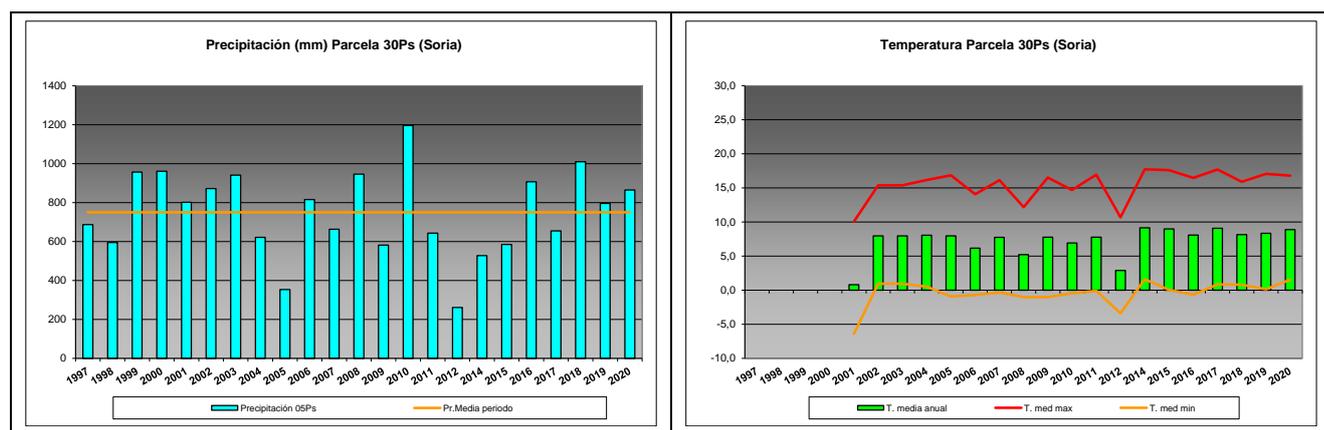


FIG 25: Principales variables meteorológicas.

Siguiendo la metodología publicada por ICP-Forests, se adjuntan a continuación varios parámetros definitorios de estrés climático, relativos a temperatura y precipitación, si bien cabe hacer constar que no todas las series meteorológicas están disponibles o completas.

**TABLA 28:** Parámetros de estrés meteorológico. DT: número de días con una temperatura máxima del aire superior a 30°C. DH: número de días con una temperatura máxima del aire inferior a 0°C. PMAX5: precipitación máxima acumulada a lo largo de 5 días durante el invierno (1 de enero a 28 de febrero y 1 de octubre a 31 de diciembre). PPES: días con una precipitación de más de 20 mm durante el periodo vegetativo (1 de mayo a 31 de agosto). NOPREC: número de días seguidos sin precipitación durante el periodo vegetativo (1 de mayo a 31 de agosto).

| Año  | DT   | DH   | PMAX5 |               | PPES | NOPREC |               |
|------|------|------|-------|---------------|------|--------|---------------|
|      | días | Días | mm    | Intervalo     | Días | Días   | Intervalo     |
| 2000 |      |      |       |               |      |        |               |
| 2001 |      |      | 11,8  | 27/12 a 31/12 | 0    |        |               |
| 2002 | 17   | 0    | 39,3  | 10/12 a 14/12 | 0    | 18     | 28/06 a 15/07 |
| 2003 |      |      |       |               |      |        |               |
| 2004 | 17   | 2    | 47,8  | 25/10 a 29/10 | 0    | 18     | 03/08 a 20/08 |
| 2005 | 37   | 5    | 52,3  | 10/10 a 14/10 | 0    | 23     | 29/06 a 21/07 |
| 2006 | 11   | 2    | 39,8  | 21/11 a 25/11 | 3    |        |               |
| 2007 | 13   | 4    | 47,7  | 08/02 a 12/02 | 0    | 14     | 23/06 a 06/07 |
| 2008 | 1    | 6    | 44,6  | 03/12 a 07/12 | 2    |        |               |
| 2009 | 27   | 10   | 61,5  | 20/12 a 24/12 | 0    | 18     | 02/07 a 19/07 |
| 2010 | 17   | 11   | 66,8  | 12/01 a 16/01 | 0    | 11     | 03/08 a 13/08 |
| 2011 | 13   | 2    | 41,1  | 18/02 a 22/02 | 0    | 16     | 11/06 a 26/06 |
| 2012 |      |      |       |               |      |        |               |
| 2013 |      |      |       |               |      |        |               |
| 2014 | 3    | 0    | 72,9  | 01/01 a 05/01 | 1    | 20     | 31/05 a 19/06 |
| 2015 | 34   | 6    | 36,1  | 29/01 a 02/02 | 2    | 13     | 05/07 a 17/07 |
| 2016 | 32   | 0    | 110,1 | 09/02 a 13/02 | 0    | 15     | 17/08 a 31/08 |
| 2017 | 37   | 0    | 57,1  | 10/02 a 14/02 | 2    | 23     | 18/07 a 09/08 |
| 2018 | 18   | 0    | 51,2  | 05/11 a 09/11 | 2    | 36     | 13/07 a 17/08 |
| 2019 | 30   | 0    | 81,8  | 19/12 a 23/12 | 0    | 14     | 12/08 a 25/08 |
| 2020 | 23   | 1    | 91,6  | 07/12 a 11/12 | 1    | 7      | 02/07 a 08/07 |

## 12. Índice de Área Foliar.

El Índice de Área Foliar (Leaf Area Index o LAI) es un parámetro adimensional que se define como el área total de la superficie superior de las hojas por área de unidad de terreno que se encuentre directamente debajo de la planta. El LAI permite estimar la capacidad fotosintética de la vegetación y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes en una región determinada.

Su medición se efectúa anualmente en época de máxima foliación (generalmente a lo largo del verano) en todas las parcelas, y adicionalmente en invierno en aquellas pobladas por frondosas, mediante fotografía hemisférica situada en 16 ubicaciones fijas en cada parcela siguiendo una cuadrícula preestablecida, tratada posteriormente mediante software específico. Las evaluaciones han quedado normalizadas a partir de 2014, incluyéndose en el presente informe los datos disponibles a partir de dicha fecha, con la salvedad de haber corregido por un algoritmo más exacto a partir de 2016, de acuerdo con las actualizaciones del manual, a lo que pueden atribuirse parte de las variaciones interanuales.

