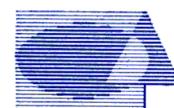




**RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES**

**RED DE NIVEL II  
MEMORIA – 2015**

**PARCELA 115 Fs (NAVARRA)**



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

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

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

**20  
15**



## Índice

1. Situación de la parcela .....	1
2. Caracterización de la parcela .....	2
2.1. Climatología .....	2
2.2. Geología y suelos .....	2
2.3. Vegetación .....	4
2.4. Caracterización forestal y dasométrica .....	4
3. Estado fitosanitario de la parcela .....	5
3.1. Defoliación y decoloración .....	5
3.2. Daños forestales .....	7
4. Instrumentación .....	16
5. Deposición atmosférica .....	18
5.1. pH .....	20
5.2. Conductividad .....	21
5.3. Potasio .....	22
5.4. Calcio .....	23
5.5. Magnesio .....	24
5.6. Sodio .....	25
5.7. Amonio .....	26
5.8. Cloro .....	27
5.9. Nitratos .....	28
5.10. Sulfatos .....	29
5.11. Interpretación de resultados .....	30
6. Calidad del aire. Inmisión .....	31
7. Análisis foliar .....	32
7.1. Macronutrientes .....	32
7.2. Micronutrientes .....	34
7.3. Interpretación de resultados .....	34
8. Desfronde .....	35
9. Fenología .....	37
10. Cintas diamétricas .....	39

## INDICE DE TABLAS

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

**TABLA 2:** Datos meteorológicos parcela.

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

**TABLA 4:** Características dasométricas

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

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

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

**TABLA 8:** Equipos de medición instalados

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

**TABLA 10:** Caracterización pH

**TABLA 11:** Caracterización conductividad

**TABLA 12:** Caracterización potasio

**TABLA 13:** Caracterización calcio

**TABLA 14:** Caracterización magnesio

**TABLA 15:** Caracterización sodio

**TABLA 16:** Caracterización amonio

**TABLA 17:** Caracterización cloro

**TABLA 18:** Caracterización nitratos

**TABLA 19:** Caracterización sulfatos

**TABLA 20:** Inmisión atmosférica

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

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

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

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

**TABLA 25:** Valor medio dendrómetros

## INDICE DE FIGURAS

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

**FIG 2:** Climodiagrama de la parcela

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

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

**FIG 5:** Tipos de defoliación

**FIG 6:** Daños forestales

**FIG 7:** Instrumentación

**FIG 8:** Variación temporal de pH

**FIG 9:** Variación temporal de conductividad

**FIG 10:** Variación temporal de potasio

**FIG 11:** Variación temporal de calcio

**FIG 12:** Variación temporal de magnesio

**FIG 13:** Variación temporal de sodio

**FIG 14:** Variación temporal de amonio

**FIG 15:** Variación temporal de cloro

**FIG 16:** Variación temporal de nitratos

**FIG 17:** Variación temporal de sulfatos

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

**FIG 19:** Evolución de macronutrientes

**FIG 20:** Evolución de micronutrientes

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

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

**FIG 23:** Fases fenológicas

**FIG 24:** Crecimiento diametral anual

## 1. Situación de la parcela.

La parcela representa el hayedo de *Fagus sylvatica* del Sector Cántabro-Euscaldún de la Provincia Cantabroatlántica (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
115 Fs	<i>Fagus sylvatica</i>	Navarra	Burguete	23/07/2008	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+42°60'00"	-01°20'00"	634.000	4.762.000	900	5	Este	Ausobi

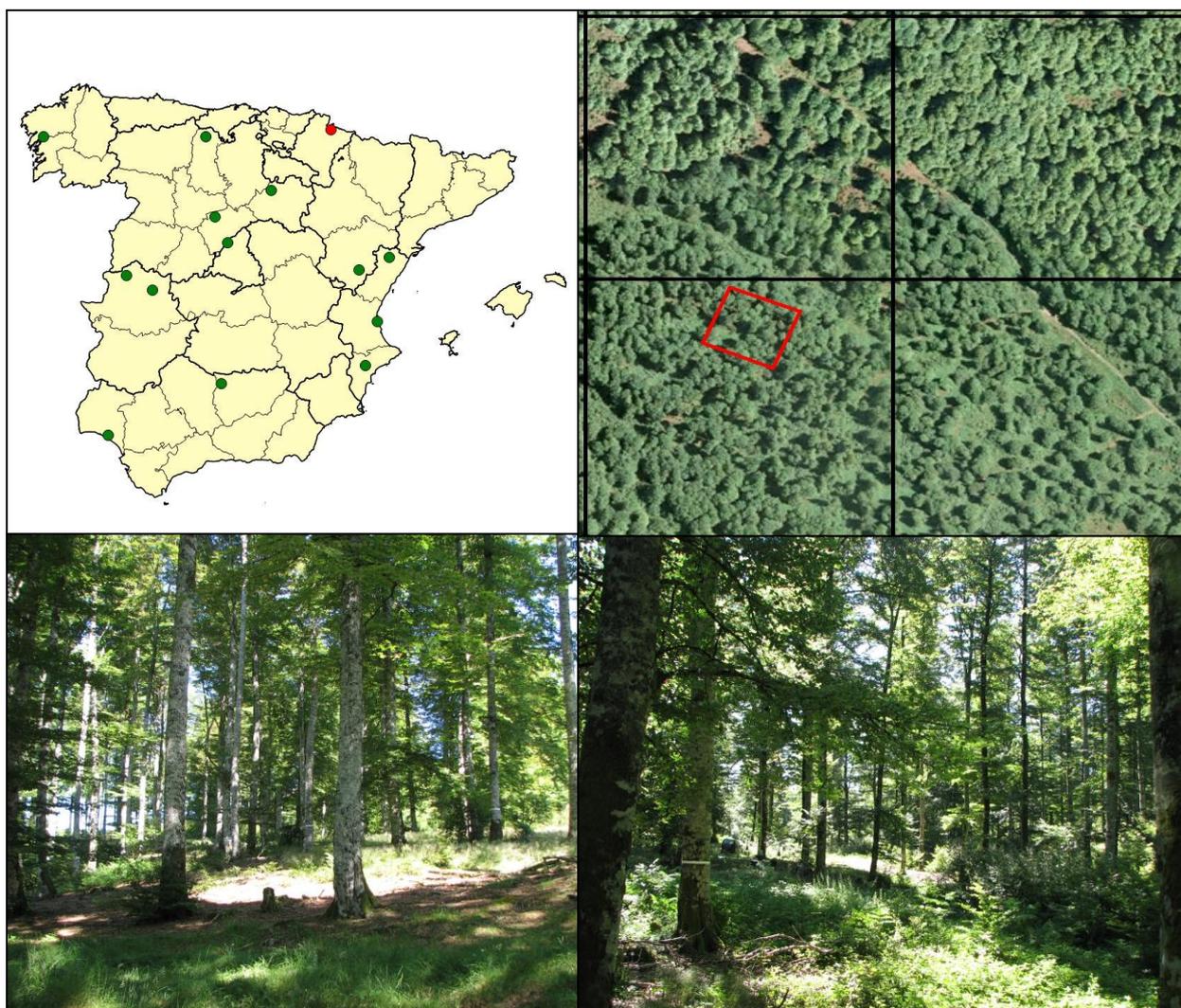


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 115 Fs.

## 2. Caracterización de la parcela.

### 2.1. Climatología.

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

TABLA 2: Datos meteorológicos parcela.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T(°C)	2,5	3,3	5,2	7,2	10,3	14,2	17	16,6	14,4	10,4	5,9	3,3	9,2
P(mm)	199	178	180	161	165	86	61	81	100	174	200	202	1787
T. Media Máximas Mes más Cálido							23,7						
	-1,7	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 Montano*.

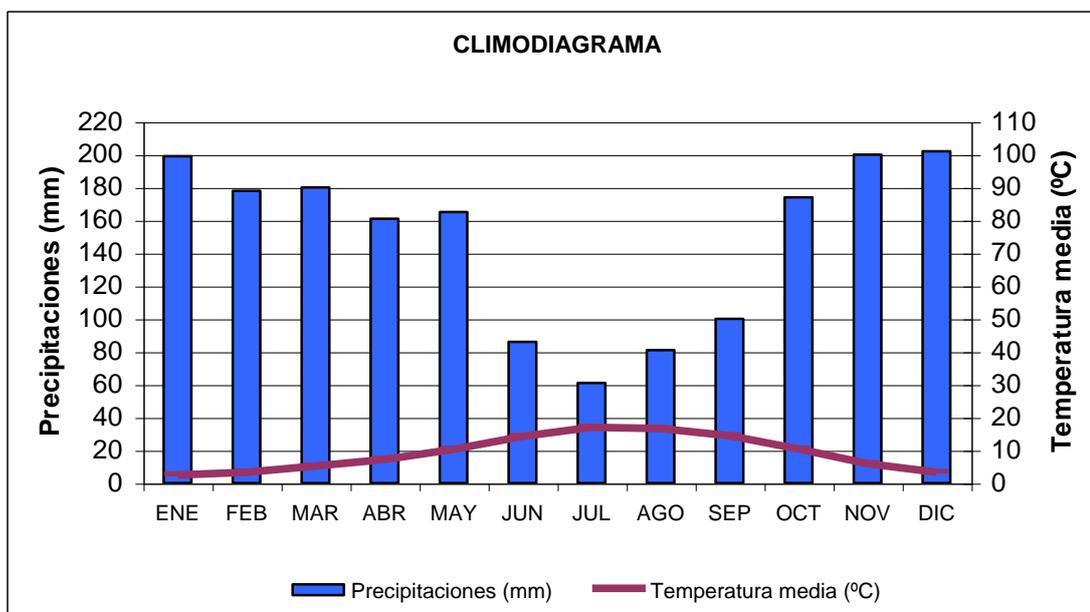


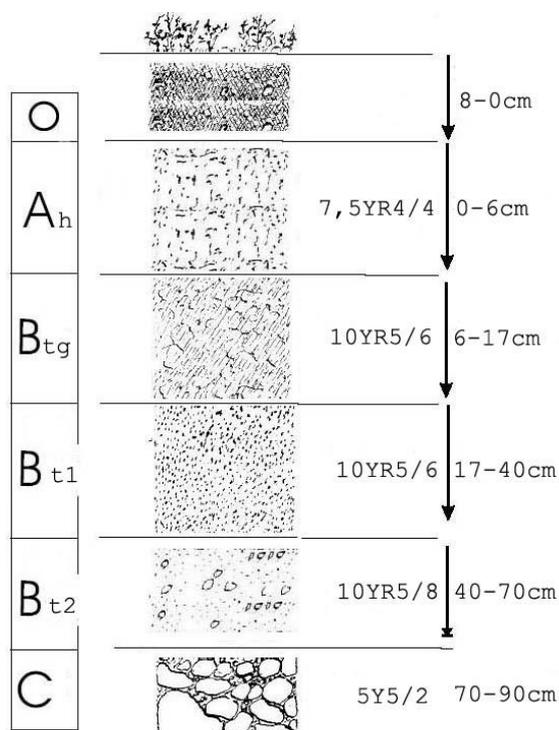
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

### 2.2. Geología y Suelos.

**Litología:** *limolita*.

**Edafología:** *Alisol haplico(Acrisol haplico/Luvisol haplico)*.

La parcela situada en un valle de alta montaña, tiene topografía llana y como sustrato geológico una roca sedimentaria blanda de tipo limonita. El suelo que caracteriza esta parcela tiene como propiedades más destacadas la textura arcillosa, la gran actividad de la fauna edáfica y el moderado espesor. La gran actividad de la fauna y el potente horizonte O son aspectos en principio antitéticos, pero hay que tener en cuenta la gran cantidad de biomasa que el hayedo aporta al suelo.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
O	8-0	Material orgánico en el que se diferencia la hojarasca del año parcialmente descompuesta y otra capa inferior con un grado de fermentación mucho mas avanzado
A <sub>h</sub>	0-6	Pardo (75YR4/4), limo arcilloso; grumosa fina, fuerte; muy friable; abundantes raíces, medianas; muy poroso; intensa actividad de la fauna; límite brusco y plano.
B <sub>tg</sub>	6-17	Pardo amarillento (10YR5/6); 7% de pequeñas manchas pardo rojizas; arcillo limoso; poliédrica angular mediana, moderada; friable; películas de arcilla iluvial, delgadas y zonales; abundantes raíces, medianas; muy poroso; acusados vestigios de macro fauna; límite difuso y plano.
B <sub>t1</sub>	17-40	Pardo amarillento (10YR5/6); arcillo limosa; poliédrica angular mediana, moderada; friable; películas de arcilla iluvial, delgadas y zonales; abundantes raíces, medianas; poco poroso; acusados vestigios de macro fauna; límite difuso y plano
B <sub>t2</sub>	40-70	Pardo amarillento (10YR5/8); arcillosa; poliédrica angular fina, moderada; friable; películas de arcilla iluvial, delgadas y zonales; abundantes raíces, medianas; poco poroso; acusados vestigios de macro fauna; límite brusco y plano.
C <sub>g</sub>	70-90	Oliva grisáceo (5Y5/2); arcilloso; estructura de roca; películas de arcilla iluvial, moderadamente espesas y continuas; frecuentes raíces, medianas; poco poroso; 3% de pequeños nódulos, negros, blandos; límite brusco y ondulado, pero el horizonte es discontinuo.

## 2.3. Vegetación.

**Vegetación actual:** Hayedo maduro formado por árboles de 20 a 25 m de altura que cubren el 50% de la superficie, junto con ejemplares de regenerado que alcanzan bastante potencia y zarzal denso sobre todo en la zona occidental de la parcela, en una zona de pequeña vaguada en la que tiende a acumularse la humedad.

En las inmediaciones de los límites se han localizado *Crocus nudiflorus* y *Pinus sylvestris*, especies no encontradas dentro de la parcela.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
<b>ESTRATO ARBÓREO</b>	<b>50,0</b>	<i>Carex ferruginea Scop.</i>	+
<i>Fagus sylvatica L.</i>	50,0	<i>Fagus sylvatica L.</i>	+
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>	<b>95,5</b>	<i>Rubus caesius L.</i>	+
<i>Crataegus monogyna Jacq.</i>	+	<i>Rubus sp.</i>	+
<i>Fagus sylvatica L.</i>	95,0	<i>Scilla lilio-hyacinthus L.</i>	+
<i>Ilex aquifolium L.</i>	+	<i>Sorbus aria (L.) Crantz</i>	+
<i>Rosa canina L.</i>	+	<i>Sorbus aucuparia L.</i>	+
<i>Salix atrocinerea Brot.</i>	+	<b>ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO</b>	<b>0,5</b>
<b>EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO</b>	<b>1,5</b>	<i>Polytrichum formosum Hedw.</i>	+
<i>Agrostis capillaris L.</i>	+	<i>Thuidium tamariscinum (Hedw.) Schimp.</i>	+
<i>Arum maculatum L.</i>	+		

**Vegetación potencial:** La parcela se encuentra en la serie 5g Serie montana cantabroeskalduna y pyrenaica occidental acidofila del haya o *Fagus sylvatica* (*Saxifraga hirsutae-Fageto sigmetum*).

