

20
24



RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

RED DE NIVEL II MEMORIA – 2024

PARCELA 54 Ph (VALENCIA)



DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES
Y DESERTIFICACIÓN

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

Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL
Clara del Rey, 22
28002 Madrid
Tel. 91 413 70 07
Fax. 91 510 20 57
correo@tecmena.com

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	2
2.3. Vegetación	3
2.4. Caracterización forestal y dasométrica	3
3. Estado fitosanitario de la parcela	4
3.1. Defoliación y decoloración	4
3.2. Daños forestales	6
4. Instrumentación	19
5. Deposición atmosférica	20
5.1. pH	22
5.2. Conductividad	23
5.3. Potasio	24
5.4. Calcio	26
5.5. Magnesio	27
5.6. Sodio	28
5.7. Amonio	29
5.8. Cloro	31
5.9. Nitratos	32
5.10. Sulfatos	33
5.11. Alcalinidad	34
5.12. Nitrógeno total	36
5.13. Carbono orgánico disuelto	37
5.14. Aluminio	38
5.15. Manganese	38
5.16. Hierro	39
5.17. Interpretación de resultados	40
6. Calidad del aire. Inmisión	42
7. Análisis foliar	43
7.1. Macroelementos	43
7.2. Microelementos	46
7.3. Interpretación de resultados	47
8. Desfronde	47
9. Fenología	50
10. Cintas diamétricas	53
11. Meteorología	54
12. Índice de Área Foliar	56

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: Caracterización alcalinidad

TABLA 21: Caracterización nitrógeno total

TABLA 22: Caracterización carbono orgánico disuelto

TABLA 23: Caracterización aluminio

TABLA 24: Caracterización manganeso

TABLA 25: Caracterización hierro

TABLA 26: Valores de referencia de inmisión atmosférica

TABLA 27: Inmisión atmosférica

TABLA 28: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Macronutrientes

TABLA 29: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Micronutrientes

TABLA 30: Resultados medios del análisis de desfronde

TABLA 31: Resultados de la evaluación fenológica

TABLA 32: Valor medio dendrómetros

TABLA 33: Valores medios meteorológicos

TABLA 34: Parámetros de estrés meteorológico

TABLA 35: Índices de Área Foliar

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 alcalinidad

FIG 19: Variación temporal de nitrógeno total

FIG 20: Variación temporal de carbono orgánico disuelto

FIG 21: Variación temporal de aluminio

FIG 22: Variación temporal de manganeso

FIG 23: Variación temporal de hierro

FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros

FIG 25: Evolución de macronutrientes

FIG 26: Evolución de micronutrientes

FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

FIG 28: Fases fenológicas. Inicio de fase

FIG 29: Fases fenológicas

FIG 30: Crecimiento diametral anual. Crecimientos mensuales dendrómetros y media parcela

FIG 31: Principales variables meteorológicas

FIG 32: Índices de Área Foliar

FIG 33: Fotos hemisféricas

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus halepensis* del sector Setabense de la Provincia Catalano-Valenciano-Provenzal. (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	LTER
54Ph	<i>Pinus halepensis</i>	Valencia	El Saler	2003	ES-022

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+39°21'00"	-00°19'00"	731.000	4.359.000	50	2	Plana	El Saler



FIG 1: Posición y vistas de la parcela 54Ph.

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)	10,4	11,1	13,1	15,1	18,4	21,8	24,7	25,2	22,8	18,6	14,0	10,9	17,2
P(mm)	33	39	46	39	39	20	2	22	56	109	47	60	512
		T. Media Máximas Mes más Cálido		30,8									
		5,3		T. Media Mínimas Mes más Frío									

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un IV2 *Mediterráneo genuino*.

De acuerdo a la clasificación en pisos bioclimáticos, la parcela se encuentra en el *piso Termomediterráneo* en la *Región Mediterránea*.