**TABLA 29:** Índice de Área Foliar (LAI) por punto de observación y año.

| SITIO | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | Media       |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| S-01  | 1,60 | 1,21 | 2,58 | 2,36 | 2,56 | 2,60 | 2,36 | <b>2,18</b> |
| S-02  | 1,92 | 1,27 | 3,01 | 2,45 | 2,48 | 2,65 | 2,63 | <b>2,34</b> |
| S-03  | 1,44 | 1,07 | 2,33 | 1,98 | 2,47 | 2,28 | 2,36 | <b>1,99</b> |

| SITIO        | 2014        | 2015        | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | Media       |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S-04         | 1,37        | 1,20        | 2,47        | 2,01        | 2,33        | 2,15        | 2,65        | <b>2,03</b> |
| S-05         | 1,59        | 1,30        | 2,63        | 2,28        | 2,65        | 2,36        | 2,83        | <b>2,23</b> |
| S-06         | 1,59        | 1,09        | 2,70        | 2,10        | 2,44        | 2,26        | 2,61        | <b>2,11</b> |
| S-07         | 2,04        | 1,30        | 2,71        | 2,27        | 2,64        | 2,57        | 2,73        | <b>2,32</b> |
| S-08         | 1,78        | 1,14        | 2,62        | 2,63        | 2,63        | 2,81        | 2,56        | <b>2,31</b> |
| S-09         | 1,90        | 1,16        | 2,64        | 2,20        | 2,79        | 2,33        | 2,50        | <b>2,22</b> |
| S-10         | 1,93        | 1,19        | 2,68        | 2,30        | 2,49        | 2,47        | 2,59        | <b>2,24</b> |
| S-11         | 2,01        | 1,29        | 2,36        | 2,15        | 2,68        | 2,18        | 2,44        | <b>2,16</b> |
| S-12         | 1,85        | 1,01        | 2,55        | 2,26        | 2,74        | 2,20        | 2,40        | <b>2,14</b> |
| S-13         | 1,93        | 1,11        | 2,59        | 2,27        | 2,73        | 2,23        | 2,52        | <b>2,20</b> |
| S-14         | 1,81        | 1,00        | 2,53        | 2,32        | 2,84        | 2,38        | 2,50        | <b>2,20</b> |
| S-15         | 1,63        | 1,16        | 2,37        | 2,10        | 2,44        | 2,43        | 2,36        | <b>2,07</b> |
| S-16         | 1,79        | 1,17        | 2,49        | 2,16        | 2,53        | 2,44        | 2,56        | <b>2,16</b> |
| <b>Media</b> | <b>1,76</b> | <b>1,17</b> | <b>2,58</b> | <b>2,24</b> | <b>2,59</b> | <b>2,40</b> | <b>2,54</b> | <b>2,18</b> |

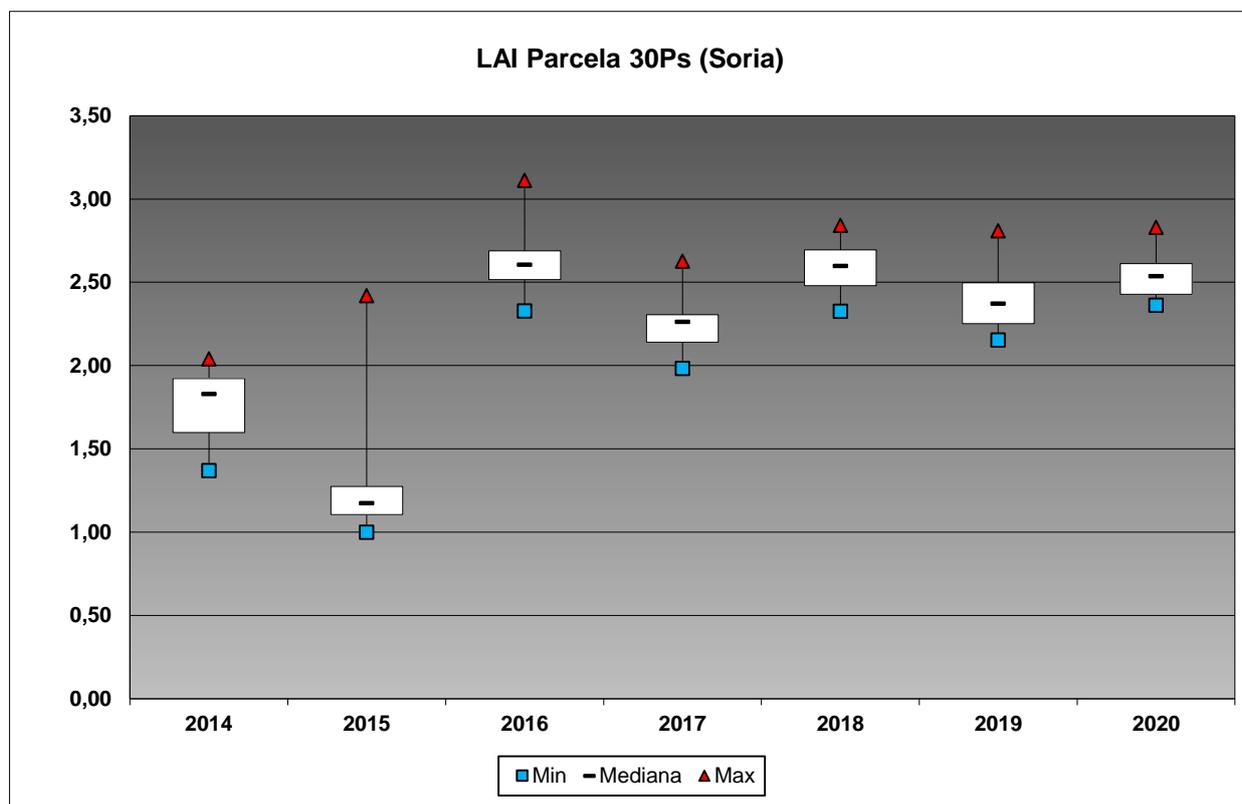


FIG 26: Diagrama de cajas LAI anual.