## 2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de haya en estado de fustal de 81-100 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	Área ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad años	D med (cm)	AB m <sup>2</sup> /ha	D m c cm	Alt m m	Alt do m	Exist m <sup>3</sup> cc
115 Fs	0,2500	39	156	39	0	0	81-100	48,56	29,50	49,07	31,44	32,83	54,79

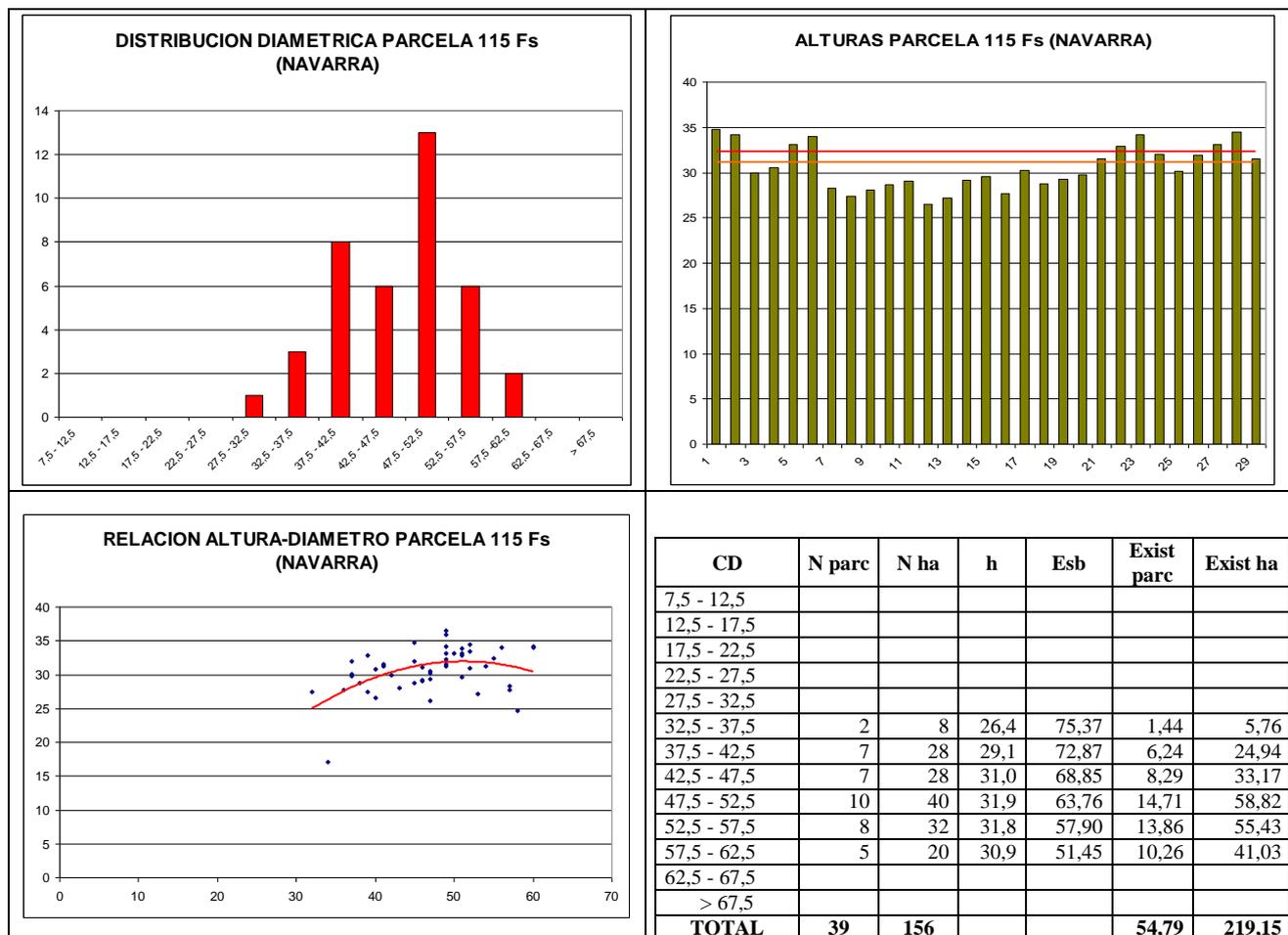


FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

### 3. Estado fitosanitario de la parcela.

#### 3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta buen estado fitosanitario, con una defoliación media del 22,56%, dentro por tanto de la escala de daños ligeros, categoría en la que se han calificado casi el 90% de los pies, en lo que supone una ligera mejoría con respecto a la pasada revisión, con una reducción del parámetro de algo menos de un punto porcentual, inferior por tanto al umbral de cinco que supondría una variación estadísticamente significativa de acuerdo a la normativa europea en materia de redes forestales.

Atendiendo a la serie histórica de datos, escasa por la corta de la parcela original 15Fs en 2007 dentro del normal aprovechamiento forestal de la zona, y superado el pequeño decaimiento observado en la revisión del año anterior, parece recuperarse el comportamiento estable del arbolado, con defoliaciones en torno a valores del 20% y escasa representación de las clases de daño moderadas, sólo interrumpido en la revisión del año 2010.

En la idea de esta mejoría se ha comportado la decoloración, el segundo gran parámetro definitorio del estado de salud del arbolado, que se observa en la mitad de los pies que el año anterior, cerca del 18% de la muestra, y apareciendo siempre en grado ligero.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

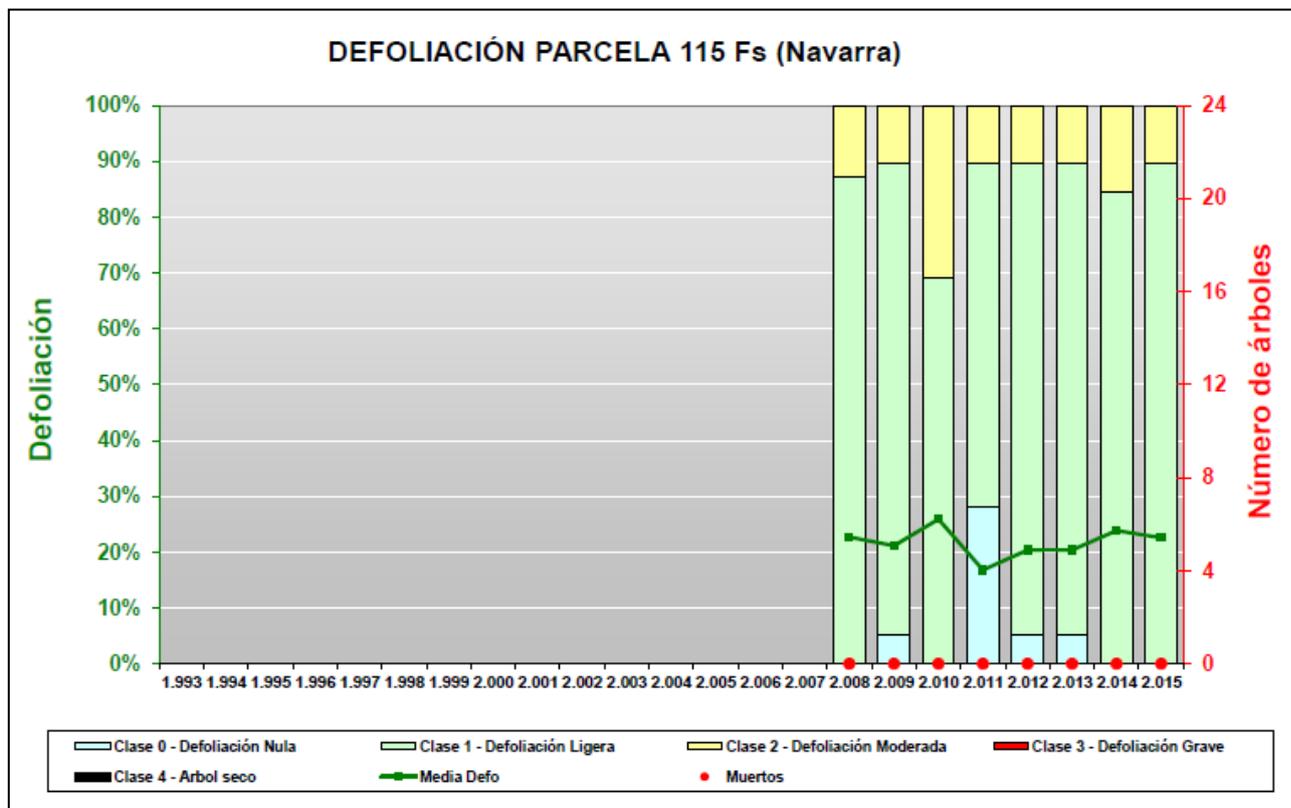


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 15%, 35% y 45%

## 3.2. Daños forestales.

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

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

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
<b>INSECTOS</b>												
<b>Defoliadores</b>	<b>9</b>	<b>1,11</b>	<b>36</b>	<b>23,08</b>	<b>20,56</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,00</b>	<b>-0,18</b>	<b>48,22</b>	<b>31,14</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,29</b>
Hojas	9	1,11	36	23,08	20,56	0,00	-2,00	-0,18	48,22	31,14	-0,34	-0,29
<b>Chupadores</b>	<b>7</b>	<b>1,00</b>	<b>28</b>	<b>17,95</b>	<b>21,43</b>	<b>0,43</b>	<b>-1,13</b>	<b>0,25</b>	<b>48,00</b>	<b>31,57</b>	<b>-0,56</b>	<b>0,14</b>
<i>Pulgonés</i>	7	1,00	28	17,95	21,43	0,43	-1,13	0,25	48,00	31,57	-0,56	0,14
Hojas	7	1,00	28	17,95	21,43	0,43	-1,13	0,25	48,00	31,57	-0,56	0,14
<b>Minadores</b>	<b>31</b>	<b>1,29</b>	<b>124</b>	<b>79,49</b>	<b>23,23</b>	<b>0,23</b>	<b>0,67</b>	<b>0,05</b>	<b>48,23</b>	<b>31,39</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,04</b>
<i>Rhynchaenus fagi</i>	31	1,29	124	79,49	23,23	0,23	0,67	0,05	48,23	31,39	-0,34	-0,04
Hojas	31	1,29	124	79,49	23,23	0,23	0,67	0,05	48,23	31,39	-0,34	-0,04
<b>Form. Agallas</b>	<b>12</b>	<b>1,00</b>	<b>48</b>	<b>30,77</b>	<b>21,25</b>	<b>0,08</b>	<b>-1,31</b>	<b>-0,10</b>	<b>50,92</b>	<b>31,34</b>	<b>2,35</b>	<b>-0,09</b>
<i>Eriophyes nervisequus</i>	3	1,00	12	7,69	23,33	0,33	0,77	0,15	46,00	31,27	-2,56	-0,17
Hojas	3	1,00	12	7,69	23,33	0,33	0,77	0,15	46,00	31,27	-2,56	-0,17
<i>Mikiola fagi</i>	9	1,00	36	23,08	20,56	0,00	-2,00	-0,18	52,56	31,37	3,99	-0,07
Hojas	9	1,00	36	23,08	20,56	0,00	-2,00	-0,18	52,56	31,37	3,99	-0,07
<b>ENFERMEDADES</b>												
<b>Hongos pudrición</b>	<b>3</b>	<b>1,00</b>	<b>12</b>	<b>7,69</b>	<b>21,67</b>	<b>0,00</b>	<b>-0,89</b>	<b>-0,18</b>	<b>44,33</b>	<b>32,17</b>	<b>-4,23</b>	<b>0,73</b>
Cuello raíz	3	1,00	12	7,69	21,67	0,00	-0,89	-0,18	44,33	32,17	-4,23	0,73
<b>AG.ABIÓTICOS</b>												
<b>Fact. físicos</b>	<b>6</b>	<b>1,00</b>	<b>24</b>	<b>15,38</b>	<b>20,83</b>	<b>0,17</b>	<b>-1,73</b>	<b>-0,01</b>	<b>52,33</b>	<b>31,35</b>	<b>3,77</b>	<b>-0,09</b>
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	53,00	32,00	4,44	0,56
Ramas 2-10 cm	4	1,00	16	10,26	21,25	0,25	-1,31	0,07	52,50	30,38	3,94	-1,06
Tronco en copa	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	51,00	34,60	2,44	3,16
<b>Viento/Tornado</b>	<b>2</b>	<b>1,00</b>	<b>8</b>	<b>5,13</b>	<b>20,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,56</b>	<b>-0,18</b>	<b>46,50</b>	<b>31,15</b>	<b>-2,06</b>	<b>-0,29</b>
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	48,00	31,00	-0,56	-0,44
Ramas tam. variable	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	45,00	31,30	-3,56	-0,14
<b>ANTRÓPICOS</b>												
<b>Cortas</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>2,56</b>	<b>25,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2,44</b>	<b>-0,18</b>	<b>51,00</b>	<b>35,20</b>	<b>2,44</b>	<b>3,76</b>
Cuello raíz	1	1,00	4	2,56	25,00	0,00	2,44	-0,18	51,00	35,20	2,44	3,76
<b>Podas</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>2,56</b>	<b>25,00</b>	<b>1,00</b>	<b>2,44</b>	<b>0,82</b>	<b>51,00</b>	<b>31,30</b>	<b>2,44</b>	<b>-0,14</b>
Tronco	1	1,00	4	2,56	25,00	1,00	2,44	0,82	51,00	31,30	2,44	-0,14
<b>Op. en pies próximos</b>	<b>19</b>	<b>1,21</b>	<b>76</b>	<b>48,72</b>	<b>21,58</b>	<b>0,16</b>	<b>-0,98</b>	<b>-0,02</b>	<b>49,11</b>	<b>31,17</b>	<b>0,54</b>	<b>-0,27</b>
Tronco	8	1,25	32	20,51	21,25	0,13	-1,31	-0,06	49,63	31,10	1,06	-0,34
Cuello raíz	10	1,20	40	25,64	22,00	0,20	-0,56	0,02	49,00	31,12	0,44	-0,32
Tronco completo	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	46,00	32,20	-2,56	0,76
<b>OTROS DAÑOS</b>												
<b>Bacterias</b>	<b>3</b>	<b>1,00</b>	<b>12</b>	<b>7,69</b>	<b>30,00</b>	<b>0,33</b>	<b>7,44</b>	<b>0,15</b>	<b>46,67</b>	<b>29,80</b>	<b>-1,90</b>	<b>-1,64</b>

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Tronco	3	1,00	12	7,69	30,00	0,33	7,44	0,15	46,67	29,80	-1,90	-1,64
<b>Inter.físicas</b>	<b>8</b>	<b>1,00</b>	<b>32</b>	<b>20,51</b>	<b>23,13</b>	<b>0,38</b>	<b>0,57</b>	<b>0,20</b>	<b>46,50</b>	<b>31,95</b>	<b>-2,06</b>	<b>0,51</b>
Ramillos <2 cm	6	1,00	24	15,38	21,67	0,33	-0,89	0,15	46,17	32,52	-2,40	1,08
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	2,56	30,00	1,00	7,44	0,82	58,00	33,00	9,44	1,56
Ramas tam. variable	1	1,00	4	2,56	25,00	0,00	2,44	-0,18	37,00	27,50	-11,56	-3,94
<b>AG.DESCONOCIDO</b>												
<b>Ag.desconocido</b>	<b>39</b>	<b>1,15</b>	<b>156</b>	<b>100,00</b>	<b>24,49</b>	<b>0,21</b>	<b>1,93</b>	<b>0,03</b>	<b>49,03</b>	<b>31,94</b>	<b>0,46</b>	<b>0,50</b>
Hojas	11	1,18	44	28,21	25,91	0,18	3,35	0,00	48,73	31,75	0,16	0,32
Brotos del año	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	49,00	31,60	0,44	0,16
Ramillos <2 cm	11	1,00	44	28,21	22,73	0,18	0,17	0,00	51,00	32,43	2,44	0,99
Ramas 2-10 cm	2	1,00	8	5,13	22,50	0,00	-0,06	-0,18	48,00	31,80	-0,56	0,36
Ramas tam. variable	10	1,20	40	25,64	27,50	0,40	4,94	0,22	47,80	31,86	-0,76	0,42
Guía principal	1	3,00	4	2,56	25,00	0,00	2,44	-0,18	35,00	27,50	-13,56	-3,94
Tronco	2	1,00	8	5,13	17,50	0,00	-5,06	-0,18	47,50	31,85	-1,06	0,41
Cuello raíz	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	62,00	34,60	13,44	3,16

En cuanto a la presencia de agente dañinos identificados, destaca en primer lugar la presencia del curculiónido *Rhynchaenes fagi* sobre casi el 80% de las hayas evaluadas, en lo que supone un considerable incremento en su nivel de actividad con respecto al año pasado, y de quien pueden verse las clásicas minaduras triangulares en el ápice foliar progresando desde el nervio central debidas a la alimentación de la fase larvaria, junto con agujeros de perdigonado ocasionados por la alimentación de la fase adulta del insecto, así como mordeduras a lo largo del margen foliar, junto con alguna esqueletización puntual por pérdida de parénquima, causados por un **defoliador** afectando al 26% de los pies, en un tipo de afección que se reduce sin embargo respecto a la pasada revisión; así como agallas foliares del cecidómido *Mikiola fagi* en cerca del 25% del arbolado muestra, insecto éste ya advertido en pasadas revisiones y de quien se tienen repetidas citas en la zona a lo largo de los últimos años. No se han advertido efectos desestabilizadores por los insectos sobre las hayas evaluadas. Se advierte también la presencia del ácaro agallícola *Eriophyes nervisequus* en unos pocos ejemplares sueltos, sin mayor trascendencia fitosanitaria en el momento de la evaluación, así como alguna agalla de *Hartigiola annulipes* en alguna de las hayas del nivel de sotobosque.

Se han observado también unos pocos ejemplares sueltos con signos de pudriciones en el tronco, aunque sin aparecer tampoco asociadas a daños forestales de consideración.

En cuanto a los daños por agentes abióticos, se encuentran escasamente representados, afectando a cortas fracciones del arbolado muestra, asociados sobre todo a roturas de ramas de distinta naturaleza, fundamentalmente a causa del **viento**, sin mayor significación fitosanitaria en ningún caso, y lógicas al situarse la parcela en las inmediaciones de los Pirineos, en zona tradicionalmente batida por nevadas y tormentas.

Se registran también **daños antrópicos** en casi la mitad de las hayas evaluadas, asociados sobre todo a heridas en los troncos por antiguas operaciones de corta y saca planificadas, dentro del normal aprovechamiento forestal de la masa, que en algún caso aparecen asociados a alguna defoliación superior a los valores medios de la parcela, en algún tronco de dimensiones superiores al vuelo medio. En la mayoría de los casos se trata de heridas antiguas ya cicatrizadas y sin mayor relevancia fitosanitaria que su mera cita.

En una especie tan esciadófila como el haya, no es de extrañar la práctica ausencia de daños por competencia o falta de luz, tan habituales en otro tipo de masas, apareciendo tan sólo unos pocos ejemplares afectados por **interacciones físicas**, en las que el pie afectado tiene dificultades para expandir sus ramas al

dificultarlo la cercanía de los pies próximos, asociado en algún caso a alguna defoliación claramente superior a la media pero sin que ello suponga una amenaza directa sobre el arbolado.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se observan algunos **amarilleamientos** en las hojas, aparentemente en menor proporción que el año pasado y sin una incidencia fitosanitaria marcada en ningún caso. Como es muy frecuente también en los bosques caducifolios del tercio norte peninsular, se advierte una proliferación de **ramillos muertos** con las yemas formadas, lo que sugiere un daño reciente en la masa; fenómeno muy frecuente en hayedos y sobre todo en robledales y rebollares, y que lógicamente resulta más peligroso cuando afecta a la guía principal del árbol, responsable última del buen desarrollo del pie, sobre todo en especies de media luz que quedan bajo el dosel principal de copas. Se ha registrado algún **descortezamiento** o fenda en el tronco sin mayor trascendencia.

