

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

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2017**

PARCELA 05 Ps (SEGOVIA)

20
17



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

**DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL,
INNOVACIÓN Y POLÍTICA FORESTAL**

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA FORESTAL
ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICAS FORESTALES**

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

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	2
2.4. Caracterización forestal y dasométrica	4
3. Estado fitosanitario de la parcela	5
3.1. Defoliación y decoloración	5
3.2. Daños forestales	7
4. Instrumentación	18
5. Deposición atmosférica	20
5.1. pH	22
5.2. Conductividad	23
5.3. Potasio	24
5.4. Calcio	25
5.5. Magnesio	26
5.6. Sodio	28
5.7. Amonio	29
5.8. Cloro	30
5.9. Nitratos	31
5.10. Sulfatos	32
5.11. Interpretación de resultados	34
6. Calidad del aire. Inmisión	35
7. Análisis foliar	37
7.1. Macronutrientes	37
7.2. Micronutrientes	39
7.3. Interpretación de resultados	40
8. Desfronde	41
9. Fenología	43
10. Cintas diamétricas	45
11. Meteorología	47
12. Índice de Área Foliar	48
13. Solución del suelo	50

INDICE DE TABLAS

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

TABLA 20: 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 Guadarramico 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
05 Ps	<i>Pinus sylvestris</i>	Segovia	La Granja	04/08/1993	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+40°52'00"	-03°58'00"	418.000	4.525.000	1.630	20	Noreste	Raso del Pino

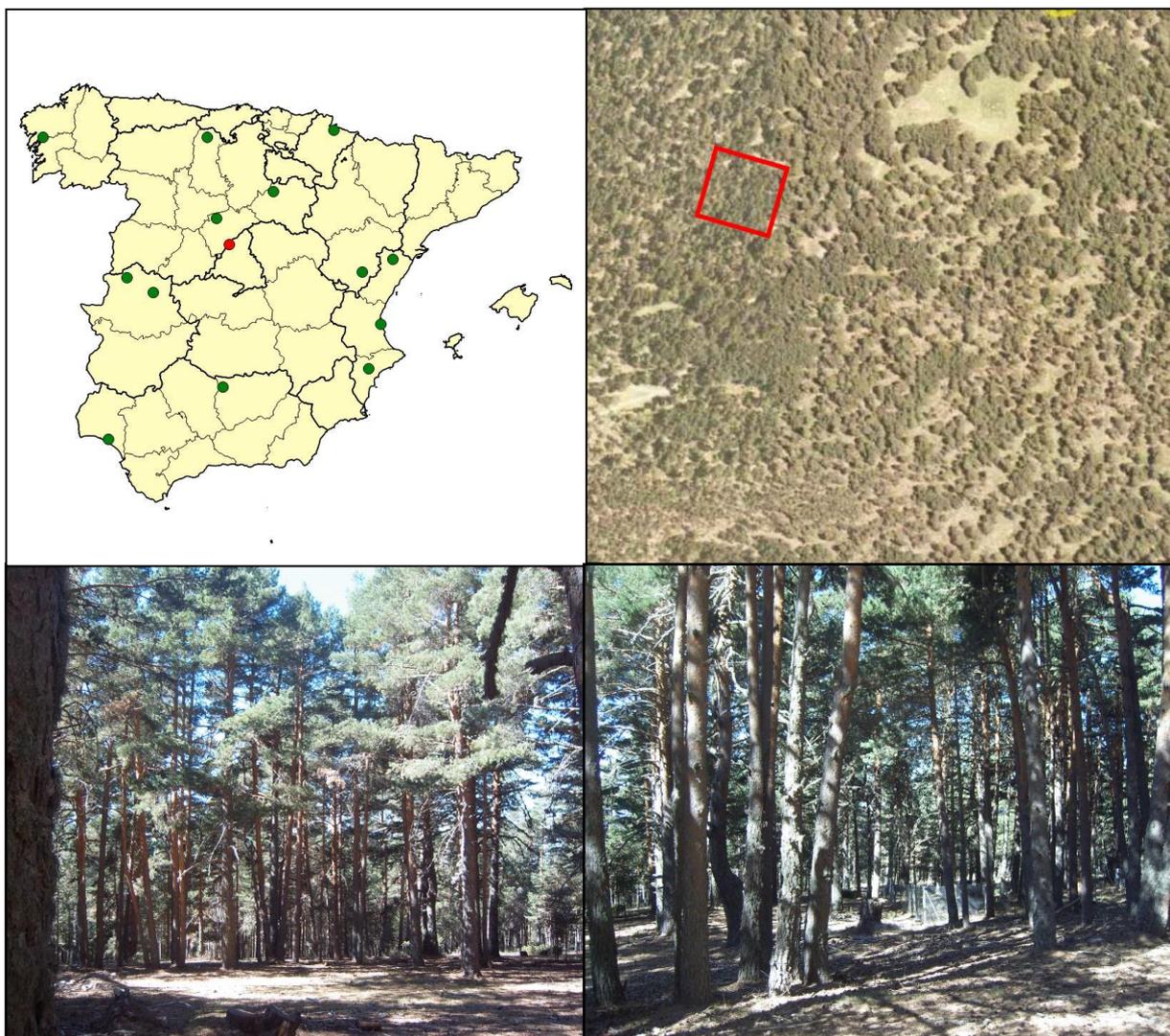


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 05 Ps

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)	0	0,5	2,6	4,5	8,6	12,5	16,3	16	12,6	7,8	3,2	0,6	7,1
P(mm)	123	107	114	111	113	76	31	31	71	109	138	131	1153
T. Media Máximas Mes más Cálido							24,1						
	-3,5	T. Media Mínimas Mes más Frío											

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un VI *Nemoral Genuino*.

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

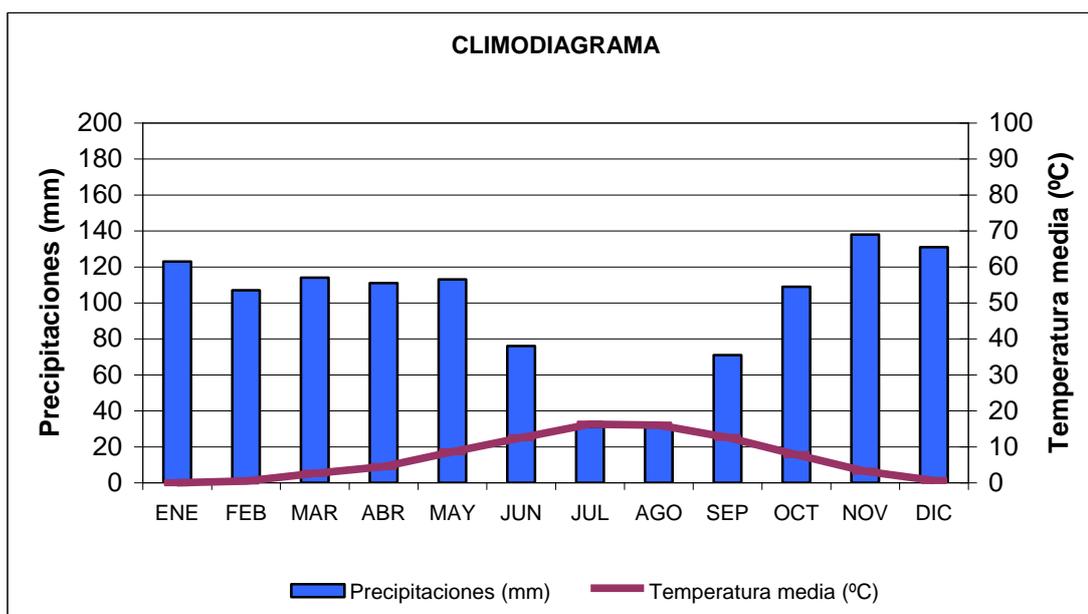


FIG 2: Climodiagrama de la parcela

2.2. Geología y Suelos.

Litología: *gneis*.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Pinar de *Pinus sylvestris* en terreno de escasa pendiente y con encharcamiento temporal en algunos puntos. Bajo el dosel de árboles maduros aparece un subpiso de pinos sumergidos de unos seis metros de altura. El estrato arbustivo es de baja cobertura pero el número de individuos ha

aumentado en el periodo 1999-2003. El pasto esta sometido a una alta presión de ganado vacuno. El césped clarea bajo las copas de los pinos y se hace muy denso en las zonas de mayor luz y humedad.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	70,0	<i>Jasione laevis</i> Lam.	+
<i>Pinus sylvestris</i> L.	70,0	<i>Koeleria caudata</i> (Link) Steudel	+
ESTRATO ARBUSTIVO	3,0	<i>Linaria nivea</i> Boiss. & Reuter	+
<i>Cytisus</i> sp.	1,0	<i>Luzula lactea</i> (Link) E.H.F. Meyer	+
<i>Juniperus communis</i> L.	2,0	<i>Nardus stricta</i> L.	25,0
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	27,0	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+
<i>Arenaria montana</i> L.	+	<i>Poa pratensis</i> L.	+
<i>Arrhenatherum album</i> (Vahl) W.D. Clayton	+	<i>Ranunculus ollissiponensis</i> Pers.	+
<i>Cerastium ramosissimum</i> Boiss.	+	<i>Rumex acetosella</i> L.	+
<i>Conopodium pyrenaicum</i> (Loisel.) Miégevill	+	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+
<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	+	<i>Taraxacum officinale</i>	+
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	+	<i>Teesdalia nudicaulis</i> (L.) R. Br.	+
<i>Festuca iberica</i> (Hackel) K. Richter	+	<i>Veronica arvensis</i> L.	+
<i>Galium rivulare</i> Boiss. & Reuter	+	<i>Veronica officinalis</i> L.	+
<i>Hieracium</i> sp.	+		

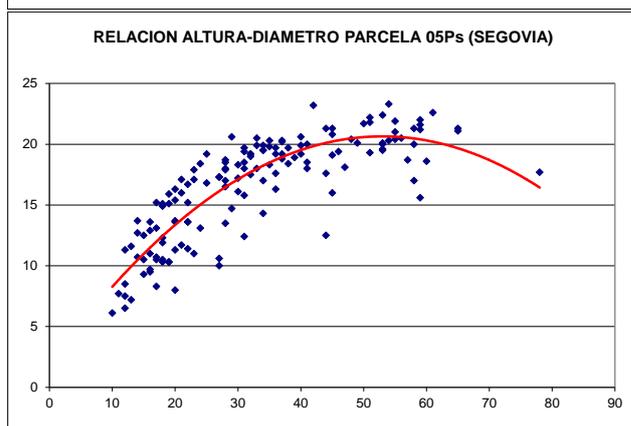
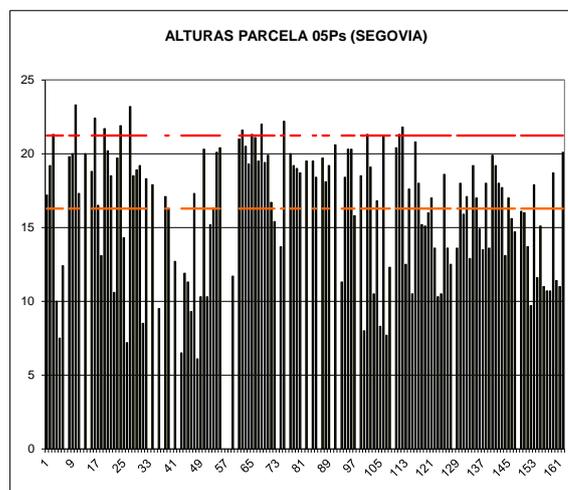
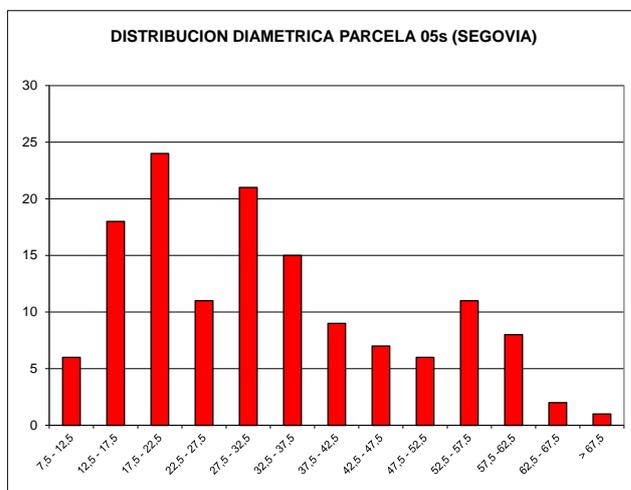
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 13a Serie Oromediterranea Guadarramica Silicicola de *Juniperus nana* o enebro rastrero (*Junipero nanae-Cytiseto purgantis sigmetum*).

2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

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

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

Parcela	Area ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad años	D med (cm)	AB m ² /ha	D m c cm	Alt m	Alt do m	Exist m ³ cc
05 Ps	0,2500	138	552	138	0	24	80-100	32,34	54,92	35,46	16,30	21,30	135,31



CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5	6	24	8,29	82,90	1,29	5,16
12,5 - 17,5	18	72	10,97	73,17	3,62	14,47
17,5 - 22,5	23	92	13,33	66,65	5,51	22,04
22,5 - 27,5	11	44	15,35	61,42	3,87	15,49
27,5 - 32,5	22	88	17,05	56,83	11,80	47,19
32,5 - 37,5	15	60	18,41	52,61	12,50	49,99
37,5 - 42,5	9	36	19,45	48,62	10,34	41,38
42,5 - 47,5	7	28	20,15	44,78	10,94	43,76
47,5 - 52,5	6	24	20,53	41,05	12,21	48,85
52,5 - 57,5	11	44	20,57	37,40	27,72	110,87
57,5 - 62,5	7	28	20,29	33,81	21,53	86,10
62,5 - 67,5	2	8	19,67	30,26	7,87	31,47
> 67,5	1	4	19,14	28,15	6,12	24,48
TOTAL	138	552			135,31	541,25

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 estado fitosanitario aceptable, con una defoliación media del 23,42%, dentro por tanto de la escala de daños ligeros, categoría en la que se han calificado algo más del 80% de la población, en lo que supone una situación muy similar a la encontrada en la revisión anterior, con una diferencia del parámetro de menos de un punto porcentual, inferior en todo caso al umbral de cinco puntos que supondría una variación estadísticamente significativa de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales. Como ya ocurriera el año pasado, en la presente revisión se registra la muerte de otro pie debido a un ataque de insectos perforadores.

Atendiendo a la serie histórica de datos, se viene observando una fase de meseta o estabilidad en el arbolado desde 2013 en el que se registró un máximo local de la defoliación, momento a partir del cual la distribución tiende a presentar en torno a un 20% de los pies calificados con daño moderado y en torno a un 23% de defoliación media, con alguna muerte salpicada todos los años, alejándose del periodo más benigno situado en torno a 2007-2011; y alejado en todo caso de los malos resultados habidos en el bienio 2003-2004, cuando se registraron los peores resultados de la serie.

En la línea de cierto empeoramiento apuntada anteriormente se ha movido también la decoloración, el segundo gran parámetro definidor del estado de salud de los bosques, que aumenta notablemente con respecto a la revisión precedente y que llega a afectar a casi uno de cada cuatro pies evaluados.

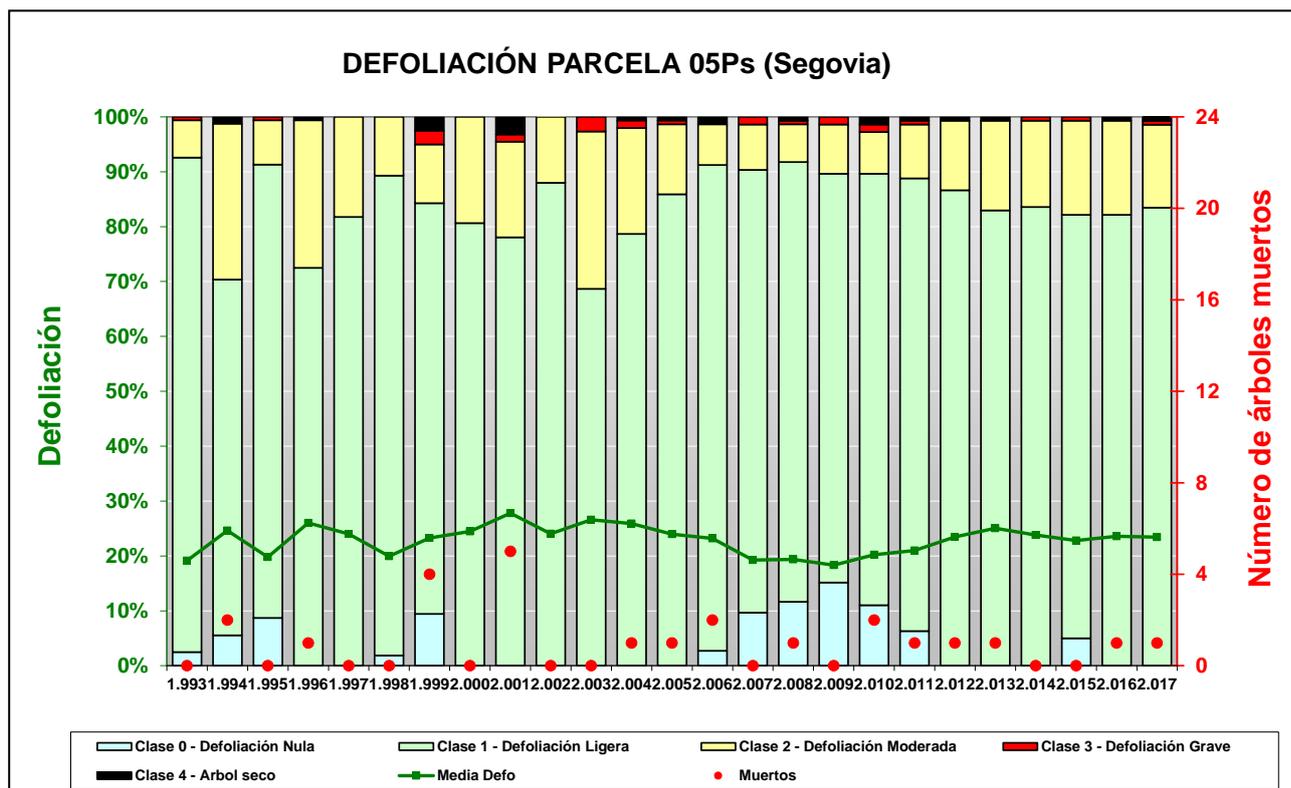


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 10%, 25% y 35%

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
ANIMALES												
<i>Picidae</i>	4	1,50	16	2,88	26,25	0,75	2,83	0,48	52,25	20,65	19,91	4,35
Tronco	4	1,50	16	2,88	26,25	0,75	2,83	0,48	52,25	20,65	19,91	4,35
INSECTOS												
Defoliadores	13	1,00	52	9,35	20,77	0,08	-2,65	-0,19	31,46	16,64	-0,88	0,34
Acíc. antiguas	12	1,00	48	8,63	21,25	0,08	-2,17	-0,18	29,92	16,22	-2,42	-0,08
Acíc. todas edades	1	1,00	4	0,72	15,00	0,00	-8,42	-0,27	50,00	21,70	17,66	5,40
Perforadores	52	1,00	208	37,41	20,00	0,42	-3,42	0,16	42,77	19,05	10,43	2,75
<i>Tomicus minor</i>	52	1,00	208	37,41	20,00	0,42	-3,42	0,16	42,77	19,05	10,43	2,75
Brotos del año	52	1,00	208	37,41	20,00	0,42	-3,42	0,16	42,77	19,05	10,43	2,75
ENFERMEDADES												
Royas tronco y brotes	8	2,25	32	5,76	28,75	0,50	5,33	0,23	36,25	16,59	3,91	0,29
<i>Cronartium flaccidum</i>	8	2,25	32	5,76	28,75	0,50	5,33	0,23	36,25	16,59	3,91	0,29
Guía principal	1	3,00	4	0,72	40,00	1,00	16,58	0,73	59,00	15,60	26,66	-0,70
Tronco en copa	1	2,00	4	0,72	45,00	0,00	21,58	-0,27	34,00	14,30	1,66	-2,00
Tronco	6	2,17	24	4,32	24,17	0,50	0,75	0,23	32,83	17,13	0,49	0,83
AG.ABIÓTICOS												
Calor	104	1,41	416	74,82	20,63	0,32	-2,80	0,05	36,67	18,01	4,33	1,71
Acíc. antiguas	104	1,41	416	74,82	20,63	0,32	-2,80	0,05	36,67	18,01	4,33	1,71
Rayo	4	1,00	16	2,88	22,50	1,00	-0,92	0,73	54,50	20,78	22,16	4,47
Tronco	4	1,00	16	2,88	22,50	1,00	-0,92	0,73	54,50	20,78	22,16	4,47
Nieve/Hielo	14	1,00	56	10,07	22,50	0,07	-0,92	-0,19	33,43	17,20	1,09	0,90
Ramillos <2 cm	7	1,00	28	5,04	24,29	0,14	0,87	-0,12	28,86	16,33	-3,48	0,03
Ramas 2-10 cm	7	1,00	28	5,04	20,71	0,00	-2,71	-0,27	38,00	18,07	5,66	1,77
Viento/Tornado	2	1,00	8	1,44	20,00	0,00	-3,42	-0,27	31,00	14,80	-1,34	-1,50
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	1,44	20,00	0,00	-3,42	-0,27	31,00	14,80	-1,34	-1,50
ANTRÓPICOS												
Daños mecánicos/vehículos	1	4,00	4	0,72	15,00	0,00	-8,42	-0,27	32,00	19,20	-0,34	2,90
Tronco	1	4,00	4	0,72	15,00	0,00	-8,42	-0,27	32,00	19,20	-0,34	2,90
OTROS DAÑOS												
<i>Viscum album</i>	2	1,00	8	1,44	22,50	0,50	-0,92	0,23	58,00	19,55	25,66	3,25
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	0,72	25,00	1,00	1,58	0,73	60,00	18,60	27,66	2,30
Tronco	1	1,00	4	0,72	20,00	0,00	-3,42	-0,27	56,00	20,50	23,66	4,20
Falta luz	60	1,63	240	43,17	27,17	0,22	3,75	-0,05	24,37	13,96	-7,97	-2,35
Acíc. antiguas	6	1,83	24	4,32	30,00	0,00	6,58	-0,27	20,17	11,52	-12,17	-4,78
Acíc. todas edades	13	3,08	52	9,35	38,08	0,00	14,66	-0,27	17,54	10,19	-14,80	-6,11

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif defo	Dif deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Ramillos <2 cm	13	1,00	52	9,35	21,54	0,31	-1,88	0,04	27,62	13,81	-4,73	-2,49
Ramas 2-10 cm	27	1,07	108	19,42	22,41	0,33	-1,01	0,07	27,19	16,60	-5,16	0,30
Guía principal	1	5,00	4	0,72	70,00	0,00	46,58	-0,27	20,00	8,00	-12,34	-8,30
Inter.físicas	2	7,00	8	1,44	20,00	0,00	-3,42	-0,27	30,00	18,10	-2,34	1,80
Tronco	2	7,00	8	1,44	20,00	0,00	-3,42	-0,27	30,00	18,10	-2,34	1,80
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	53	1,17	212	38,13	22,08	0,32	-1,34	0,05	39,83	17,23	7,49	0,93
Acíc. del año	1	1,00	4	0,72	25,00	0,00	1,58	-0,27	17,00	8,30	-15,34	-8,00
Brotos del año	18	1,06	72	12,95	20,83	0,28	-2,59	0,01	38,78	18,06	6,44	1,76
Ramillos <2 cm	9	1,00	36	6,47	21,67	0,33	-1,75	0,07	35,22	17,12	2,88	0,82
Ramas 2-10 cm	3	1,00	12	2,16	23,33	0,33	-0,09	0,07	31,67	15,80	-0,67	-0,50
Ramas tam. variable	1	4,00	4	0,72	20,00	1,00	-3,42	0,73	55,00	20,40	22,66	4,10
Guía principal	1	2,00	4	0,72	20,00	0,00	-3,42	-0,27	22,00	13,60	-10,34	-2,70
Tronco	20	1,20	80	14,39	23,25	0,35	-0,17	0,08	45,35	17,21	13,01	0,91

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, destaca en primer lugar la aparición de heridas transversales en los troncos, en algún caso ya antiguas y recubiertas por un callo de cicatrización, causadas por **pícid** en sus habituales estrategias de marcaje del territorio, concentradas en pies de mayores dimensiones de la parcela y sin mayor significación fitosanitaria, aunque en alguna ocasión puede estar relacionado con resinosis, particularmente si el verano ha sido muy cálido, se estimula la producción de resina y la cicatrización no es completa.