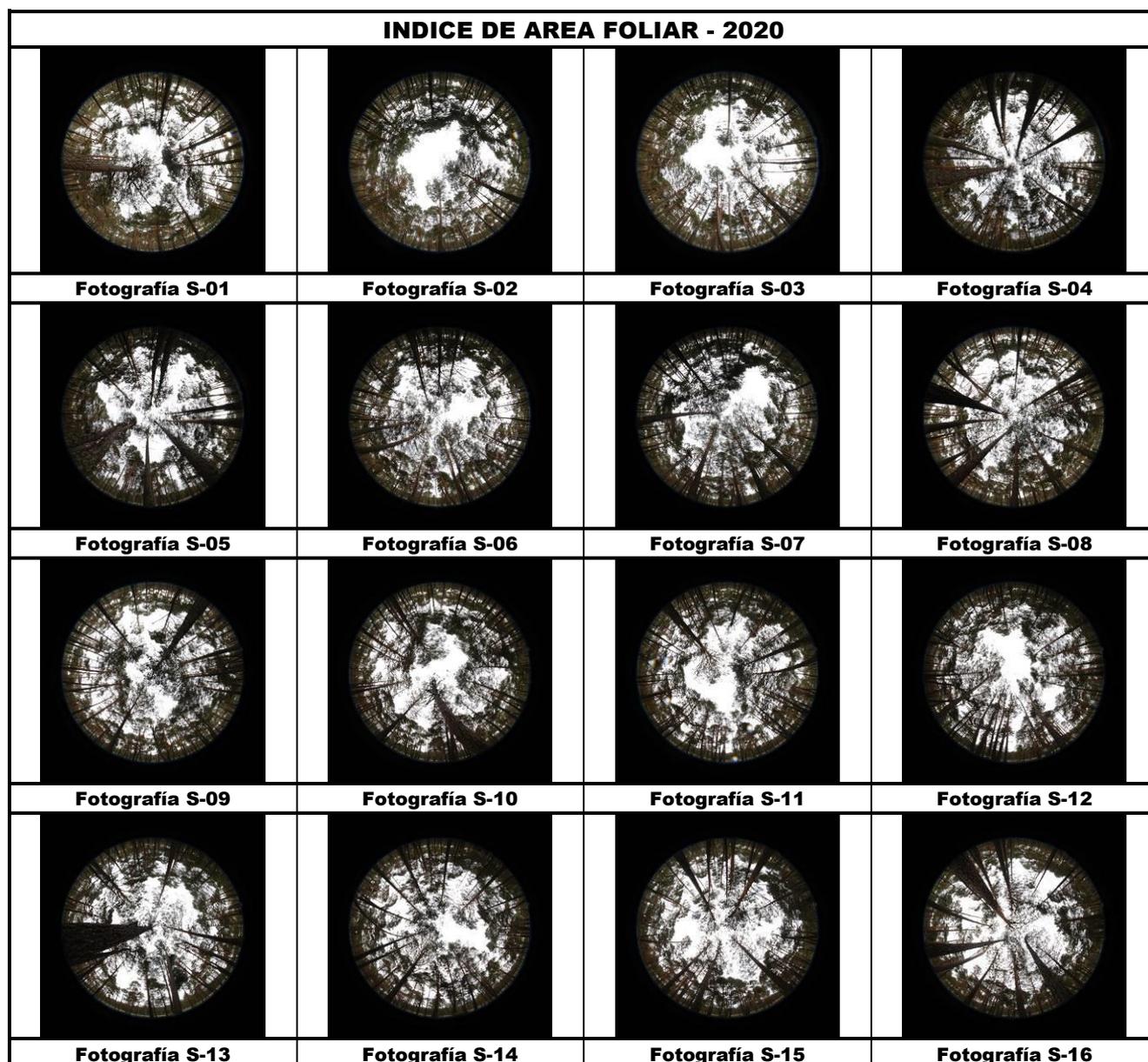


FIG 27: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.

### 13. Solución del suelo.

La solución del suelo es la componente acuosa del mismo a saturación o capacidad de campo y expresa el contenido en nutrientes o posibles contaminantes que puede absorber el ecosistema por vía radical. La obtención de muestra en climas mediterráneos se ve dificultada por la irregularidad de las precipitaciones, lo que disminuye los periodos en que el suelo se encuentra saturado, siendo frecuente que no pueda obtenerse muestra durante periodos considerables. De acuerdo con la normativa, se toma muestra de agua a dos profundidades, 20 y 60 cm.

Se caracteriza a continuación la solución del suelo 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 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

**TABLA 30:** Resultados de análisis de la solución del suelo por año. Datos medios referidos a las dos profundidades de toma de muestra, 20 y 60 cm de profundidad.

| Año  | pH   | Cond (µS/cm)  | K (mg/l)      | Ca (mg/l)    | Mg (mg/l)    | Na (mg/l)   | N(NH4) (mg/l) | Cl (mg/l)    | N(NO3) (mg/l) | S(SO4) (mg/l) |
|------|------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| 2000 | 7,71 |               | 8,51          | 33,44        | 18,66        |             |               |              | 0,33          | <b>3,81</b>   |
| 2001 | 7,22 | <b>2,89</b>   | <b>445,70</b> |              |              | 2,80        |               | <b>10,73</b> | 2,81          | 0,36          |
| 2002 | 7,22 | <b>2,89</b>   | <b>445,70</b> |              |              | 2,80        |               | <b>10,73</b> | 2,81          | 0,36          |
| 2003 | 7,17 |               | 3,54          | 20,63        | 6,83         |             |               |              | 0,11          | 2,64          |
| 2004 | 7,50 |               | 228,50        | 3,25         | <b>29,65</b> |             |               |              | <b>12,65</b>  |               |
| 2005 |      |               | 12,00         |              |              |             |               |              |               | <b>0,10</b>   |
| 2006 | 7,60 |               | 123,00        | 5,73         | 23,73        |             |               |              | 7,68          | 0,34          |
| 2007 |      | <b>205,83</b> | 3,48          | <b>34,88</b> | 8,85         | <b>4,59</b> | 0,13          | 6,11         | 0,10          | 1,12          |
| 2008 | 6,95 | 142,80        | 3,20          | 16,88        | 3,90         |             |               |              | 1,82          | 0,19          |
| 2009 | 7,60 | 69,00         | 3,73          | 16,80        | 4,13         |             |               |              | 0,10          | 1,52          |
| 2010 | 7,16 | 70,30         | 3,91          | 10,41        | 2,74         |             |               |              | 0,31          | 1,06          |
| 2011 | 7,10 | 77,40         | 2,05          | 10,40        | 3,07         |             | 0,35          | 3,05         | 0,46          | 3,48          |
| 2012 | 6,87 | 57,95         | <b>0,18</b>   | <b>0,75</b>  | <b>0,13</b>  | <b>0,79</b> | <b>0,10</b>   | <b>2,69</b>  |               | 1,48          |
| 2014 | 6,84 | 72,73         | 2,99          | 5,68         | 2,44         | 2,53        | <b>1,35</b>   | 6,08         | 0,23          | 2,32          |
| 2015 | 7,00 | 82,93         | 2,72          | 8,23         | 2,40         | 2,69        | 0,54          | 4,64         | 0,04          | 1,05          |
| 2016 | 6,98 | 55,54         | 1,73          | 4,39         | 1,45         | 1,80        | 0,76          | 3,03         | 0,09          | 1,16          |
| 2017 | 6,79 | 59,61         | 2,80          | 5,26         | 1,33         | 2,13        | 0,21          | 2,84         | 0,09          | 1,28          |
| 2018 | 6,96 | 87,93         | 2,38          | 7,93         | 4,69         | 2,86        | 0,18          | 5,29         | 0,09          | 2,14          |
| 2019 | 6,71 | 113,59        | 2,92          | 7,96         | 3,90         | 3,36        | 0,13          | 5,93         | <b>0,01</b>   | 2,99          |