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

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

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>												
<b>Hojas</b>	<b>70</b>	<b>1,17</b>	<b>280</b>	<b>100,00</b>	<b>22,79</b>	<b>0,19</b>	<b>0,23</b>	<b>0,01</b>	<b>48,74</b>	<b>31,43</b>	<b>0,18</b>	<b>-0,01</b>
Comidos/perdidos	40	1,28	160	100,00	22,63	0,18	0,07	-0,01	48,45	31,41	-0,11	-0,03
Agujeros/Parc. comidas	38	1,26	152	97,44	22,24	0,16	-0,32	-0,02	48,32	31,49	-0,25	0,05
Caída prematura	2	1,50	8	5,13	30,00	0,50	7,44	0,32	51,00	29,90	2,44	-1,54
Dec. Verde-amarillo	14	1,07	56	35,90	23,21	0,29	0,65	0,11	47,93	31,88	-0,64	0,44
Completa	1	1,00	4	2,56	25,00	0,00	2,44	-0,18	43,00	30,80	-5,56	-0,64
Punteado	7	1,00	28	17,95	21,43	0,43	-1,13	0,25	48,00	31,57	-0,56	0,14
Internerval	2	1,00	8	5,13	22,50	0,00	-0,06	-0,18	47,00	33,00	-1,56	1,56
Parcial	4	1,25	16	10,26	26,25	0,25	3,69	0,07	49,50	32,13	0,94	0,69
Dec. Rojo-marrón	2	1,00	8	5,13	27,50	0,50	4,94	0,32	53,50	30,55	4,94	-0,89
Completa	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	49,00	31,60	0,44	0,16
Apical	1	1,00	4	2,56	35,00	1,00	12,44	0,82	58,00	29,50	9,44	-1,94
Microfilia	1	1,00	4	2,56	30,00	0,00	7,44	-0,18	50,00	32,60	1,44	1,16
Deformaciones	13	1,00	52	33,33	21,54	0,08	-1,02	-0,10	49,69	31,05	1,13	-0,39
Enrolladas	1	1,00	4	2,56	25,00	0,00	2,44	-0,18	35,00	27,50	-13,56	-3,94
Agallas	9	1,00	36	23,08	20,56	0,00	-2,00	-0,18	52,56	31,37	3,99	-0,07
Otras deformaciones	3	1,00	12	7,69	23,33	0,33	0,77	0,15	46,00	31,27	-2,56	-0,17
<b>RAMAS/BROTOS</b>												
<b>Brotos del año</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>2,56</b>	<b>20,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,56</b>	<b>-0,18</b>	<b>49,00</b>	<b>31,60</b>	<b>0,44</b>	<b>0,16</b>
Muerto/moribundo	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	49,00	31,60	0,44	0,16
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>18</b>	<b>1,00</b>	<b>72</b>	<b>46,15</b>	<b>22,22</b>	<b>0,22</b>	<b>-0,34</b>	<b>0,04</b>	<b>49,50</b>	<b>32,43</b>	<b>0,94</b>	<b>1,00</b>
Rotura	7	1,00	28	17,95	21,43	0,29	-1,13	0,11	47,14	32,44	-1,42	1,01
Muerto/moribundo	11	1,00	44	28,21	22,73	0,18	0,17	0,00	51,00	32,43	2,44	0,99
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>8</b>	<b>1,00</b>	<b>32</b>	<b>20,51</b>	<b>22,50</b>	<b>0,25</b>	<b>-0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>51,50</b>	<b>31,14</b>	<b>2,94</b>	<b>-0,30</b>
Rotura	6	1,00	24	15,38	22,50	0,33	-0,06	0,15	52,67	30,92	4,10	-0,52
Muerto/moribundo	2	1,00	8	5,13	22,50	0,00	-0,06	-0,18	48,00	31,80	-0,56	0,36
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>12</b>	<b>1,17</b>	<b>48</b>	<b>30,77</b>	<b>26,67</b>	<b>0,33</b>	<b>4,11</b>	<b>0,15</b>	<b>46,67</b>	<b>31,45</b>	<b>-1,90</b>	<b>0,01</b>

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Rotura	2	1,00	8	5,13	22,50	0,00	-0,06	-0,18	41,00	29,40	-7,56	-2,04
Muerto/moribundo	10	1,20	40	25,64	27,50	0,40	4,94	0,22	47,80	31,86	-0,76	0,42
<b>Guía principal</b>	<b>1</b>	<b>3,00</b>	<b>4</b>	<b>2,56</b>	<b>25,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2,44</b>	<b>-0,18</b>	<b>35,00</b>	<b>27,50</b>	<b>-13,56</b>	<b>-3,94</b>
Muerto/moribundo	1	3,00	4	2,56	25,00	0,00	2,44	-0,18	35,00	27,50	-13,56	-3,94
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>												
<b>Tronco en copa</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>2,56</b>	<b>20,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,56</b>	<b>-0,18</b>	<b>51,00</b>	<b>34,60</b>	<b>2,44</b>	<b>3,16</b>
Heridas	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	51,00	34,60	2,44	3,16
Grietas	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	51,00	34,60	2,44	3,16
<b>Tronco</b>	<b>14</b>	<b>1,14</b>	<b>56</b>	<b>35,90</b>	<b>22,86</b>	<b>0,21</b>	<b>0,30</b>	<b>0,03</b>	<b>48,79</b>	<b>30,94</b>	<b>0,22</b>	<b>-0,49</b>
Deformaciones	5	1,00	20	12,82	25,00	0,20	2,44	0,02	47,00	30,62	-1,56	-0,82
Tumores	3	1,00	12	7,69	30,00	0,33	7,44	0,15	46,67	29,80	-1,90	-1,64
Fendas longitudinales	2	1,00	8	5,13	17,50	0,00	-5,06	-0,18	47,50	31,85	-1,06	0,41
Heridas	9	1,22	36	23,08	21,67	0,22	-0,89	0,04	49,78	31,12	1,21	-0,31
Descortezamientos	3	1,67	12	7,69	20,00	0,00	-2,56	-0,18	49,33	30,40	0,77	-1,04
Grietas	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	49,00	31,60	0,44	0,16
Otras heridas	5	1,00	20	12,82	23,00	0,40	0,44	0,22	50,20	31,46	1,64	0,02
<b>Cuello raíz</b>	<b>15</b>	<b>1,13</b>	<b>60</b>	<b>38,46</b>	<b>22,00</b>	<b>0,13</b>	<b>-0,56</b>	<b>-0,05</b>	<b>49,07</b>	<b>31,83</b>	<b>0,50</b>	<b>0,40</b>
Heridas	12	1,17	48	30,77	22,08	0,17	-0,48	-0,01	50,25	31,75	1,69	0,31
Descortezamientos	11	1,09	44	28,21	22,73	0,18	0,17	0,00	50,55	32,07	1,98	0,64
Otras heridas	1	2,00	4	2,56	15,00	0,00	-7,56	-0,18	47,00	28,20	-1,56	-3,24
Pudriciones	3	1,00	12	7,69	21,67	0,00	-0,89	-0,18	44,33	32,17	-4,23	0,73
<b>Tronco completo</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>2,56</b>	<b>20,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,56</b>	<b>-0,18</b>	<b>46,00</b>	<b>32,20</b>	<b>-2,56</b>	<b>0,76</b>
Heridas	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	46,00	32,20	-2,56	0,76
Otras heridas	1	1,00	4	2,56	20,00	0,00	-2,56	-0,18	46,00	32,20	-2,56	0,76

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	Defoliadores		Chupadores		Minadores		Form. Agallas	
		n	%	n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>									
<b>Hojas</b>	<b>70</b>	<b>9</b>	<b>100,00</b>	<b>7</b>	<b>100,00</b>	<b>31</b>	<b>100,00</b>	<b>12</b>	<b>100,00</b>
Comidos/perdidos	40	8	88,89			30	96,77		
Agujeros/Parc. comidas	38	8	88,89			30	96,77		
Caída prematura	2								
Dec. Verde-amarillo	14			7	100,00				
Completa	1								
Punteado	7			7	100,00				
Internervial	2								
Parcial	4								
Dec. Rojo-marrón	2					1	3,23		
Completa	1								
Apical	1					1	3,23		
Microfilia	1								

	N par	Defoliadores		Chupadores		Minadores		Form. Agallas	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Deformaciones	13	1	11,11					12	100,00
Enrolladas	1	1	11,11						
Agallas	9							9	75,00
Otras deformaciones	3							3	25,00
<b>RAMAS/BROTOS</b>									
<b>Brotos del año</b>	<b>1</b>								
Muerto/moribundo	1								
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>18</b>								
Rotura	7								
Muerto/moribundo	11								
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>8</b>								
Rotura	6								
Muerto/moribundo	2								
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>12</b>								
Rotura	2								
Muerto/moribundo	10								
<b>Guía principal</b>	<b>1</b>								
Muerto/moribundo	1								
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>									
<b>Tronco en copa</b>	<b>1</b>								
Heridas	1								
Grietas	1								
<b>Tronco</b>	<b>14</b>								
Deformaciones	5								
Tumores	3								
Fendas longitudinales	2								
Heridas	9								
Descortezamientos	3								
Grietas	1								
Otras heridas	5								
<b>Cuello raíz</b>	<b>15</b>								
Heridas	12								
Descortezamientos	11								
Otras heridas	1								
Pudriciones	3								
<b>Tronco completo</b>	<b>1</b>								
Heridas	1								
Otras heridas	1								

	N par	Hongos pudrición		Fact. físicos		Viento/Tornado		Cortas	
		n	%	n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>									
<b>Hojas</b>	<b>70</b>								
Comidos/perdidos	40								
Agujeros/Parc. comidas	38								
Caída prematura	2								

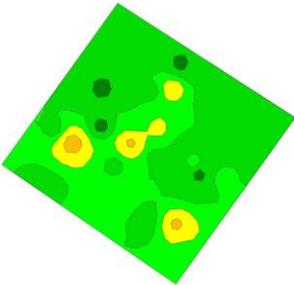
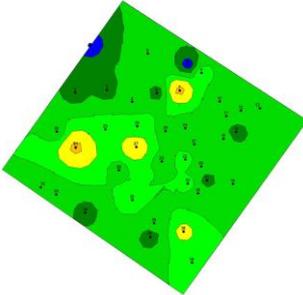
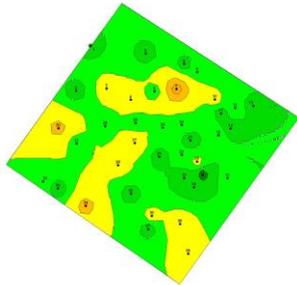
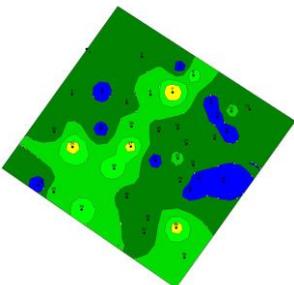
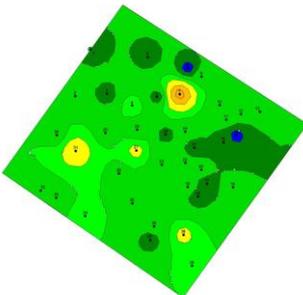
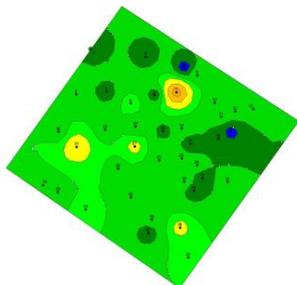
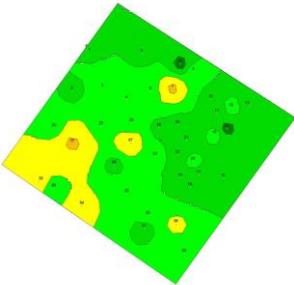
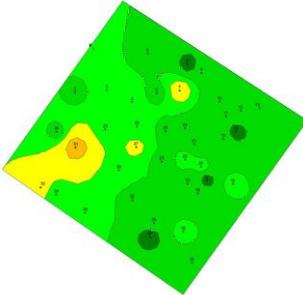
	N par	Hongos pudrición		Fact. físicos		Viento/Tornado		Cortas	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Dec. Verde-amarillo	14								
Completa	1								
Punteado	7								
Internervial	2								
Parcial	4								
Dec. Rojo-marrón	2								
Completa	1								
Apical	1								
Microfilia	1								
Deformaciones	13								
Enrolladas	1								
Agallas	9								
Otras deformaciones	3								
<b>RAMAS/BROTOS</b>									
<b>Brotos del año</b>	<b>1</b>								
Muerto/moribundo	1								
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>18</b>			<b>1</b>	<b>16,67</b>				
Rotura	7			1	16,67				
Muerto/moribundo	11								
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>8</b>			<b>4</b>	<b>66,67</b>	<b>1</b>	<b>50,00</b>		
Rotura	6			4	66,67	1	50,00		
Muerto/moribundo	2								
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>12</b>					<b>1</b>	<b>50,00</b>		
Rotura	2					1	50,00		
Muerto/moribundo	10								
<b>Guía principal</b>	<b>1</b>								
Muerto/moribundo	1								
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>									
<b>Tronco en copa</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>16,67</b>				
Heridas	1			1	16,67				
Grietas	1			1	16,67				
<b>Tronco</b>	<b>14</b>								
Deformaciones	5								
Tumores	3								
Fendas longitudinales	2								
Heridas	9								
Descortezamientos	3								
Grietas	1								
Otras heridas	5								
<b>Cuello raíz</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>100,00</b>					<b>1</b>	<b>100,00</b>
Heridas	12							1	100,00
Descortezamientos	11							1	100,00
Otras heridas	1								
Pudriciones	3	3	100,00						
<b>Tronco completo</b>	<b>1</b>								
Heridas	1								
Otras heridas	1								

	N par	Podas		Op. en pies próximos		Bacterias		Inter.físicas		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>											
<b>Hojas</b>	<b>70</b>									<b>11</b>	<b>28,21</b>
Comidos/perdidos	40									2	5,13
Agujeros/Parc. comidas	38										
Caída prematura	2									2	5,13
Dec. Verde-amarillo	14									7	17,95
Completa	1									1	2,56
Punteado	7										
Internervial	2									2	5,13
Parcial	4									4	10,26
Dec. Rojo-marrón	2									1	2,56
Completa	1									1	2,56
Apical	1										
Microfilia	1									1	2,56
Deformaciones	13										
Enrolladas	1										
Agallas	9										
Otras deformaciones	3										
<b>RAMAS/BROTOS</b>											
<b>Brotos del año</b>	<b>1</b>									<b>1</b>	<b>2,56</b>
Muerto/moribundo	1									1	2,56
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>18</b>							<b>6</b>	<b>75,00</b>	<b>11</b>	<b>28,21</b>
Rotura	7							6	75,00		
Muerto/moribundo	11									11	28,21
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>8</b>							<b>1</b>	<b>12,50</b>	<b>2</b>	<b>5,13</b>
Rotura	6							1	12,50		
Muerto/moribundo	2									2	5,13
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>12</b>							<b>1</b>	<b>12,50</b>	<b>10</b>	<b>25,64</b>
Rotura	2							1	12,50		
Muerto/moribundo	10									10	25,64
<b>Guía principal</b>	<b>1</b>									<b>1</b>	<b>2,56</b>
Muerto/moribundo	1									1	2,56
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>											
<b>Tronco en copa</b>	<b>1</b>										
Heridas	1										
Grietas	1										
<b>Tronco</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>8</b>	<b>42,11</b>	<b>3</b>	<b>100,00</b>			<b>2</b>	<b>5,13</b>
Deformaciones	5					3	100,00			2	5,13
Tumores	3					3	100,00				
Fendas longitudinales	2									2	5,13
Heridas	9	1	100,00	8	42,11						
Descortezamientos	3			3	15,79						
Grietas	1			1	5,26						
Otras heridas	5	1	100,00	4	21,05						
<b>Cuello raíz</b>	<b>15</b>			<b>10</b>	<b>52,63</b>					<b>1</b>	<b>2,56</b>
Heridas	12			10	52,63					1	2,56

	N par	Podas		Op. en pies próximos		Bacterias		Inter.físicas		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Descortezamientos	11			9	47,37					1	2,56
Otras heridas	1			1	5,26						
Pudriciones	3										
<b>Tronco completo</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>5,26</b>						
Heridas	1			1	5,26						
Otras heridas	1			1	5,26						



FIG 6. Agalla femenina de *Mikiola fagi*. Daños por pulgones. Minaduras y perdigonados causadas por *Rhynchaenus fagi*. Agallas de *Hartigiola annulipes*.