En la presente revisión, se advierte una cierta reducción en el nivel de actividad de los insectos, apreciándose daños en las acículas más antiguas de defoliadores de tipo braquiderino, en algo menos del 10% de los pies aunque sin mayor significación fitosanitaria, no advirtiéndose daños forestales asociados de consideración. Aumenta sin embargo la presencia del escolítido perforador *Tomiscus minor*, casi endémico en la zona, aunque los daños asociados se limitan a la aparición de los habituales ramillos terminales atabacados en la periferia de las copas causadas por la alimentación de maduración sexual del adulto; sin que se adviertan daños por galerías larvianas en los troncos, afección que sí resulta peligrosa para el arbolado al anillar su sistema conductor. La expansión de este escolítido podría haberse visto influido por la prolongada sequía, afectando a algo más de la tercera parte del arbolado muestra, y podría dar lugar a ataques de mayor envergadura en años sucesivos, a medida que esta población evolucione, conociéndose sobradamente su predilección por los árboles más debilitados por falta de luz u otras causas, lo que pone de manifiesto la utilidad de una correcta gestión selvícola para la prevención de la plaga. En la presente revisión, el insecto se concentra en los árboles de mayores dimensiones de la parcela, superiores al vuelo medio del rodal, posiblemente por tener mejores condiciones de insolación.

Entre las enfermedades cabe mencionar en primer lugar al hongo *Peridermium pini*, variedad cortícola de *Cronartium flaccidum* presente en un corto número de pies – en un nivel de acción similar al del año pasado- asociado a daños de importancia, al causar un chancro resinoso en el tronco, generalmente en su mitad superior, que causa el enteamiento de la sección de madera situada bajo él y la muerte por desecación de la fracción de copa situada por encima del punto de infección. La afección, relativamente frecuente en pinares de silvestre de zonas de alta montaña se configura como uno de los principales agentes dañinos de este tipo de masas, causando incluso la muerte del pie afectado. El problema se amplifica en masas de cierta densidad, en las que la muerte del ápice de los pies afectados deja a estos bajo el dosel principal de copas, empezando a verse afectados además por falta de luz. Los árboles afectados son además presa fácil de otros agentes secundarios u oportunistas, agravándose el efecto en una zona donde existe un segundo agente de debilitamiento de los pies como es el muérdago o los insectos perforadores. Se ha advertido repetidamente

que este chancro es más frecuente en pies afectados por heridas y daños mecánicos a consecuencia de nevadas o temporales, posiblemente por aprovechar las roturas en la corteza para infectar al hospedante. El nivel de peligrosidad lo pone de manifiesto el hecho de que los pies afectados presentan los mayores niveles de defoliación de la muestra y el daño se amplifica cuando afecta a la mitad superior del tronco. Se advierte también una cierta predilección por hospedantes de mayores dimensiones, resultando una afección más propia de árboles maduros. En restos leñosos caídos por el suelo se han podido ver los típicos ecidios anaranjados.

Propio de las elevadas temperaturas de comienzos del verano y asociado a un **golpe de calor** se advierte amarilleamiento generalizado en las acículas de mayor edad, lo que adelanta su senectud en una afección que se ha registrado en cerca de las tres cuartas partes de los pies, concentrándose en los de mayores dimensiones, menos protegido por la sombra de pies próximos. Se registra también algunas heridas recientes por **rayo**, en una afección repetida en alguna otra parcela de la red, posiblemente debido a que las altas temperaturas hayan favorecido la formación de tormentas, aunque no se han observado daños mecánicos o derribos asociados. Se advierten también daños más o menos frecuentes de **nevadas** o en menor medida **vendavales**, muy frecuentes en una zona situada a más de 1.600 m, en posición de alta montaña. Como es lógico este tipo de daños abióticos tiende a disponerse sobre los pies de mayor altura, más expuestos a las inclemencias del tiempo al no contar con el efecto coprotector del resto de la masa. Se ha advertido también en pinares montanos similares que las heridas mecánicas causadas por la nieve o el viento favorecen la entrada de esporas de hongos como *Cronartium flaccidum* que encuentran así una vía franca para la infección del hospedante. Vía similar de entrada encuentran otros patógenos tales como *Sphaeropsis sapinea*, no presente en la estación considerada.

La presencia de daños antrópicos es menor, limitándose a daños mecánicos en los troncos, ya cicatrizados, por corta y arrastre de troncos de antiguas operaciones selvícolas, procedentes de antiguos aprovechamientos y lógicos en una masa en producción sujeta a planes de ordenación dasocrática. Se registra también, de forma aislada, alguna mata de muérdago, *Viscum album*, sin mayor significación, aunque cabe mencionar que esta fanerógama es también un potente agente debilitador de este tipo de masas, registrándose incluso pérdidas de crecimiento en volumen maderable en el propio monte, aunque a cotas más bajas. El muérdago se dispersa a través de los pájaros, que se alimentan de sus frutos y excretan las semillas, por lo que suelen colonizar los árboles de mayores dimensiones, con las copas más abiertas por la nieve, que presentan mayor superficie de colonización.

Los daños por **competencia** o **falta de luz** se encuentran ampliamente extendidos, sobre algo menos de la mitad del arbolado muestra, afectando como es lógico a los pies situados bajo el nivel general del conjunto, que reciben menor insolación y responden con una mayor defoliación en las ramas o ramillos afectados. Este tipo de daños, muy frecuentes en masas de pinar de montaña, pueden llegar a ser importantes, habiéndose registrado varias muertes por su causa en evaluaciones anteriores o bien un debilitamiento previo que ha favorecido la entrada posterior de escolítidos que acaban con el árbol poco tiempo después de su localización. Los daños son habitualmente visibles por la pérdida de las acículas de mayor edad, metidas de tres y cuatro años, quedando los ramillos afectados poblados únicamente por acículas de uno o dos años y dando al conjunto general un aspecto apenachado. El daño es particularmente marcado cuando afecta a la guía terminal de la copa, que pierde así su capacidad directora del crecimiento del pie. Se observan también, aunque su efecto sobre el estado de salud de los pinos afectados es mucho menor, daños salpicados por **interacciones físicas** en los que el pie afectado recibe insolación en su ápice pero no en su ramificación lateral que incluso tiene dificultades para expandirse al impedirlo la cercanía de los pies próximos.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se observan también algunos brotes del año abortados, en los que la elongación de la metida no se ha visto seguida de la emergencia de las acículas, algunas ramas muertas situadas en posición insolada, de forma que se descarta la habitual afección por falta de luz, junto con grietas y tumoraciones en algunos troncos, sin mayor trascendencia. Se ha observado también alguna escoba de bruja, ocasionado por algún fitoplasma y que si bien es un clásico

elemento de debilitamiento del hospedante, no parece estar asociado a daños de consideración 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
HOJAS/ACÍCULAS												
Acíc. del año	1	1,00	4	0,72	25,00	0,00	1,58	-0,27	17,00	8,30	-15,34	-8,00
Microfilia	1	1,00	4	0,72	25,00	0,00	1,58	-0,27	17,00	8,30	-15,34	-8,00
Acíc. antiguas	122	1,39	488	87,77	21,15	0,28	-2,27	0,01	35,20	17,51	2,86	1,21
Comidos/perdidos	18	1,28	72	12,95	24,17	0,06	0,75	-0,21	26,67	14,65	-5,67	-1,65
Agujeros/Parc. comidas	1	1,00	4	0,72	15,00	0,00	-8,42	-0,27	28,00	13,50	-4,34	-2,80
Muestras	11	1,00	44	7,91	21,82	0,09	-1,60	-0,18	30,09	16,46	-2,25	0,16
Caída prematura	6	1,83	24	4,32	30,00	0,00	6,58	-0,27	20,17	11,52	-12,17	-4,78
Dec. Verde-amarillo	104	1,41	416	74,82	20,63	0,32	-2,80	0,05	36,67	18,01	4,33	1,71
Completa	104	1,41	416	74,82	20,63	0,32	-2,80	0,05	36,67	18,01	4,33	1,71
Acíc. todas edades	14	2,93	56	10,07	36,43	0,00	13,01	-0,27	19,86	11,01	-12,48	-5,29
Comidos/perdidos	14	2,93	56	10,07	36,43	0,00	13,01	-0,27	19,86	11,01	-12,48	-5,29
Muestras	1	1,00	4	0,72	15,00	0,00	-8,42	-0,27	50,00	21,70	17,66	5,40
Caída prematura	13	3,08	52	9,35	38,08	0,00	14,66	-0,27	17,54	10,19	-14,80	-6,11
RAMAS/BROTOS												
Brotos del año	70	1,01	280	50,36	20,21	0,39	-3,21	0,12	41,74	18,80	9,40	2,49
Muerto/moribundo	54	1,02	216	38,85	20,28	0,44	-3,14	0,18	43,20	19,11	10,86	2,81
Aborto	16	1,00	64	11,51	20,00	0,19	-3,42	-0,08	36,81	17,74	4,47	1,44
Ramillos <2 cm	31	1,00	124	22,30	22,10	0,26	-1,32	-0,01	30,32	15,40	-2,02	-0,90
Deformaciones	1	1,00	4	0,72	25,00	1,00	1,58	0,73	51,00	22,20	18,66	5,90
Tumores	1	1,00	4	0,72	25,00	1,00	1,58	0,73	51,00	22,20	18,66	5,90
Rotura	9	1,00	36	6,47	23,33	0,11	-0,09	-0,15	29,33	15,99	-3,01	-0,31
Muerto/moribundo	21	1,00	84	15,11	21,43	0,29	-1,99	0,02	29,76	14,83	-2,58	-1,47
Ramas 2-10 cm	38	1,05	152	27,34	22,24	0,29	-1,18	0,02	30,39	16,86	-1,95	0,56
Deformaciones	1	1,00	4	0,72	20,00	0,00	-3,42	-0,27	19,00	10,30	-13,34	-6,00
Escobas de bruja	1	1,00	4	0,72	20,00	0,00	-3,42	-0,27	19,00	10,30	-13,34	-6,00
Otros signos	1	1,00	4	0,72	25,00	1,00	1,58	0,73	60,00	18,60	27,66	2,30
Rotura	8	1,00	32	5,76	20,63	0,00	-2,80	-0,27	36,75	17,94	4,41	1,64
Muerto/moribundo	28	1,07	112	20,14	22,68	0,36	-0,74	0,09	27,93	16,73	-4,41	0,42
Ramas tam. variable	1	4,00	4	0,72	20,00	1,00	-3,42	0,73	55,00	20,40	22,66	4,10
Deformaciones	1	4,00	4	0,72	20,00	1,00	-3,42	0,73	55,00	20,40	22,66	4,10
Escobas de bruja	1	4,00	4	0,72	20,00	1,00	-3,42	0,73	55,00	20,40	22,66	4,10
Guía principal	3	3,33	12	2,16	43,33	0,33	19,91	0,07	33,67	12,40	1,33	-3,90
Rotura	1	2,00	4	0,72	20,00	0,00	-3,42	-0,27	22,00	13,60	-10,34	-2,70
Muerto/moribundo	2	4,00	8	1,44	55,00	0,50	31,58	0,23	39,50	11,80	7,16	-4,50
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco en copa	1	2,00	4	0,72	45,00	0,00	21,58	-0,27	34,00	14,30	1,66	-2,00

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Deformaciones	1	2,00	4	0,72	45,00	0,00	21,58	-0,27	34,00	14,30	1,66	-2,00
Chancros	1	2,00	4	0,72	45,00	0,00	21,58	-0,27	34,00	14,30	1,66	-2,00
Tronco	38	1,74	152	27,34	23,16	0,45	-0,26	0,18	44,18	18,12	11,84	1,82
Deformaciones	13	1,77	52	9,35	23,85	0,54	0,43	0,27	46,46	18,09	14,12	1,79
Chancros	6	2,17	24	4,32	24,17	0,50	0,75	0,23	32,83	17,13	0,49	0,83
Tumores	7	1,43	28	5,04	23,57	0,57	0,15	0,31	58,14	18,91	25,80	2,61
Otros signos	1	1,00	4	0,72	20,00	0,00	-3,42	-0,27	56,00	20,50	23,66	4,20
Heridas	20	1,30	80	14,39	23,50	0,45	0,08	0,18	44,25	18,23	11,91	1,93
Descortezamientos	13	1,23	52	9,35	23,08	0,38	-0,34	0,12	40,08	17,73	7,74	1,43
Grietas	1	1,00	4	0,72	25,00	0,00	1,58	-0,27	17,00	15,20	-15,34	-1,10
Otras heridas	6	1,50	24	4,32	24,17	0,67	0,75	0,40	57,83	19,82	25,49	3,52
Resinosis	2	1,00	8	1,44	20,00	0,50	-3,42	0,23	37,00	16,05	4,66	-0,25
Inclinado	2	7,00	8	1,44	20,00	0,00	-3,42	-0,27	30,00	18,10	-2,34	1,80

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		Royas tronco y brotes	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	1								
Microfilia	1								
Acíc. antiguas	122			12	92,31				
Comidos/perdidos	18			12	92,31				
Agujeros/Parc. comidas	1			1	7,69				
Muescas	11			11	84,62				
Caída prematura	6								
Dec. Verde-amarillo	104								
Completa	104								
Acíc. todas edades	14			1	7,69				
Comidos/perdidos	14			1	7,69				
Muescas	1			1	7,69				
Caída prematura	13								
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	70					52	100,00		
Muerto/moribundo	54					52	100,00		
Aborto	16								
Ramillos <2 cm	31								
Deformaciones	1								
Tumores	1								
Rotura	9								
Muerto/moribundo	21								
Ramas 2-10 cm	38								

	N par	<i>Picidae</i>		Defoliadores		Perforadores		Royas tronco y brotes	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Deformaciones	1								
Escobas de bruja	1								
Otros signos	1								
Rotura	8								
Muerto/moribundo	28								
Ramas tam. variable	1								
Deformaciones	1								
Escobas de bruja	1								
Guía principal	3							1	12,50
Rotura	1								
Muerto/moribundo	2							1	12,50
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	1							1	12,50
Deformaciones	1							1	12,50
Chancros	1							1	12,50
Tronco	38	4	100,00					6	75,00
Deformaciones	13							6	75,00
Chancros	6							6	75,00
Tumores	7								
Otros signos	1								
Heridas	20	4	100,00						
Descortezamientos	13								
Grietas	1								
Otras heridas	6	4	100,00						
Resinosis	2								
Inclinado	2								

	N par	Calor		Rayo		Nieve/Hielo		Viento/Tornado	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	1								
Microfilia	1								
Acíc. antiguas	122	104	100,00						
Comidos/perdidos	18								
Agujeros/Parc. comidas	1								
Muestras	11								
Caída prematura	6								
Dec. Verde-amarillo	104	104	100,00						
Completa	104	104	100,00						
Acíc. todas edades	14								
Comidos/perdidos	14								
Muestras	1								
Caída prematura	13								
RAMAS/BROTOS									

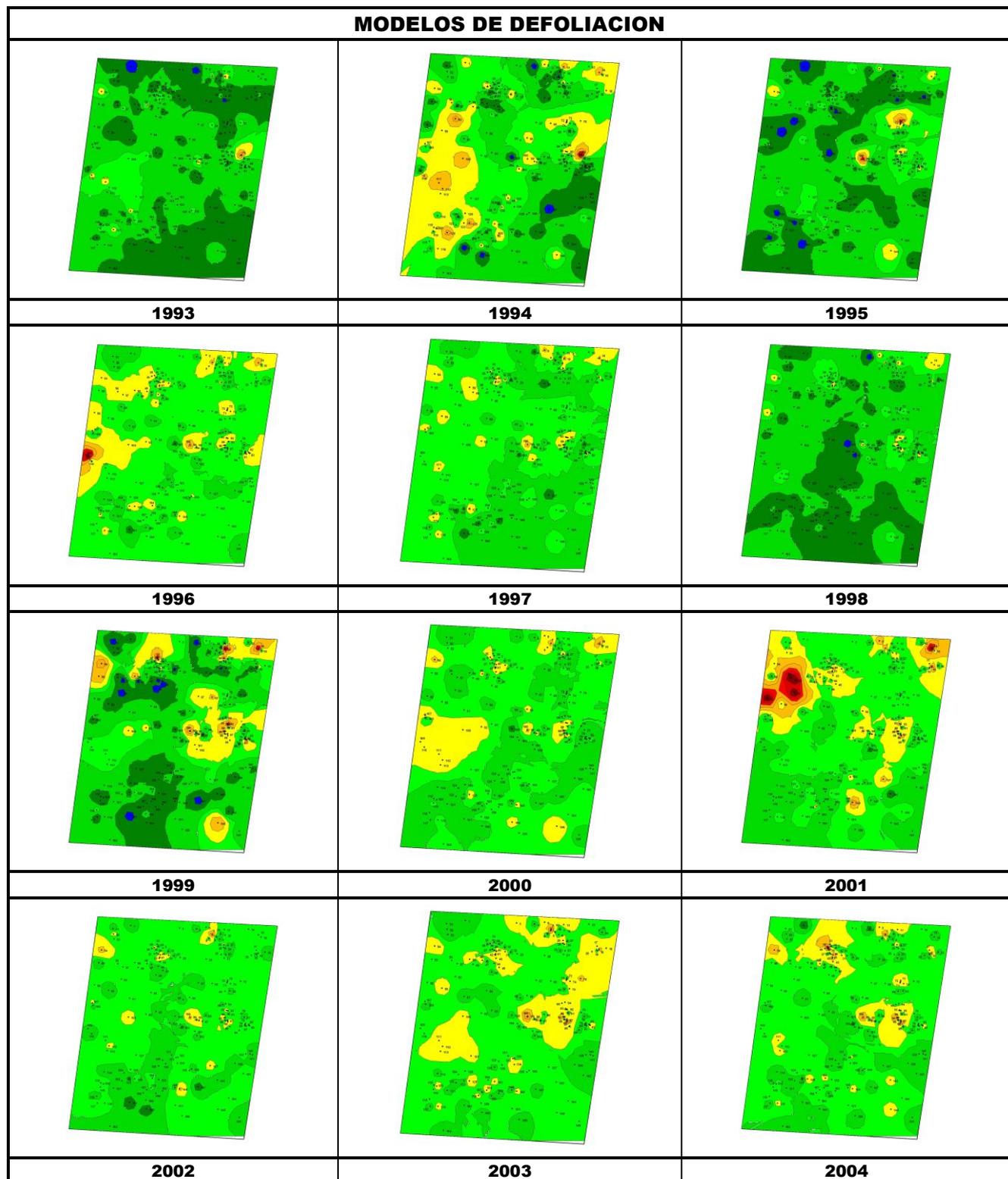
	N par	Calor		Rayo		Nieve/Hielo		Viento/Tornado	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Brotos del año	70								
Muerto/moribundo	54								
Aborto	16								
Ramillos <2 cm	31					7	50,00	2	100,00
Deformaciones	1								
Tumores	1								
Rotura	9					7	50,00	2	100,00
Muerto/moribundo	21								
Ramas 2-10 cm	38					7	50,00		
Deformaciones	1								
Escobas de bruja	1								
Otros signos	1								
Rotura	8					7	50,00		
Muerto/moribundo	28								
Ramas tam. variable	1								
Deformaciones	1								
Escobas de bruja	1								
Guía principal	3								
Rotura	1								
Muerto/moribundo	2								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	1								
Deformaciones	1								
Chancros	1								
Tronco	38			4	100,00				
Deformaciones	13								
Chancros	6								
Tumores	7								
Otros signos	1								
Heridas	20			4	100,00				
Descortezamientos	13			4	100,00				
Grietas	1								
Otras heridas	6								
Resinosis	2								
Inclinado	2								

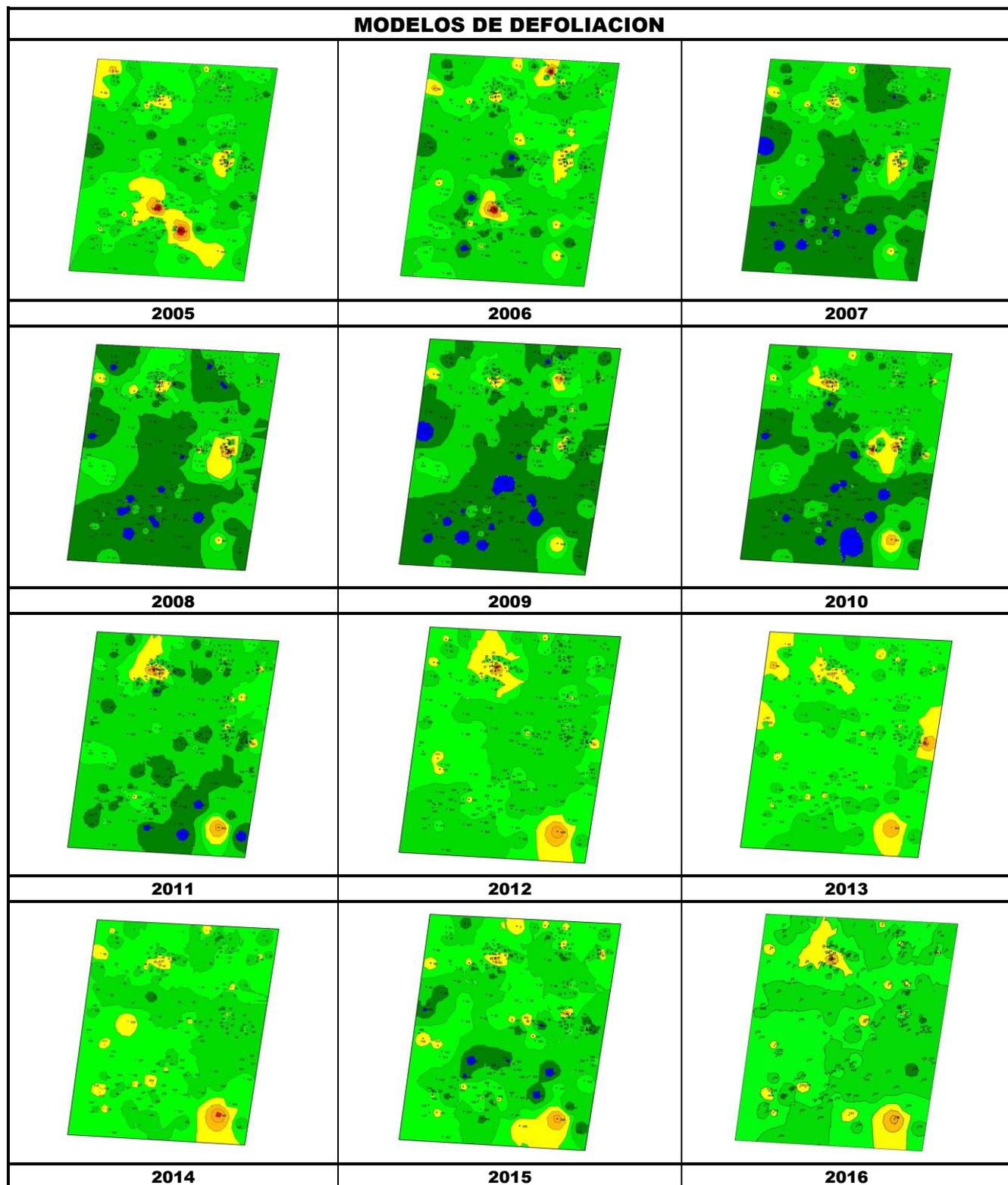
	N par	Daños mecánicos		<i>Viscum album</i>		Falta luz		Inter.físicas		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	1									1	1,89
Microfilia	1									1	1,89
Acíc. antiguas	122					6	10,00				
Comidos/perdidos	18					6	10,00				
Agujeros/Parc. comidas	1										
Muecas	11										