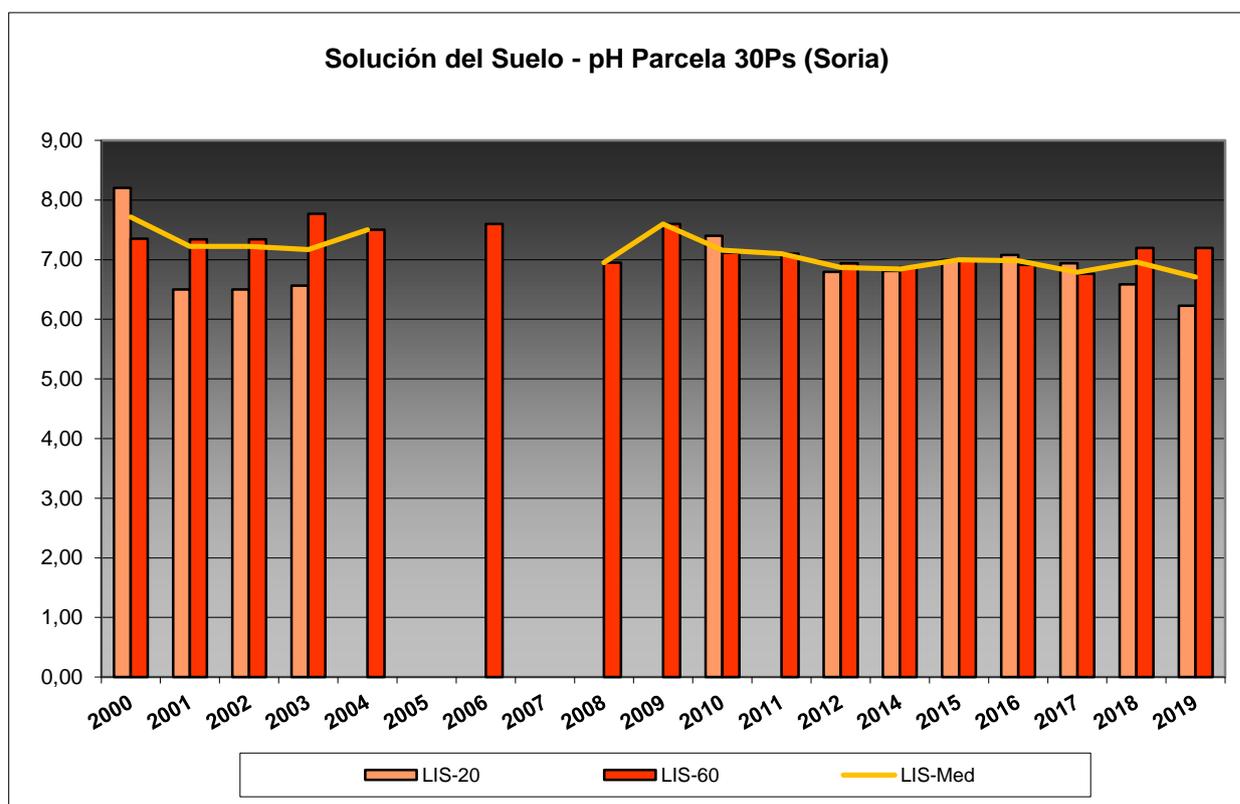


FIG 28: pH solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

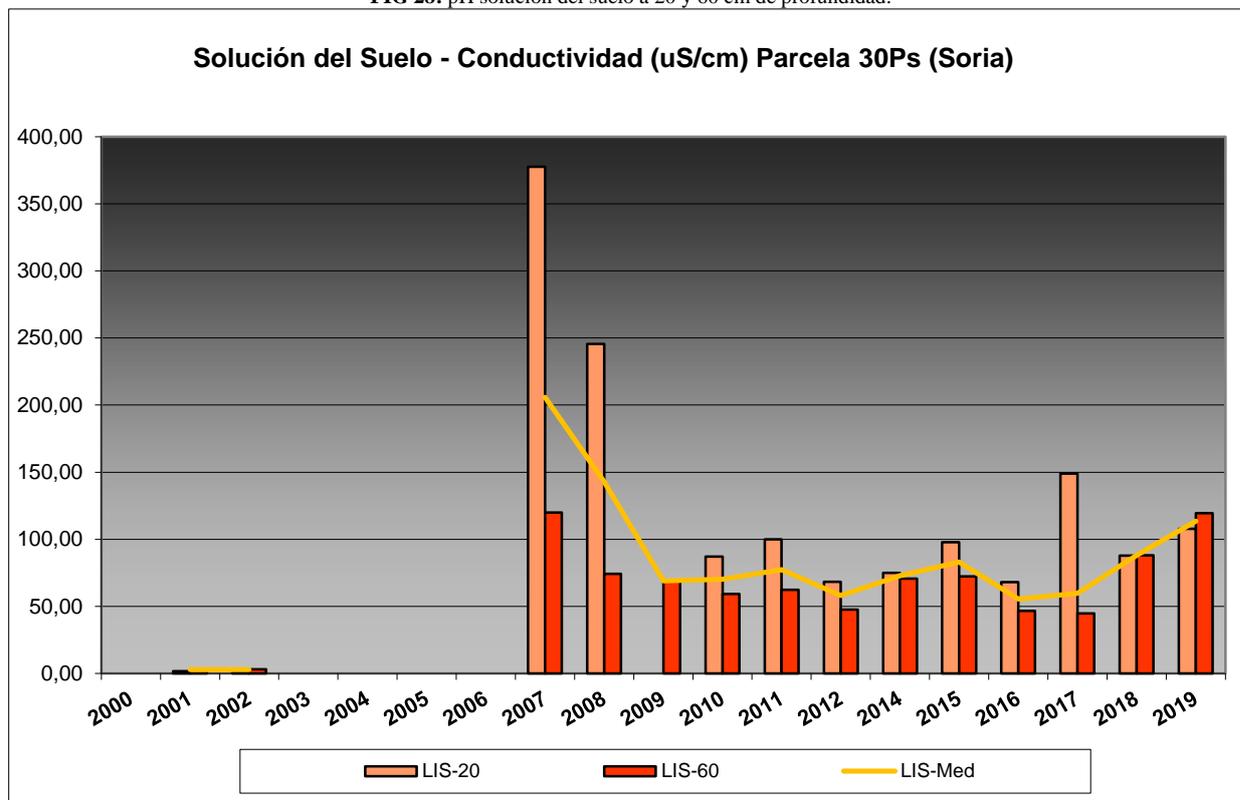


FIG 29: Conductividad solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

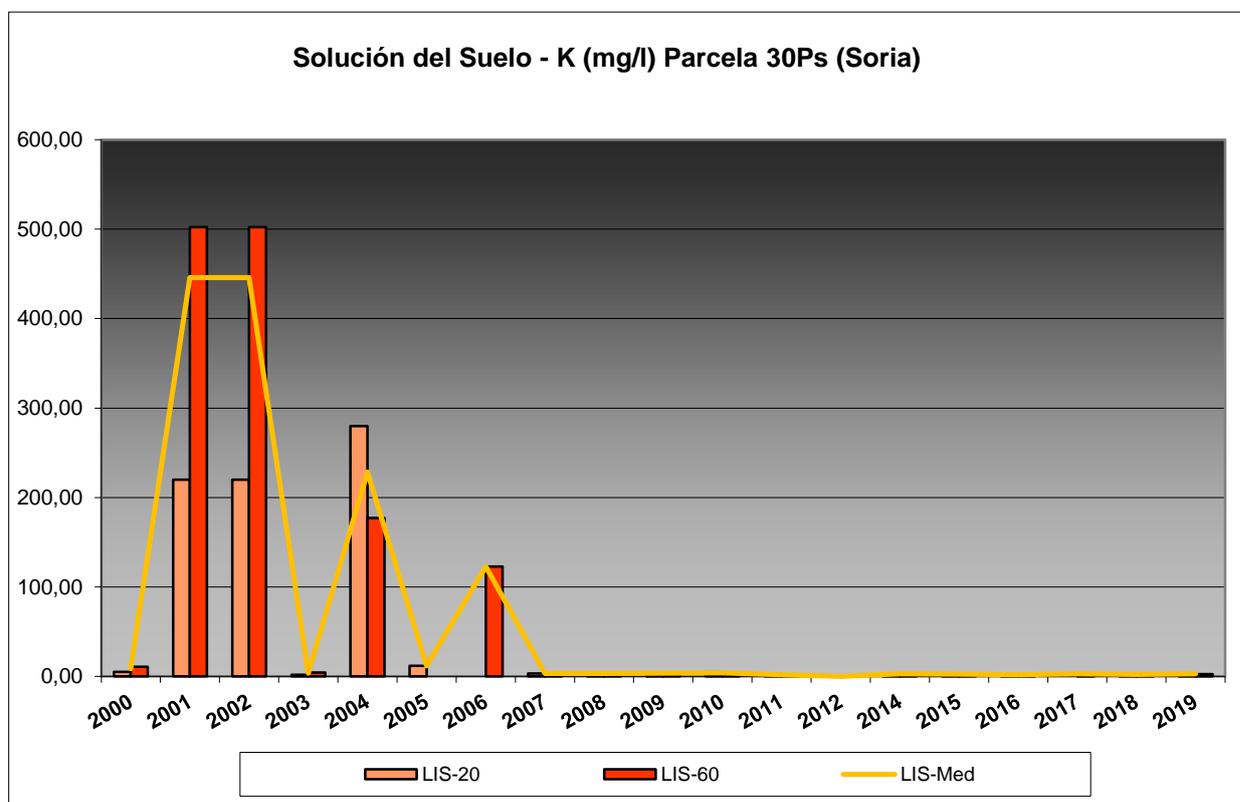


FIG 30: Contenido en K solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

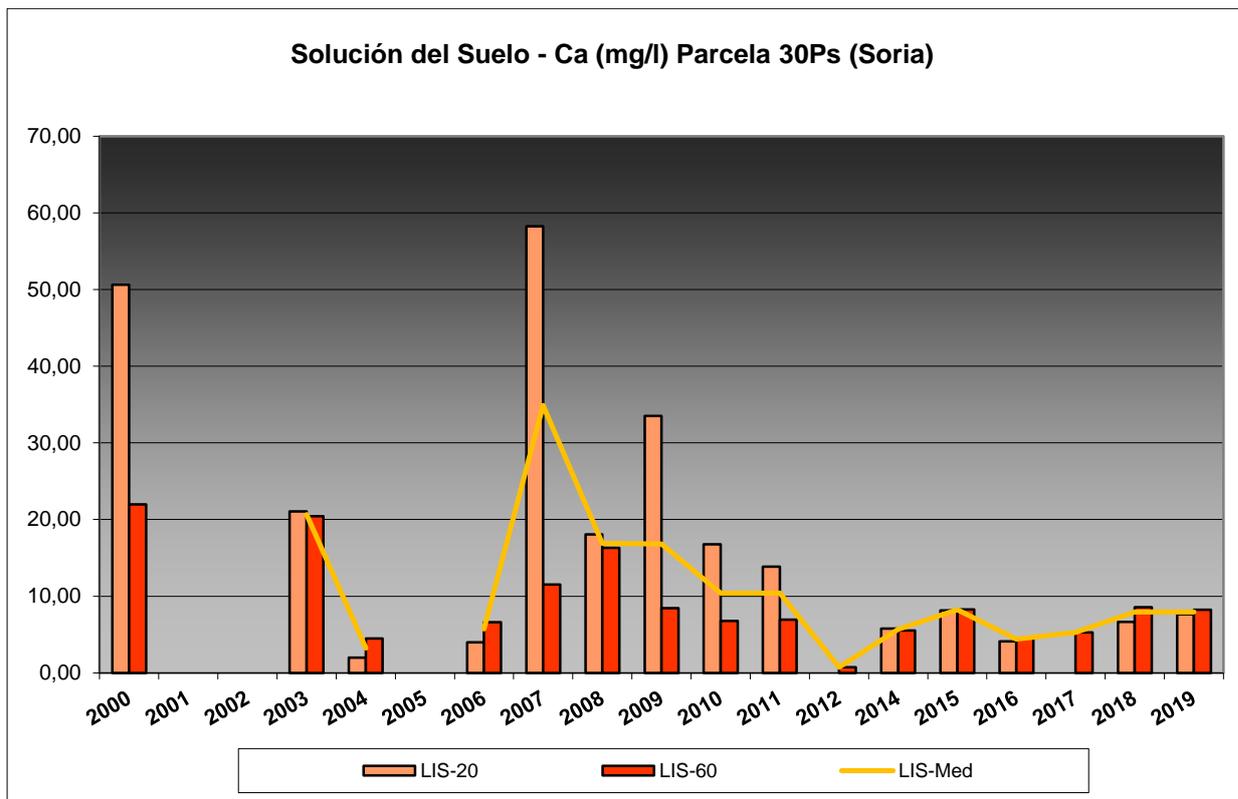


FIG 31: Contenido en Ca solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