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

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

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

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

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

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

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

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

Defoliación	
0.00-12.50	
12.51-17.50	
17.51-22.50	
22.51-27.50	
27.51-37.50	
37.51-50.00	
50.01-62.50	
62.51-75.00	
75.01-88.10	
88.11-99.00	
99.10-100.00	

## 4. Instrumentación.

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

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

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
Meteorología	Torre meteorológica		1	1997	Quincenal/Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		
Precipitación incidente	Pluviómetro		1	1997	Quincenal/Mensual
	Acumuladores		4		
	Captador nieve		1		
Trascolación	Pluviómetro		1	1997	Quincenal/Mensual
	Acumuladores	6			
	Captador nieve	1			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	Quincenal/Mensual
Solución del suelo	Lisímetros	8		1998	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 interior, acumuladores de deposición, captador de desfronde. Estación meteorológica. Lisímetros

## 5. Deposición atmosférica.

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

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

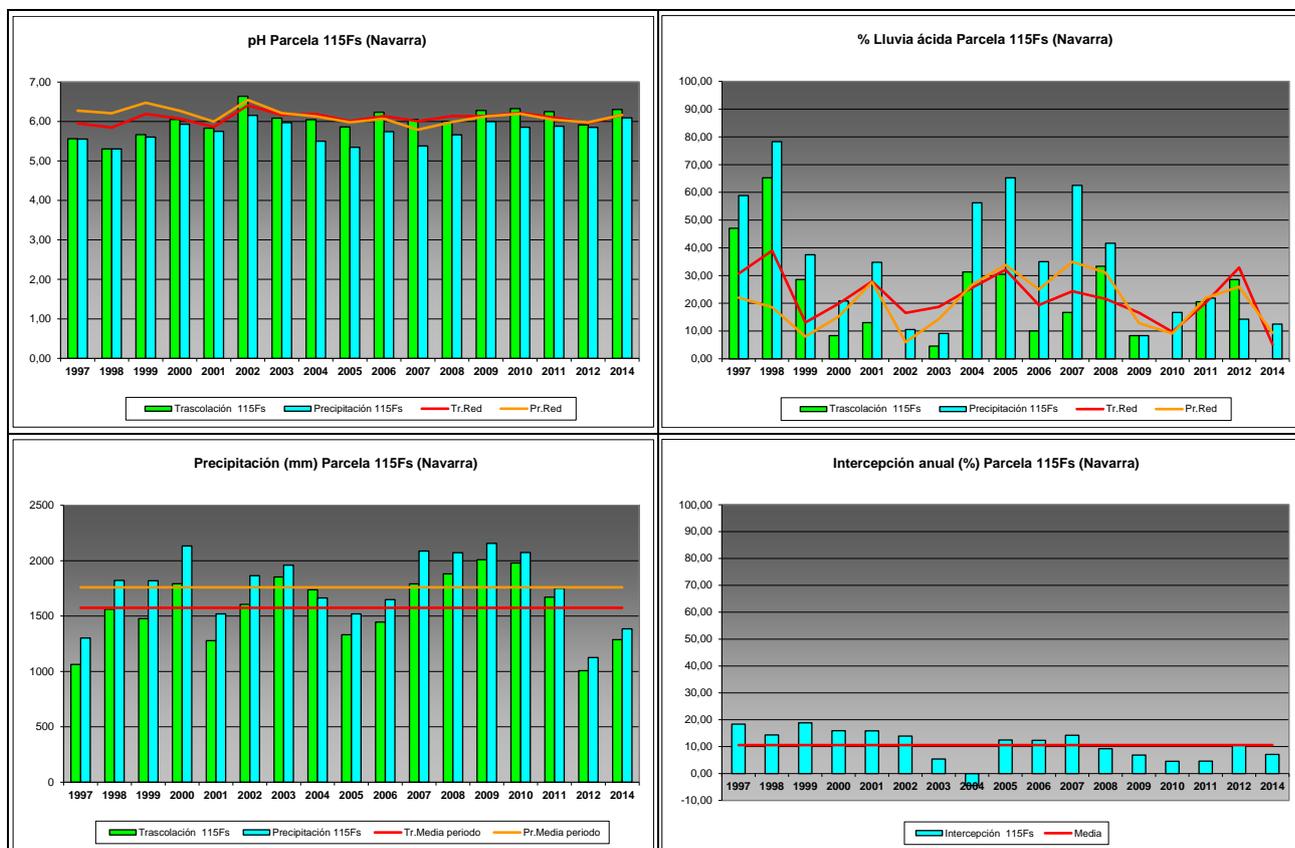
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 115Fs, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) 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	5,56	47,06	1063	5,56	58,82	1302	5,95	6,27
1998	5,30	65,22	1561	5,30	78,26	1822	5,84	6,21
1999	5,67	28,57	1476	5,60	37,50	1819	6,19	6,48
2000	6,05	8,33	1792	5,93	20,83	2132	6,07	6,27
2001	5,83	13,04	1278	5,75	34,78	1519	5,86	6,00
2002	6,64	0,00	1605	6,15	10,53	1864	6,41	6,54
2003	6,08	4,55	1853	5,97	9,09	1959	6,17	6,21
2004	6,04	31,25	1737	5,50	56,25	1663	6,19	6,13
2005	5,86	30,43	1331	5,35	65,22	1520	6,01	5,98
2006	6,23	10,00	1445	5,74	35,00	1648	6,13	6,07
2007	6,05	16,67	1790	5,38	62,50	2087	6,01	5,79
2008	6,00	33,33	1881	5,66	41,67	2072	6,14	5,99
2009	6,28	8,33	2008	5,99	8,33	2156	6,14	6,13
2010	6,32	0,00	1979	5,85	16,67	2073	6,22	6,19
2011	6,25	20,53	1670	5,88	21,85	1751	6,10	6,04
2012	5,91	28,57	1007	5,85	14,29	1125	5,96	5,98
2014	6,30	0,00	1286	6,09	12,50	1384	6,17	6,16
Media	6,02	20,35	1574,21	5,74	34,36	1758,58	6,09	6,14



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

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

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	21,29		1063	17,43		1302	25,59	22,11
1998	26,15		1561	19,95		1822	29,47	22,63
1999	22,56		1476	16,31		1819	33,24	19,93
2000	16,17		1792	12,90		2132	35,37	22,07
2001	19,15		1278	14,52		1519	28,43	16,06
2002	27,44		1605	23,00		1864	49,05	30,17
2003	20,99		1853	22,38		1959	46,47	25,27
2004	28,34		1737	25,16		1663	63,98	37,20
2005	23,47		1331	20,91		1520	65,86	30,61
2006	25,26		1445	22,72		1648	61,93	28,83
2007	27,08		1790	23,54		2087	50,03	28,98
2008	18,29		1881	12,51		2072	46,84	22,94
2009	23,13		2008	12,53		2156	49,56	20,18
2010	23,65		1979	12,07		2073	44,44	15,09
2011	19,96		1670	11,11		1751	51,52	19,09
2012	15,42		1007	9,32		1125	53,38	20,50
2014	19,58		1286	10,32		1384	28,66	15,29
Media	22,23		1574,21	16,86		1758,58	44,93	23,35

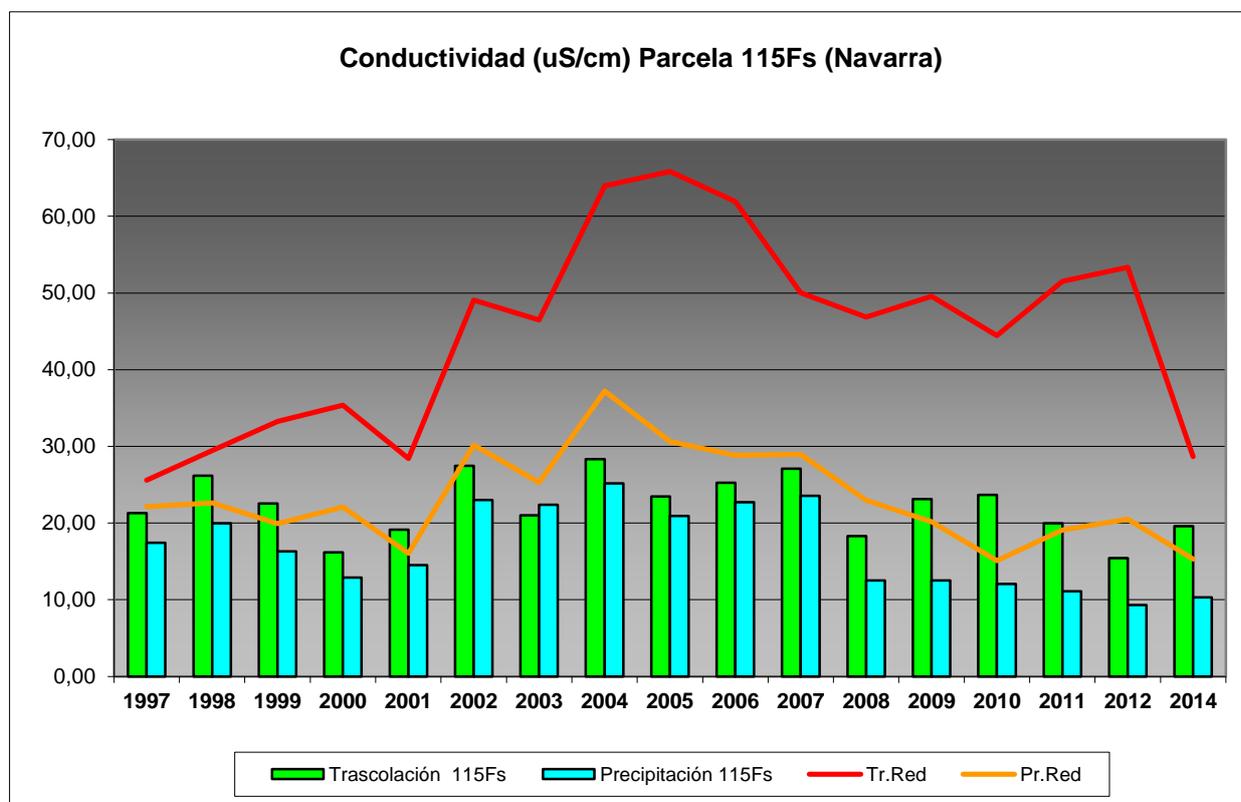


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

## 5.3. Potasio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,08	11,53	1063	0,13	1,64	1302	9,89	7,33	5,18
1998	1,02	15,97	1561	0,31	5,62	1822	10,35	19,45	13,28
1999	1,27	18,79	1476	0,12	2,13	1819	16,66	17,99	11,86
2000	1,24	22,17	1792	0,28	5,57	2132	16,60	22,33	15,28
2001	1,30	15,83	1278	0,15	1,61	1519	14,23	16,00	9,92
2002	2,43	39,05	1605	0,87	16,21	1864	22,84	19,36	7,73
2003	1,47	27,17	1853	0,47	9,22	1959	17,95	12,93	3,83
2004	2,67	31,81	1737	0,54	6,40	1663	25,41	16,14	4,88
2005	1,80	23,93	1331	0,63	9,64	1520	14,29	12,47	5,15
2006	2,50	36,19	1445	0,89	14,65	1648	21,54	19,14	9,86
2007	2,40	42,90	1790	0,67	13,92	2087	28,98	20,44	7,92
2008	2,70	50,78	1881	0,55	10,49	2072	40,29	22,97	6,57
2009	3,04	61,09	2008	0,32	5,88	2156	55,21	18,05	4,28
2010	3,70	73,25	1979	0,22	4,66	2073	68,59	21,96	3,59
2011	3,46	57,83	1670	0,43	7,58	1751	50,25	18,92	5,75
2012	0,63	6,35	1007	0,16	1,79	1125	4,56	2,99	0,92
2014	2,58	33,22	1286	0,43	5,92	1384	27,31	12,25	1,58
Media	2,08	33,40	1574,21	0,42	7,23	1758,58	26,17	16,51	6,92

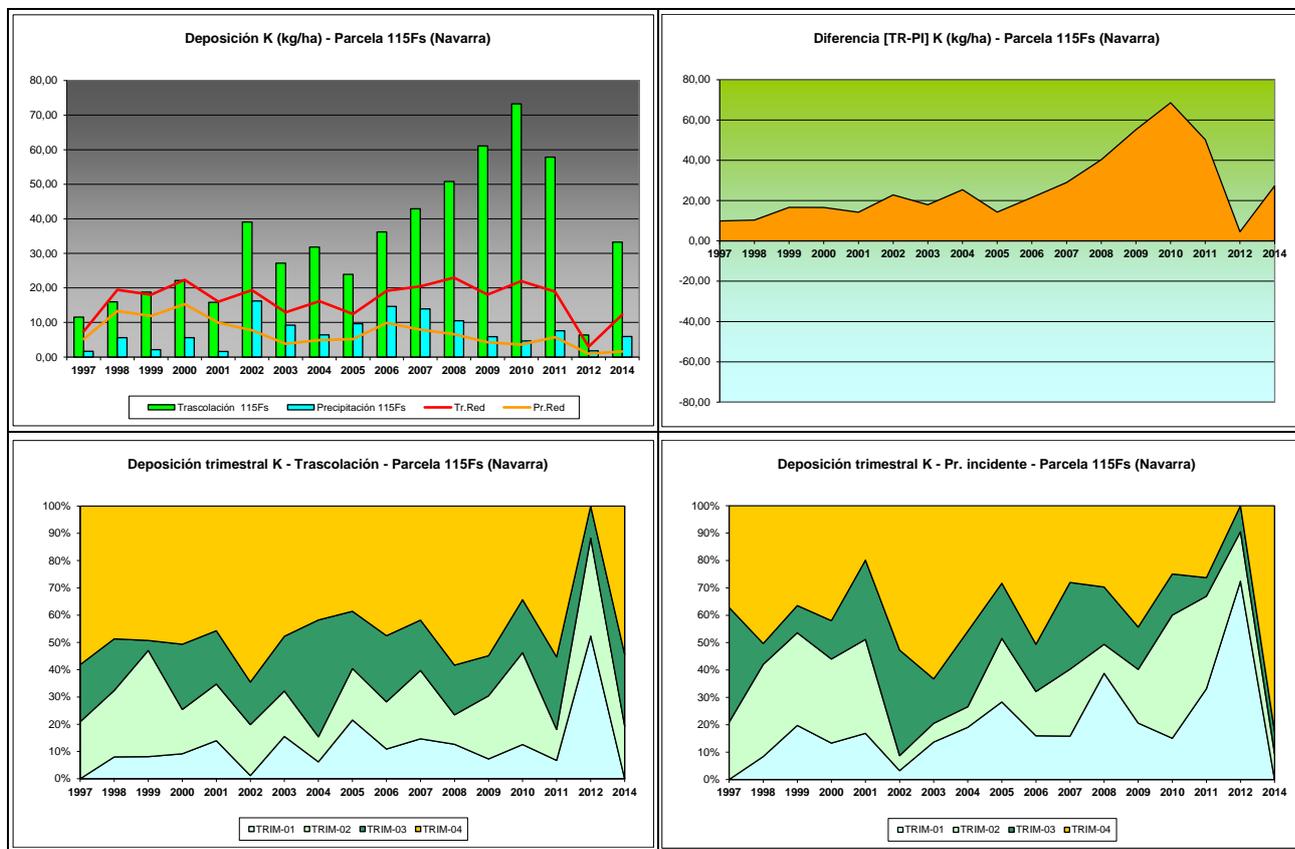


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	2,01	21,40	1063	0,44	5,78	1302	15,62	7,29	5,16
1998	1,20	18,67	1561	0,43	7,82	1822	10,85	6,91	4,05
1999	0,86	12,73	1476	0,94	17,07	1819	-4,34	10,77	6,68
2000	1,05	18,73	1792	0,81	16,14	2132	2,59	10,94	7,70
2001	1,23	11,32	1278	1,43	15,54	1519	-4,23	8,58	6,22
2002	0,71	11,45	1605	0,67	12,44	1864	-0,99	12,23	9,40
2003	<b>2,12</b>	<b>39,25</b>	1853	<b>2,83</b>	<b>55,37</b>	1959	-16,12	<b>23,45</b>	<b>26,64</b>
2004	1,02	16,00	1737	1,62	23,47	1663	-7,47	18,95	20,04
2005	0,84	11,13	1331	1,02	15,54	1520	-4,41	11,17	9,81
2006	1,11	16,07	1445	1,34	22,03	1648	-5,96	17,51	16,49
2007	0,99	17,72	1790	0,99	20,71	2087	-2,99	18,16	14,99
2008	0,60	11,24	1881	0,57	10,88	2072	0,36	14,94	12,47
2009	<b>0,51</b>	10,27	2008	0,49	10,65	2156	-0,38	10,43	6,81
2010	0,51	10,14	1979	0,46	9,49	2073	0,65	11,50	7,59
2011	0,62	10,34	1670	0,48	8,43	1751	1,91	11,32	6,29
2012	0,56	<b>5,63</b>	1007	<b>0,25</b>	<b>2,83</b>	1125	2,80	<b>3,22</b>	<b>2,60</b>
2014	0,76	9,73	1286	0,75	10,39	1384	-0,66	8,87	6,09
Media	<b>0,98</b>	<b>14,81</b>	<b>1574,21</b>	<b>0,91</b>	<b>15,56</b>	<b>1758,58</b>	<b>-0,75</b>	<b>12,13</b>	<b>9,94</b>