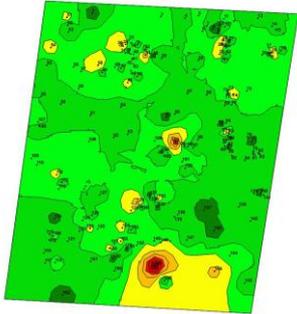
	N par	Daños mecánicos		<i>Viscum album</i>		Falta luz		Inter.físicas		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Caída prematura	6					6	10,00				
Dec. Verde-amarillo	104										
Completa	104										
Acíc. todas edades	14					13	21,67				
Comidos/perdidos	14					13	21,67				
Muestras	1										
Caída prematura	13					13	21,67				
RAMAS/BROTOS											
Brotos del año	70									18	33,96
Muerto/moribundo	54									2	3,77
Aborto	16									16	30,19
Ramillos <2 cm	31					13	21,67			9	16,98
Deformaciones	1									1	1,89
Tumores	1									1	1,89
Rotura	9										
Muerto/moribundo	21					13	21,67			8	15,09
Ramas 2-10 cm	38			1	50,00	27	45,00			3	5,66
Deformaciones	1									1	1,89
Escobas de bruja	1									1	1,89
Otros signos	1			1	50,00						
Rotura	8					1	1,67				
Muerto/moribundo	28					26	43,33			2	3,77
Ramas tam. variable	1									1	1,89
Deformaciones	1									1	1,89
Escobas de bruja	1									1	1,89
Guía principal	3					1	1,67			1	1,89
Rotura	1									1	1,89
Muerto/moribundo	2					1	1,67				
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	1										
Deformaciones	1										
Chancros	1										
Tronco	38	1	100,00	1	50,00			2	100,00	20	37,74
Deformaciones	13									7	13,21
Chancros	6										
Tumores	7									7	13,21
Otros signos	1			1	50,00						
Heridas	20	1	100,00							11	20,75
Descortezamientos	13	1	100,00							8	15,09
Grietas	1									1	1,89
Otras heridas	6									2	3,77
Resinosis	2									2	3,77
Inclinado	2							2	100,00		



FIG 6: Daños por *Peridermium pini*. Galerías de *Tomicus minor*. Amarilleamiento de acículas por golpe de calor. Herida de rayo. Escoba de bruja. Anillamiento transversal por pícidos. Chancro negruzco por *P. pini*. Agujeros de escolítidos.





MODELOS DE DEFOLIACION		
		
2017		

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.

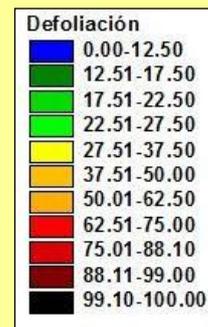
De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de defoliación o daño:

- ✓ **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		6	1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		2		
	Captador nieve		1		
Trascolación	Acumuladores	8		1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	4			
	Captador nieve	4			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	Quincenal/Mensual
Solución del suelo	Lisímetros	8		1998	Quincenal/Mensual
Humedad del suelo	Sonda de humedad	16		2009	Quincenal/Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2000	Quincenal/Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		1999	Quincenal/Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		1998	Quincenal/Mensual



FIG 7: Parcela exterior. Pluviómetros, captadores e instrumentación meteorológica. Parcela interior. Lisímetros, sondas de humedad, captadores de desfronde y acumuladores.

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 (*)
pH	Medida de la acidez o basicidad. Se considera lluvia ácida con valores $\leq 5,65$.	6,5 – 9,5
Conductividad	Índice de la presencia general de solutos en el agua.	$\leq 2.500 \mu\text{S/cm}$
Calcio	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
Magnesio		n.d
Potasio		n.d
Sodio	Elementos de origen marino, dependiendo su presencia de la distancia a la línea de costa. Papel tóxico en la vegetación	200 mg/l
Cloro		250 mg/l
Amonio	Procede de emisiones contaminantes a la atmósfera fundamentalmente de actividades agrícolas o ganaderas. Papel en la acidificación de los suelos.	0,50 mg/l
Nitratos	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
Sulfatos		250 mg/l

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

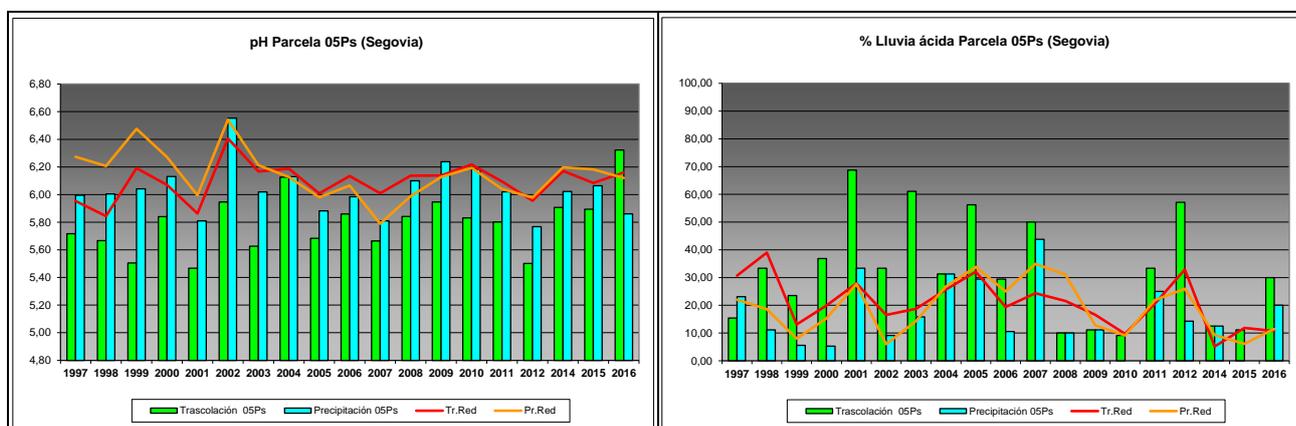
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 05Ps, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) 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	5,72	15,38	784	5,99	23,08	962	5,95	6,27
1998	5,67	33,33	880	6,00	11,11	1157	5,84	6,21
1999	5,50	23,53	833	6,04	5,56	1180	6,19	6,48
2000	5,84	36,84	997	6,13	5,26	1212	6,07	6,27
2001	5,47	68,75	831	5,81	33,33	1067	5,86	6,00
2002	5,95	33,33	1185	6,55	9,09	1349	6,41	6,54
2003	5,63	61,11	1295	6,02	15,79	1516	6,17	6,21
2004	6,13	31,25	732	6,13	31,25	990	6,19	6,13
2005	5,68	56,25	635	5,88	29,41	753	6,01	5,98
2006	5,86	29,41	925	5,98	10,53	1174	6,13	6,07
2007	5,66	50,00	588	5,81	43,75	930	6,01	5,79
2008	5,84	10,00	945	6,10	10,00	1288	6,14	5,99
2009	5,95	11,11	417	6,24	11,11	480	6,14	6,13
2010	5,83	9,09	978	6,18	0,00	1134	6,22	6,19
2011	5,80	33,33	794	6,02	25,00	1096	6,10	6,04
2012	5,50	57,14	442	5,77	14,29	502	5,96	5,98
2014	5,91	12,50	530	6,02	12,50	705	6,17	6,20
2015	5,89	11,11	532	6,06	0,00	678	6,08	6,18
2016	6,32	30,00	1172	5,86	20,00	1429	6,16	6,12
Media	5,80	32,29	815	6,03	16,37	1032	6,09	6,15



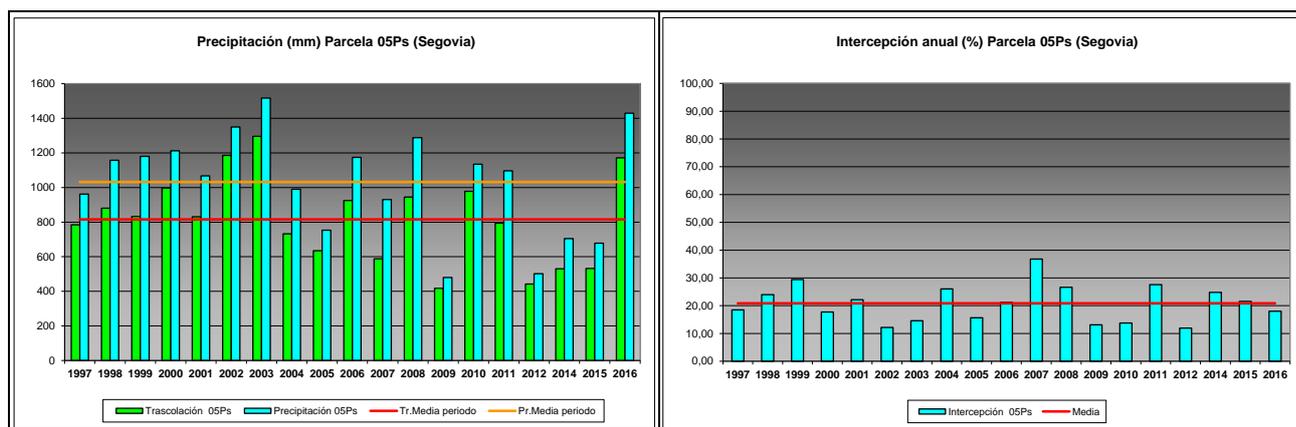


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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	13,34		784	7,90		962	25,59	22,11
1998	18,28		880	11,71		1157	29,47	22,63
1999	15,61		833	11,15		1180	33,24	19,93
2000	22,24		997	13,56		1212	35,37	22,07
2001	22,66		831	10,71		1067	28,43	16,06
2002	24,62		1185	19,10		1349	49,05	30,17
2003	25,27		1295	13,74		1516	46,47	25,27
2004	28,87		732	24,56		990	63,98	37,20
2005	28,15		635	17,08		753	65,86	30,61
2006	22,35		925	14,33		1174	61,93	28,83
2007	28,32		588	18,16		930	50,03	28,98
2008	17,41		945	11,81		1288	46,84	22,94
2009	28,85		417	11,29		480	49,56	20,18
2010	18,80		978	8,47		1134	44,44	15,09
2011	18,33		794	7,60		1096	51,52	19,09
2012	14,09		442	6,74		502	53,38	20,50
2014	16,69		530	7,96		705	27,94	15,23
2015	24,30		532	7,75		678	45,28	18,25
2016	11,64		1172	4,42		1429	47,39	15,22
Media	21,04		815	12,00		1032	45,04	22,65

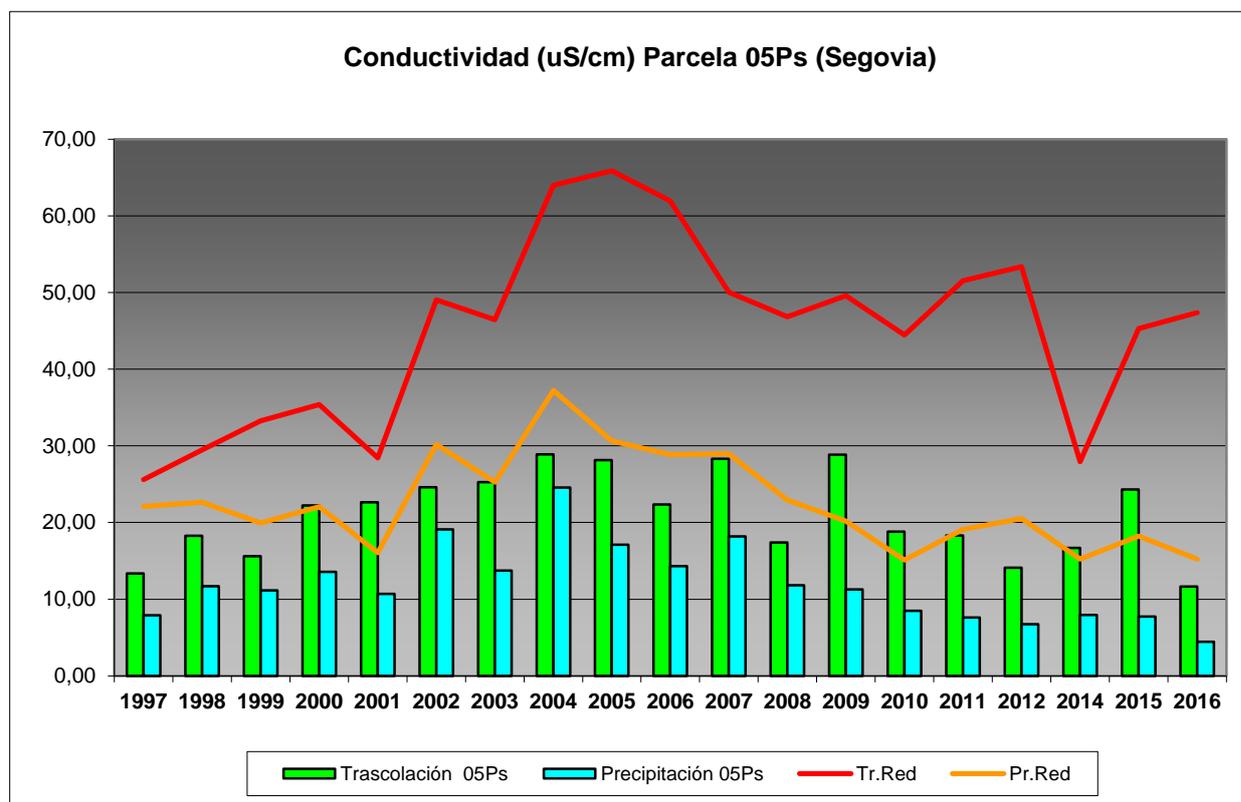


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

TABLA 12: Caracterización Potasio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolución-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	1,27	9,99	784	0,58	5,55	962	4,44	7,33	5,18
1998	3,53	31,07	880	1,82	21,05	1157	10,02	19,45	13,28
1999	2,31	19,28	833	1,20	14,13	1180	5,15	17,99	11,86
2000	3,17	31,58	997	1,66	20,12	1212	11,46	22,33	15,28
2001	2,58	21,18	831	1,22	12,93	1067	8,25	16,00	9,92
2002	1,87	22,16	1185	0,73	8,67	1349	13,49	19,36	7,73
2003	1,27	16,38	1295	0,45	6,81	1516	9,57	12,93	3,83
2004	2,42	16,94	732	0,82	7,75	990	9,19	16,14	4,88
2005	2,88	18,27	635	0,87	6,54	753	11,73	12,47	5,15
2006	2,26	20,90	925	0,75	8,76	1174	12,14	19,14	9,86
2007	2,61	15,02	588	0,63	5,86	930	9,16	20,44	7,92
2008	1,94	18,32	945	0,39	5,00	1288	13,33	22,97	6,57
2009	3,98	16,60	417	0,61	2,93	480	13,67	18,05	4,28
2010	2,16	21,10	978	0,34	3,88	1134	17,22	21,96	3,59
2011	2,12	16,44	794	0,35	3,67	1096	12,77	18,92	5,75
2012	0,61	2,71	442	0,12	0,61	502	2,09	2,99	0,92
2014	3,71	19,67	530	0,20	1,43	705	18,24	11,97	1,60
2015	4,41	23,45	532	0,35	2,36	678	21,09	18,33	4,20
2016	1,52	17,75	1172	0,10	1,50	1429	16,26	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)
Media	2,45	18,88	815	0,69	7,34	1032	11,54	16,73	6,53

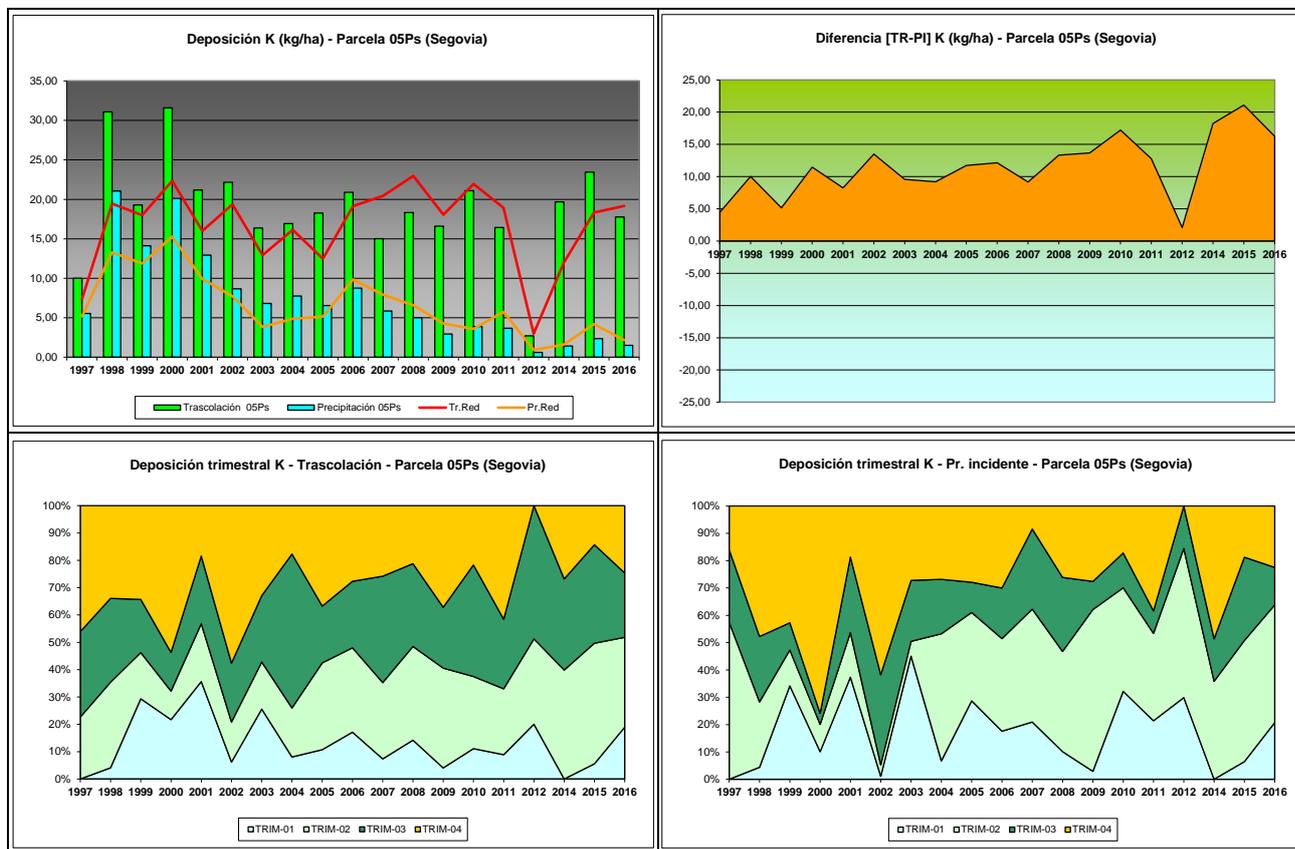


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,53	4,16	784	0,47	4,54	962	-0,37	7,29	5,16
1998	0,82	7,25	880	0,32	3,65	1157	3,60	6,91	4,05
1999	0,82	6,80	833	0,40	4,68	1180	2,11	10,77	6,68
2000	0,87	8,68	997	0,51	6,14	1212	2,54	10,94	7,70
2001	0,77	6,30	831	0,44	4,67	1067	1,63	8,58	6,22
2002	0,87	10,33	1185	0,61	8,27	1349	2,06	12,23	9,40
2003	2,33	30,11	1295	2,12	32,09	1516	-1,98	23,45	26,64
2004	1,66	11,60	732	2,48	23,36	990	-11,76	18,95	20,04
2005	1,18	7,48	635	0,96	7,22	753	0,26	11,17	9,81
2006	1,20	11,06	925	0,80	9,41	1174	1,66	17,51	16,49
2007	1,78	10,21	588	1,35	12,54	930	-2,33	18,16	14,99

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)
2008	0,92	8,68	945	0,99	12,70	1288	-4,02	14,94	12,47
2009	1,21	5,04	417	0,63	3,04	480	2,00	10,43	6,81
2010	0,69	6,74	978	0,44	5,04	1134	1,70	11,50	7,59
2011	0,73	5,66	794	0,35	3,69	1096	1,97	11,32	6,29
2012	0,38	1,70	442	0,26	1,32	502	0,38	3,22	2,60
2014	1,03	5,43	530	0,71	5,02	705	0,41	8,57	5,86
2015	1,92	10,20	532	0,95	6,43	678	3,78	15,19	12,39
2016	0,61	7,18	1172	0,30	4,32	1429	2,86	14,34	8,83
Media	1,07	8,66	815	0,79	8,32	1032	0,34	12,39	10,00