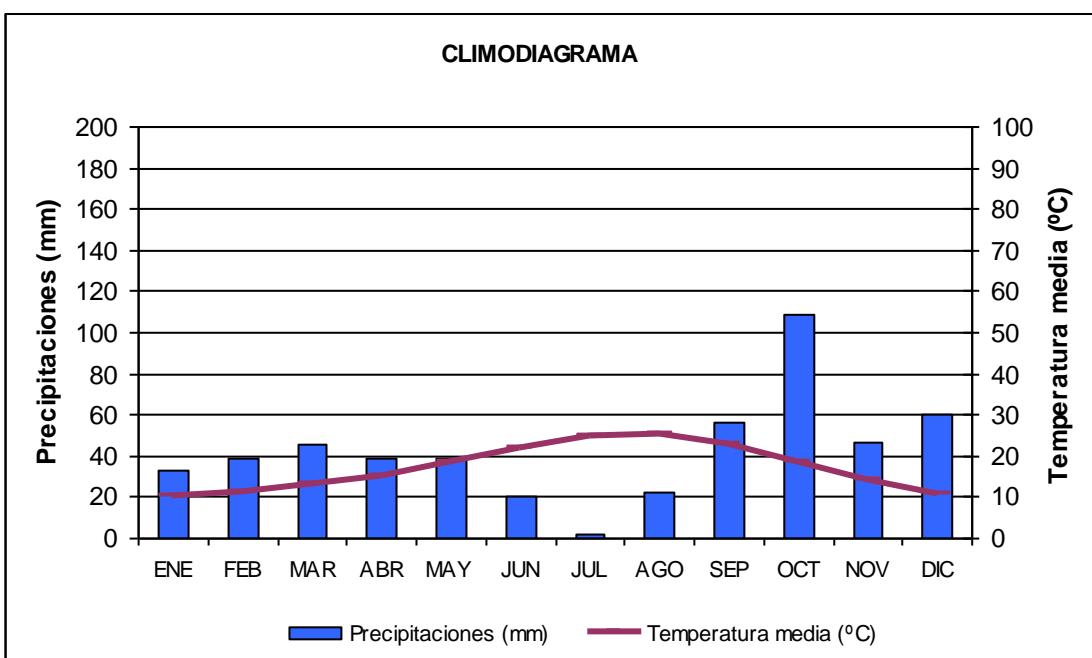


FIG 2: Climodiagrama de la parcela.

2.2. Geología y Suelos.

Litología: arenas costeras.

Edafología: Arenosol endogleíco.

Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-5	
AC	5-15	
C	15-	

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Se trata de un pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) mezclado con algunos pies de eucalipto (*Eucaliptus rostrata*) con sotobosque de coscoja, zarzaparrilla y ramnus sobre una ladera de pendiente suave.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	70,0	<i>Echium vulgare L.</i>	+
<i>Pinus halepensis Miller</i>	70,0	<i>Elymus farctus (Viv.) Runemark ex Melderis</i>	+
ESTRATO ARBUSTIVO	33,0	<i>Geranium molle L.</i>	+
<i>Chamaerops humilis L.</i>	0,2	<i>Juncus acutus L.</i>	+
<i>Phillyrea angustifolia L.</i>	0,8	<i>Mercurialis annua L.</i>	+
<i>Phillyrea latifolia L.</i>	3,0	<i>Osyris quadripartita Salzm. ex Decne</i>	5,0
<i>Quercus coccifera L.</i>	5,0	<i>Parietaria judaica L.</i>	+
<i>Rhamnus alaternus L.</i>	2,0	<i>Piptatherum miliaceum (L.) Cosson</i>	+
<i>Rhamnus lycioides L.</i>	2,0	<i>Pistacia lentiscus L.</i>	70,0
<i>Smilax aspera L.</i>	20,0	<i>Rubia peregrina L.</i>	+
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	78,5	<i>Ruscus aculeatus L.</i>	+
<i>Asparagus acutifolius L.</i>	+	<i>Scirpus holoschoenus L.</i>	+
<i>Bromus rigidus Roth</i>	+	<i>Sonchus tenerrimus L.</i>	+
<i>Centaurea aspera L.</i>	+		

Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la zona de transición entre la serie de vegetación (I) Geomacrosérie de saladeras y salinas y la (III) Geomacrosérie de las dunas y arenales costeros.

2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica irregular de pino carrasco, cuyas características principales se resumen a continuación:

TABLA 4: Características dasométricas. Área de la parcela, número de pies en la parcela, densidad en pies/ha, Número de pies de la especie principal, número de pies de otras especies, número de pies muertos, edad media, diámetro medio, área basimétrica, diámetro medio cuadrático, altura media, altura dominante según criterio diámetro, existencias, fijación carbono (partes aérea y radical). Existencias según IFN4.