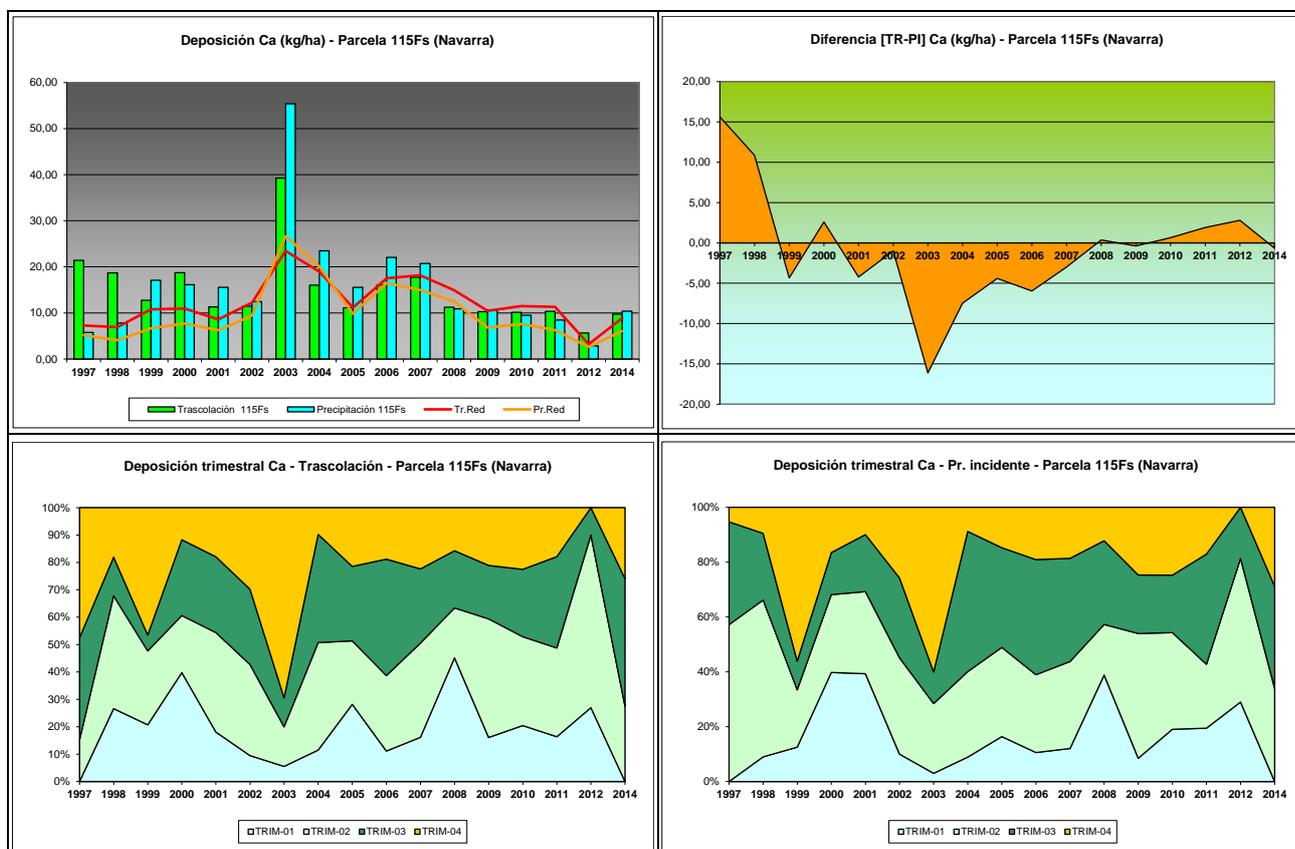
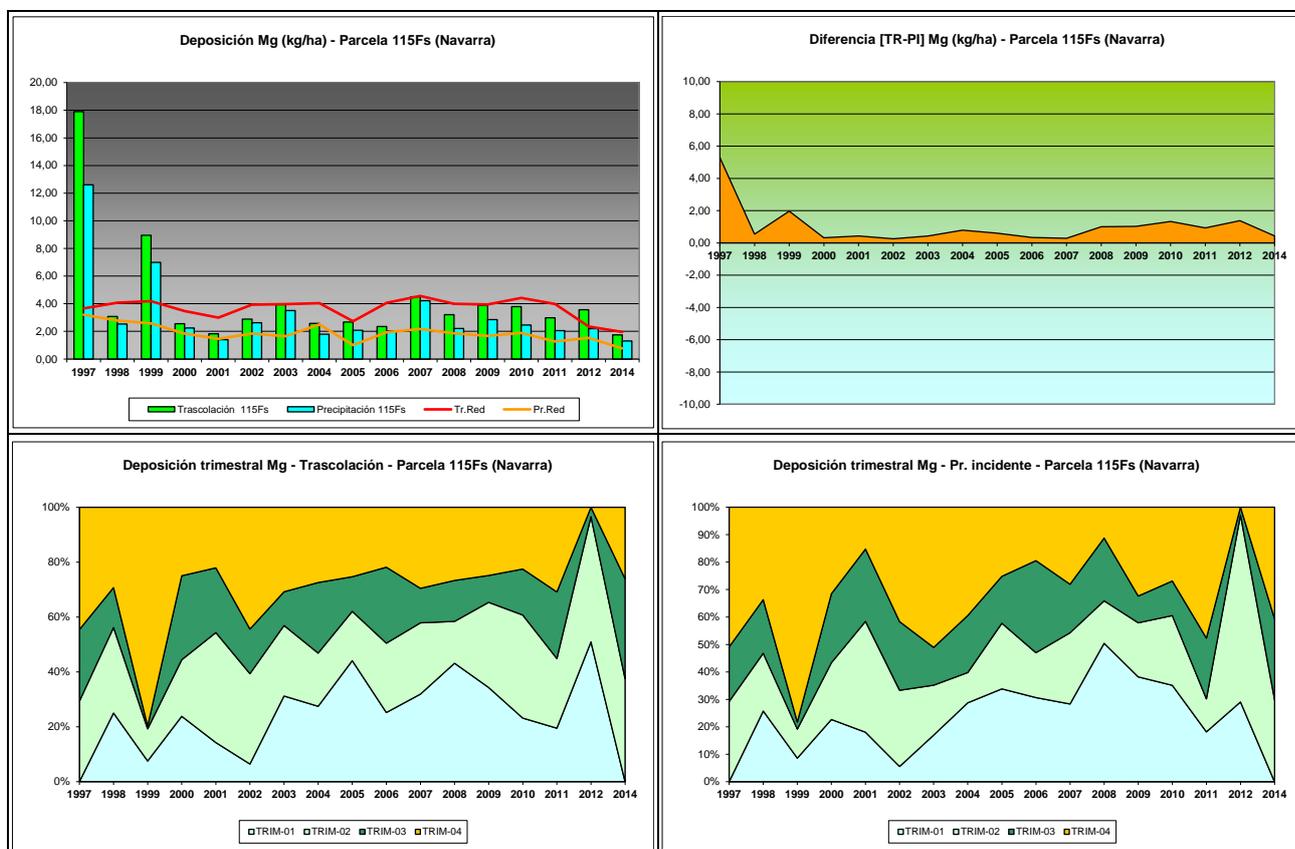


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	1,68	17,89	1063	0,97	12,61	1302	5,29	3,66	3,20
1998	0,20	3,07	1561	0,14	2,53	1822	0,54	4,07	2,78
1999	0,61	8,95	1476	0,38	6,99	1819	1,97	4,18	2,58
2000	0,16	2,56	1792	0,14	2,24	2132	0,32	3,46	1,84
2001	0,21	1,83	1278	0,14	1,40	1519	0,43	2,99	1,45
2002	0,18	2,88	1605	0,14	2,63	1864	0,26	3,93	1,83
2003	0,21	3,93	1853	0,21	3,51	1959	0,43	3,97	1,65
2004	0,16	2,57	1737	0,13	1,79	1663	0,79	4,03	2,51
2005	0,20	2,67	1331	0,15	2,07	1520	0,60	2,73	1,01
2006	0,16	2,35	1445	0,14	2,02	1648	0,34	4,06	1,94
2007	0,25	4,50	1790	0,20	4,22	2087	0,29	4,56	2,17
2008	0,17	3,21	1881	0,16	2,21	2072	1,00	3,99	1,87
2009	0,19	3,87	2008	0,13	2,85	2156	1,02	3,95	1,67
2010	0,19	3,79	1979	0,12	2,46	2073	1,33	4,42	1,89
2011	0,18	2,98	1670	0,12	2,05	1751	0,93	3,98	1,27
2012	0,35	3,57	1007	0,19	2,19	1125	1,38	2,35	1,52
2014	0,14	1,74	1286	0,09	1,31	1384	0,43	1,96	0,77
Media	0,31	4,26	1574,21	0,21	3,24	1758,58	1,02	3,66	1,88



**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	0,76	8,05	1063	0,50	6,55	1302	1,50	6,07	6,65
1998	1,12	17,51	1561	0,85	15,46	1822	2,05	11,74	10,50
1999	0,95	14,04	1476	0,66	11,97	1819	2,08	19,31	13,85
2000	0,73	13,06	1792	0,60	12,59	2132	0,47	18,12	13,02
2001	1,14	13,66	1278	0,94	12,53	1519	1,13	18,38	12,14
2002	1,73	27,69	1605	1,46	27,26	1864	0,44	28,50	18,75
2003	1,69	31,01	1853	1,42	27,73	1959	3,28	22,49	12,86
2004	1,86	29,18	1737	1,80	26,06	1663	3,12	22,85	13,75
2005	1,41	18,80	1331	0,97	14,68	1520	4,11	14,42	7,16
2006	1,21	17,54	1445	1,03	16,91	1648	0,64	24,17	16,07
2007	1,76	31,47	1790	1,35	28,21	2087	3,26	23,14	14,21
2008	1,14	21,46	1881	0,81	15,26	2072	6,20	19,63	11,01
2009	1,53	30,72	2008	1,06	22,82	2156	7,90	22,09	12,27
2010	1,35	26,66	1979	0,83	17,29	2073	9,37	24,37	13,76
2011	1,50	25,08	1670	0,75	13,12	1751	11,96	20,72	5,97
2012	1,13	11,40	1007	0,72	8,08	1125	3,32	4,35	2,86
2014	0,88	11,26	1286	0,60	8,35	1384	2,92	7,06	4,77
Media	1,29	20,51	1574,21	0,96	16,76	1758,58	3,75	18,08	11,15

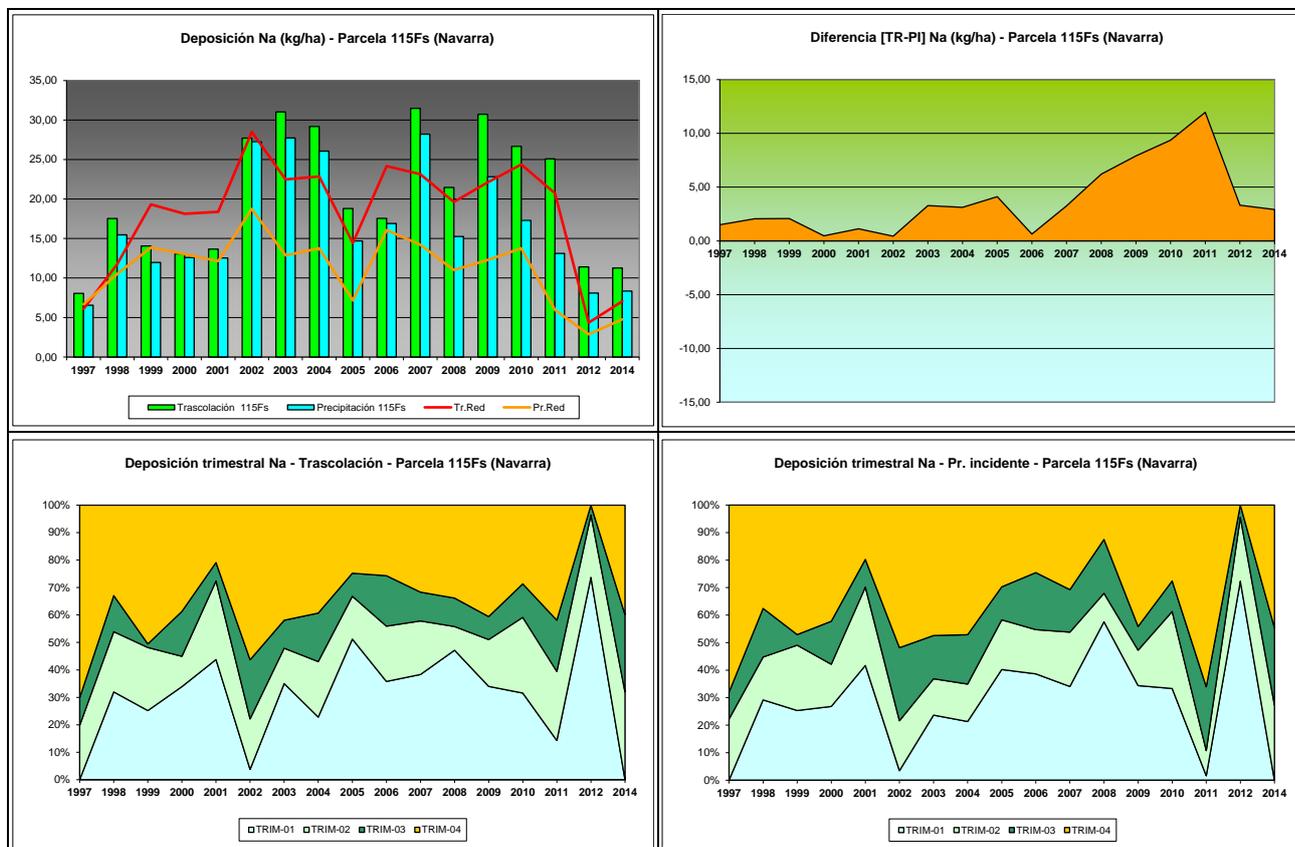


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	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			1063			1302	0,00	1,81	8,19
1998			1561			1822	0,00	2,24	8,36
1999			1476			1819	0,00	2,71	3,66
2000			1792			2132	0,00	2,48	4,26
2001			1278			1519	0,00	1,86	1,82
2002	0,34	5,49	1605	0,32	5,93	1864	-0,44	2,43	2,91
2003	0,27	4,92	1853	0,30	5,78	1959	-0,87	3,06	3,10
2004	0,44	7,00	1737	0,35	5,42	1663	1,58	4,12	3,23
2005	0,26	3,51	1331	0,29	4,46	1520	-0,95	2,41	1,80
2006	0,40	5,74	1445	0,37	6,02	1648	-0,28	3,62	3,05
2007	0,35	6,24	1790	0,37	7,65	2087	-1,42	3,53	3,58
2008	0,27	3,64	1881	0,25	4,67	2072	-1,02	2,91	2,62
2009	0,37	5,33	2008	0,18	3,92	2156	1,41	2,73	1,82
2010	0,25	4,98	1979	0,23	4,84	2073	0,14	3,12	2,09
2011	0,38	6,39	1670	0,37	6,42	1751	-0,02	4,36	3,15
2012	0,76	7,69	1007	0,71	8,00	1125	-0,30	2,26	2,06
2014	0,62	7,94	1286	0,46	6,36	1384	1,58	4,22	3,26
Media	0,36	4,05	1574,21	0,32	4,09	1758,58	-0,04	2,93	3,47