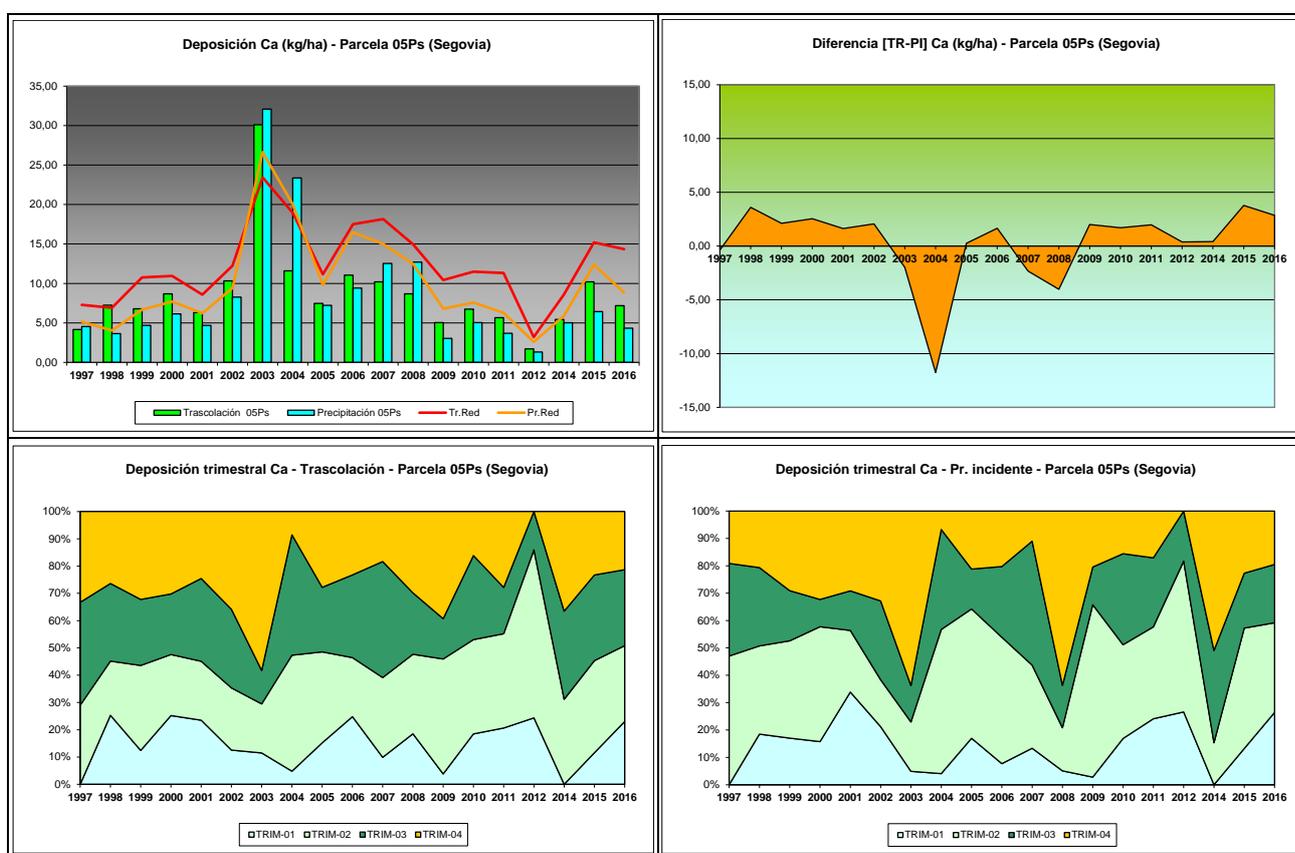


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,42	3,32	784	0,14	1,30	962	2,01	3,66	3,20
1998	0,93	8,14	880	0,23	2,68	1157	5,47	4,07	2,78
1999	0,28	2,30	833	0,12	1,44	1180	0,87	4,18	2,58
2000	0,23	2,34	997	0,12	0,98	1212	1,36	3,46	1,84

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)
2001	0,22	1,80	831	0,11	0,95	1067	0,85	2,99	1,45
2002	0,18	2,17	1185	0,14	0,69	1349	1,48	3,93	1,83
2003	0,40	4,75	1295	0,13	0,42	1516	4,32	3,97	1,65
2004	0,52	3,66	732	0,52	4,87	990	-1,21	4,03	2,51
2005	0,27	1,74	635	0,13	0,41	753	1,33	2,73	1,01
2006	0,24	1,95	925	0,12	0,67	1174	1,28	4,06	1,94
2007	0,29	1,69	588	0,14	0,89	930	0,80	4,56	2,17
2008	0,21	2,03	945	0,16	0,77	1288	1,25	3,99	1,87
2009	0,36	1,49	417	0,06	0,30	480	1,19	3,95	1,67
2010	0,22	2,13	978	0,07	0,82	1134	1,32	4,42	1,89
2011	0,19	1,48	794	0,03	0,38	1096	1,10	3,98	1,27
2012	0,60	2,66	442	0,14	0,70	502	1,96	2,35	1,52
2014	0,30	1,60	530	0,06	0,43	705	1,17	1,90	0,75
2015	0,44	2,33	532	0,09	0,61	678	1,72	3,32	1,84
2016	0,18	2,12	1172	0,04	0,52	1429	1,60	4,44	1,71
Media	0,34	2,62	815	0,13	1,04	1032	1,57	3,68	1,87

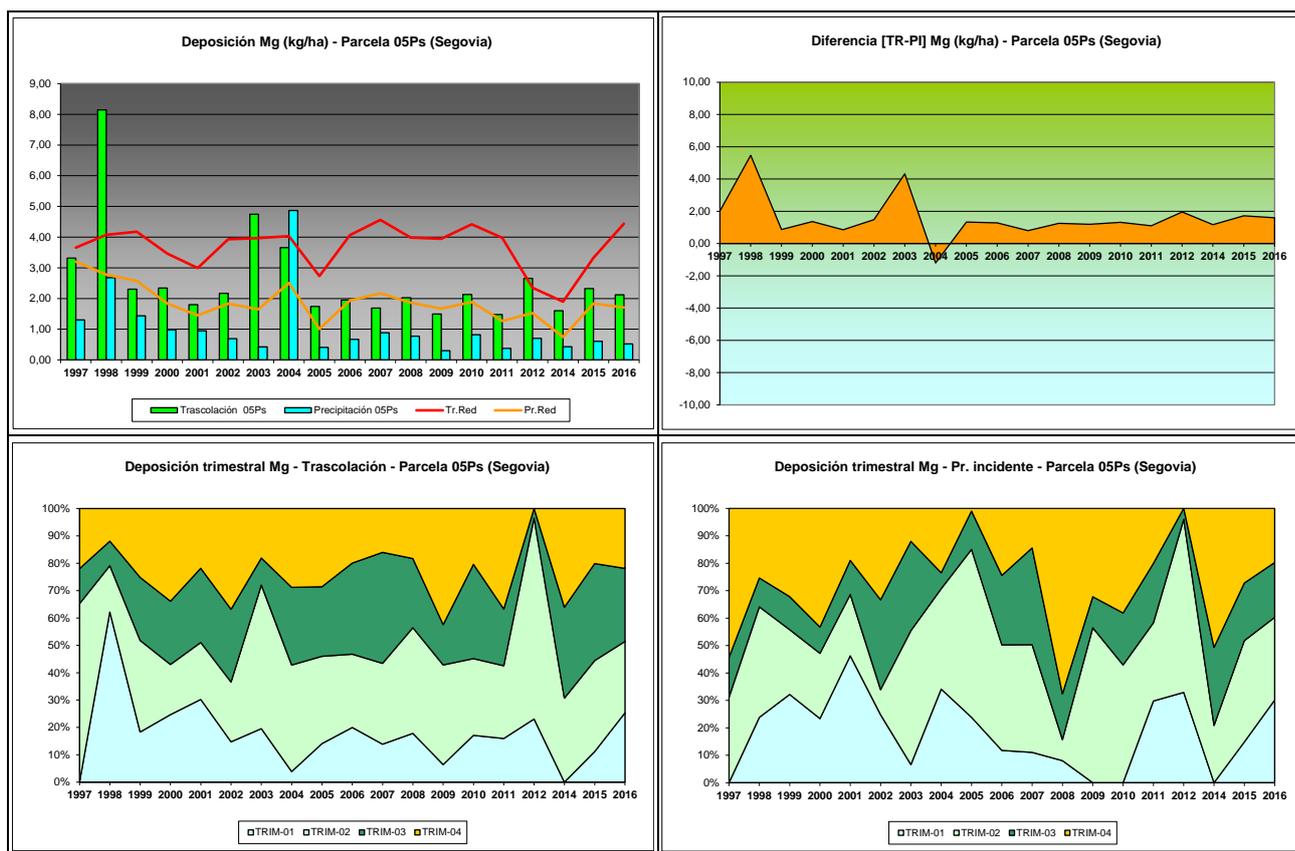
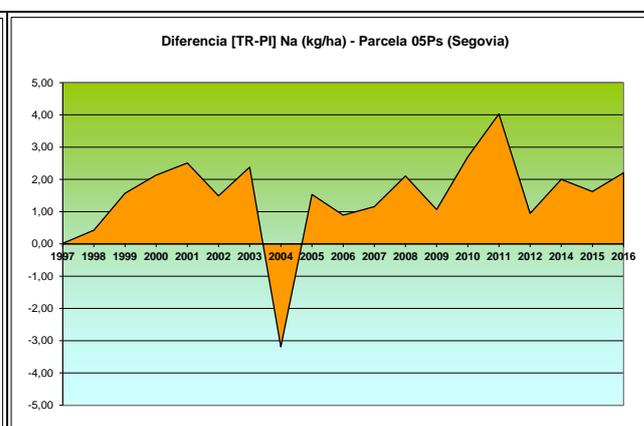
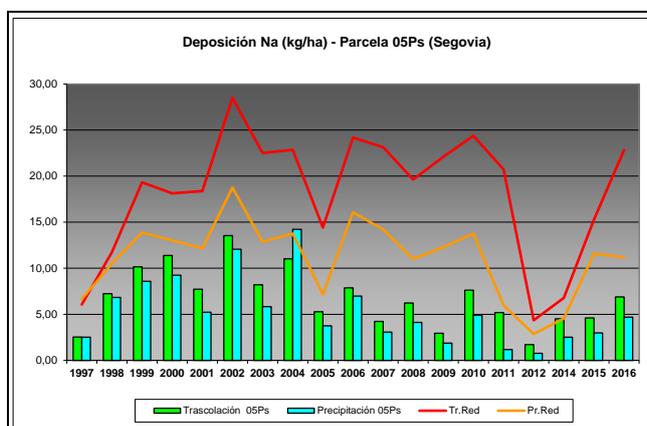


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,32	2,54	784	0,26	2,52	962	0,02	6,07	6,65
1998	0,82	7,25	880	0,59	6,82	1157	0,42	11,74	10,50
1999	1,22	10,14	833	0,73	8,57	1180	1,57	19,31	13,85
2000	1,14	11,37	997	0,76	9,24	1212	2,13	18,12	13,02
2001	0,94	7,73	831	0,49	5,22	1067	2,51	18,38	12,14
2002	1,14	13,55	1185	0,89	12,06	1349	1,49	28,50	18,75
2003	0,64	8,21	1295	0,39	5,83	1516	2,38	22,49	12,86
2004	1,58	11,02	732	1,51	14,21	990	-3,19	22,85	13,75
2005	0,83	5,28	635	0,50	3,75	753	1,53	14,42	7,16
2006	0,85	7,87	925	0,59	6,98	1174	0,89	24,17	16,07
2007	0,73	4,22	588	0,33	3,07	930	1,15	23,14	14,21
2008	0,66	6,22	945	0,32	4,11	1288	2,11	19,63	11,01
2009	0,70	2,93	417	0,39	1,87	480	1,07	22,09	12,27
2010	0,78	7,61	978	0,43	4,91	1134	2,70	24,37	13,76
2011	0,67	5,19	794	0,11	1,17	1096	4,03	20,72	5,97
2012	0,39	1,71	442	0,15	0,76	502	0,95	4,35	2,86
2014	0,85	4,52	530	0,36	2,51	705	2,00	6,77	4,55
2015	0,87	4,60	532	0,44	2,98	678	1,62	15,27	11,59
2016	0,59	6,89	1172	0,33	4,68	1429	2,20	22,84	11,19
Media	0,83	6,78	815	0,50	5,33	1032	1,45	18,17	11,17



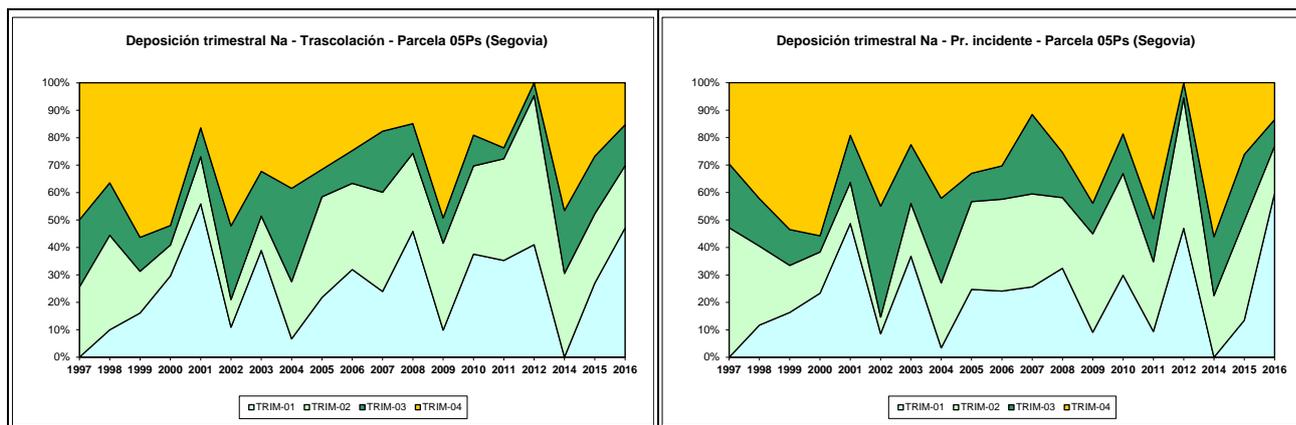


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	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	0,29	2,31	784	0,28	2,69	962	-0,38	1,81	8,19
1998	0,30	2,63	880	0,39	4,56	1157	-1,93	2,24	8,36
1999	0,34	2,87	833	0,44	5,15	1180	-2,28	2,71	3,66
2000	0,55	4,56	997	0,36	3,77	1212	0,79	2,48	4,26
2001	0,35	2,87	831	0,29	2,55	1067	0,32	1,86	1,82
2002	0,24	2,65	1185	0,45	5,83	1349	-3,19	2,43	2,91
2003	0,25	3,17	1295	0,29	4,46	1516	-1,29	3,06	3,10
2004	0,40	2,95	732	0,45	4,47	990	-1,52	4,12	3,23
2005	0,53	3,37	635	0,40	3,04	753	0,32	2,41	1,80
2006	0,42	3,08	925	0,33	3,86	1174	-0,78	3,62	3,05
2007	0,36	1,63	588	0,37	3,48	930	-1,85	3,53	3,58
2008	0,27	2,52	945	0,24	3,03	1288	-0,52	2,91	2,62
2009	0,50	2,07	417	0,35	1,70	480	0,37	2,73	1,82
2010	0,26	2,51	978	0,24	2,68	1134	-0,17	3,12	2,09
2011	1,12	8,90	794	0,52	5,66	1096	3,25	4,36	3,15
2012	0,73	3,22	442	0,41	2,03	502	1,19	2,26	2,06
2014	0,74	3,91	530	0,54	3,78	705	0,13	4,16	3,35
2015	0,92	4,92	532	0,47	3,16	678	1,76	5,30	6,04
2016	0,45	5,24	1172	0,25	3,57	1429	1,67	5,94	4,26
Media	0,47	3,44	815	0,37	3,66	1032	-0,22	3,21	3,65

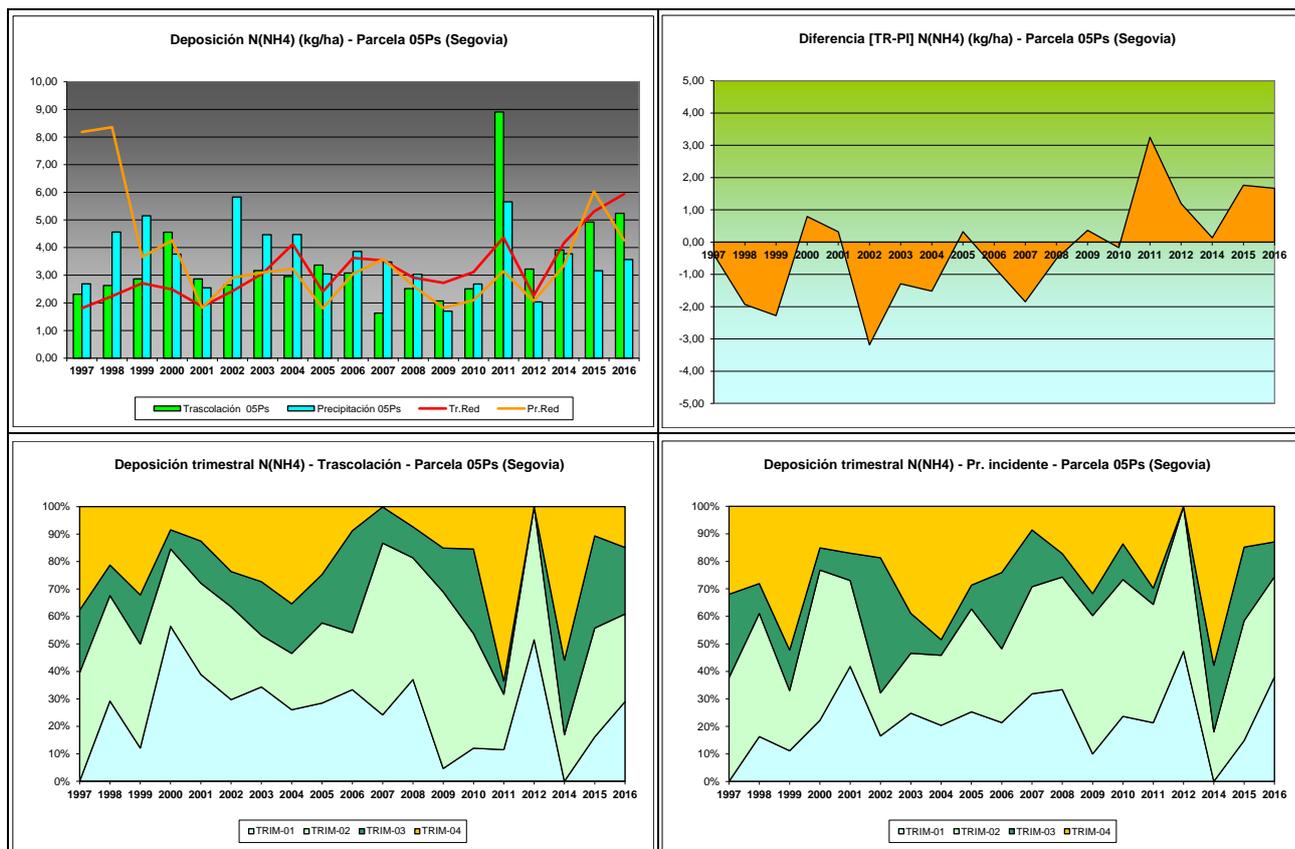


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,67	5,23	784	0,33	3,22	962	2,01	10,88	10,93
1998	1,13	9,93	880	0,49	5,66	1157	4,27	19,88	16,27
1999	1,56	12,98	833	0,85	9,99	1180	2,99	36,56	23,56
2000	1,66	16,51	997	0,54	6,51	1212	10,00	28,62	15,70
2001	1,50	12,33	831	0,55	5,83	1067	6,50	32,37	19,20
2002	1,30	15,39	1185	1,05	14,12	1349	1,27	44,79	24,88
2003	3,48	44,75	1295	1,23	18,64	1516	26,11	39,97	31,89
2004	2,24	16,37	732	3,03	29,89	990	-13,52	47,45	37,43
2005	1,85	11,70	635	1,79	13,41	753	-1,71	28,61	21,76
2006	1,77	16,38	925	1,80	21,17	1174	-4,79	49,90	41,76
2007	1,80	10,38	588	1,77	16,46	930	-6,08	45,78	37,79
2008	1,38	13,03	945	0,97	12,51	1288	0,51	40,90	30,60
2009	1,60	6,68	417	0,76	3,67	480	3,01	45,08	25,80
2010	1,12	10,92	978	0,65	7,39	1134	3,53	41,17	21,32
2011	1,23	9,76	794	0,37	4,00	1096	5,76	29,44	13,12
2012	0,99	4,37	442	0,33	1,65	502	2,73	11,34	5,87
2014	0,90	4,77	530	0,18	1,27	705	3,50	5,78	2,90

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	1,18	6,27	532	0,35	2,37	678	3,91	24,25	15,25
2016	0,79	9,20	1172	0,26	3,69	1429	5,51	37,19	18,03
Media	1,48	12,47	815	0,91	9,55	1032	2,92	32,63	21,79

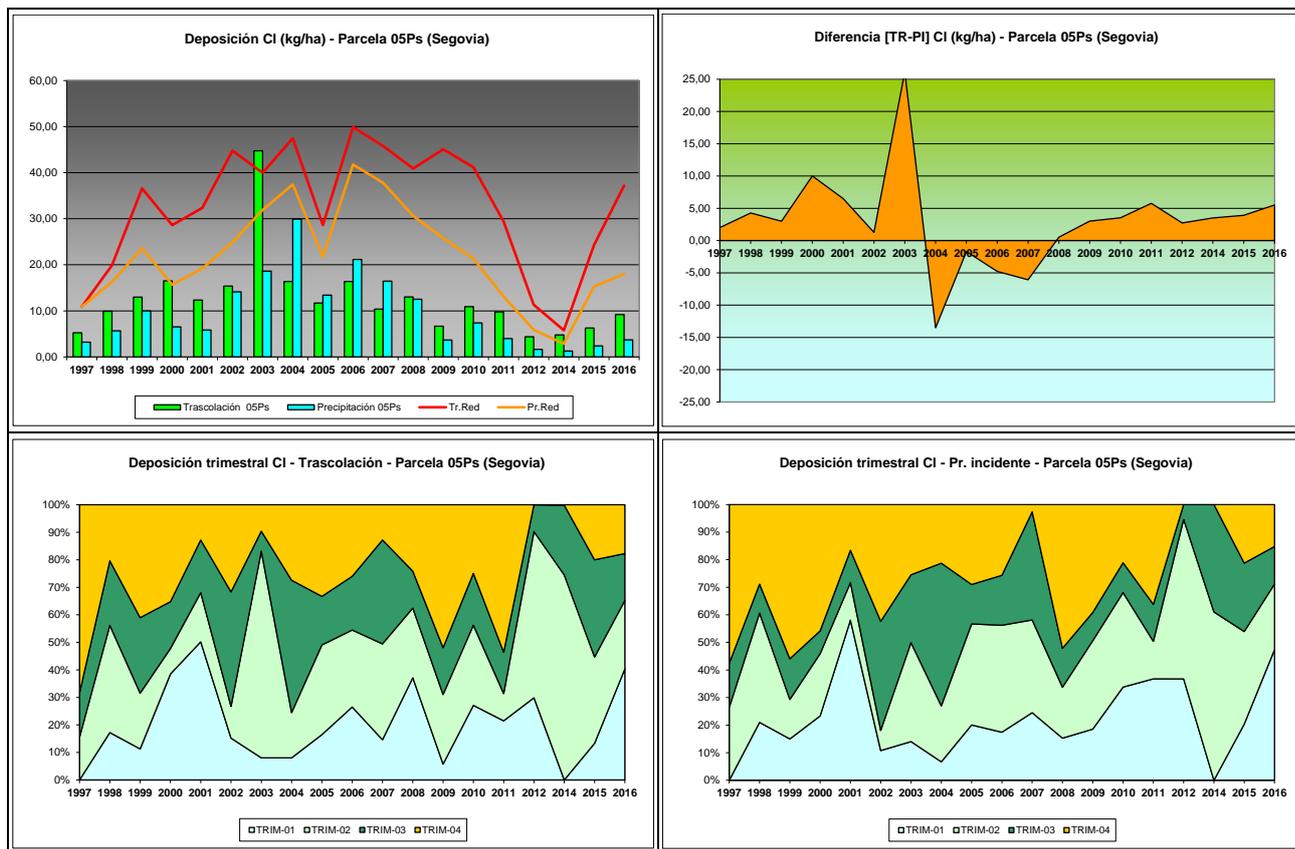


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,27	2,15	784	0,19	1,85	962	0,29	2,24	2,13
1998	0,33	2,91	880	0,22	2,51	1157	0,41	3,67	2,27
1999	0,50	4,16	833	0,26	3,11	1180	1,05	4,43	2,94
2000	0,70	4,65	997	0,25	1,97	1212	2,68	3,79	2,38
2001	0,56	4,64	831	0,20	2,13	1067	2,51	3,51	2,09
2002	0,32	3,77	1185	0,23	3,02	1349	0,75	4,15	2,84
2003	0,41	4,76	1295	0,18	2,72	1516	2,04	5,39	2,74
2004	0,48	3,49	732	0,28	2,81	990	0,69	6,93	3,28
2005	0,73	4,62	635	0,25	1,90	753	2,72	4,31	1,83