Área ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad años	D med (cm)	AB m ² /ha	D m c cm	Alt m m	Alt do m	Exist m ³ cc	C (t)
0,2500	29	116	26	3	7	61-80	38,62	15,39	41,10	12,76	12,45	20,15	8,54

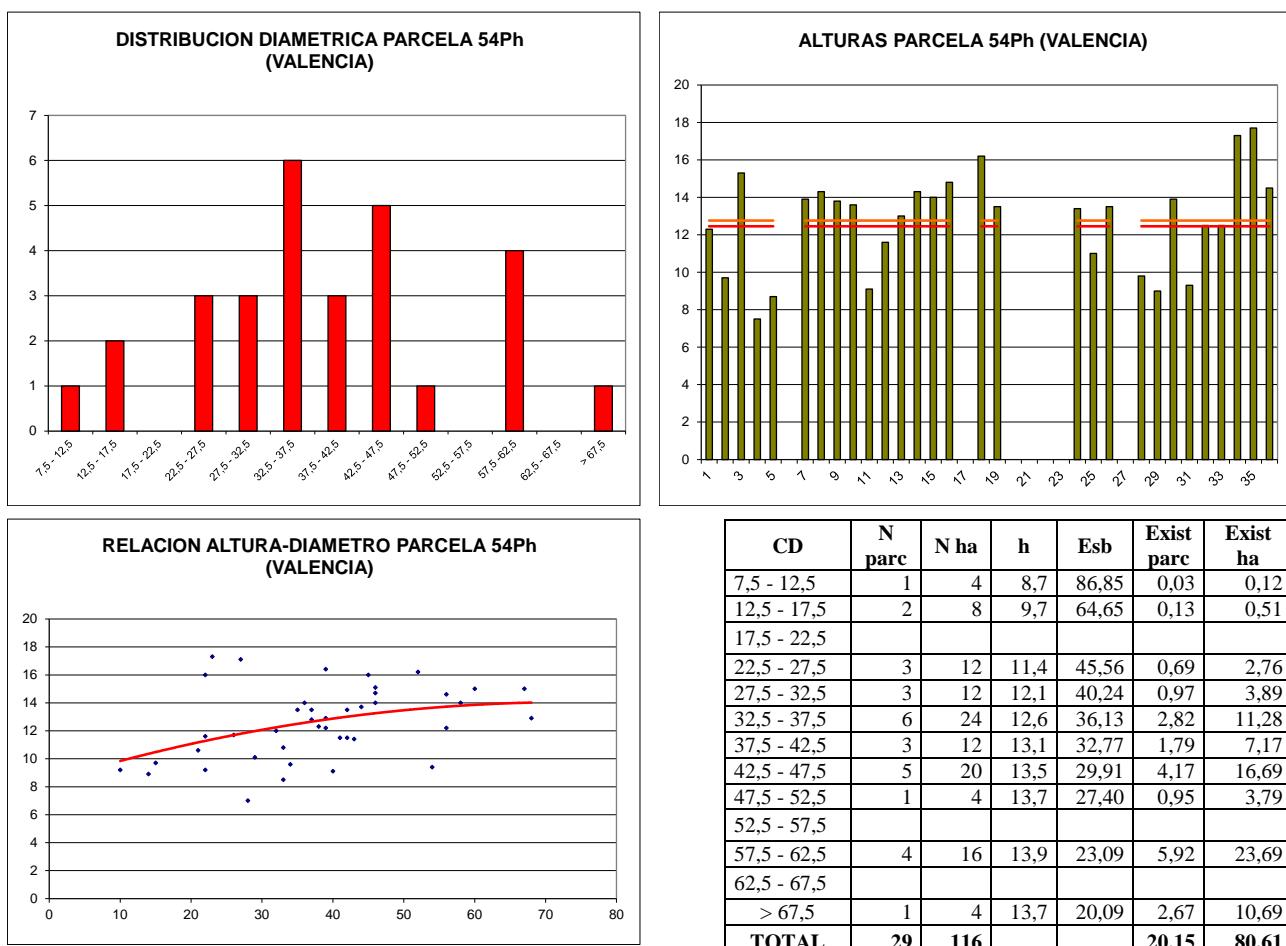


FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

La parcela, tras su replanteo e instrumentación en 2003, se adscribió formalmente a la Red de Nivel II en España en la evaluación de 2006, primer año en que se evaluó su estado fitosanitario conforme a la normativa europea en materia de redes forestales. No constan así datos anteriores a 2006.

En la presente revisión, la parcela presenta mal estado fitosanitario, con una defoliación media del 35,00% dentro por tanto de la escala de daños moderados, categoría en la que se han calificado dos de cada tres pies. La parcela empeora considerablemente respecto a la revisión del año previo, con un incremento del parámetro de más de ocho puntos porcentuales, por encima del umbral de cinco que supondría una variación significativa en términos estadísticos de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales.