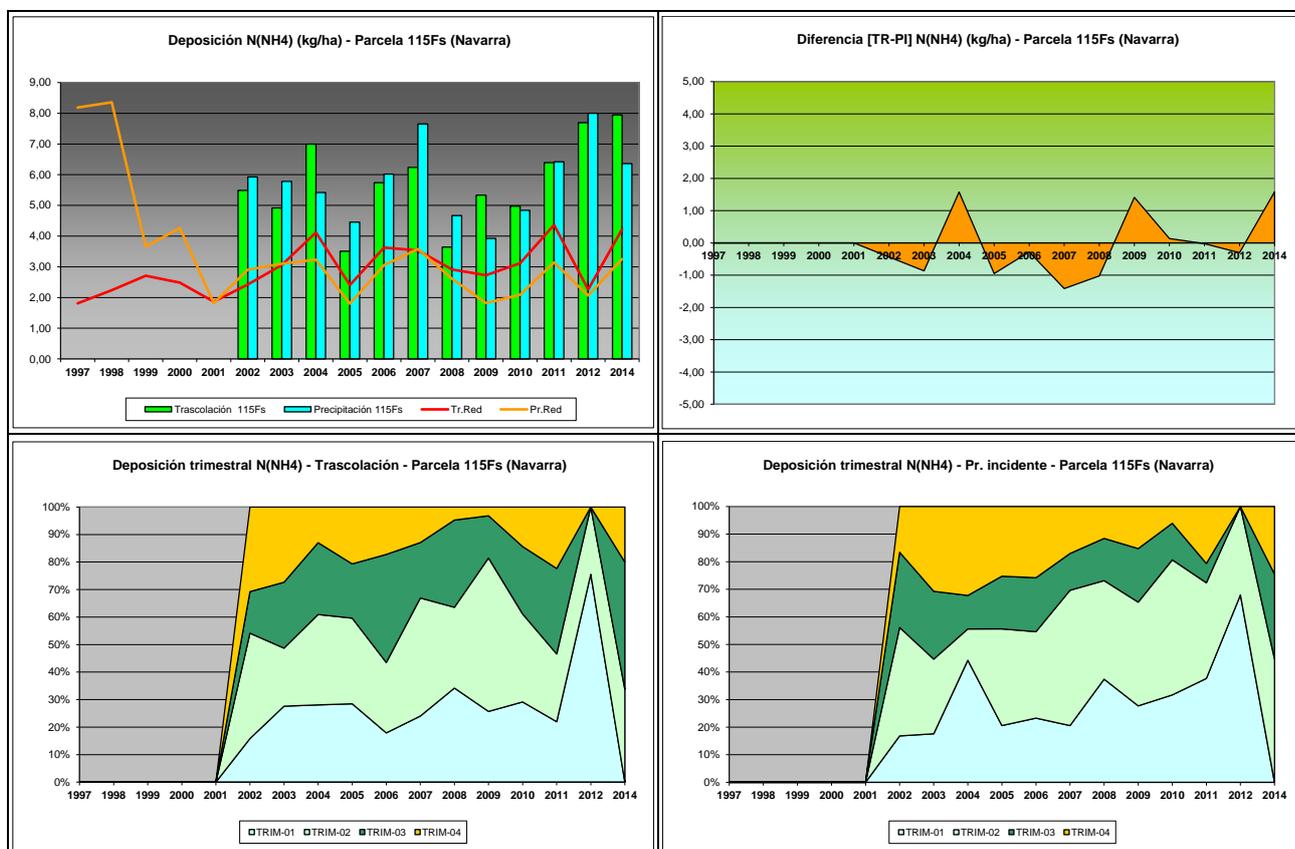


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	1,05	11,12	1063	0,83	10,77	1302	0,35	10,88	10,93
1998	2,29	35,73	1561	1,69	30,75	1822	4,98	19,88	16,27
1999	1,96	29,00	1476	1,39	25,33	1819	3,67	36,56	23,56
2000	1,14	20,04	1792	0,86	18,01	2132	2,04	28,62	15,70
2001	2,03	25,93	1278	1,47	22,26	1519	3,67	32,37	19,20
2002	2,69	43,21	1605	1,64	30,56	1864	12,65	44,79	24,88
2003	3,54	65,36	1853	2,93	57,20	1959	8,16	39,97	31,89
2004	2,48	43,09	1737	3,43	57,01	1663	-13,92	47,45	37,43
2005	3,07	40,86	1331	2,87	43,66	1520	-2,79	28,61	21,76
2006	2,80	40,49	1445	3,30	54,41	1648	-13,92	49,90	41,76
2007	3,49	62,49	1790	3,51	73,27	2087	-10,79	45,78	37,79
2008	2,36	44,42	1881	1,83	37,93	2072	6,49	40,90	30,60
2009	2,92	58,69	2008	1,91	41,17	2156	17,52	45,08	25,80
2010	2,03	40,22	1979	1,23	25,47	2073	14,75	41,17	21,32
2011	2,22	36,76	1670	1,32	22,96	1751	13,80	29,44	13,12
2012	2,45	24,65	1007	1,41	15,88	1125	8,77	11,34	5,87
2014	1,03	13,21	1286	0,63	8,70	1384	4,52	6,22	3,12
Media	2,33	37,37	1574,21	1,90	33,84	1758,58	3,53	32,88	22,41

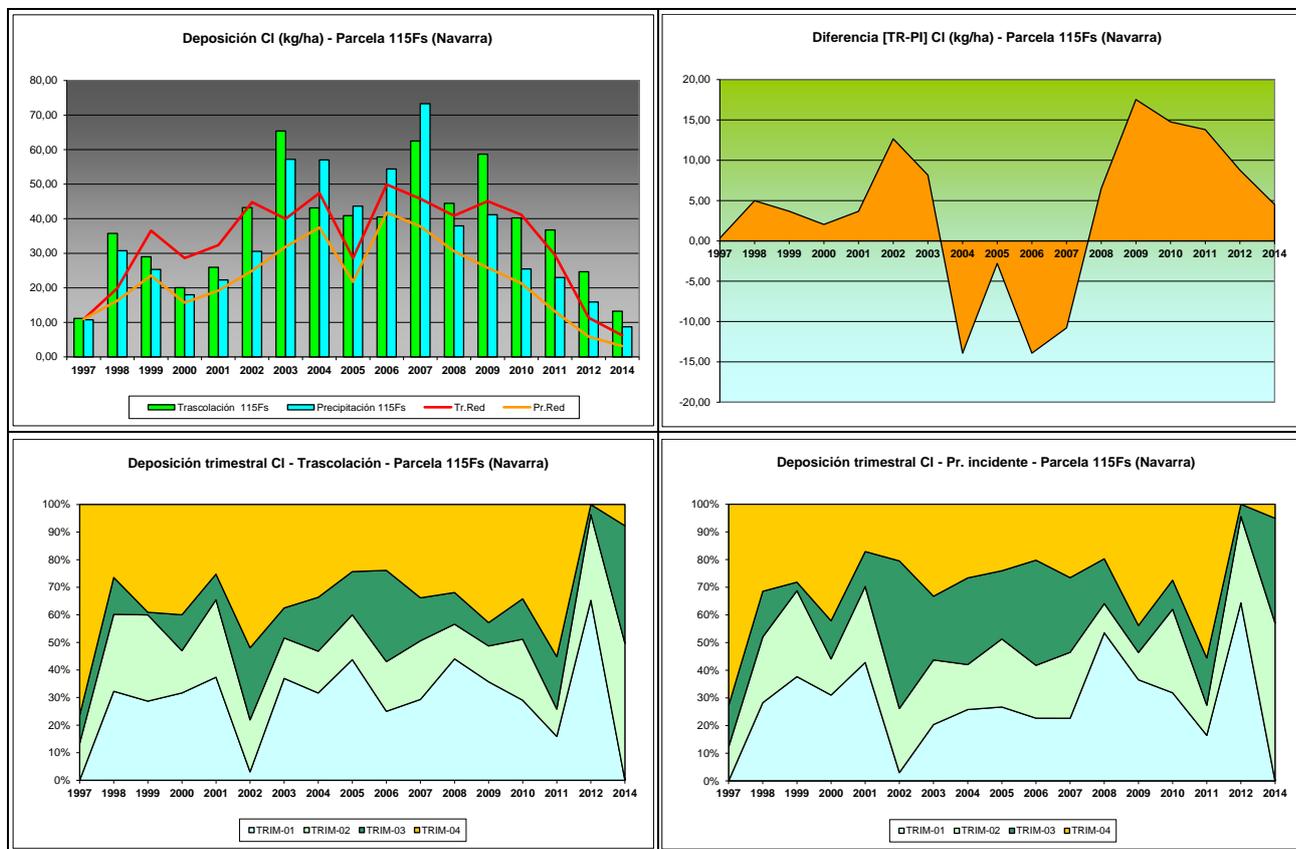


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	0,29	3,07	1063	0,23	3,05	1302	0,01	2,24	2,13
1998	0,35	5,44	1561	0,23	4,26	1822	1,18	3,67	2,27
1999	0,34	5,00	1476	0,24	4,37	1819	0,63	4,43	2,94
2000	0,25	4,38	1792	0,26	5,36	2132	-0,98	3,79	2,38
2001	0,36	4,58	1278	0,27	4,15	1519	0,44	3,51	2,09
2002	0,36	5,82	1605	0,33	5,23	1864	0,59	4,15	2,84
2003	0,26	4,79	1853	0,24	4,65	1959	0,14	5,39	2,74
2004	<b>0,49</b>	<b>8,32</b>	1737	0,46	7,62	1663	0,70	6,93	3,28
2005	0,33	4,44	1331	0,24	3,62	1520	0,82	4,31	1,83
2006	0,28	4,10	1445	0,24	3,98	1648	0,12	5,54	2,75
2007	0,32	5,71	1790	0,27	5,67	2087	0,04	5,06	2,96
2008	0,31	5,91	1881	0,25	5,18	2072	0,73	4,72	3,38
2009	<b>0,19</b>	3,19	2008	<b>0,17</b>	3,65	2156	-0,46	3,87	1,87
2010	0,22	3,65	1979	0,27	5,54	2073	-1,89	1,87	2,37
2011	0,49	8,08	1670	<b>0,50</b>	<b>8,65</b>	1751	-0,57	<b>7,76</b>	<b>4,61</b>
2012	0,24	<b>2,38</b>	1007	0,24	<b>2,65</b>	1125	-0,27	<b>1,65</b>	<b>0,99</b>
2014	0,25	3,23	1286	0,21	2,92	1384	0,31	2,70	1,48
Media	<b>0,31</b>	<b>4,83</b>	<b>1574,21</b>	<b>0,27</b>	<b>4,74</b>	<b>1758,58</b>	<b>0,09</b>	<b>4,21</b>	<b>2,52</b>

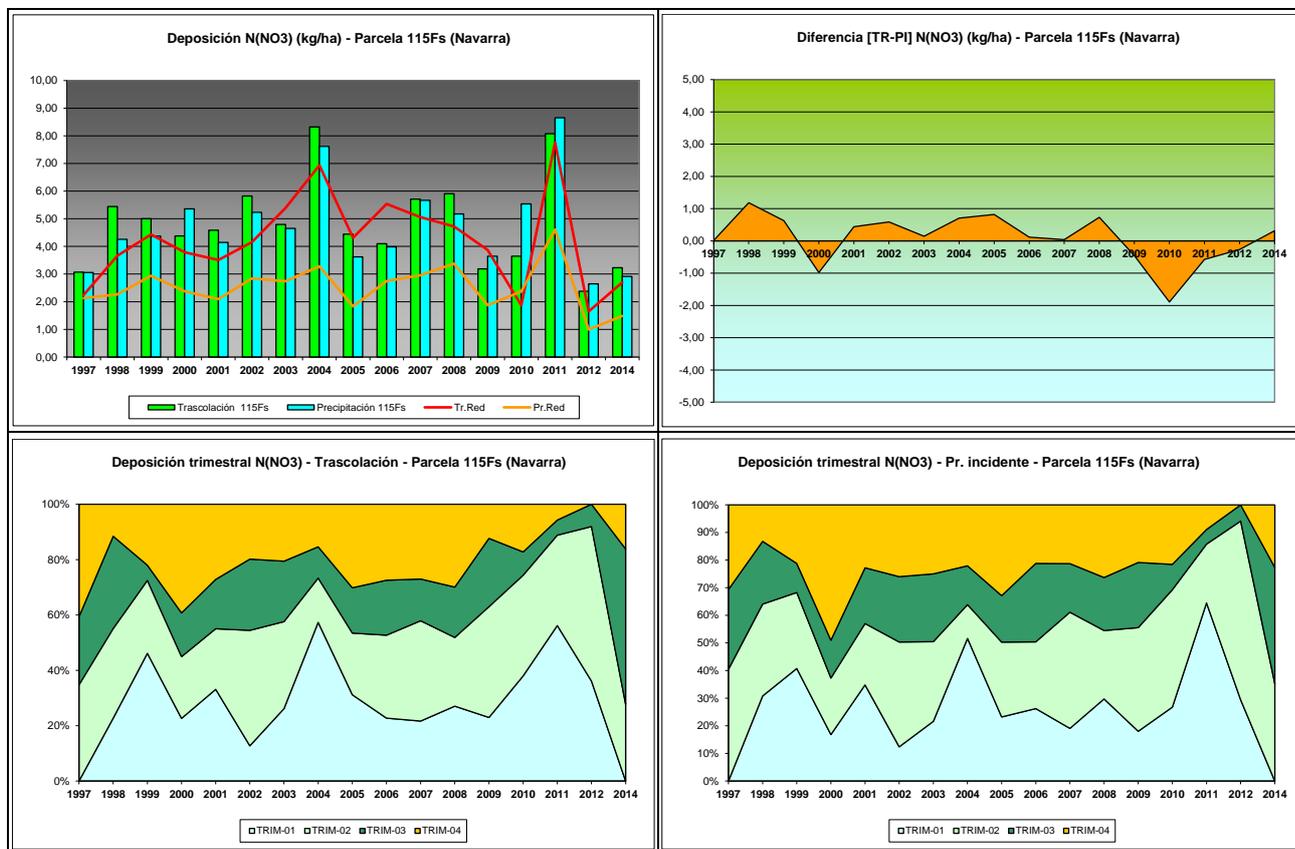


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	0,47	5,05	1063	0,38	4,92	1302	0,12	3,00	3,70
1998	0,50	7,81	1561	0,40	7,38	1822	0,44	5,81	5,79
1999	0,42	6,27	1476	0,39	7,03	1819	-0,76	7,17	<b>6,35</b>
2000	0,42	7,40	1792	0,33	6,82	2132	0,58	6,42	4,57
2001	0,46	5,90	1278	0,37	5,62	1519	0,28	5,68	4,11
2002	0,61	9,80	1605	0,54	10,07	1864	-0,27	7,73	6,07
2003	0,55	10,16	1853	0,41	8,08	1959	2,08	6,85	4,80
2004	<b>0,73</b>	<b>12,63</b>	1737	<b>0,63</b>	<b>10,49</b>	1663	2,14	<b>8,72</b>	5,84
2005	0,46	6,19	1331	0,39	6,00	1520	0,19	4,69	3,12
2006	0,48	6,93	1445	0,41	6,75	1648	0,18	6,80	4,69
2007	0,56	10,04	1790	0,42	8,81	2087	1,23	7,24	5,12
2008	<b>0,20</b>	3,72	1881	<b>0,18</b>	3,76	2072	-0,04	4,49	2,61
2009	0,32	6,43	2008	0,26	5,57	2156	0,86	4,67	3,32
2010	0,28	5,61	1979	0,22	4,55	2073	1,06	4,27	2,88
2011	0,45	7,39	1670	0,40	7,02	1751	0,37	5,93	4,57
2012	0,37	<b>3,71</b>	1007	0,31	<b>3,44</b>	1125	0,27	<b>1,84</b>	<b>1,35</b>
2014	0,35	4,49	1286	0,27	3,71	1384	0,78	2,25	2,07
Media	<b>0,45</b>	<b>7,03</b>	<b>1574,21</b>	<b>0,37</b>	<b>6,47</b>	<b>1758,58</b>	<b>0,56</b>	<b>5,50</b>	<b>4,17</b>

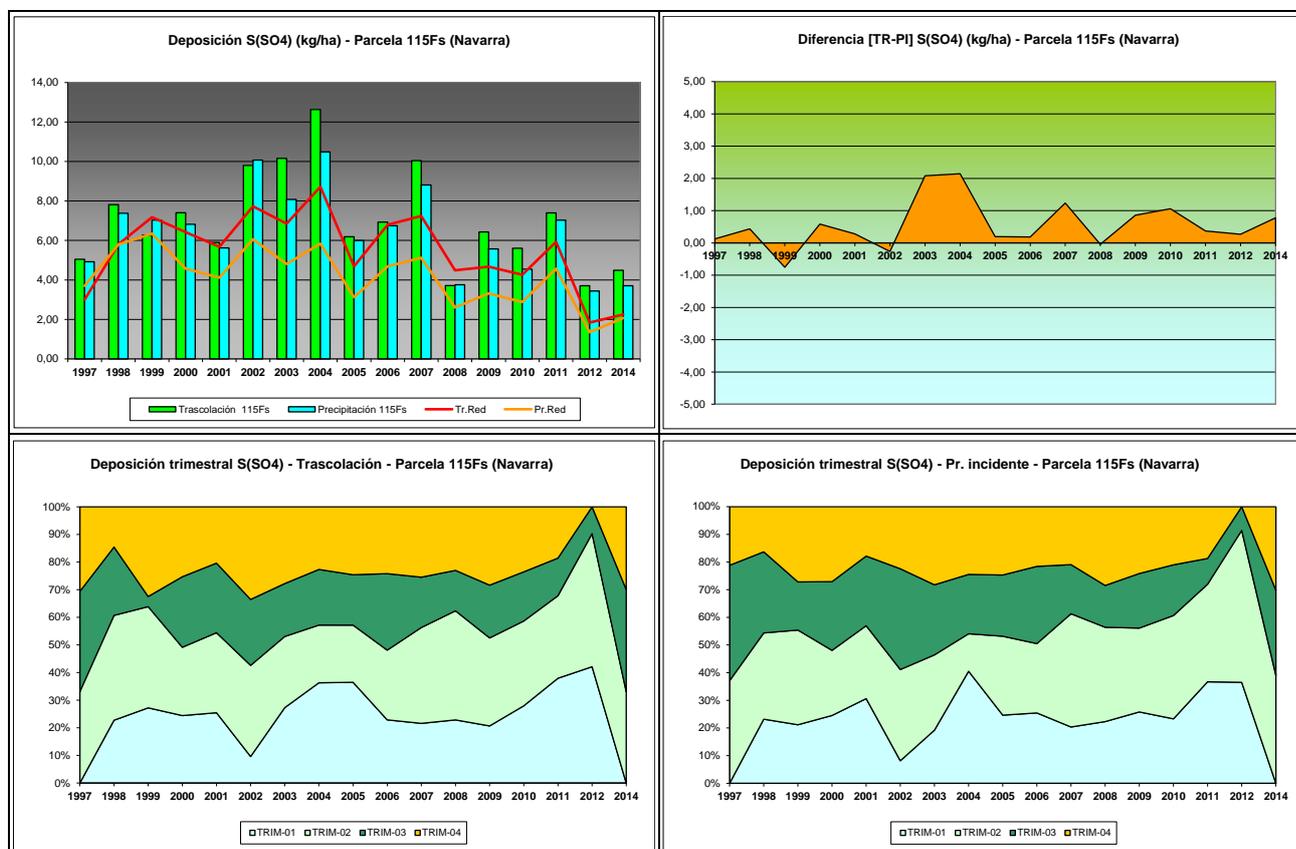


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 115Fs, cabe destacar:

Se observan valores de **pH** similares en general a la media de la red, con valores ligeramente más ácidos en la precipitación a campo abierto, con una mayor acidificación general a lo largo del periodo 2004-2008 cuando una fracción no desdeñable de las precipitaciones se situó en lo que se ha dado en denominar “lluvia ácida”, reduciéndose posteriormente el número de casos. Los valores de la intercepción debidos a la cubierta arbórea son, en general bajos, como corresponde a una parcela poblada por una caducifolia que pierde el follaje durante algo más de la mitad del año, reduciendo su papel amortiguador.