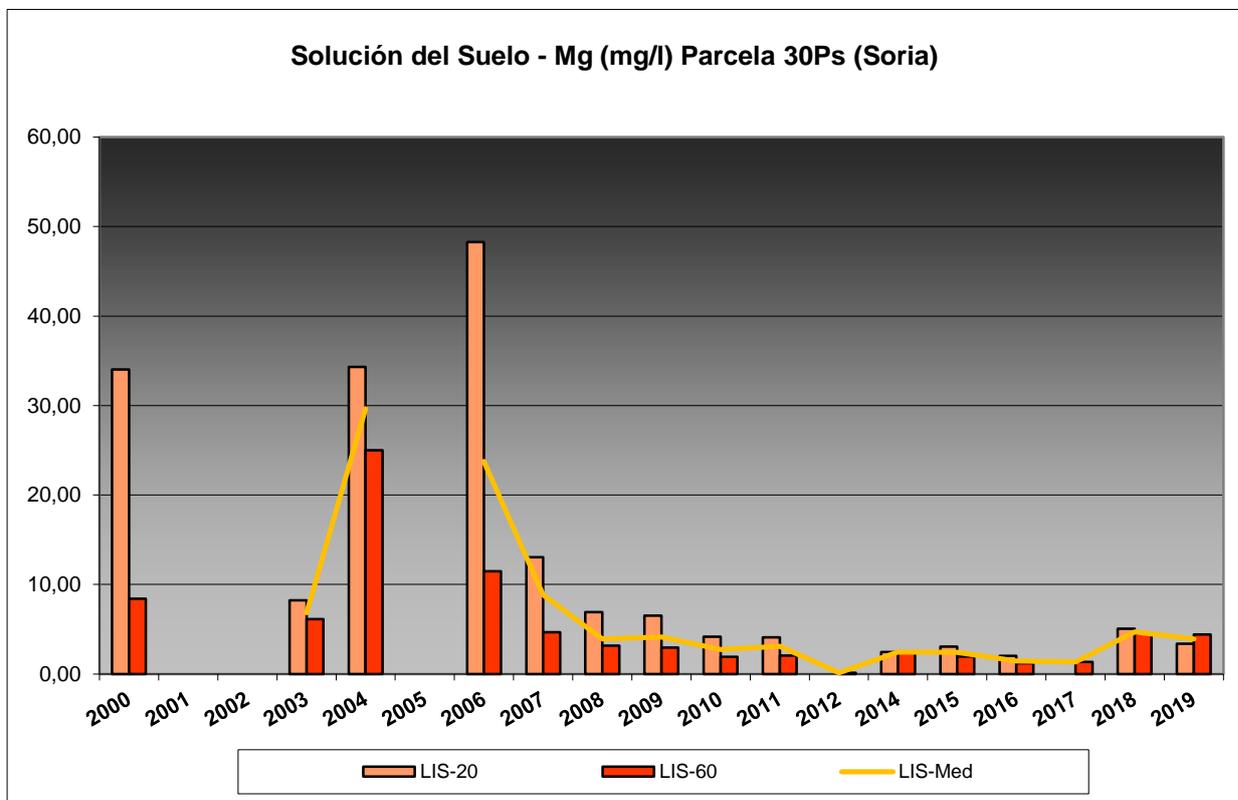


FIG 32: Contenido en Mg solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

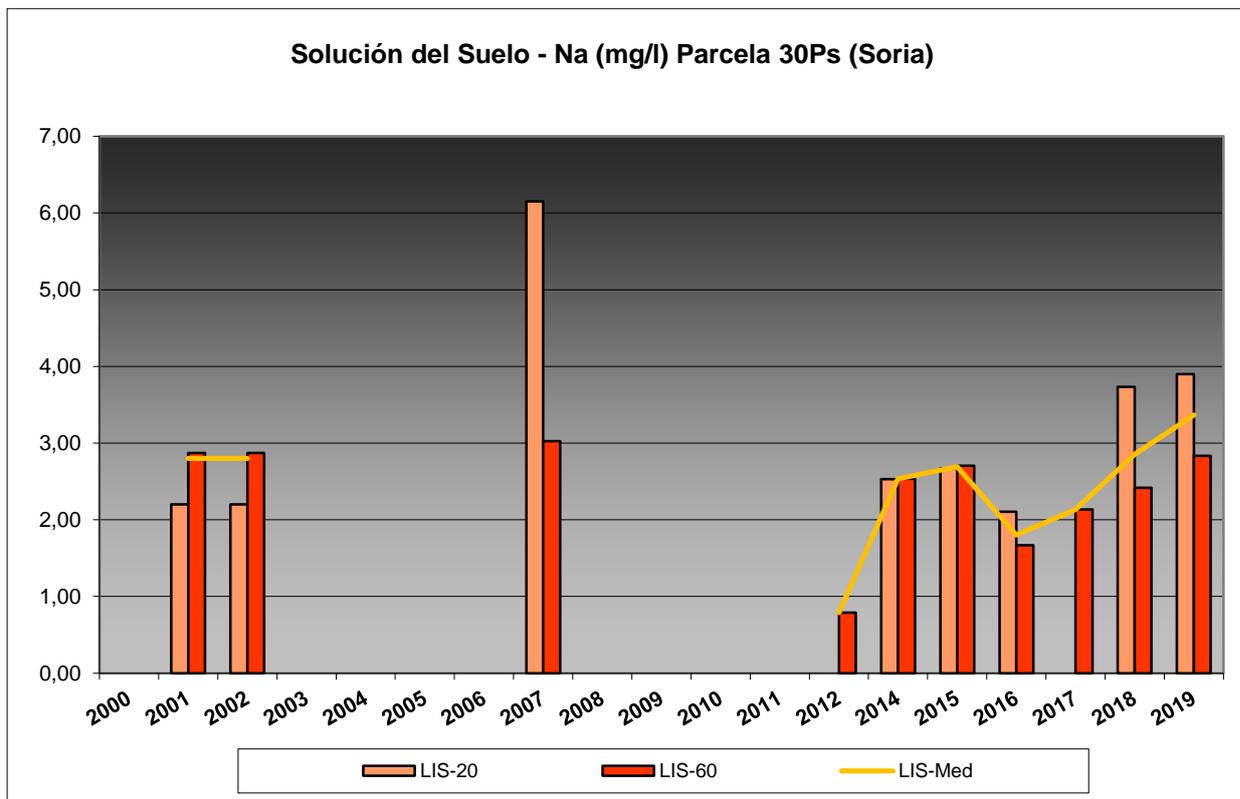


FIG 33: Contenido en Na solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

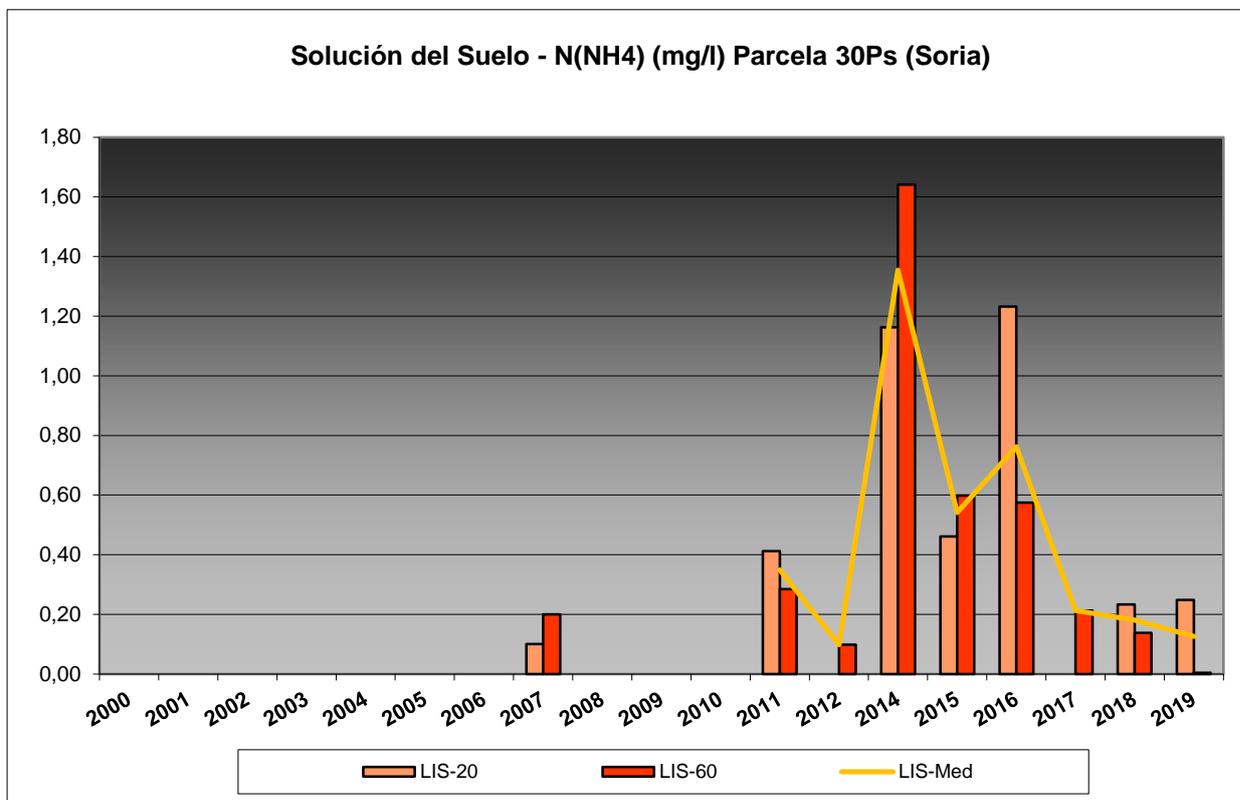


FIG 34: Contenido en N(NH4) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

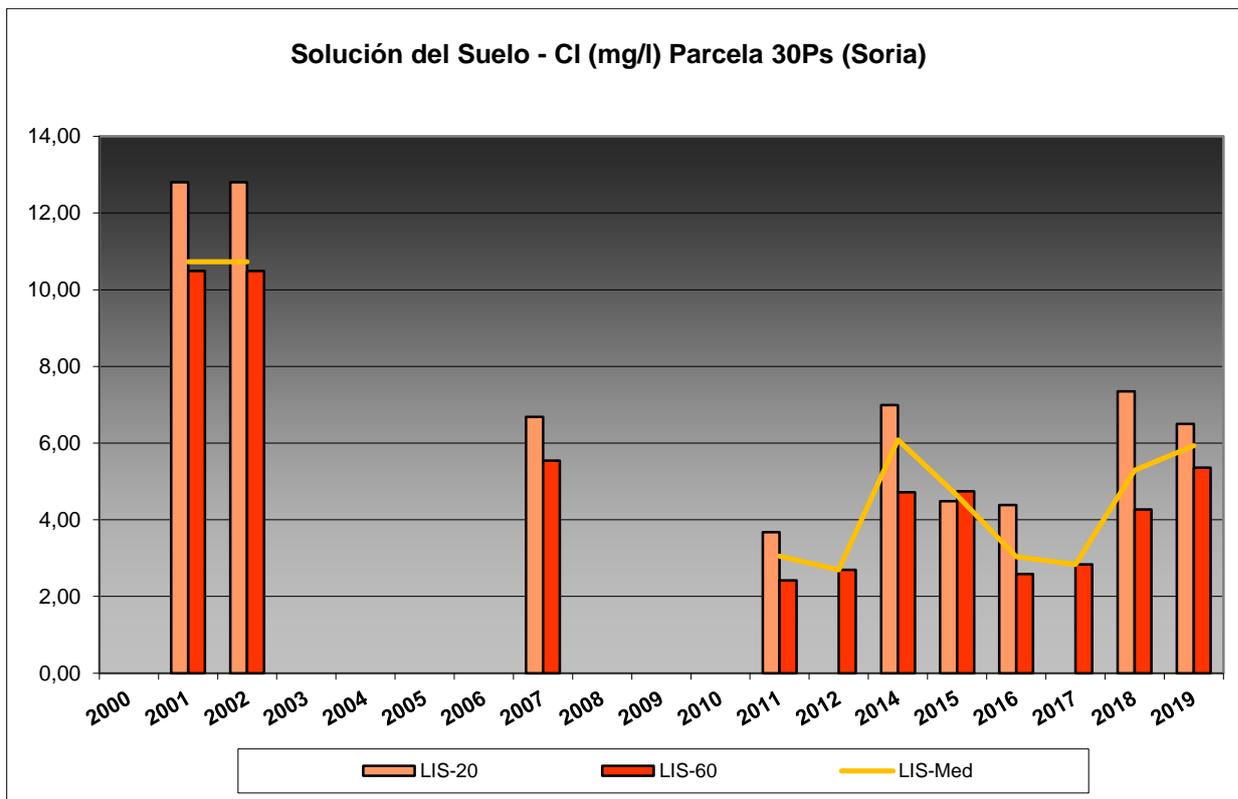