Atendiendo a la serie histórica de datos, y tras el brusco empeoramiento habido en 2013, cuando la defoliación media se situó claramente dentro de la escala de daños moderados, y el mal estado del bienio 2016-2017, el arbolado presenta la peor distribución por clases de daño desde el replanteo de la parcela, confirmando la tendencia al empeoramiento que se venía observando durante los últimos años, registrándose por primera vez pies con defoliaciones graves, asociado a daños de importancia por sequía junto al efecto

debilitador del soflamado del carrasco.

Continuando con la idea del empeoramiento del estado fitosanitario del arbolado, y en lo que se refiere a la decoloración, el segundo gran parámetro definitorio de su estado de salud, se advierte de forma moderada en un par de pies, y afecta (generalmente en grado ligero) a uno de cada tres pies evaluados.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

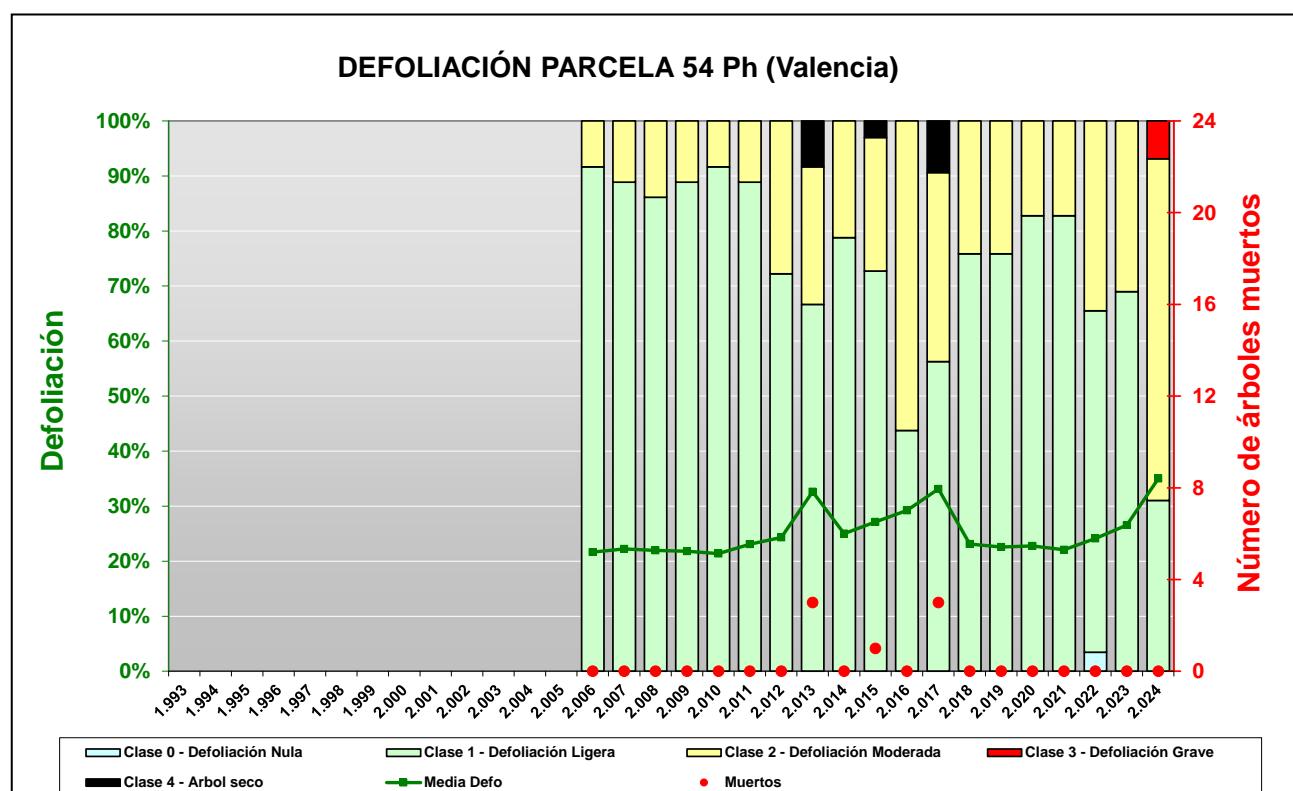


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 20%, 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												
Otras aves	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	37,00	14,00	-1,62	1,24
Ramas tam. variable	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	37,00	14,00	-1,62	1,24
INSECTOS												
Chupadores	3	1,00	12	10,34	30,00	0,33	-5,00	-0,22	27,33	11,50	-11,29	-1,26
Acíc. antiguas	2	1,00	8	6,90	32,50	0,50	-2,50	-0,05	27,50	10,00	-11,12	-2,76
<i>Glycaspis brimblecombei</i>	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	27,00	14,50	-11,62	1,74
Hojas	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	27,00	14,50	-11,62	1,74
ENFERMEDADES												
Tizón	12	1,25	48	41,38	31,67	0,50	-3,33	-0,05	39,58	12,15	0,96	-0,61
<i>Sirococcus conigenus</i>	12	1,25	48	41,38	31,67	0,50	-3,33	-0,05	39,58	12,15	0,96	-0,61
Acíc. antiguas	7	1,14	28	24,14	32,14	0,57	-2,86	0,02	39,29	11,97	0,67	-0,79