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)
2006	0,50	4,65	925	0,22	2,55	1174	2,10	5,54	2,75
2007	0,53	2,78	588	0,25	2,37	930	0,42	5,06	2,96
2008	0,26	2,48	945	0,25	3,19	1288	-0,71	4,72	3,38
2009	0,77	3,21	417	0,22	1,04	480	2,17	3,87	1,87
2010	0,35	1,04	978	0,15	1,67	1134	-0,63	1,87	2,37
2011	1,52	12,07	794	0,60	6,55	1096	5,52	7,76	4,61
2012	0,37	1,62	442	0,21	1,05	502	0,58	1,65	0,99
2014	0,35	1,85	530	0,18	1,29	705	0,56	2,54	1,43
2015	0,48	2,54	532	0,19	1,32	678	1,22	3,25	2,17
2016	0,24	2,84	1172	0,10	1,43	1429	1,41	3,58	1,83
Media	0,51	3,70	815	0,23	2,34	1032	1,36	4,12	2,47

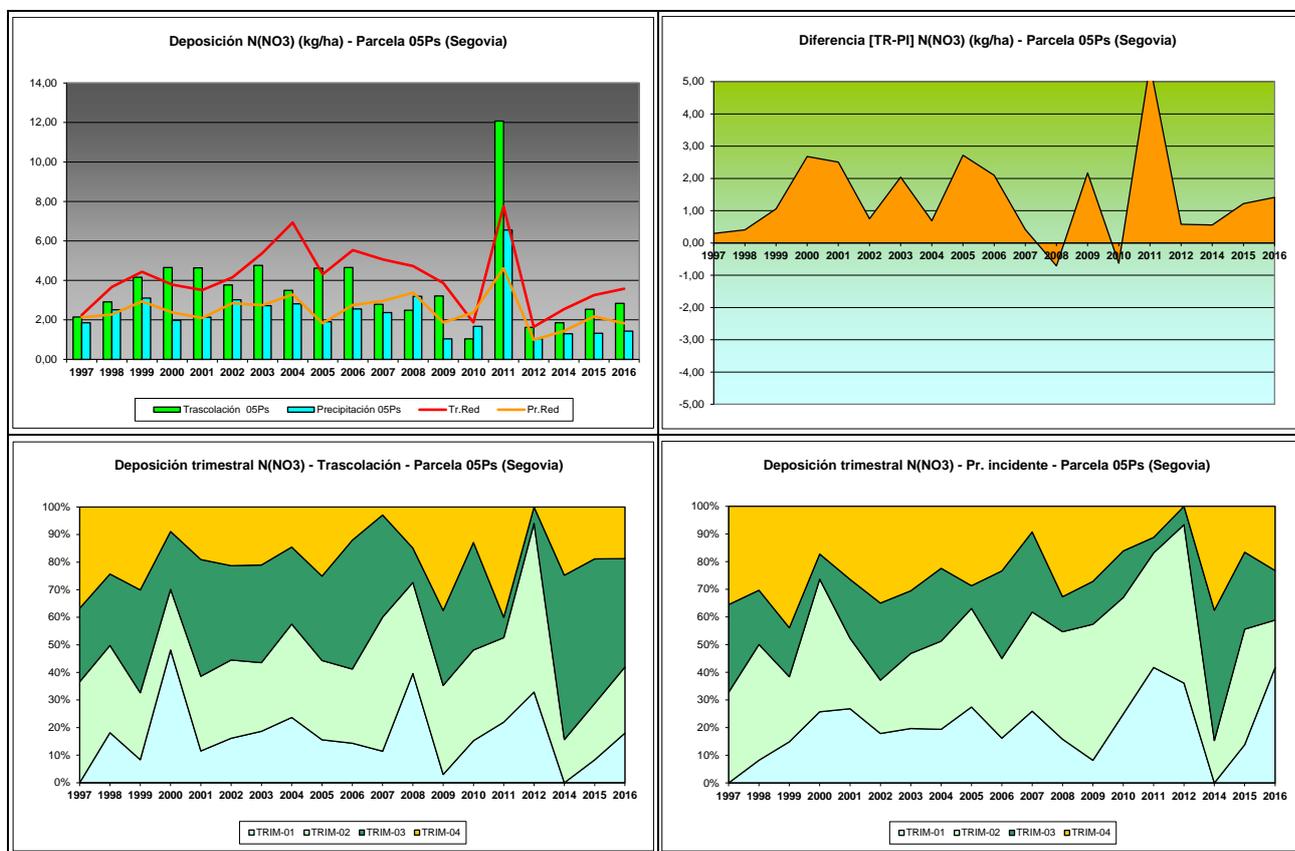


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,39	2,80	784	0,30	2,86	962	-0,06	3,00	3,70
1998	0,74	6,55	880	0,40	4,61	1157	1,94	5,81	5,79

05 Ps (SEGOVIA)

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)
1999	0,60	4,98	833	0,63	7,43	1180	-2,45	7,17	6,35
2000	0,69	6,85	997	0,29	3,50	1212	3,34	6,42	4,57
2001	0,67	5,49	831	0,32	3,31	1067	2,19	5,68	4,11
2002	0,51	6,07	1185	0,40	5,44	1349	0,63	7,73	6,07
2003	0,34	4,42	1295	0,24	3,63	1516	0,78	6,85	4,80
2004	0,67	4,89	732	0,51	5,03	990	-0,15	8,72	5,84
2005	0,52	3,30	635	0,34	2,55	753	0,75	4,69	3,12
2006	0,34	3,17	925	0,25	2,96	1174	0,20	6,80	4,69
2007	0,59	3,41	588	0,33	3,07	930	0,34	7,24	5,12
2008	0,32	3,05	945	0,19	2,45	1288	0,61	4,49	2,61
2009	0,31	1,29	417	0,26	1,26	480	0,03	4,67	3,32
2010	0,20	1,96	978	0,15	1,69	1134	0,27	4,27	2,88
2011	0,44	3,53	794	0,37	4,01	1096	-0,48	5,93	4,57
2012	0,25	1,10	442	0,19	0,95	502	0,15	1,84	1,35
2014	0,25	1,31	530	0,20	1,39	705	-0,08	2,14	2,00
2015	0,27	1,46	532	0,22	1,47	678	-0,01	3,56	2,95
2016	0,13	1,56	1172	0,12	1,71	1429	-0,15	4,08	2,76
Media	0,43	3,54	815	0,30	3,12	1032	0,41	5,32	4,03

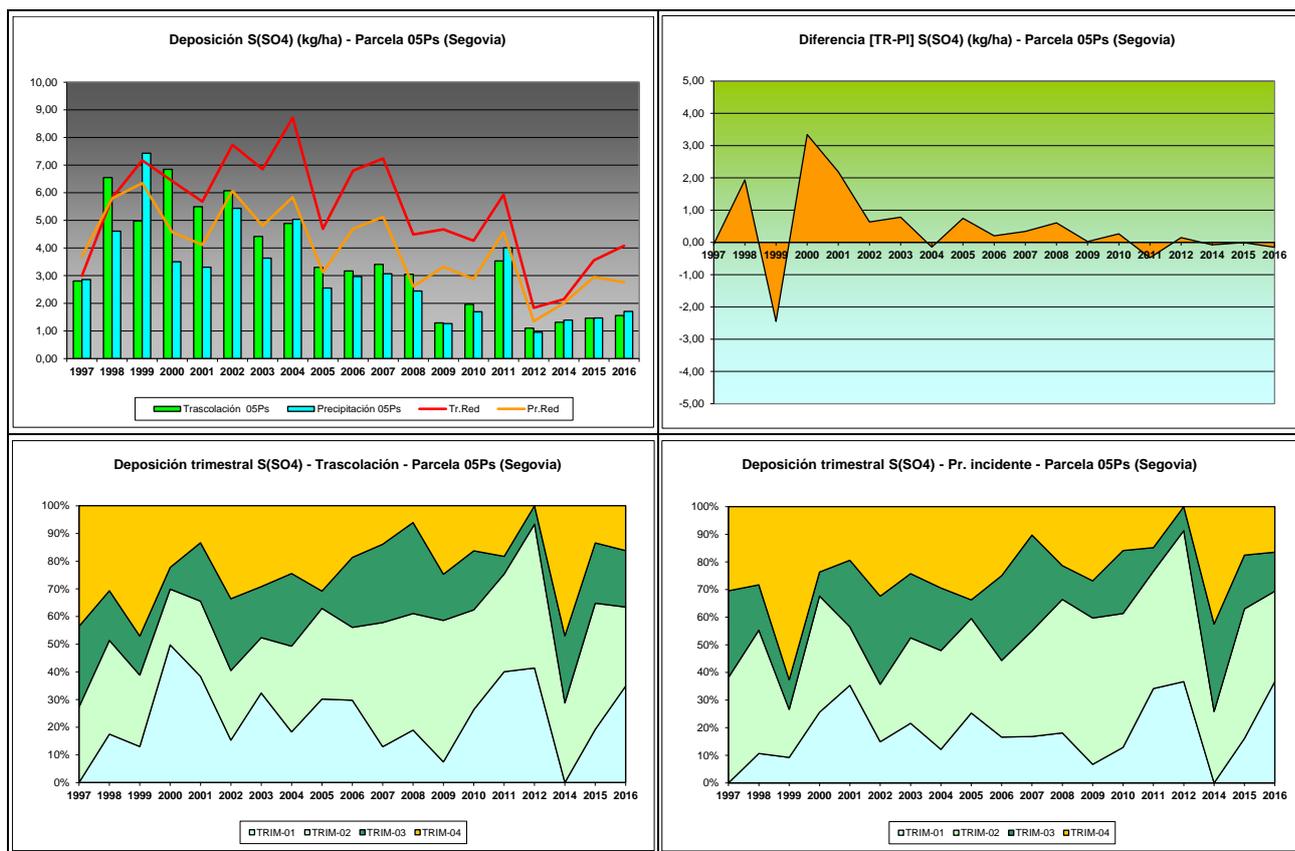


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 05Ps, cabe destacar:

Se observa una acidificación en los valores de **pH** correspondientes a la trascolación, con pH por debajo del umbral de 5,65 en algunos años, mientras que los valores correspondientes a la precipitación incidente se advierte un comportamiento más básico; tendencia que se interrumpe en 2016; destacando los años 2001, 2003, 2005, 2007 y 2012 en los que más del 50% de las precipitaciones bajo cubierta se situaron por debajo de este umbral; en lo que parece fijar una cierta tendencia bianual que, si bien matizada, se repite a lo largo del último año evaluado. Tras un comportamiento bastante estable en los años inmediatamente precedentes, se advierte un repunte en los episodios de lluvia ácida en el último año, tanto en trascolación como en precipitación incidente, si bien alejado de otros máximos locales. El valor de la **intercepción** debida a la cubierta arbórea se sitúa en el 20,82%, sin demasiadas variaciones respecto a evaluaciones precedentes. Cabe destacar también que el año 2016 analizado ha presentado una precipitación superior al de años anteriores, lo que influye en el comportamiento global de la deposición.

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, así como una disminución de los valores correspondientes a la trascolación, tras varios años de incremento; y una disminución más tenue de la precipitación a campo abierto. Las diferencias entre ambas vías se encontrarían en el comportamiento de la deposición seca.

En cuanto al **potasio**, presenta también en general valores similares al del conjunto de la red, con un marcado repunte en los últimos tres años, sobre todo por lo que se refiere a la precipitación bajo cubierta, si bien se experimenta una reducción en la deposición a lo largo del último año. A lo largo de la serie se observan valores notablemente superiores en trascolación que en precipitación a campo abierto, presumiblemente a causa de la deposición seca, mientras que parecen registrarse mayores tasas de aporte en la segunda mitad del año.

El **calcio**, al igual que otras parcelas de la red, presenta un notable incremento en el bienio 2003-2004 sobre todo en lo que se refiere a la deposición a campo abierto, superándose incluso la media de la red, para disminuir a continuación en torno a lo 5-10 kg/ha, sobre todo a partir de 2009. En el último año se ha advertido una ligera reducción en las tasas de depósito, junto con una marcada diferencia entre los dos tipos de aporte, que parece concentrarse en primavera y verano.

Por lo que respecta al **magnesio**, los mayores aportes se han producido nuevamente en 2003-2004, con un máximo local muy marcado al comienzo de la serie, en 1998; mientras que en el resto de años no se han sobrepasado las tasas medias de la red, siendo las deposiciones bajo cubierta superiores en casi todos los casos a las obtenidas a campo abierto, con un comportamiento muy estable a lo largo del último bienio. Destaca también el mayor aporte a lo largo de la primavera, como se ha observado en la otra parcela poblada por la especie.

El **sodio**, elemento en gran parte procedente del aporte de sal marina, presenta en general valores muy por debajo de la media de la Red, registrándose las mayores deposiciones en 2002-2004, sin grandes variaciones entre trascolación y precipitación a campo abierto, fuera de una mayor tendencia a la concentración en trascolación que va atenuándose a medida que avanza la serie histórica. Las tasas registradas durante el año en curso son muy superiores a las habidas en el año anterior. Los mayores aportes se han registrado en primavera y otoño; en coincidencia con las épocas de mayor lluvia.

El **amonio** ha presentado tasas en general similares a la media de la red, en torno a 2-5 kg/ha, con deposiciones generalmente mayores en campo abierto, situación que se invierte a partir de 2011 cuando se registran mayores valores bajo cubierta; año este en el que se registra además el máximo local de la serie, advirtiéndose también un repunte del depósito desde 2012, incrementándose las diferencias entre las dos vías de entrada al ecosistema. Al igual que en otros solutos, los mayores aportes parecen producirse a lo largo de la primavera.

Por lo que respecta al **cloro**, al igual que el sodio muy influenciado también por la influencia de la sal marina, se registran las mayores tasas en el periodo 2003-2004, llegándose a superar la media de la red, para ir disminuyendo progresivamente hasta tasas inferiores a 10 kg/ha en los últimos años. Por regla general se han encontrado, salvo en el periodo 2004-2007, tasas superiores en la trascolación bajo cubierta; mientras que se da un ligero incremento del aporte a lo largo de la primavera. En la presente revisión se registra un ligero incremento del aporte con respecto al año anterior.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general similares a la media de la Red sin superar apenas los 5 kg/ha, con un marcado aporte en 2011, y una reducción notable pero ascendente a lo largo de los últimos cuatro años, debiéndose hacer constar que no se han considerado anualidades completas. Las tasas de trascolación son en general superiores a las obtenidas a campo abierto, llegándolas a duplicar; mientras que se observan mayores aportes en primavera y sobre todo verano.

Por último, y en referencia a los **sulfatos**, se advierten también tasas de deposición inferiores a las medias de la red y una reducción progresiva de los aportes desde los máximos locales de 1998-2000, situándose por debajo del nivel de los 5 kg/ha y destacando un cierto incremento en 2011, con un comportamiento muy similar al de los nitratos. Tras deposiciones superiores bajo cubierta, las diferencias entre ambas formas de entrada se han ido atenuando hasta registrar diferencias inferiores a 1 kg/ha. Como en anteriores contaminantes, se registran mayores entradas a lo largo de la primavera y un ligero incremento del depósito a lo largo del último año evaluado.

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 ₂	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 (afección a líquenes)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NH ₃	Promedio Anual. Protección líquenes y briofitos	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Variable	Descripción	Valores de referencia (*)
	Promedio Anual. Protección plantas superiores	2-4 µg/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. O₃ 1 ppb ~ 1,96 µg/m³

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	O ₃ (ppb)	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	O ₃ (ppb)
2000	1,16	1,31	2,30	38,24	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	2,03	1,48	1,45	44,90	3,01	2,51	2,13	38,48
2002	0,49	0,46	1,00	38,42	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	0,43	0,50	2,48	37,09	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	0,89	0,51	2,95	30,83	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	0,64	0,57	0,91	33,24	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	0,68	0,86	2,56	33,54	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	0,47	0,63	1,39	33,53	0,82	1,32	0,93	27,18
2009					1,06	2,89	1,30	36,30
2010	0,76	2,11	0,89	43,40	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	0,67		0,48		1,50		0,48	
2012	0,69	1,10	0,59	50,04	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	0,95	1,99	1,03	35,12	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	0,85	2,13	1,28	35,07	1,32	3,73	1,24	26,27
2016	1,02	1,82	1,30	38,02	1,12	3,37	1,28	28,68
Media	0,84	1,19	1,47	37,80	1,47	2,33	1,50	31,45

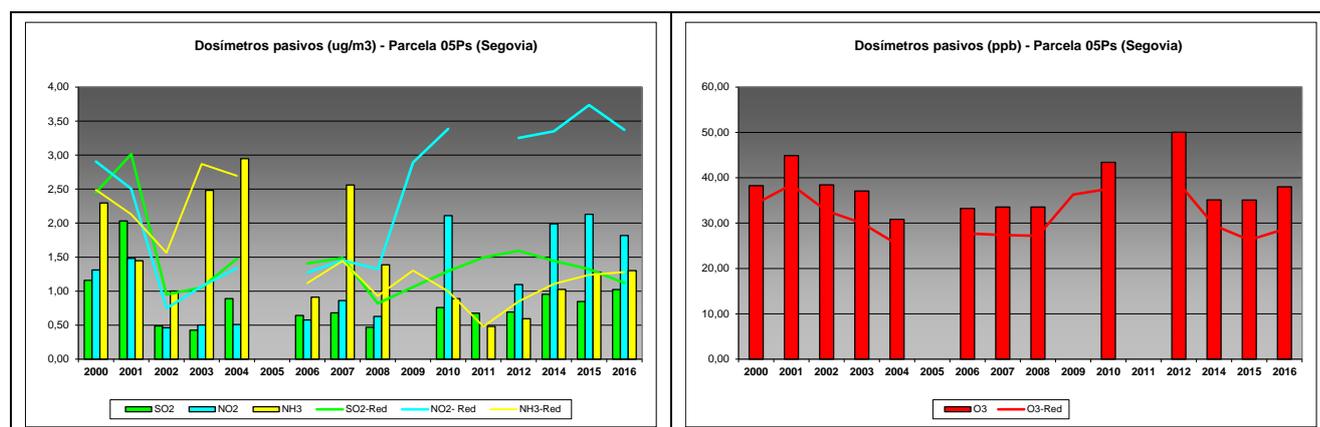


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, los valores de inmisión en la parcela son inferiores a los habidos en el conjunto de la Red, destacando los comparativamente altos valores de amoníaco desde el inicio de la serie hasta 2008, junto con el incremento de las tasas de óxidos de nitrógeno en los últimos años, con

un repunte a lo largo del último trienio, en el que se han observado tasas comparativamente altas y un ligero incremento en el nivel de los óxidos de azufre sin que se haya superado el umbral de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$; mientras que se observa también una tendencia muy estable en los niveles de ozono de los tres últimos años, que superando la media de la red, sin que se hayan llegado a superar los 50 ppb. No se observan valores que excedan las referencias antedichas, destacando únicamente que los valores de amoníaco han sobrepasado generalmente el umbral de protección de los líquenes.

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.

Normativamente, la toma de muestra foliar se hace cada dos años, por lo que los datos correspondientes a la campaña 2017-2018 no están aún disponibles.

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	
	30Ps	Soria	8,00	14,89	1,05	1,22	3,05	1,28	5,65	
	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								
	30Ps	Soria								
	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	
	30Ps	Soria	11,00	13,86	0,98	1,20	2,48	1,10	6,86	
	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	
	30Ps	Soria	12,00	10,51	0,95	1,08	2,36	1,09	5,74	
	47 Ps	Lérida	12,00	13,99	1,17	1,48	2,80	1,26	7,46	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	<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	
	30Ps	Soria	13,00	13,92	0,96	1,33	2,54	1,32	5,82	
	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	
	30Ps	Soria	11,00	12,61	1,04	1,06	2,88	1,10	5,14	
	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	
	30Ps	Soria	12,00	12,36	1,27	0,88	3,08	1,06	5,04	
	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	
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

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.