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, con un comportamiento muy estable en torno a 20-30  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y mayores valores en trascolación.

En cuanto al **potasio**, se registran también deposiciones por encima de la media de la red, alcanzándose el máximo local en 2010, para decaer a partir de ese momento, experimentándose un repunte considerable a lo largo del último año. Las tasas obtenidas en trascolación son también netamente superiores a las obtenidas en la precipitación incidente.

El **calcio** presenta también tasas similares a la media de la red, a excepción del periodo 1997-2003 en que los registros fueron siempre superiores. Para ir reduciéndose paulatinamente a partir de ese momento hasta situarse en el entorno de los 5 kg/ha, situación muy estable que se viene observando desde 2008. Por regla general el terrígeno ha presentado mayores tasas de deposición a cielo abierto que bajo cubierta arbórea.

Por lo que respecta al **magnesio**, y excepción hecha del periodo inicial, se han encontrado en general deposiciones por debajo de la media de la red y muy estables en torno a valores de 2-4 kg/ha, siendo pequeñas las diferencias entre las dos vías de entrada al sistema

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores superiores a la media de la red, si bien se advierte una cierta reducción en sus tasas desde 2010, fuera del periodo 2002-2009 en que se obtuvieron deposiciones considerables, siempre superiores en la trascolación.

El **amonio** presenta también deposiciones superiores a la media de la red que se han incrementado además a lo largo del último trienio, superándose por regla general los 5 kg/ha, mientras que no se advierten grandes diferencias entre las tasas de trascolación bajo cubierta y a campo abierto.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, se ha registrado también deposiciones superiores a la media de la red a lo largo de la serie aunque la tendencia es decreciente desde 2009, alejándose del máximo local de 2007; momento a partir del cual las deposiciones bajo cubierta son superiores a las obtenidas a cielo abierto.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general superiores a la media de la Red, con máximos locales en 2004 y 2011 en los que se supera el umbral de 5-6 kg/ha característico del resto de la serie. En la reducción observada en el último bienio debe tenerse en cuenta que no se trata de anualidades completas. Generalmente las tasas obtenidas en trascolación han sido superiores a las habidas a campo abierto, pero no han mostrado una tendencia tan clara como en otras parcelas.

El comportamiento de los **sulfatos** ha sido similar al del contaminante anterior, con máximos en el periodo 2002-2004 y repuntes en 2007 y 2011, superándose los valores medios de la red y con valores más elevados bajo cubierta arbórea en todos los años de evaluación.

Los mayores aportes han tendido a producirse en primavera y otoño.

## 6. Calidad del aire. Inmisión.

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

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

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

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

Año	Parcela				Media Red			
	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NH <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> (ppb)	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NH <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> (ppb)
2000	1,34	1,32	1,74	25,73	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	<b>3,47</b>	1,22	1,54	32,96	<b>3,01</b>	2,51	2,13	38,48
2002	0,57	<b>0,37</b>	1,45	27,29	0,95	<b>0,75</b>	1,57	32,70
2003	0,56	0,46	<b>3,86</b>	26,65	1,05	1,07	<b>2,87</b>	30,03
2004	0,74	0,57	2,03	23,61	1,47	1,34	2,69	<b>25,36</b>
2005								
2006	0,67	0,51	1,35	24,46	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	0,75	0,64	1,58	<b>22,71</b>	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	<b>0,51</b>	0,57	1,32	23,37	<b>0,82</b>	1,32	0,93	27,18
2009	0,81	1,74	1,15	30,46	1,06	2,89	1,30	36,30
2010	0,82	<b>1,89</b>	0,92	31,69	1,29	<b>3,38</b>	1,00	37,54
2011	0,62				1,50		<b>0,48</b>	
2012	0,79	1,59	<b>0,90</b>	<b>35,01</b>	1,60	3,25	0,85	<b>38,79</b>
2014	0,80	1,73	0,97	25,08	1,44	3,35	1,11	29,51
<b>Media</b>	<b>0,96</b>	<b>1,05</b>	<b>1,57</b>	<b>27,42</b>	<b>1,50</b>	<b>2,13</b>	<b>1,54</b>	<b>32,11</b>

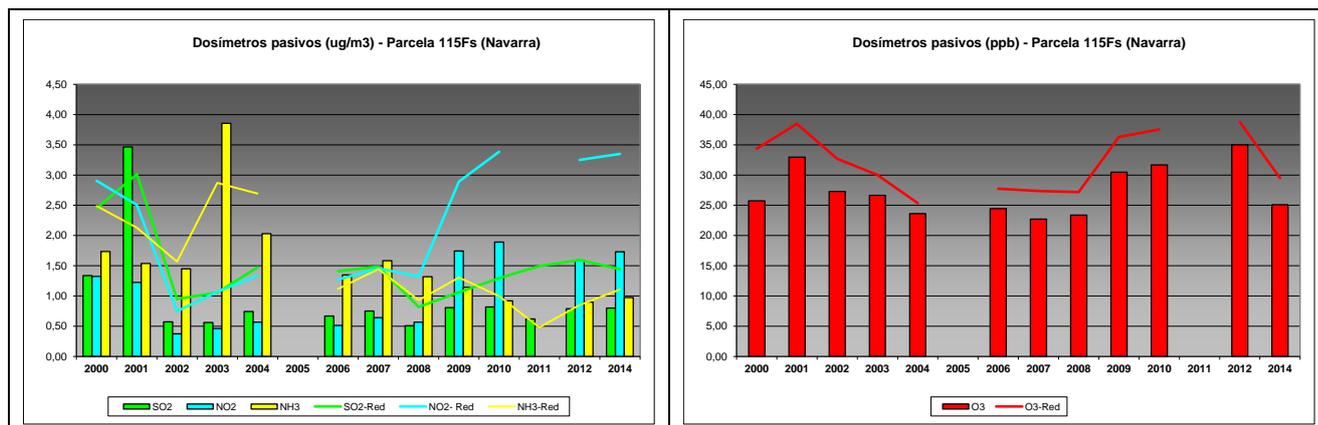


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, los compuestos nitrogenados han sido los más abundantes en el aire, el amoníaco hacia comienzos de la serie, que se ha ido reduciendo hasta ser sustituido por los óxidos de nitrógeno, mientras que el dióxido de azufre presenta un comportamiento más estable con excepción del pico de 2001. Se advierte también un aumento más o menos sostenido en el ozono a lo largo de los últimos años.

## 7. Análisis foliar.

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

### 7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

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

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
1995-1996	03 Fs	La Rioja	9,00	27,56	2,20	1,62	11,57	1,77	7,52	
	115 Fs	Navarra	7,00	26,64	1,94	1,20	7,25	1,24	7,90	
	<i>F.sylvatica</i>	España	8,00	27,10	2,07	1,41	9,41	1,51	7,71	
1997-1998	03 Fs	La Rioja	7,00	29,24	1,76	1,88	11,49	1,77	10,59	
	115 Fs	Navarra	8,00	26,60	1,72	1,29	8,11	1,06	10,09	
	<i>F.sylvatica</i>	España	7,50	27,92	1,74	1,59	9,80	1,42	10,34	
1999-2000	03 Fs	La Rioja	7,00	24,78	1,78	1,47	9,30	1,69	8,55	
	115 Fs	Navarra	9,00	24,22	1,70	1,23	6,71	1,12	8,79	
	<i>F.sylvatica</i>	España	8,00	24,50	1,74	1,35	8,01	1,41	8,67	
2001-2002	03 Fs	La Rioja	8,00	26,46	1,81	1,75	9,66	1,81	9,06	
	115 Fs	Navarra	9,00	24,35	1,68	1,07	5,54	0,86	8,44	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	<i>F.sylvatica</i>	España	8,50	25,41	1,75	1,41	7,60	1,34	8,75	
2003-2004	03 Fs	La Rioja	10,00	24,58	1,53	1,66	8,86	1,62	10,12	
	<b>115 Fs</b>	<b>Navarra</b>	<b>12,00</b>	<b>22,44</b>	<b>1,40</b>	<b>1,11</b>	<b>5,31</b>	<b>0,70</b>	<b>8,95</b>	
	<i>F.sylvatica</i>	España	11,00	23,51	1,47	1,39	7,09	1,16	9,54	
2005-2006	03 Fs	La Rioja	13,00	25,11	1,62	1,39	9,45	1,59	8,20	
	<b>115 Fs</b>	<b>Navarra</b>	<b>11,00</b>	<b>23,42</b>	<b>1,58</b>	<b>1,03</b>	<b>5,47</b>	<b>1,16</b>	<b>8,12</b>	
	<i>F.sylvatica</i>	España	12,00	24,27	1,60	1,21	7,46	1,38	8,16	
2007-2008	03 Fs	La Rioja	11,00	23,01	1,43	1,37	7,61	1,39	8,03	
	<b>115 Fs</b>	<b>Navarra</b>	<b>11,00</b>	<b>23,42</b>	<b>1,49</b>	<b>1,08</b>	<b>5,80</b>	<b>1,18</b>	<b>8,71</b>	
	<i>F.sylvatica</i>	España	11,00	23,22	1,46	1,23	6,71	1,29	8,37	
2009-2010	<b>115 Fs</b>	<b>Navarra</b>	<b>8,00</b>	<b>26,54</b>	<b>1,67</b>	<b>1,24</b>	<b>7,68</b>	<b>1,53</b>	<b>8,60</b>	
	<i>F.sylvatica</i>	España	8,00	26,54	1,67	1,24	7,68	1,53	8,60	
2011-2012	<b>115 Fs</b>	<b>Navarra</b>	<b>9,38</b>	<b>24,70</b>	<b>1,65</b>	<b>1,16</b>	<b>6,48</b>	<b>1,11</b>	<b>8,70</b>	
	<i>F.sylvatica</i>	España	9,38	24,70	1,65	1,16	6,48	1,11	8,70	

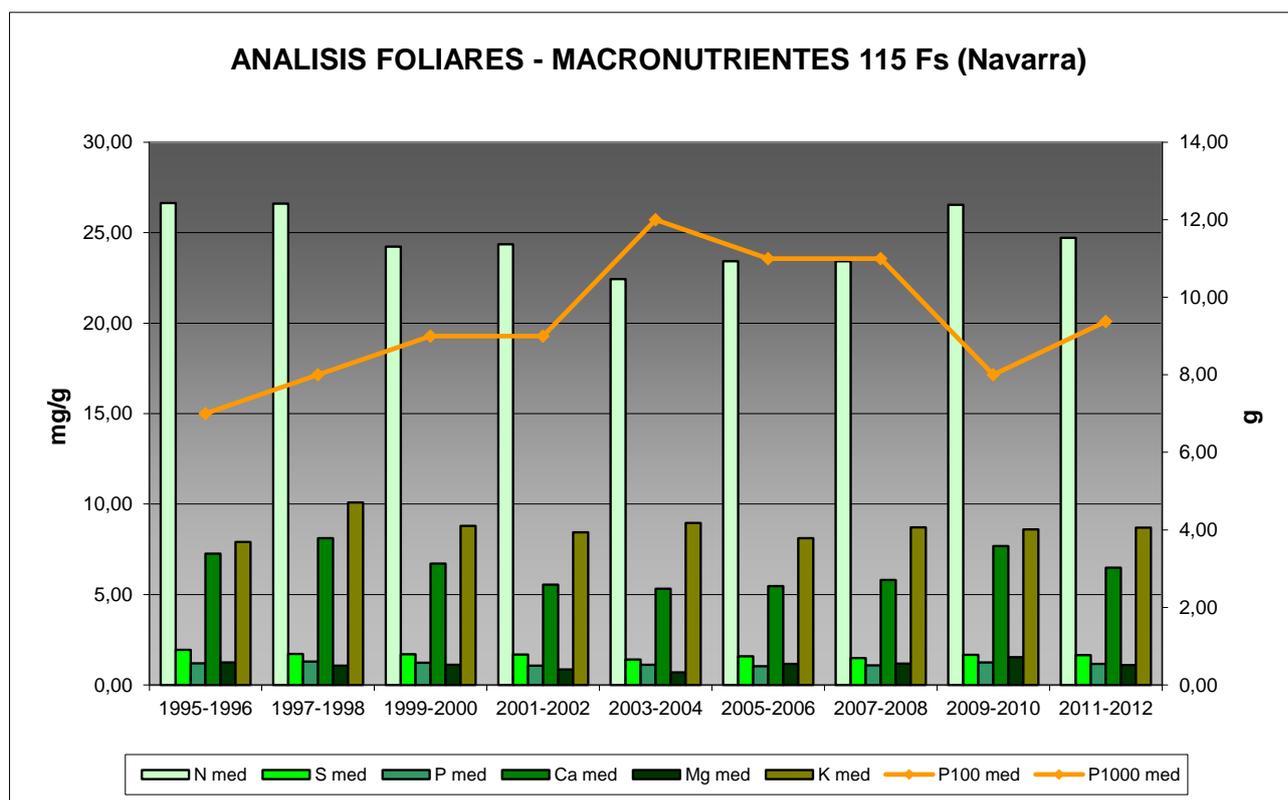
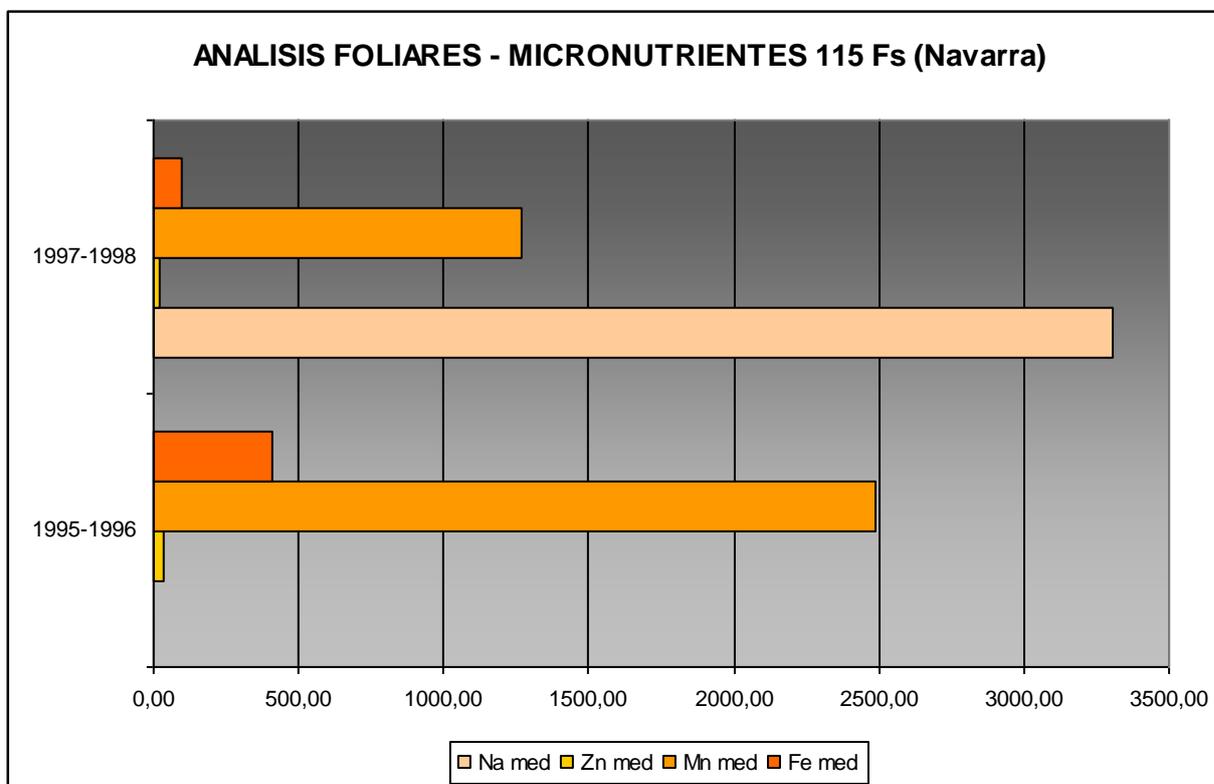


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

## 7.2. Análisis Micronutrientes.

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

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
1995-1996	03 Fs	La Rioja		60,00	2368,00	279,00	
	<b>115 Fs</b>	<b>Navarra</b>		<b>33,00</b>	<b>2491,00</b>	<b>412,00</b>	
	<i>F.sylvatica</i>	España		46,50	2429,50	345,50	
1997-1998	03 Fs	La Rioja	2762,00	58,00	1066,00	142,00	
	<b>115 Fs</b>	<b>Navarra</b>	<b>3309,00</b>	<b>23,00</b>	<b>1270,00</b>	<b>95,00</b>	
	<i>F.sylvatica</i>	España	3035,50	40,50	1168,00	118,50	



**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 115Fs no se realizó el análisis foliar en 2013-2014.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 115Fs podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el haya como especie dominante:

El **peso** de la muestra analizada así como para la especie ha experimentado un ascenso entre los años 2003 y 2008 (con máximo en 2003; 12 g/100 hojas), el resto de mediciones muestran valores relativamente homogéneos alrededor de 8 g/100 hojas.