Acíc. todas edades	4	1,50	16	13,79	32,50	0,50	-2,50	-0,05	35,25	11,93	-3,37	-0,83
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	59,00	14,30	20,38	1,54
Hongos pudrición	1	2,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	47,00	14,80	8,38	2,04
<i>Phellinus pini</i>	1	2,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	47,00	14,80	8,38	2,04
Cuello raíz	1	2,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	47,00	14,80	8,38	2,04
AG.ABIÓTICOS												
Fact. físicos	7	1,57	28	24,14	30,71	0,43	-4,29	-0,12	42,86	14,07	4,24	1,31
Tronco en copa	1	3,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	27,00	14,50	-11,62	1,74
Tronco	6	1,33	24	20,69	31,67	0,50	-3,33	-0,05	45,50	14,00	6,88	1,24
Sequía	29	2,38	116	100,00	35,00	0,55	0,00	0,00	38,62	12,76	0,00	0,00
Acíc. del año	23	2,13	92	79,31	30,22	0,39	-4,78	-0,16	40,22	12,71	1,60	-0,05
Acíc. todas edades	2	6,00	8	6,90	95,00	3,00	60,00	2,45	36,50	10,35	-2,12	-2,41
Hojas	3	2,00	12	10,34	30,00	0,00	-5,00	-0,55	31,00	16,50	-7,62	3,74
Brotes del año	1	2,00	4	3,45	40,00	1,00	5,00	0,45	29,00	7,50	-9,62	-5,26
Calor	16	1,06	64	55,17	31,25	0,44	-3,75	-0,11	41,19	12,92	2,57	0,16
Brotes del año	12	1,08	48	41,38	32,50	0,58	-2,50	0,03	39,17	12,55	0,55	-0,21
Frutos	4	1,00	16	13,79	27,50	0,00	-7,50	-0,55	47,25	14,03	8,63	1,27
Nieve/Hielo	1	2,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	61,00	15,30	22,38	2,54
Ramas >10 cm	1	2,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	61,00	15,30	22,38	2,54
Viento/Tornado	1	1,00	4	3,45	45,00	2,00	10,00	1,45	37,00	13,50	-1,62	0,74
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	3,45	45,00	2,00	10,00	1,45	37,00	13,50	-1,62	0,74
ANTRÓPICOS												
Podas	7	1,00	28	24,14	37,14	0,43	2,14	-0,12	43,00	13,37	4,38	0,61
Tronco	7	1,00	28	24,14	37,14	0,43	2,14	-0,12	43,00	13,37	4,38	0,61
Otros daños antrópicos	2	1,00	8	6,90	32,50	0,00	-2,50	-0,55	33,00	17,50	-5,62	4,74