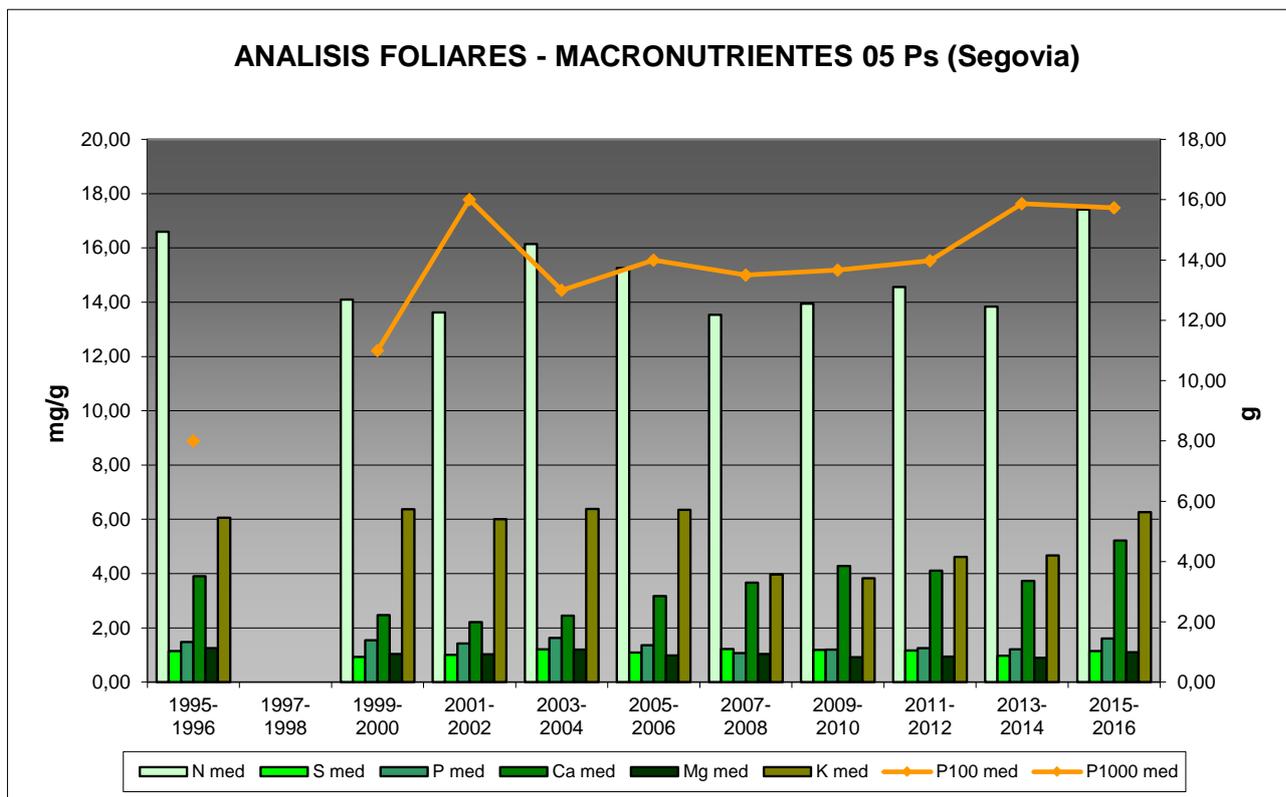


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

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	
	30Ps	Soria		39,00	567,00	68,00	
	47 Ps	Lérida		49,00	1748,00	258,00	
	<i>P.sylvestris</i>	Red		39,80	970,00	151,80	
1997-1998	05 Ps	Segovia					
	21 Ps	Teruel					
	24 Ps	Huesca					
	30Ps	Soria					
	47 Ps	Lérida					
	<i>P.sylvestris</i>	Red					
2013-2014	05 Ps	Segovia		25,05	557,22	81,97	2,60
	30 Ps	Soria		47,15	454,25	122,84	2,48
	<i>P.sylvestris</i>	Red		36,10	505,73	102,40	2,54
2015-2016	05 Ps	Segovia		32,03	775,32	82,17	3,43
	30 Ps	Soria		46,51	428,86	105,52	3,04

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
	<i>P.sylvestris</i>	Red		39,27	602,09	93,85	3,24

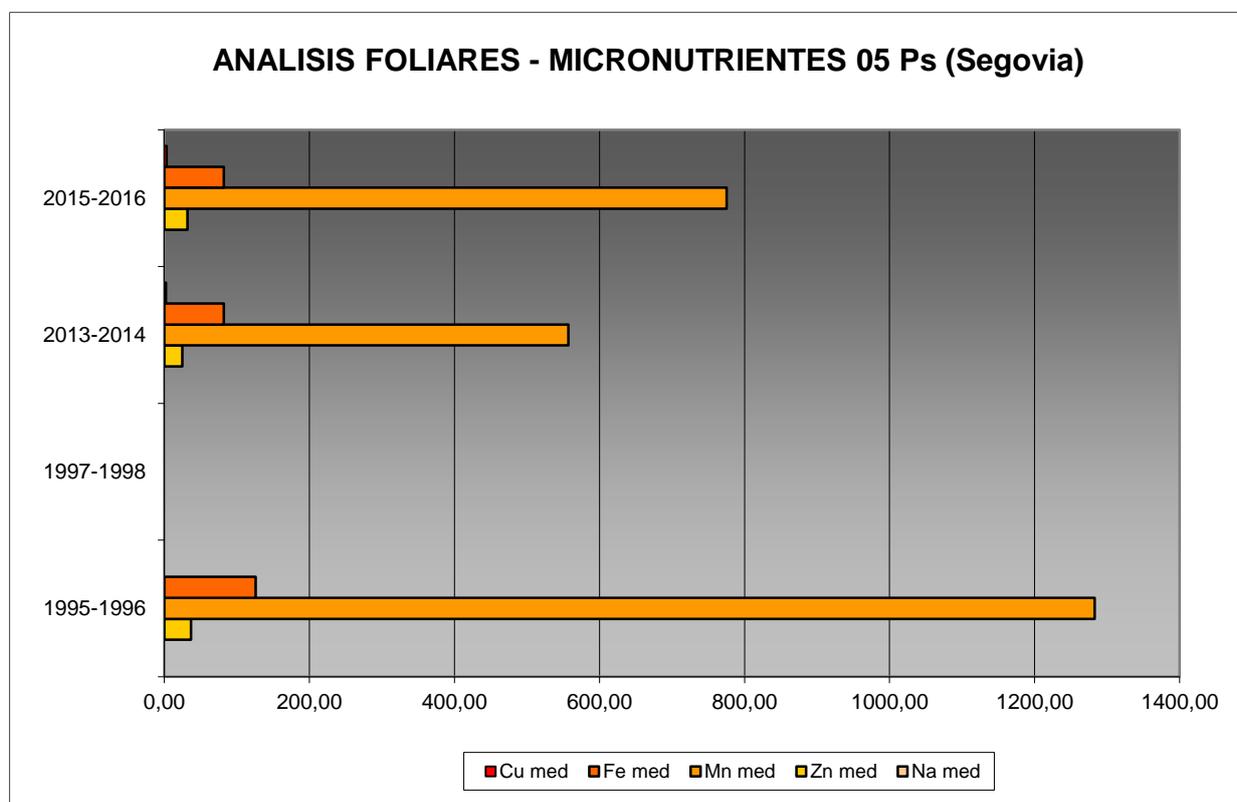


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

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

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 05Ps se realizó un análisis foliar en 1996-1996 y el siguiente no se realizó hasta 1999-2000.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 05Ps podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino silvestre como especie dominante:

El **peso** medio de la muestra analizada así como el peso medio de la especie fue muy bajo en 1995, año en que se produjo el mínimo registrado hasta el momento, 8 g/1000 acículas y 10,20 g/1000 acículas respectivamente. Posteriormente, a partir del año 2000 la tendencia es creciente y se mantienen en valores más o menos constantes entre 13 y 16 g/1000 acículas, con un cierto incremento a lo largo de las dos últimas campañas.

Respecto a los **macronutrientes**; se han obtenido valores bastante homogéneos para el **nitrógeno** en las acículas de la parcela, oscilan entre 13,5 mg/g en 2007 y 17,4 mg/g en 2016 manteniéndose muy próximos a la media de la especie. En 1995 se detectó un valor muy elevado de **azufre** para la especie,

máximo compartido con el año 2007, con un ligero incremento tras el descenso observado en la campaña anterior. Cabe hacer constar que salvo en 1999 en todas las demás campañas se ha superado el **valor de referencia de 0,948 mg/g** lo que indicaría la incidencia de la contaminación atmosférica por lluvia ácida. Hasta 2003 se midieron valores elevados de **fósforo**, momento a partir del cual se estabilizaron en torno a 1,20 mg/g y repuntando a lo largo de la última campaña hasta alcanzar casi el máximo de la serie histórica, en torno a 1,61 mg/g. Los valores de **calcio** han ido incrementándose a lo largo del tiempo, hasta casi doblar el contenido de 2000, mientras que los contenidos en **magnesio** apenas se han mantenido muy estables en torno a 1 mg/g. En cuanto al **potasio** y tras el valle habido en torno a 2007-2009, se observa un repunte que lo sitúa alrededor de los 6 mg/g, en valores muy similares a los del periodo 1995-2005. El contenido de **carbono**, normativamente evaluado desde 2013-2014, se ha situado en torno al 53%, sin diferencias prácticas en las dos campañas de medición.

Los **micronutrientes** sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996, 1997-1998 y a partir de 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. Lo que si podemos confirmar es un incremento en el valor de **manganeso** y en menor medida, **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 m² 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 2005; 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	4.043	53,59	8,22	0,84	0,65	6,24	0,83	2,45
	Ramillas	344	55,20	10,92	1,14	0,59	5,18	0,64	1,50
	Otras	1.872	53,39	8,22	0,79	0,64	3,93	0,57	1,79
2006	Hojas	3.167	52,68	10,47	0,88	0,82	4,60	0,69	2,67
	Ramillas	508	53,58	8,90	0,76	0,53	4,72	0,59	1,55
	Otras	3.416	54,04	8,45	0,77	0,60	3,83	0,58	1,79
2007	Hojas	3.160	52,77	8,87	0,85	0,69	5,25	1,84	1,98
	Ramillas	435	54,23	9,21	0,92	0,56	3,74	1,71	1,49
	Otras	2.630	52,46	8,31	0,81	0,59	3,52	1,41	1,36
2008	Hojas	3.030	53,84	9,40	0,87	0,73	6,22	0,82	2,55
	Ramillas	276	54,31	8,89	0,84	0,51	3,70	0,60	2,21
	Otras	2.390	52,62	9,33	0,81	0,70	4,13	0,68	1,40
2009	Hojas	4.080	52,59	8,37	0,89	0,66	5,94	0,82	2,52
	Ramillas	388	55,16	8,12	0,97	0,61	4,68	0,73	1,94
	Otras	2.850	53,31	9,59	0,94	0,73	4,20	0,68	1,83
2010	Hojas	4.090	52,90	10,02	0,88	0,66	5,45	0,76	2,22
	Ramillas	715	53,69	9,09	0,86	0,51	4,67	0,58	1,36

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2011	Otras	2.410	52,48	10,12	0,95	0,75	4,20	0,67	1,86
	Hojas	3.378	53,02	9,68	0,89	0,72	5,03	1,75	1,99
	Ramillas	446	54,34	9,08	0,90	0,55	3,97	1,49	1,49
	Otras	2.563	53,17	9,16	0,85	0,74	3,59	1,29	1,49
2012	Hojas	754	52,75	11,00	0,97	0,80	5,05	1,08	2,53
	Ramillas	348	54,39	8,92	0,93	0,57	4,36	0,92	1,68
	Otras	1.667	52,82	10,85	1,03	0,90	3,82	0,91	1,94
2014	Hojas	3.458	52,96	11,00	0,72	0,59	5,94	0,86	2,46
	Ramillas	504							
	Otras	2.687							
2015	Hojas	3.378	53,62	9,99	0,95	0,84	5,22	0,88	3,03
	Ramillas	650							
	Otras	2.445	51,76	9,97	0,69	0,70	3,98	0,61	1,62
2016	Hojas	3.816	53,23	10,64	0,90	0,78	6,97	0,98	2,84
	Ramillas	476							
	Otras	2.447	51,80	6,91	1,28	1,44	12,48	1,43	5,63
Media	Hojas	3.305	53,09	9,79	0,88	0,72	5,63	1,03	2,48
	Ramillas	463	54,36	9,14	0,92	0,55	4,38	0,91	1,65
	Otras	2.489	52,78	9,09	0,89	0,78	4,77	0,88	2,07

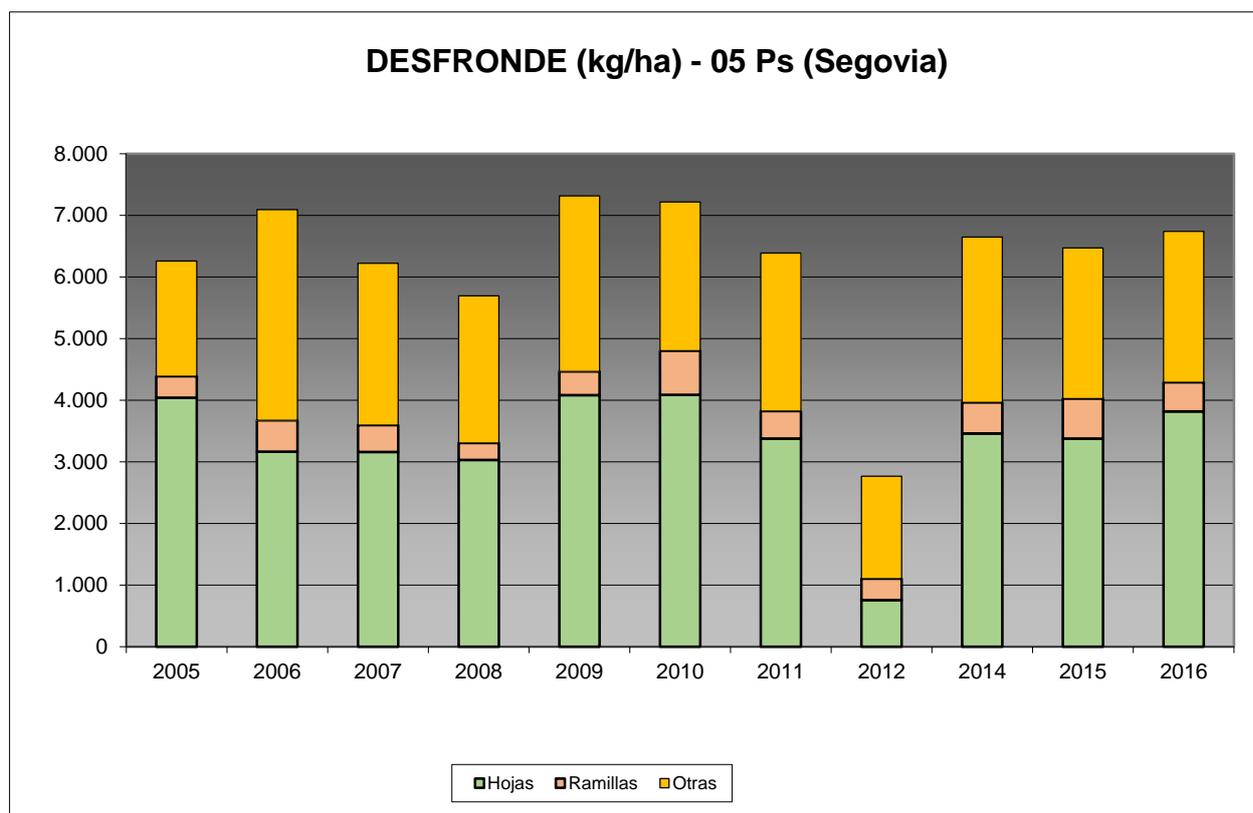


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el aporte por litterfall es importante y se sitúa por encima de los 6.000 kg/ha; la aportación de las ramillas es considerablemente menor, siempre teniendo en cuenta que

hace referencia a las ramillas con diámetro inferior a 2 cm; y que los contenidos en carbono de estos aportes se sitúan en torno al 50% del desfronde total, lo que puede suponer una importante contribución a la fijación de CO₂ 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 05Ps, 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 \geq 50% Población					Floración \geq 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)
1999	03/06/99	02/08/99	60	153	667	03/06/99	17/07/99	44	153	667
2000	15/06/00	13/07/00	28	166	931					
2001	28/05/01	30/07/01	63	147	467					
2002	27/05/02	02/09/02	98	146	533					
2003	02/06/03	30/06/03	28	152	610					
2004	17/06/04	01/07/04	14	168	657	17/06/04	01/07/04	14	168	657
2005	30/05/05	28/07/05	59	149	424	30/05/05	13/06/05	14	149	424
2006	15/06/06	31/07/06	46	165	940	15/05/06	01/06/06	17	134	940
2007	22/06/07	13/08/07	52	172	928	22/06/07	02/08/07	41	172	928
2008	09/07/08	28/08/08	50	190	1313	24/06/08	23/07/08	29	175	1068
2009	16/06/09	14/07/09	28	166	927	30/06/09	14/07/09	14	180	1160
2010	01/07/10	12/07/10	11	181	623	17/06/10	01/07/10	14	167	807
2011	23/05/11	27/06/11	35	142	654	28/04/11	23/05/11	25	117	418

Año	Aparición Hoja/Acícula \geq 50% Población					Floración \geq 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)
2012	28/05/12	25/06/12	28	148	560	28/05/12	25/06/12	28	148	560
2014	30/05/14	30/06/14	31	149	627	30/05/14	30/06/14	31	149	627
2015	29/05/15	25/06/15	27	148	473	29/05/15	25/06/15	27	148	473
2016	06/06/16	01/07/16	25	157	407	06/06/16	01/07/16	25	157	407
Media			40	159	691			25	155	703

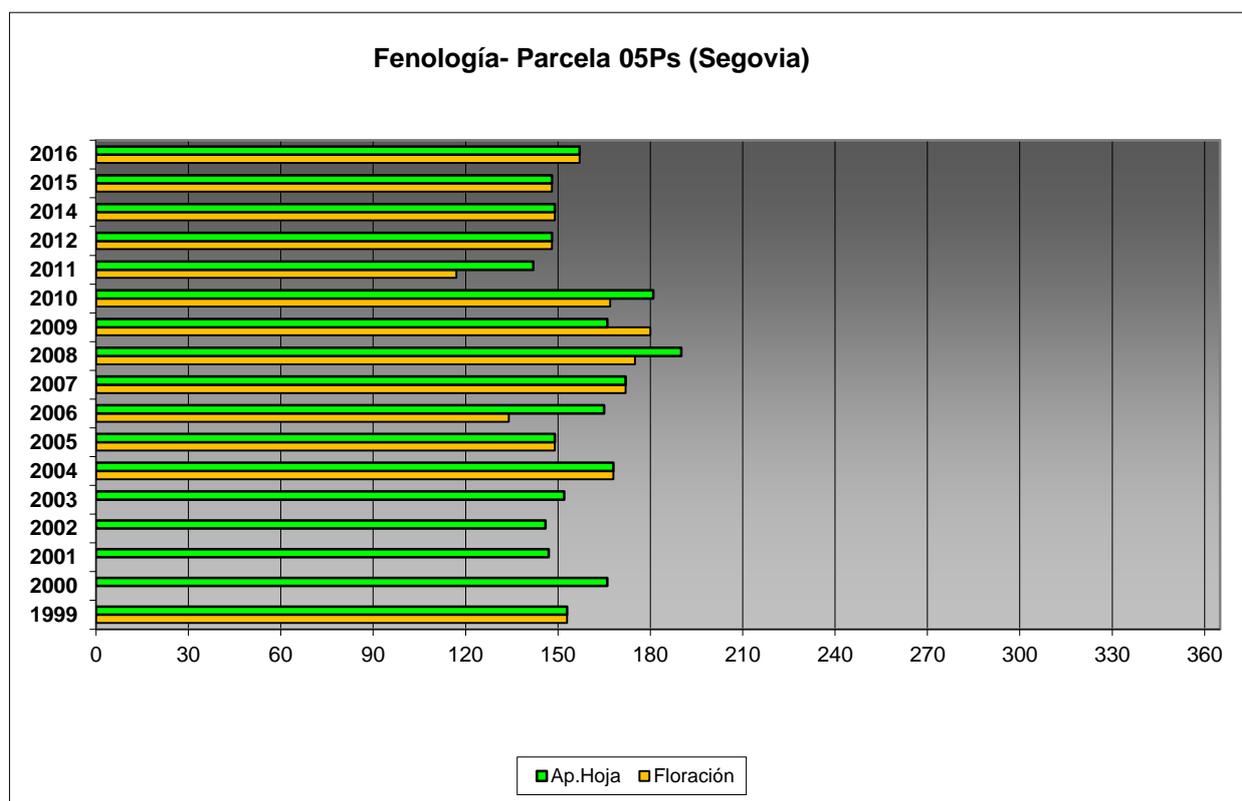


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, la floración precede o es simultánea a la aparición de las acículas de la nueva metida, registrándose un cierto adelanto de la serie en 2011; por regla general ambos fenómenos se han tendido a producir a lo largo del mes de mayo, exceptando el periodo 2007-2010 en que la actividad vegetativa se concentró en junio. Se advierte una situación muy estable a lo largo de los últimos años, con un ligero retraso en 2016.



FIG 23: Elongación metida y aparición acícula. Floración masculina. Floración femenina.

10. Cintas diamétricas.

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

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

TABLA 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	0,01	0,02	0,01	0,02
2000	0,33	1,03	0,33	0,59
2001	0,18	0,63	0,18	0,53
2002	0,44	1,56	0,44	1,15
2003	0,29	1,00	0,29	0,93
2004	0,26	0,86	0,26	1,06
2005	0,35	1,20	0,35	0,94
2006	0,39	1,32	0,39	0,85
2007	0,86	2,89	0,86	1,07
2008	0,51	1,71	0,51	1,42
2009	0,19	0,67	0,19	0,47
2010	0,42	1,25	0,42	0,45

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
2011	0,35	1,02	0,35	0,82
2012	0,24	0,70	0,24	0,53
2014	0,32	0,90	0,32	0,83
2015	0,24	0,65	0,24	0,15
2016	0,32	0,90	0,32	0,56
Media	0,33	1,08	0,33	0,73

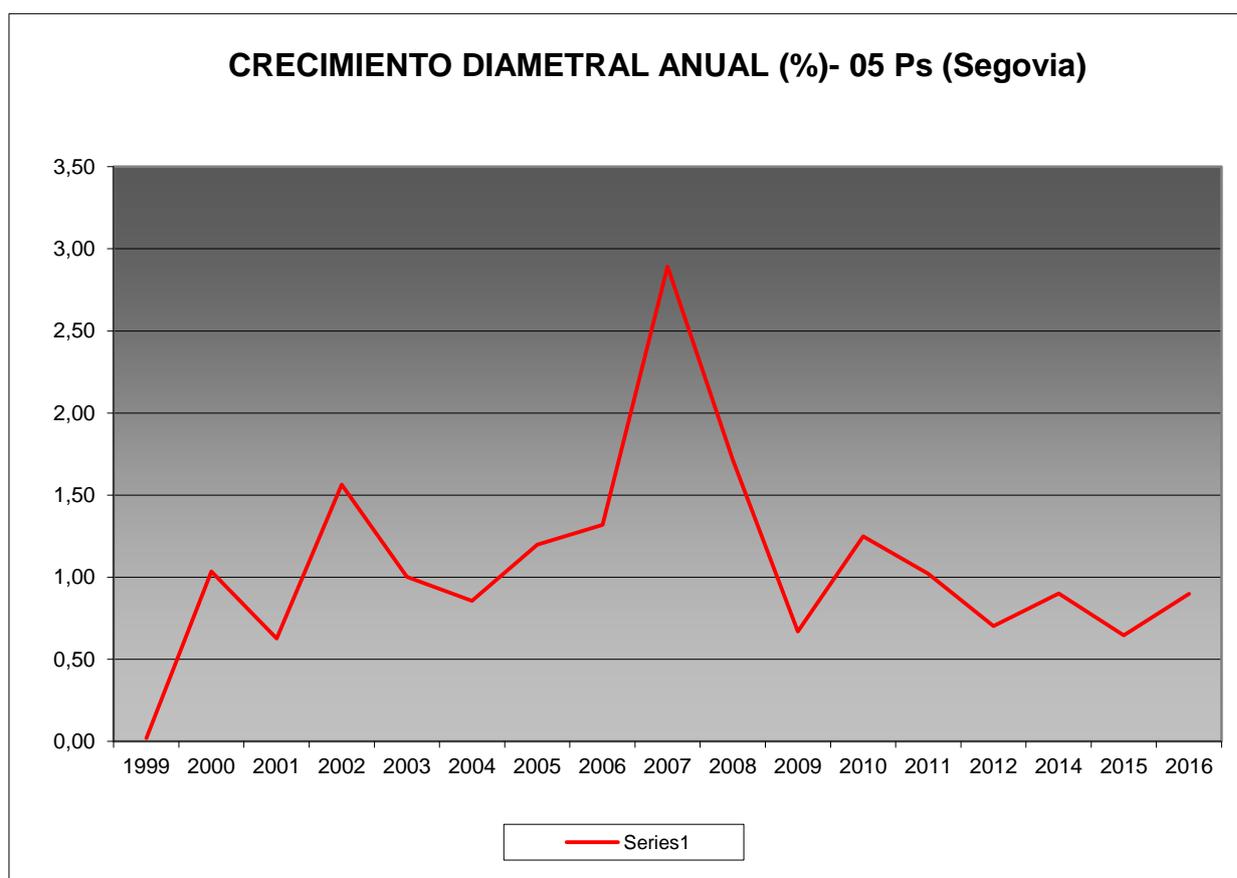


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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 0,63% de 2001 y el 2,89% de 2007, situándose por regla general en valores próximos al 1% anual, advirtiéndose un ligero aumento a lo largo del último año.