FIG 35: Contenido en Cl solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

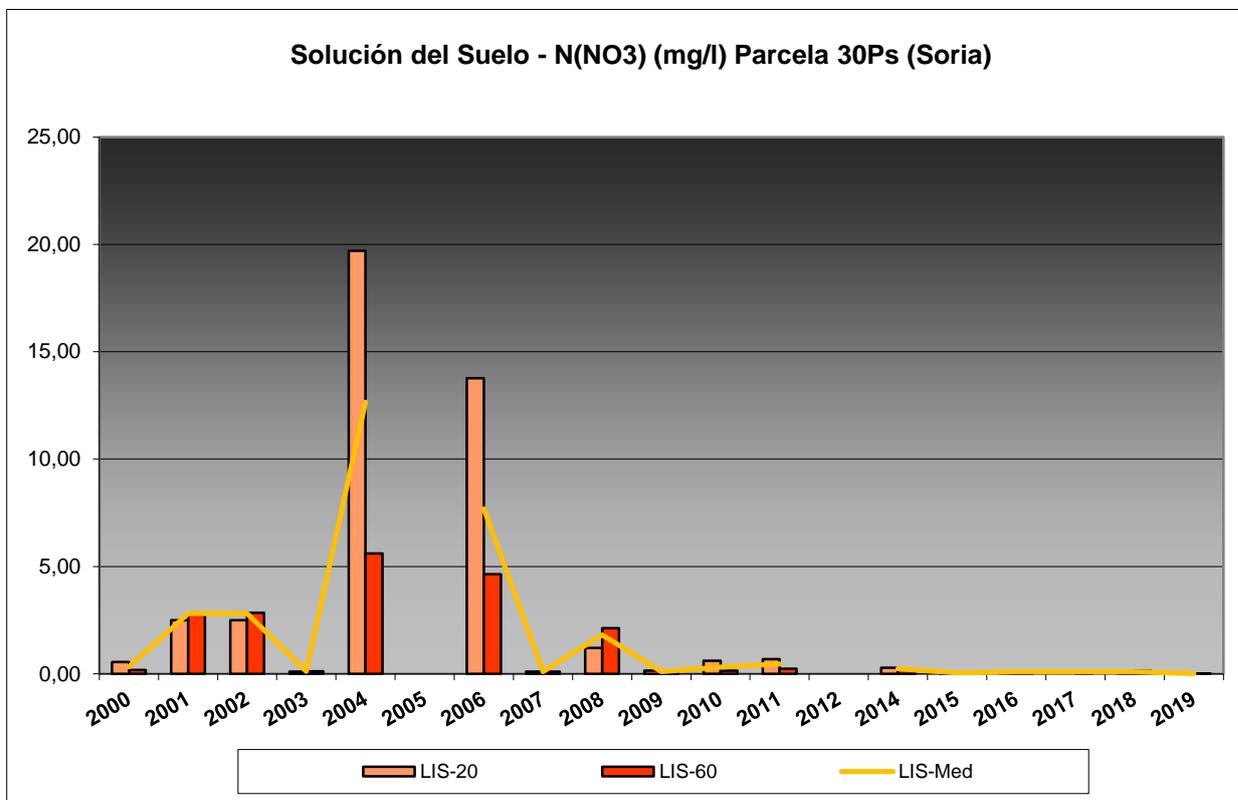


FIG 36: Contenido en N(NO3) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

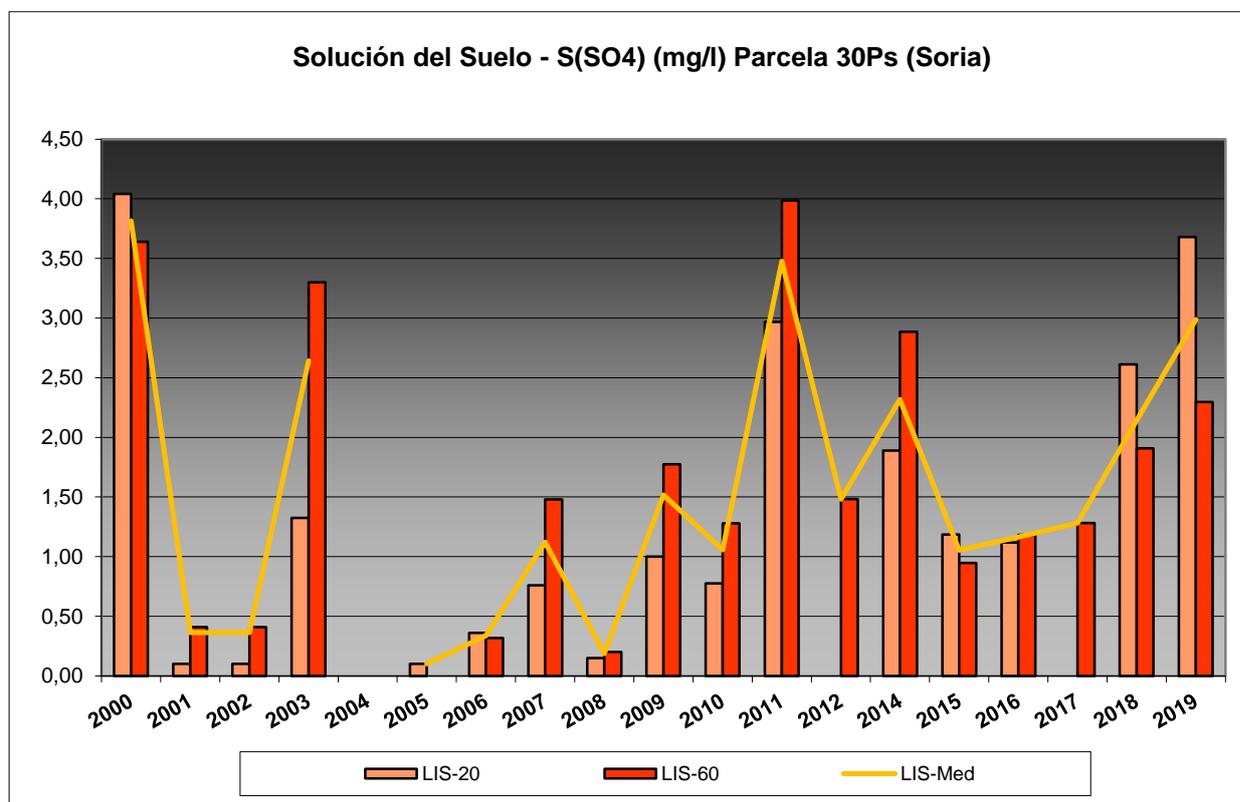


FIG 37: Contenido en S(SO<sub>4</sub>) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

En cuanto a las características de la solución del suelo, destaca en primer lugar que es la parcela en la que se han podido extraer más muestras, debido a estar situada sobre una zona con nivel freático alto en la que no resulta raro encontrar el suelo saturado, lo que no ocurre en otros puntos de la red. Por lo que se refiere al pH no se observan grandes diferencias entre las dos profundidades, siempre superior en el horizonte más profundo debido a la incorporación de sales a la muestra durante el proceso de infiltración; mayores conductividades a 20 cm y muy marcadas en 2007-2008, con un incremento en ambas profundidades a lo largo del último año analizado; concentraciones considerables de los elementos terrígenos y menor proporción del resto de elementos analizados, que suelen situarse por encima de los niveles obtenidos en la deposición por trascolación. A lo largo del último año analizado se observa un incremento en el contenido de potasio, calcio, cloro, sodio y sulfatos, generalmente en los situados a 20 cm.