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Tronco	2	1,00	8	6,90	32,50	0,00	-2,50	-0,55	33,00	17,50	-5,62	4,74
OTROS DAÑOS												
<i>Smilax aspera</i>	16	1,25	64	55,17	34,06	0,63	-0,94	0,08	37,50	11,34	-1,12	-1,41
Ramas 2-10 cm	2	1,50	8	6,90	27,50	0,50	-7,50	-0,05	18,50	10,90	-20,12	-1,86
Ramas tam. variable	3	1,33	12	10,34	33,33	0,67	-1,67	0,12	32,67	9,57	-5,95	-3,19
Tronco	10	1,10	40	34,48	36,00	0,70	1,00	0,15	43,10	12,23	4,48	-0,53
Tronco completo	1	2,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	34,00	8,70	-4,62	-4,06
Bacterias	1	1,00	4	3,45	35,00	1,00	0,00	0,45	34,00	9,70	-4,62	-3,06
Tronco	1	1,00	4	3,45	35,00	1,00	0,00	0,45	34,00	9,70	-4,62	-3,06
<i>Bacillus vuilemini</i>	4	1,00	16	13,79	48,75	1,25	13,75	0,70	31,25	10,40	-7,37	-2,36
Ramas 2-10 cm	4	1,00	16	13,79	48,75	1,25	13,75	0,70	31,25	10,40	-7,37	-2,36
Falta luz	13	1,00	52	44,83	33,08	0,31	-1,92	-0,24	46,00	13,54	7,38	0,78
Ramillos <2 cm	3	1,00	12	10,34	31,67	0,33	-3,33	-0,22	47,00	13,07	8,38	0,31
Ramas 2-10 cm	2	1,00	8	6,90	25,00	0,00	-10,00	-0,55	42,00	13,45	3,38	0,69
Ramas tam. variable	8	1,00	32	27,59	35,63	0,38	0,63	-0,18	46,63	13,74	8,00	0,98
Inter.físicas	1	1,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	35,00	17,30	-3,62	4,54
Tronco	1	1,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	35,00	17,30	-3,62	4,54
Compet/Espesura	6	5,00	24	20,69	35,00	0,67	0,00	0,12	25,67	10,00	-12,95	-2,76
Tronco	6	5,00	24	20,69	35,00	0,67	0,00	0,12	25,67	10,00	-12,95	-2,76
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	23	1,04	92	79,31	34,78	0,52	-0,22	-0,03	39,96	13,27	1,34	0,51
Acíc. antiguas	11	1,09	44	37,93	29,55	0,36	-5,45	-0,19	42,91	12,93	4,29	0,17
Acíc. todas edades	1	1,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	40,00	13,60	1,38	0,84
Ramillos <2 cm	3	1,00	12	10,34	30,00	0,00	-5,00	-0,55	31,00	16,50	-7,62	3,74
Tronco en copa	4	1,00	16	13,79	61,25	1,50	26,25	0,95	43,00	12,38	4,38	-0,38
Tronco	3	1,00	12	10,34	28,33	0,67	-6,67	0,12	32,00	12,03	-6,62	-0,73
Cuello raíz	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	46,00	14,30	7,38	1,54

En cuanto al conjunto de agentes de daño identificados, destaca en primer lugar la presencia de insectos, viéndose así **chupadores** presentes en uno de cada diez pies evaluados, en un nivel similar al habido durante el año anterior, aunque en general –y como suele ser habitual en este tipo de insectos- los daños encontrados son escasos, asociados en la mayoría de los casos a bandeados amarillentos en las acículas de mayor edad, unidos a pequeños picotazos en el interior de la zona decolorada causados por la entrada del aparato sucto del insecto y que en algún caso aparecen taponados por una pequeña gota de resina que sella el orificio y se puede advertir al tacto. La succión de los jugos de la acícula causa la desecación del tejido próximo y en un nivel más avanzado puede llegar a causar la caída de la hoja afectada, observándose algún daño puntual por esta causa. Sobre los pocos eucaliptos acompañantes se advierten también rastros del chupador *Glycaspis brimblecombei* ya observado en revisiones anteriores y sin mayor trascendencia fitosanitaria. Durante la presente revisión no se han advertido síntomas de perforadores, mientras que en años anteriores sí se vio la presencia de *Dioryctria splendidella* o *Tomicus destruens* y no sería descartable su proliferación posterior en una masa de pinar muy debilitada por la sequía, siendo bien conocida la afinidad de estos insectos por masas previamente debilitadas, lo que pudiera suponer un factor adicional de desequilibrio.

En lo referente a las enfermedades, destaca la extendida presencia de la enfermedad conocida como “soflamado del carrasco” causada por el hongo *Sirococcus conigenus*, que se incrementa ligeramente respecto a la revisión anterior y a quien se asocia la aparición de cortos penachos de acículas muertas y colgantes concentradas sobre todo en la ramificación más baja, que en su progresión pueden llegar a matar a

ramillos enteros, dando un aspecto muy característico al pie afectado; no se han registrado ataques de gravedad hasta el momento aunque es un agente de peligrosidad potencial al que se han visto asociados daños de consideración en otras localizaciones. Cabe destacar también que la bibliografía disponible se refiere a los daños causados como graves y acumulativos, por lo que cabe considerar a esta enfermedad como un factor de desequilibrio de la masa en los próximos años. Una vez establecido el reservorio de esporas en el suelo, puede intensificar notablemente su propagación en condiciones de temperatura baja y lluvias intensas, por lo que puede verse controlado en las condiciones de sequía y altas temperaturas que han caracterizado la evaluación del año en curso.