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-julio.

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 ²)	(%)	(m/s)	
1997	962									
1998	1157									
1999	1180									
2000	1212	8,1	28,9	-7,7	12,6	4,6	182,8	65,0	2,0	40,0
2001	1067	5,1	27,4	-16,5	9,4	1,8	147,2	67,3	2,0	24,6
2002	1349	7,5	27,8	-6,5	11,7	4,1	189,3	68,2	1,9	32,8
2003	1516	7,5	27,8	-6,5	11,7	4,1	189,3	68,2	1,9	32,8
2004	990	7,3	28,2	-13,6	11,5	3,9		67,3	1,6	24,2
2005	753	7,6	31,3	-15,4	12,0	3,2		62,2	1,5	21,6
2006	1174	8,9	28,9	-16,5	13,4	4,9	233,2	67,1	1,5	33,2
2007	930	7,6	29,8	-9,5	12,1	3,9	219,2	79,6	1,5	
2008	1288	10,6	28,6	-12,9	15,5	5,4	235,6	51,5	1,0	21,7
2009	480	10,1	28,6	-12,9	15,1	5,2	235,2	51,5	1,0	21,7
2010	1134	8,2	28,7	-12,2	12,7	4,7		65,4	0,9	27,2
2011	1096	8,1	28,8	-12,0	12,6	4,5	257,2	62,1	1,0	25,7
2012	502	6,0	29,5	-14,9	10,7	2,2	201,3	61,6	1,0	18,6
2014	705	7,4	27,5	-9,2	11,5	4,2	244,0	68,4	3,4	28,3
2015	678	8,6	29,6	-9,5	13,0	4,9	255,3	60,0	1,1	47,1
2016	1429	7,6	30,0	-11,1	11,8	4,2	242,5	66,4	1,2	25,7
Media	1032	7,9	28,8	-11,7	12,3	4,1	217,9	64,5	1,5	28,3

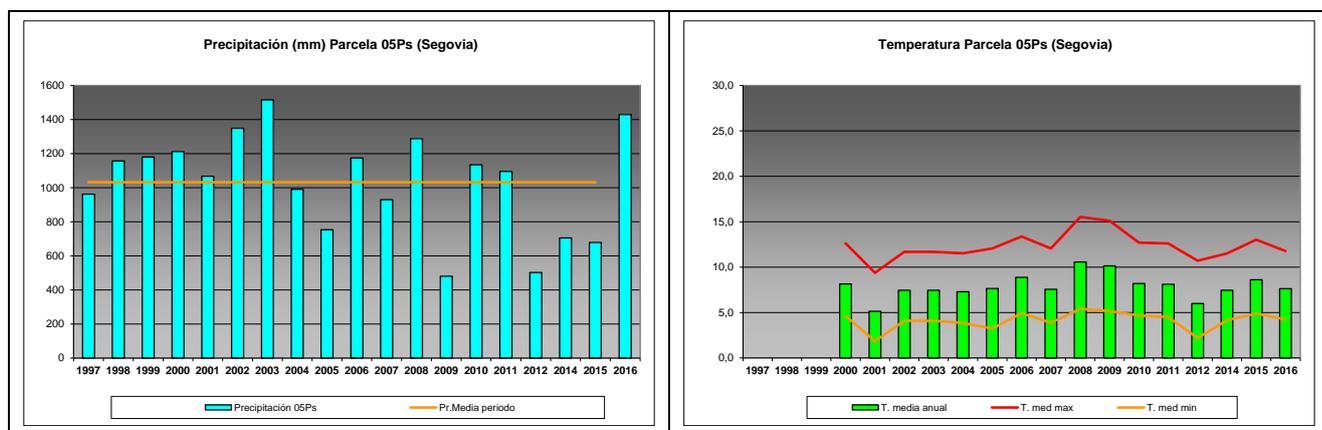


FIG 25: Principales variables meteorológicas.

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 período 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	0	7	48,0	01/11 a 05/11	0	22	11/06 a 02/07
2001	0	13	27,7	09/02 a 13/02	0	21	11/06 a 01/07
2002	0	11	23,0	02/01 a 06/01	1	85	09/06 a 31/08
2003							
2004	0	19					
2005	1	41	40,3	12/10 a 18/10	0	34	07/07 a 09/08
2006	0	9	82,0	17/10 a 21/10	0	26	14/07 a 09/08
2007	0	10	77,2	01/10 a 05/10	4	28	18/06 a 15/07
2008	0	2	44,6	05/01 a 09/01	1	37	01/07 a 06/08
2009	0	2	39,4	15/01 a 19/01	1	36	02/07 a 06/08
2010	0	23	68,2	29/10 a 02/11	1	31	08/07 a 07/08
2011	0	18	144,2	18/11 a 22/11	2	21	21/06 a 11/07
2012	0	20					
2013							
2014	0	31	94,8	04/02 a 08/02	2	18	01/05 a 18/05
2015	0	25	46,2	15/02 a 19/02	1	25	24/06 a 18/07
2016	1	25	139,0	09/02 a 13/02	0	55	08/07 a 31/08

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	Media
S-01	1,57	1,40	3,59	2,19
S-02	1,70	1,51	3,54	2,25
S-03	1,66	1,72	3,43	2,27
S-04	1,70	1,61	3,34	2,22

SITIO	2014	2015	2016	Media
S-05	1,77	1,66	3,40	2,28
S-06	1,67	1,84	3,08	2,20
S-07	1,51	1,65	3,15	2,10
S-08	1,58	1,74	3,06	2,13
S-09	1,88	1,79	3,56	2,41
S-10	1,84	1,96	3,99	2,60
S-11	1,73	1,85	3,10	2,23
S-12	1,80	2,00	3,02	2,27
S-13	1,87	2,13	3,07	2,36
S-14	1,79	1,83	3,37	2,33
S-15	2,07	2,10	3,59	2,59
S-16	1,89	2,42	3,11	2,47
Media	1,75	1,83	3,34	2,30

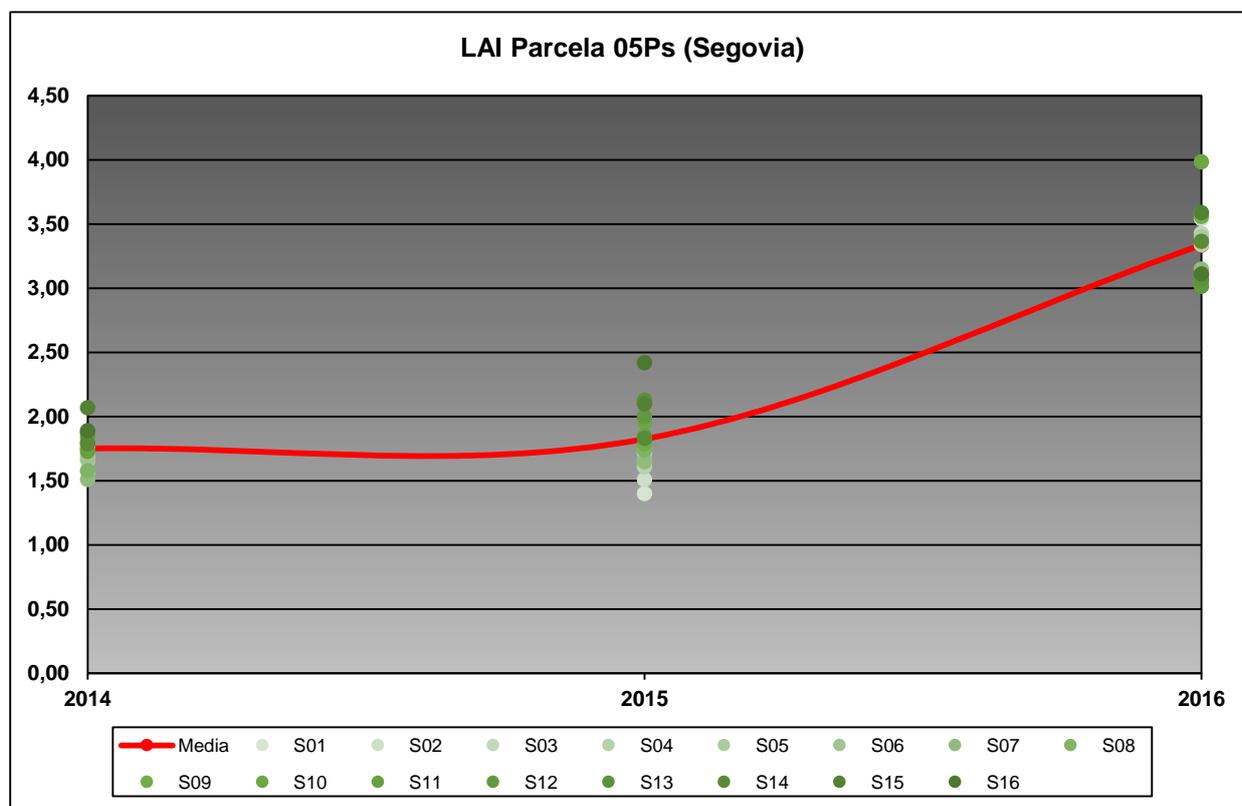


FIG 26: LAI puntos de observación y media de la parcela.

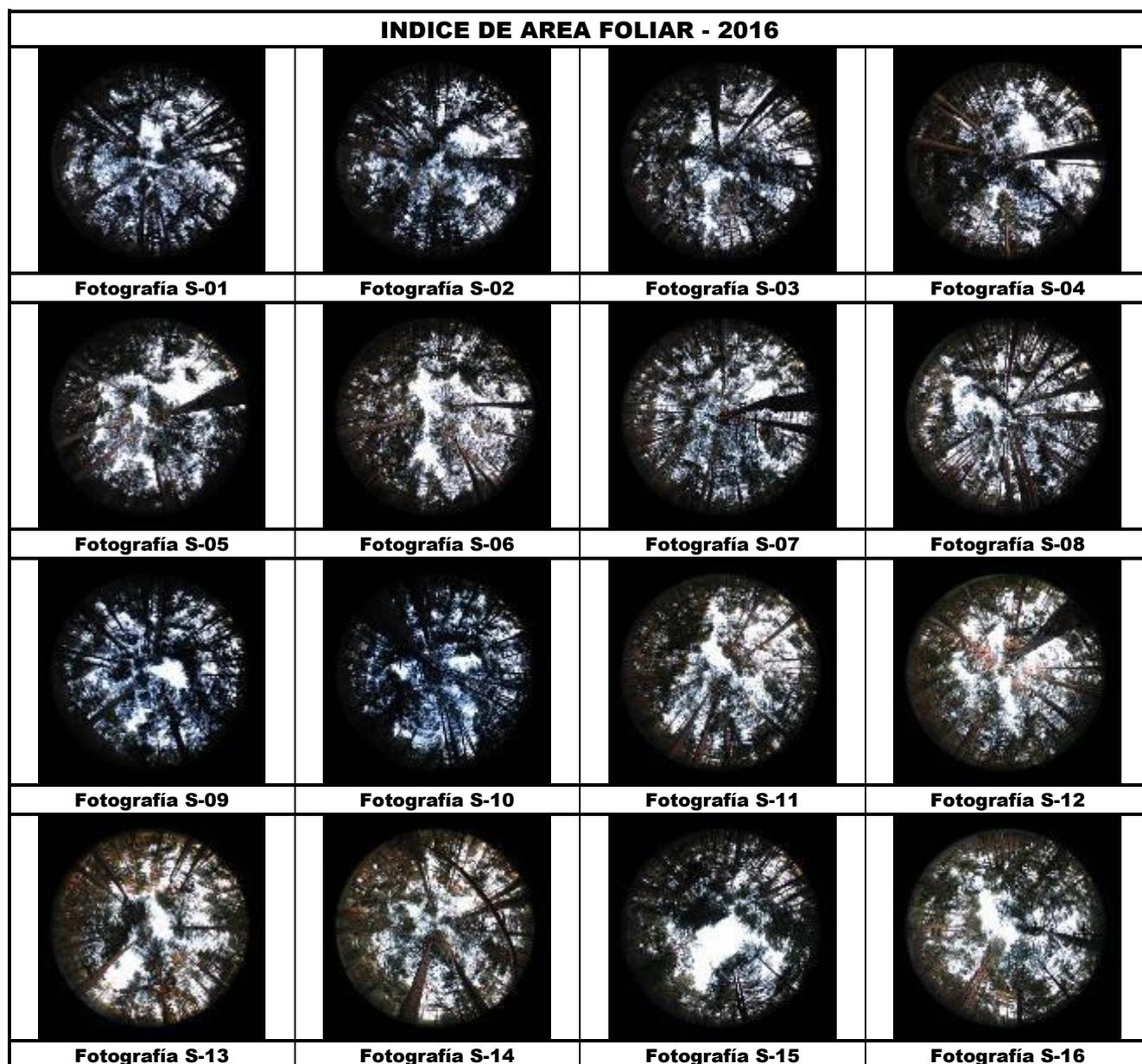


FIG 27: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.

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 05Ps, 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	7,33		7,71	13,19	6,80				0,58	1,64
2001	7,40	1,49	163,20	8,49	2,46	1,39		10,11	1,85	1,33
2002	7,40	1,49	70,11	8,49	2,46	1,39		10,11	1,85	1,33
2003	6,75		1,22	5,75	1,58				0,42	1,28
2004	6,67		37,58	0,77	3,56				0,85	0,93
2005	6,10		329,38	0,61	2,33				0,49	0,10
2006	6,33		28,50	0,70	2,01				0,40	0,23
2007	6,52	19,35	0,57	1,15	0,25	1,66	0,24	2,01	0,10	0,31
2008	5,99	20,92	0,91	1,44	0,26				0,68	0,10
2009										
2010										
2011										
2012										
2014	6,00	17,70	1,99	11,40	0,86	2,37	4,04	24,18	0,06	1,20
2015	6,27	127,20	6,84	11,31	1,70	3,10	9,52	9,76	0,11	1,74
2016	6,78	38,83	0,53	1,46	0,62	1,93	1,79	2,33	0,14	0,41