Respecto a los macronutrientes; se han obtenido valores bastante homogéneos para el **nitrógeno** y **azufre** tanto para la parcela como para la especie. Esta situación se repite para el **potasio** y para **calcio**, **magnesio** y **fósforo** que además comparten la característica de que su presencia en la parcela está por debajo de la media para la especie debido a las altas concentraciones en la parcela 03Fs hasta 2008; además el magnesio registró un máximo en la parcela en la medición de 2009-2010 con un valor de 1,53 mg/g MS.

Los micronutrientes sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996 y 1997-1998 y no siempre se han evaluado todos ellos: sodio sólo se ha medido en 1995-1996, cobre no se ha incluido en ninguno de los análisis y zinc, manganeso y hierro en las 2 mediciones. Esta situación conlleva que no se pueda abordar la valoración de la evolución temporal de todos los micronutrientes en hojas. Lo que si podemos confirmar es un descenso en el contenido de zinc, manganeso y hierro.

## 8. Desfronde.

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

Se presentan a continuación los resultados obtenidos desde 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 23:** Resultados medios del análisis de desfronde en sus distintas fracciones. Aporte anual en kg/ha; porcentaje de carbono y contenido en mg/g de materia seca de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, magnesio y potasio.

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	3.274	52,82	15,60	1,25	0,69	8,58	0,95	2,68
	Ramillas	315	54,36	7,50	0,83	0,20	3,42	0,24	0,80
	Otras	1.210	50,68	7,68	0,86	0,50	4,75	0,60	1,55
2006	Hojas	3.464	52,64	19,75	1,38	1,04	10,72	1,36	4,61
	Ramillas	327	54,62	9,37	0,72	0,34	7,57	0,52	1,22
	Otras	961	48,89	20,25	1,71	1,21	7,58	1,08	3,17
2007	Hojas	3.617	53,36	18,60	1,32	0,91	6,79	4,63	2,71
	Ramillas	458	54,93	9,24	0,82	0,39	5,25	1,43	0,75
	Otras	770	50,36	14,33	1,28	1,15	5,07	3,52	1,34
2008	Hojas	2.916	53,39	20,98	1,27	1,04	8,40	1,21	4,00
	Ramillas	181	54,41	11,90	0,84	0,39	9,45	0,59	1,05
	Otras	790	50,51	17,40	1,29	0,87	6,89	0,95	2,41
2009	Hojas	2.704	53,18	14,23	1,35	0,64	8,79	1,03	5,14
	Ramillas	193	53,50	6,42	0,61	0,29	7,80	0,56	0,74
	Otras	1.720	51,50	20,36	1,45	1,02	6,64	1,03	3,60
2010	Hojas	2.664	52,91	20,78	1,52	1,15	9,32	0,95	2,64

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
	Ramillas	670	50,58	12,22	1,04	0,64	8,77	1,34	1,66
	Otras	1.500	50,53	16,50	1,39	1,01	6,19	1,15	3,69
2011	Hojas	2.936	53,02	19,22	1,37	0,98	7,81	3,39	3,23
	Ramillas	351	53,68	8,98	0,80	0,34	5,62	2,10	0,88
	Otras	1.251	50,48	16,84	1,35	0,95	5,59	2,34	2,58
2012	Hojas	159	52,90	20,00	1,52	1,12	7,12	1,89	3,20
	Ramillas	173	53,47	7,52	0,64	0,32	6,48	1,06	0,82
	Otras	724	50,09	18,97	1,54	0,91	6,26	1,42	2,21
2014	Hojas	3.574	50,84	13,42	1,30	0,75	10,12	1,05	4,84
	Ramillas	1.945							
	Otras	422							
Media	Hojas	2.812	52,79	18,06	1,36	0,92	8,63	1,83	3,67
	Ramillas	513	53,69	9,14	0,79	0,36	6,80	0,98	0,99
	Otras	1.039	50,38	16,54	1,36	0,95	6,12	1,51	2,57

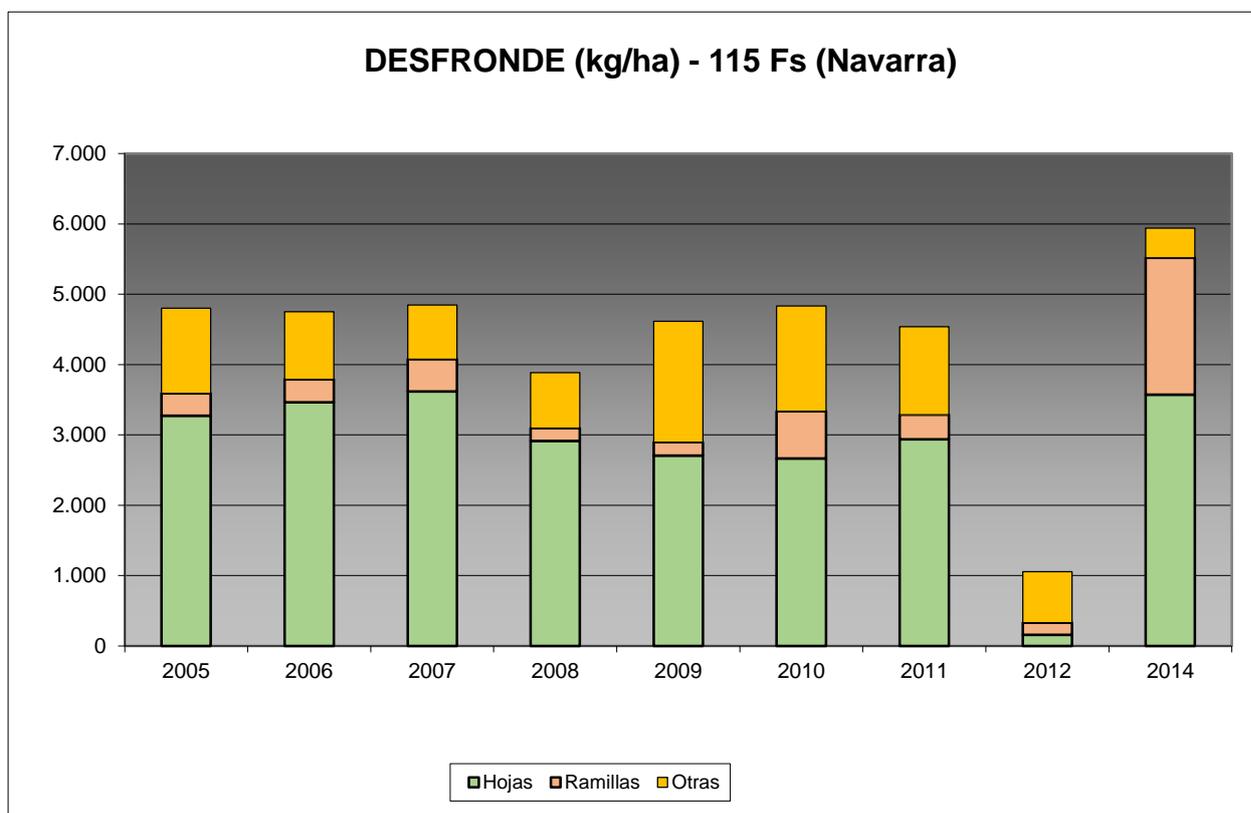


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa por encima de los 4.000 kg/ha posiblemente influenciado por el hecho de tratarse de una parcela poblada por caducifolias y en los que en el último año se advierte un aporte importante de las ramillas más finas. Los bajos resultados habidos en 2012 se deben a no haberse muestreado durante el otoño, época en la que se concentra la mayoría del aporte. El contenido de las diferentes fracciones en C se sitúa ligeramente por encima del 50% contribuyendo a la fijación del CO<sub>2</sub> por el ecosistema.

## 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.

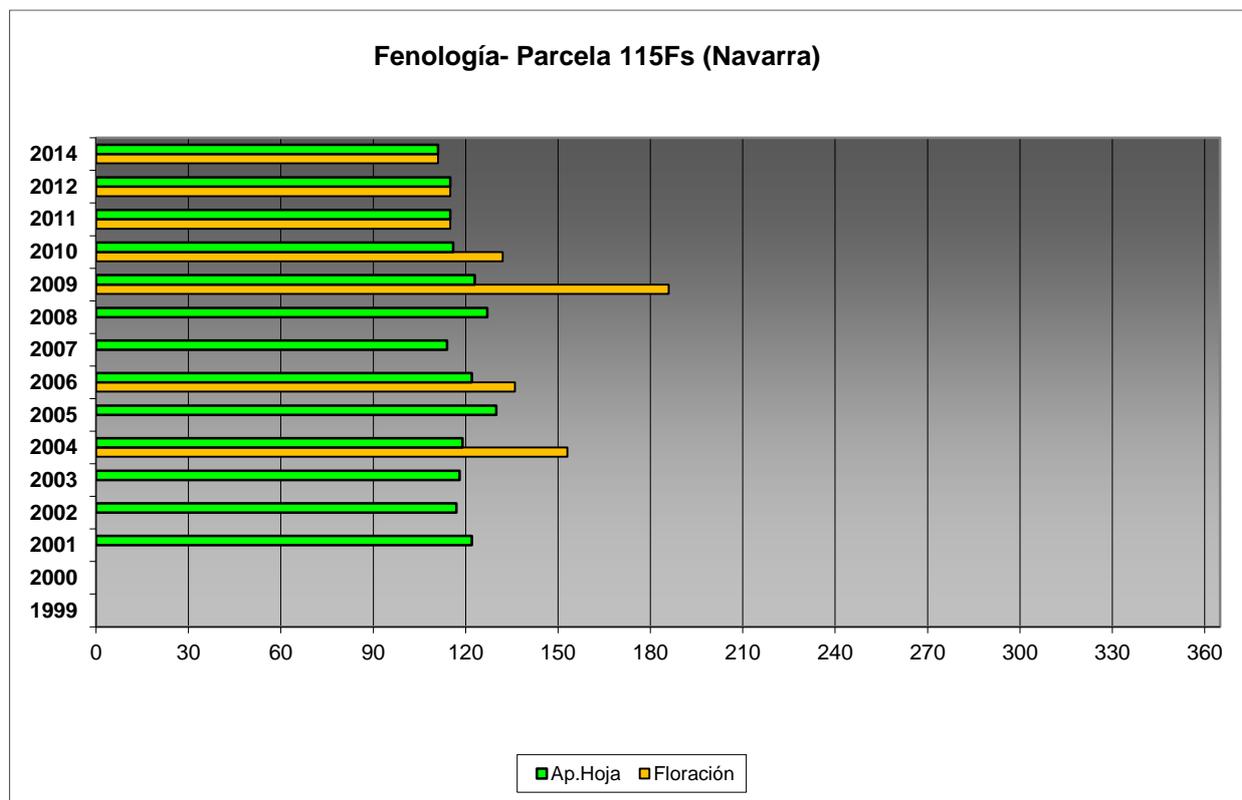
La evaluación fenológica se hace sobre 20 árboles de la parcela, seleccionando de entre aquellos de las clases dominante o codominante y preferentemente con buena visibilidad de copa; siempre desde una posición fija para evitar sesgos de observación; quincenalmente desde 1999 hasta 2010 y de forma mensual 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 115Fs, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

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

Año	Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población					Floración ≥ 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
1999										
2000										
2001	03/05/01	17/05/01	14	122	590					
2002	28/04/02	16/07/02	79	117	530					
2003	29/04/03	20/05/03	21	118	456					
2004	29/04/04	02/06/04	34	119	329	02/06/04	30/06/04	28	153	628
2005	11/05/05	13/07/05	63	130	392					
2006	03/05/06	17/05/06	14	122	423	17/05/06	30/06/06	44	136	594
2007	25/04/07	31/05/07	36	114	421					
2008	07/05/08	21/05/08	14	127	679					
2009	04/05/09	18/05/09	14	123	409	06/07/09	20/07/09	14	186	1296
2010	27/04/10	24/05/10	27	116	354	13/05/10	24/05/10	11	132	453
2011	26/04/11	24/05/11	28	115	597	26/04/11	24/05/11	28	115	597
2012	25/04/12	30/05/12	35	115	380	25/04/12	30/05/12	35	115	380
2014	22/04/14	27/05/14	35	111	610	22/04/14	27/05/14	35	111	610
<b>Media</b>			<b>32</b>	<b>119</b>	<b>475</b>			<b>28</b>	<b>135</b>	<b>651</b>



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

Como puede verse en los gráficos anteriores, las distintas fases fenológicas comienzan durante el mes de abril, con cierto retraso en la aparición de la flor, estructura que por otra parte permanece prendida muy poco tiempo, lo que dificulta su observación.



FIG 23: Aparición hoja, distintas fases de desarrollo, de la apertura de yema al despliegue y flor ya caída en el suelo (abril)

## 10. Cintas diamétricas.

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

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

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

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
2002	0,29	0,72	0,29	0,68
2003	0,36	0,89	0,36	0,77
2004	0,31	0,74	0,31	0,27

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
2005	0,42	1,06	0,42	0,36
2006	0,34	0,80	0,34	0,51
2007	0,35	0,82	0,35	0,54
2008	0,36	0,91	0,36	0,87
2009	0,20	0,47	0,20	0,46
2010	0,23	0,54	0,23	0,51
2011	0,32	0,73	0,32	0,58
2012	0,33	0,75	0,33	0,74
2014	0,45	1,00	0,45	0,99
<b>Media</b>	<b>0,33</b>	<b>0,79</b>	<b>0,33</b>	<b>0,61</b>

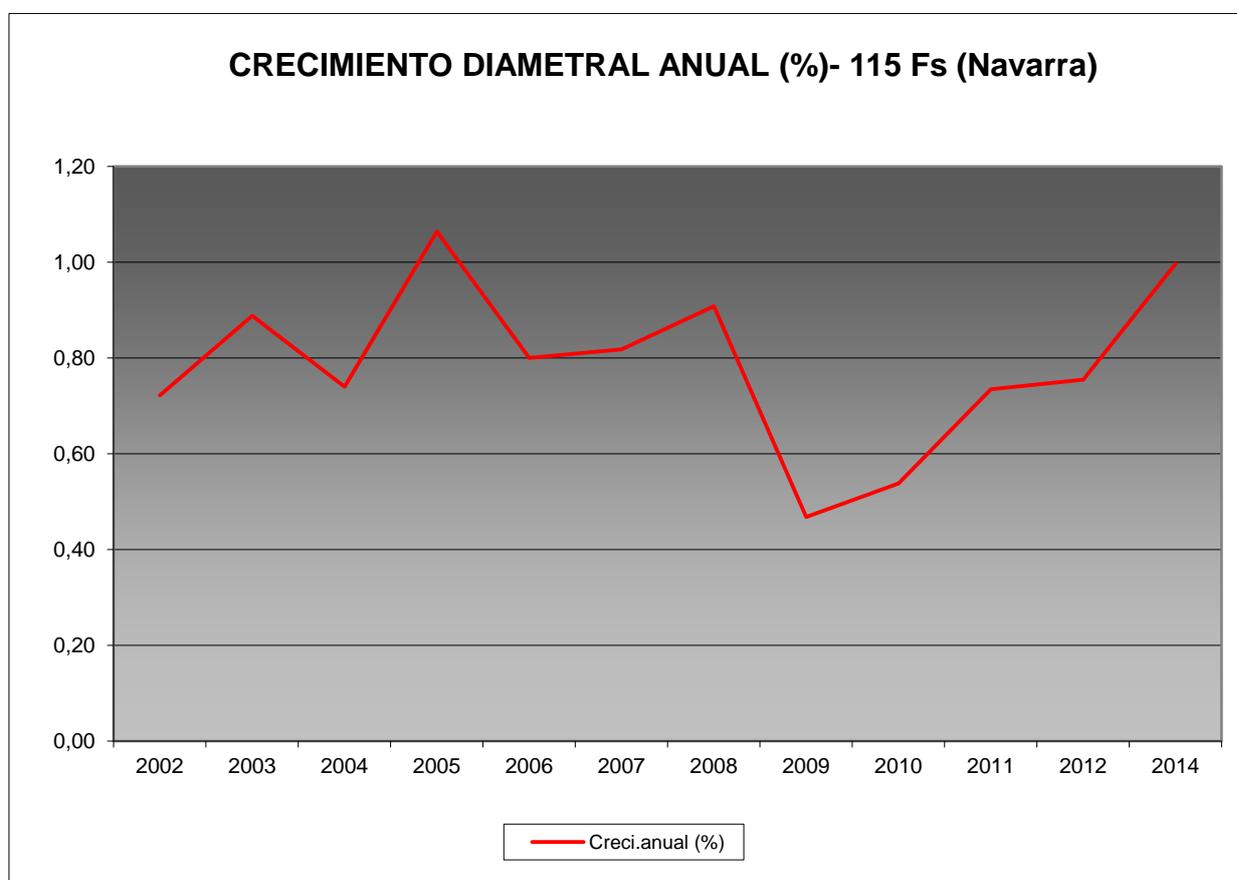


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, entre el 0,54% de 2010 y el 1,06% de 2005, situándose por regla general en valores próximos al 0,80% anual.