En la presente revisión destaca la proliferación de daños por **sequía** presentes en todos los pies evaluados donde se han observado fenómenos de microfilia en los que la acícula del crecimiento del año no ha llegado a elongar del todo al faltarle el agua necesaria para su desarrollo, puesto que hasta el momento de la evaluación apenas han caído 90 mm, lo que se superpone a un 2023 también de bajas precipitaciones amplificando por tanto sus efectos, así como fenómenos de adelanto o caída prematura de hojas y acículas de mayor edad en una típica estrategia de “tirar hoja” para reducir las pérdidas de agua por transpiración. Como en años anteriores se han visto también los efectos del **calor**, que afectan la mitad de los pies evaluados, incrementándose apreciablemente respecto a la revisión anterior, y que se han manifestado en forma de abortos de los brotes del año, en los que una vez extendida la metida del año las acículas no han podido desarrollarse. Se advierte también alguna rotura de ramillas debidas al **viento o nieve** e incluso algún pie derribado en las inmediaciones por esta causa, en una zona muy próxima al mar donde pueden llegar a producirse temporales de consideración.

Al igual que en años anteriores se observan daños en los troncos por **podas** antiguas en la cuarta parte de los pies evaluados, sin mayor trascendencia sobre el estado de salud de la masa toda vez que se trata de heridas ya cicatrizadas, así como algunas heridas en los troncos por acción fortuita del hombre, sin incidencia sobre el estado de salud general de los pies afectados.

Es frecuente también la aparición de epifitas en los troncos, destacando la presencia de *Smilax aspera* en algo más de la mitad del arbolado muestra, continuando con el proceso de expansión ya observado en años anteriores, que en algún caso concreto llega a afectar a las ramas más bajas, no descartándose que pudiera llegar a ahogar a parte del follaje del árbol en un futuro. Se ha observado también alguna tumoración relacionada con la tuberculosis del carrasco, asociada a *Bacillus vuilemini* en pies que presentan defoliaciones considerables, mientras que sí se advierten daños por **competencia** o **falta de luz** en varios de los pies evaluados, los de menores dimensiones que quedan bajo el dosel principal de copas, asociados en ocasiones a defoliaciones superiores a la media de la parcela, poniendo de manifiesto el peligro potencial de este tipo de daños, que suelen manifestarse en pérdida de las acículas de las metidas más antiguas de forma que los ramillos afectados quedan poblados por un corto penacho de acículas en posición distal, permaneciendo desnudo el resto de su longitud. La aparición simultánea de daños por soflamado del carrasco puede llegar a confundirse con efectos de autopoda, en caso de desaparecer los mechones de acículas secas por efecto del viento. No obstante, la parcela presenta una densidad incluso defectiva, en torno a los 150 pies/ha, pero con alguno de los árboles muy desarrollado, dejando a otros pies bajo el dosel principal de copas.

Por último, y sin que pueda determinarse la causa con exactitud, se registran algunas **decoloraciones** amarillentas o rojizas en las acículas, **puntisecado** de ramillas y **tumoraciones y resinosidad** en los troncos sin mayor consideración fitosanitaria, estimuladas quizás por las altas temperaturas estivales.