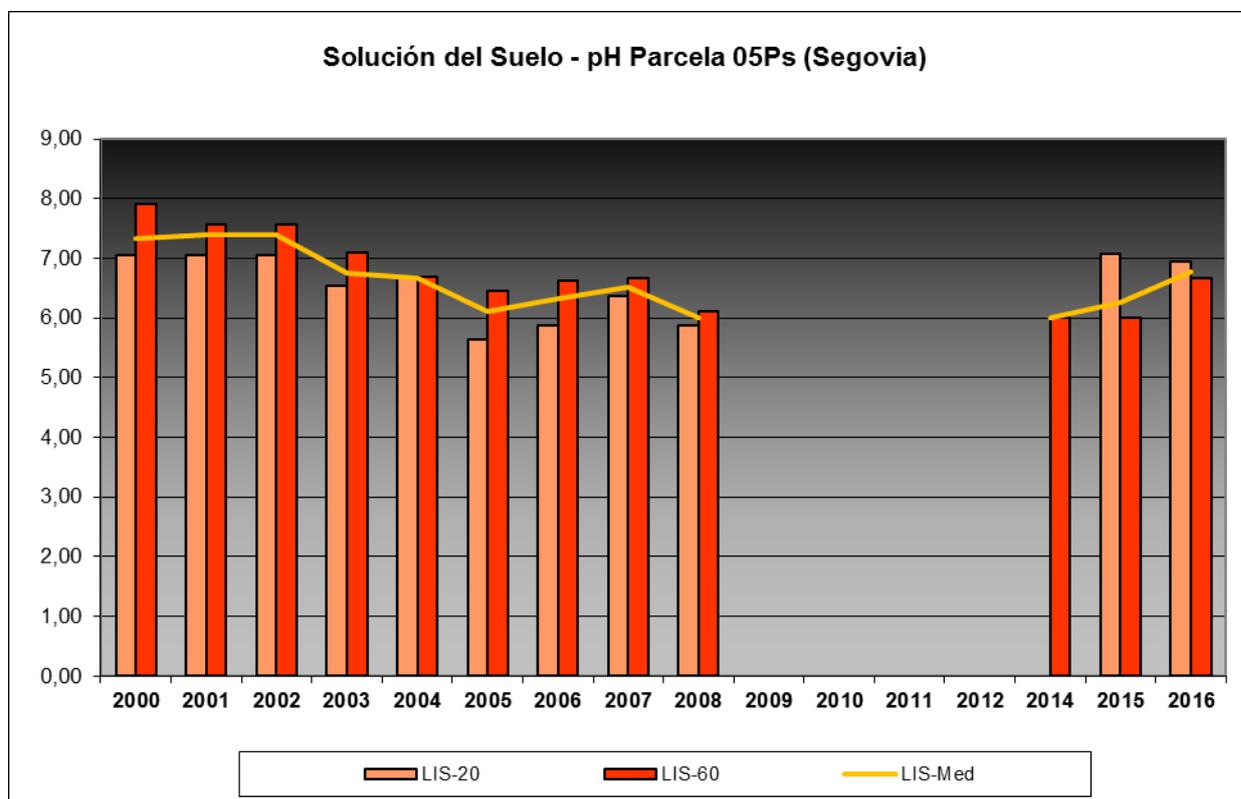


FIG 28: pH solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

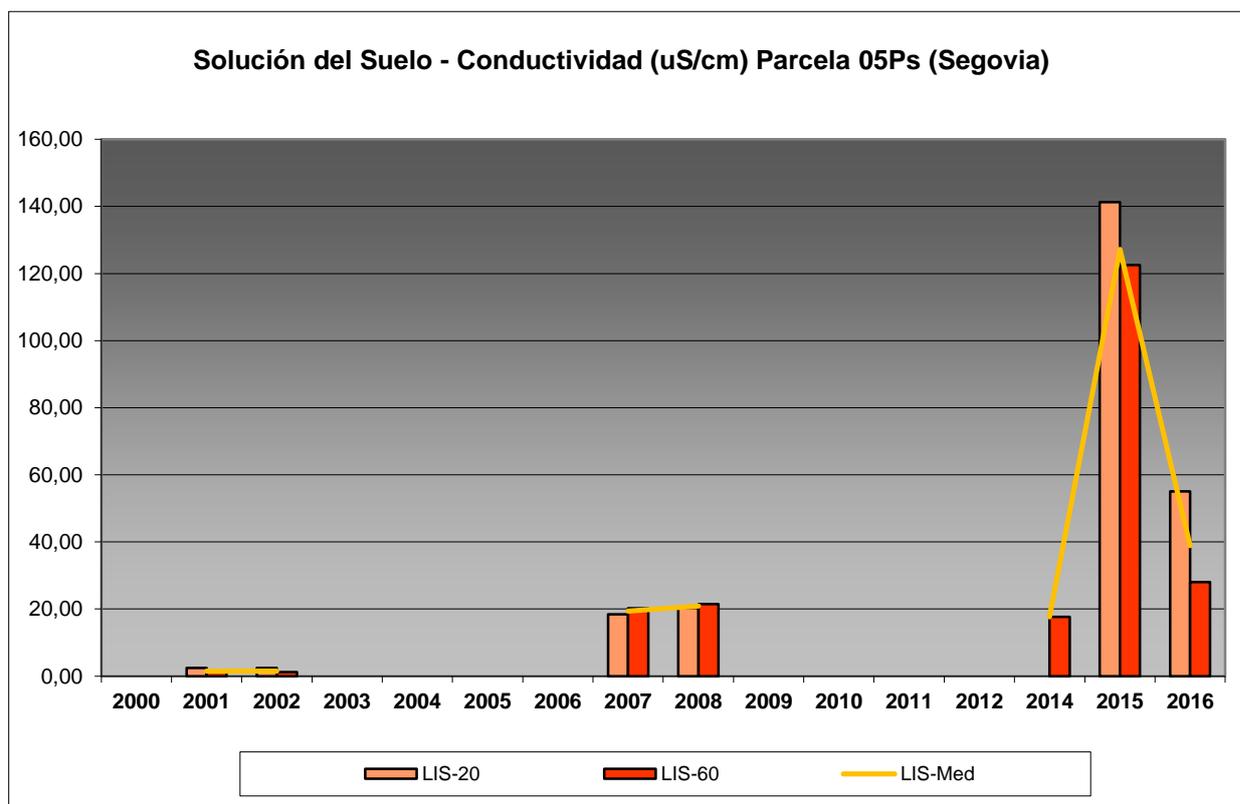


FIG 29: Conductividad solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

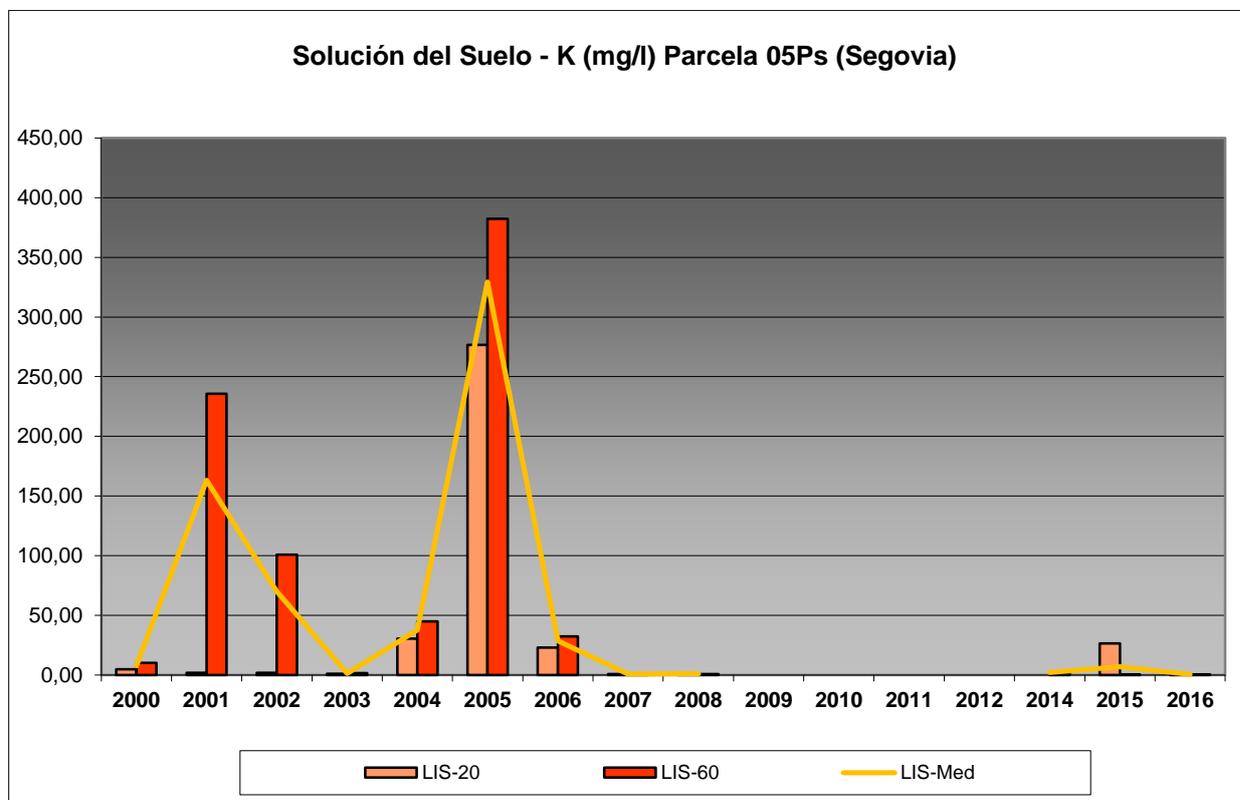


FIG 30: Contenido en K solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

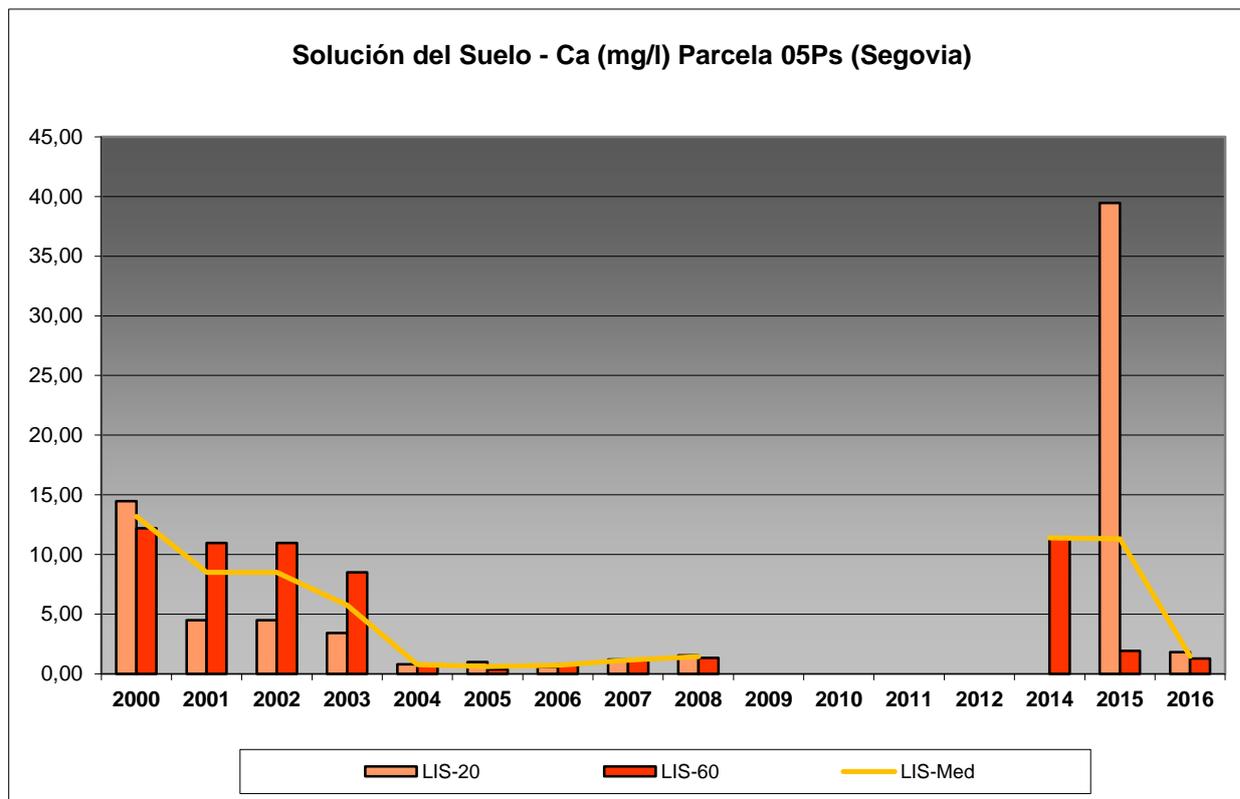


FIG 31: Contenido en Ca solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

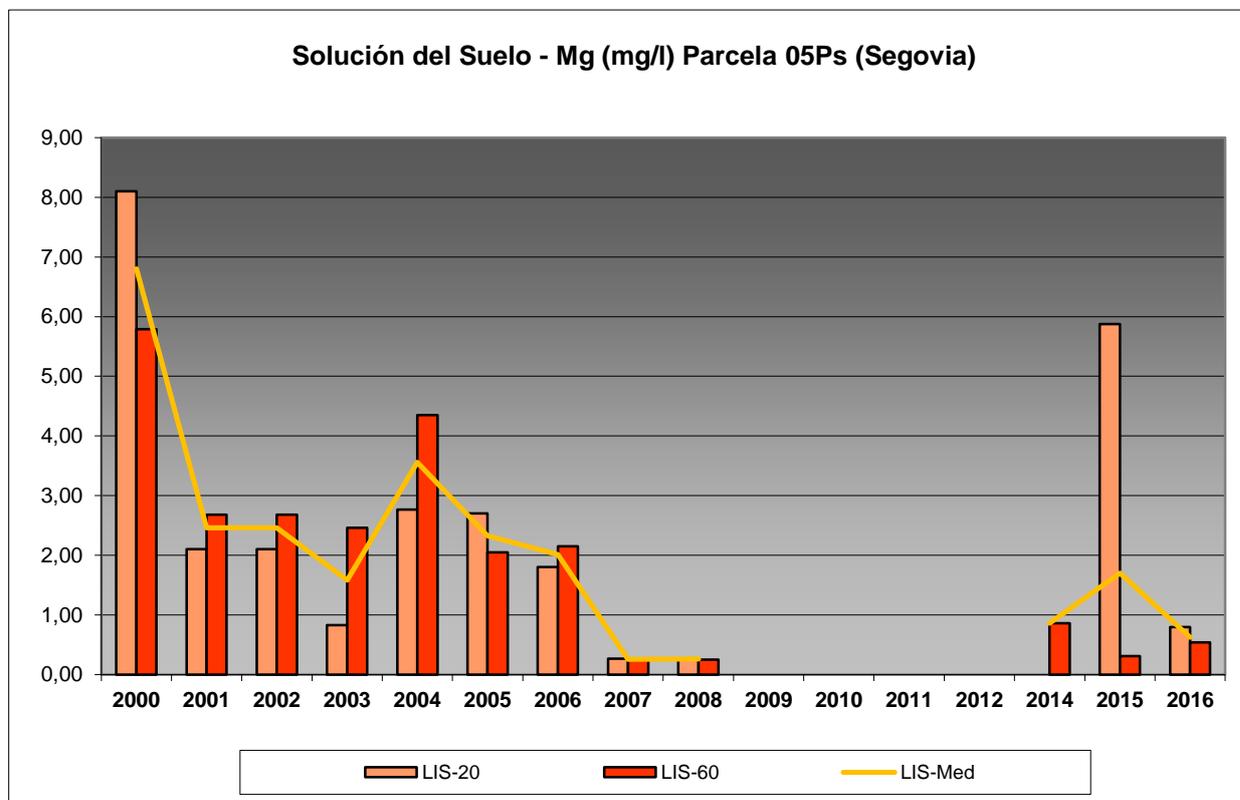


FIG 32: Contenido en Mg solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

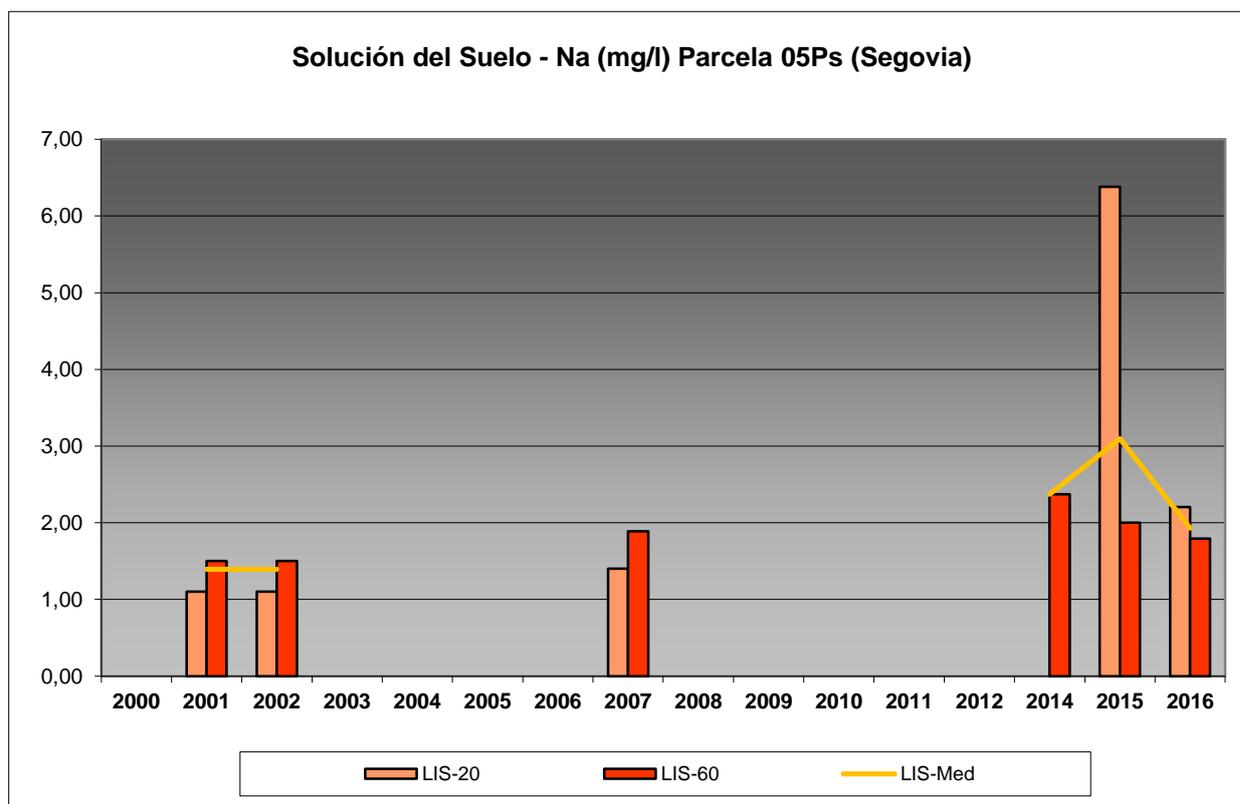


FIG 33: Contenido en Na solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

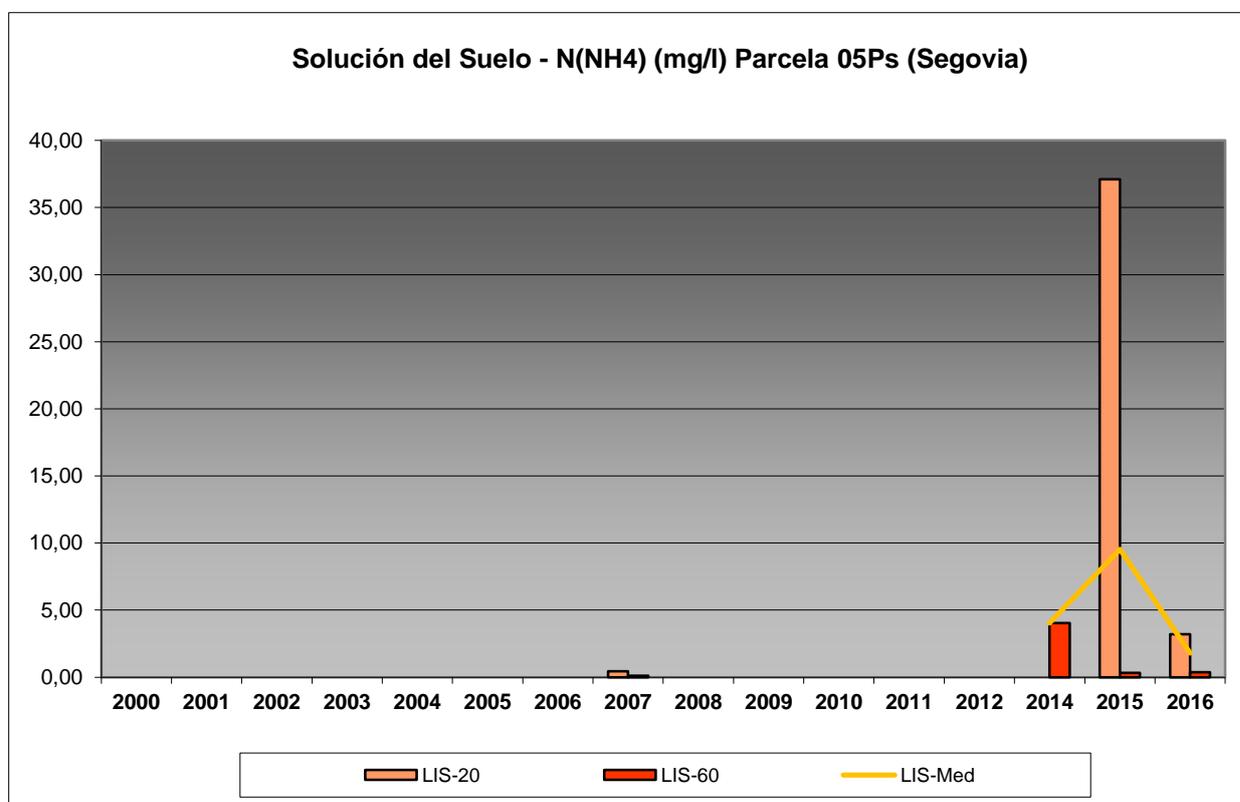


FIG 34: Contenido en N(NH4) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

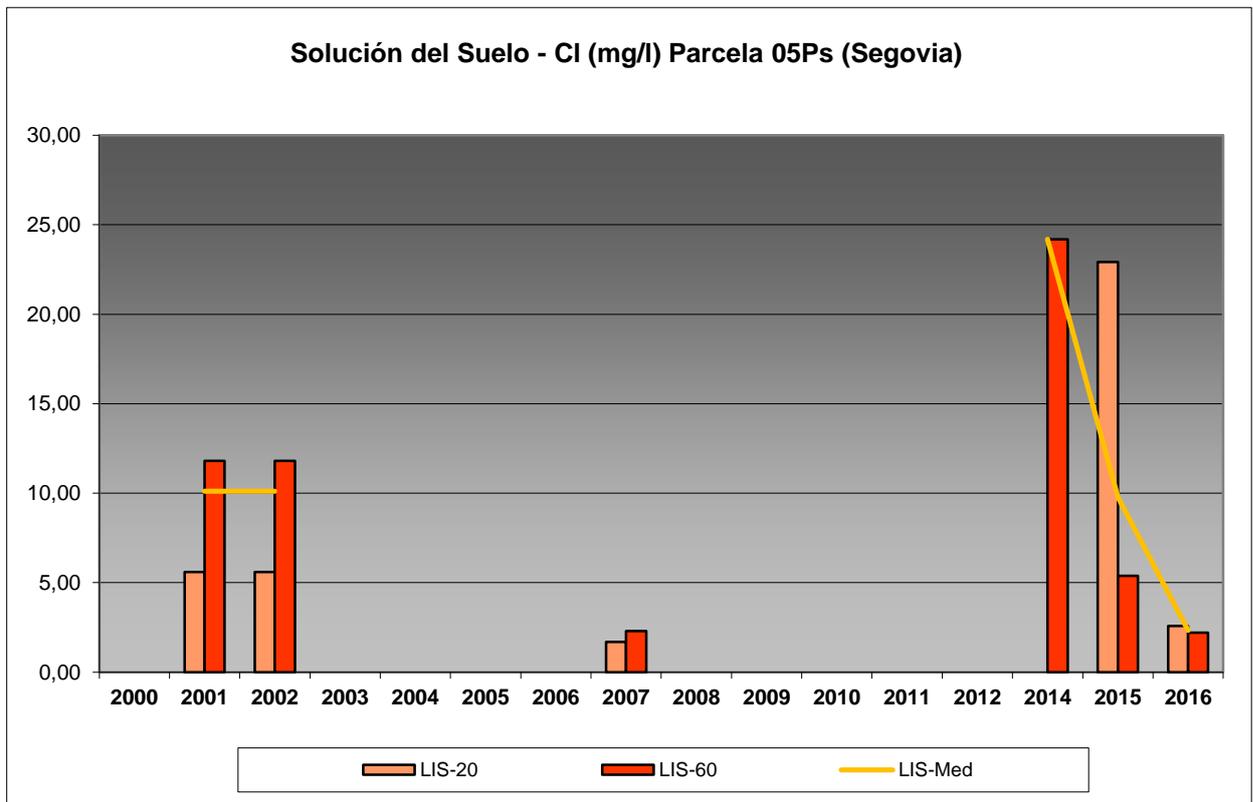


FIG 35: Contenido en Cl solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

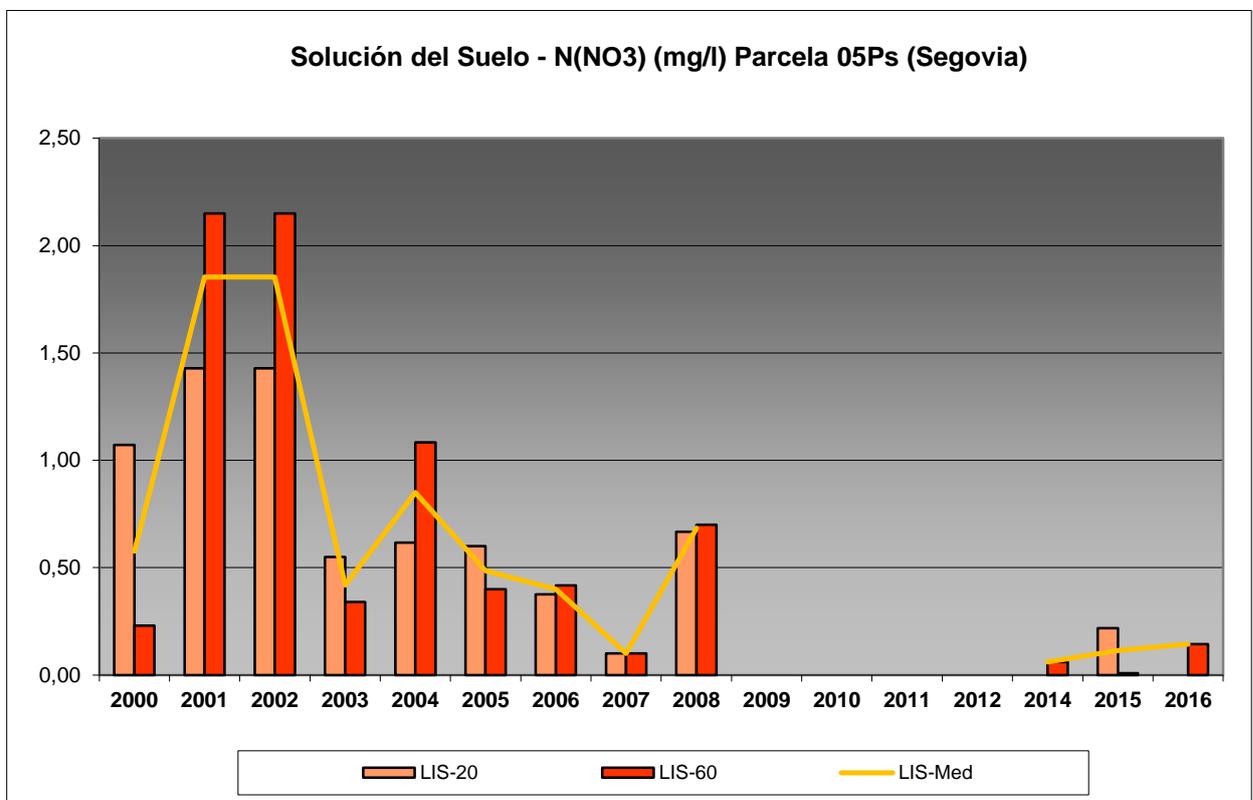


FIG 36: Contenido en N(NO3) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

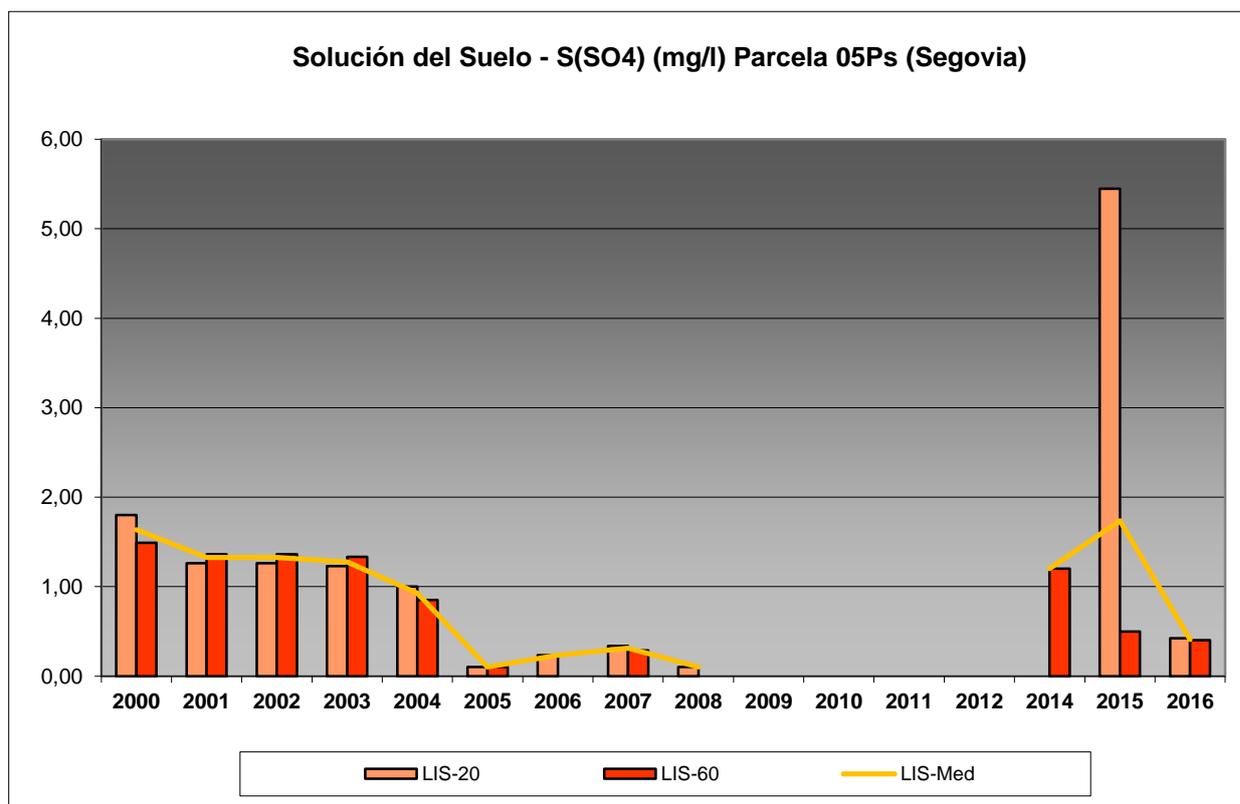


FIG 37: Contenido en S(SO₄) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

En cuanto a las condiciones de la solución del suelo en la parcela 05Ps, se observan en general valores más ácidos a menor profundidad; situación que se invierte en el último bienio; con pH en el intervalo 6-7, superior por tanto a los obtenidos en deposición, posiblemente debido a la saturación en bases a lo largo del proceso de infiltración; conductividad en general baja, excepción hecha de la escasa muestra obtenida en 2015; y en general mayor concentración en solutos a mayor profundidad, con especial representación de los elementos terrígenos como Ca, Mg o K incorporados a lo largo del perfil del suelo.