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	23	2,13	92	79,31	30,22	0,39	-4,78	-0,16	40,22	12,71	1,60	-0,05
Microfilia	23	2,13	92	79,31	30,22	0,39	-4,78	-0,16	40,22	12,71	1,60	-0,05
Acíc. antiguas	20	1,10	80	68,97	30,75	0,45	-4,25	-0,10	40,10	12,30	1,48	-0,46
Dec. Verde-amarillo	8	1,00	32	27,59	29,38	0,38	-5,63	-0,18	34,88	11,70	-3,75	-1,06
Bandeado	2	1,00	8	6,90	32,50	0,50	-2,50	-0,05	27,50	10,00	-11,12	-2,76
Apical	2	1,00	8	6,90	27,50	0,00	-7,50	-0,55	47,50	12,00	8,88	-0,76
Parcial	4	1,00	16	13,79	28,75	0,50	-6,25	-0,05	32,25	12,40	-6,37	-0,36
Dec. Rojo-marrón	12	1,17	48	41,38	31,67	0,50	-3,33	-0,05	43,58	12,70	4,96	-0,06
Completa	11	1,18	44	37,93	32,27	0,55	-2,73	0,00	42,18	12,55	3,56	-0,20
Parcial	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	59,00	14,30	20,38	1,54
Acíc. todas edades	7	2,71	28	24,14	50,00	1,14	15,00	0,59	36,29	11,71	-2,33	-1,04
Dec. Verde-amarillo	1	1,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	40,00	13,60	1,38	0,84
Parcial	1	1,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	40,00	13,60	1,38	0,84
Dec. Rojo-marrón	6	3,00	24	20,69	53,33	1,33	18,33	0,78	35,67	11,40	-2,95	-1,36
Completa	6	3,00	24	20,69	53,33	1,33	18,33	0,78	35,67	11,40	-2,95	-1,36
Hojas	4	1,75	16	13,79	28,75	0,00	-6,25	-0,55	30,00	16,00	-8,62	3,24
Comidos/perdidos	3	2,00	12	10,34	30,00	0,00	-5,00	-0,55	31,00	16,50	-7,62	3,74
Caída prematura	3	2,00	12	10,34	30,00	0,00	-5,00	-0,55	31,00	16,50	-7,62	3,74
Signos insectos	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	27,00	14,50	-11,62	1,74
Adultos,larvas,ninfas	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	27,00	14,50	-11,62	1,74
RAMAS/BROTES												
Brotes del año	13	1,15	52	44,83	33,08	0,62	-1,92	0,07	38,38	12,16	-0,24	-0,60
Aborto	13	1,15	52	44,83	33,08	0,62	-1,92	0,07	38,38	12,16	-0,24	-0,60
Ramillos <2 cm	8	1,00	32	27,59	31,88	0,38	-3,13	-0,18	41,25	14,56	2,63	1,80
Rotura	1	1,00	4	3,45	45,00	2,00	10,00	1,45	37,00	13,50	-1,62	0,74
Muerto/moribundo	7	1,00	28	24,14	30,00	0,14	-5,00	-0,41	41,86	14,71	3,24	1,96
Ramas 2-10 cm	8	1,13	32	27,59	37,50	0,75	2,50	0,20	30,75	11,29	-7,87	-1,47
Deformaciones	4	1,00	16	13,79	48,75	1,25	13,75	0,70	31,25	10,40	-7,37	-2,36
Tumores	4	1,00	16	13,79	48,75	1,25	13,75	0,70	31,25	10,40	-7,37	-2,36
Otros signos	2	1,50	8	6,90	27,50	0,50	-7,50	-0,05	18,50	10,90	-20,12	-1,86
Muerto/moribundo	2	1,00	8	6,90	25,00	0,00	-10,00	-0,55	42,00	13,45	3,38	0,69
Ramas >10 cm	1	2,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	61,00	15,30	22,38	2,54
Rotura	1	2,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	61,00	15,30	22,38	2,54
Ramas tam. variable	12	1,08	48	41,38	34,17	0,42	-0,83	-0,13	42,33	12,72	3,71	-0,04
Otros signos	4	1,25	16	13,79	31,25	0,50	-3,75	-0,05	33,75	10,68	-4,87	-2,08
Muerto/moribundo	8	1,00	32	27,59	35,63	0,38	0,63	-0,18	46,63	13,74	8,00	0,98
Frutos	4	1,00	16	13,79	27,50	0,00	-7,50	-0,55	47,25	14,03	8,63	1,27
Aborto	4	1,00	16	13,79	27,50	0,00	-7,50	-0,55	47,25	14,03	8,63	1,27
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco en copa	5	1,40	20	17,24	54,00	1,20	19,00	0,65	39,80	12,80	1,18	0,04
Rotura	1	3,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	27,00	14,50	-11,62	1,74
Heridas	1	1,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	38,00	13,50	-0,62	0,74
Descortezamientos	1	1,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	38,00	13,50	-0,62	0,74
Resinosis	3	1,00	12	10,34	71,67	2,00	36,67	1,45	44,67	12,00	6,05	-0,76
Tronco	36	1,75	144	100,00	34,31	0,56	-0,69	0,01	38,61	12,72	-0,01	-0,04

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Deformaciones	9	1,00	36	31,03	31,11	0,44	-3,89	-0,11	38,33	13,59	-0,29	0,83
Otras deformaciones	6	1,00	24	20,69	31,67	0,33	-3,33	-0,22	45,50	14,80	6,88	2,04
Tumores	3	1,00	12	10,34	30,00	0,67	-5,00	0,12	24,00	11,17	-14,62	-1,59
Otros signos	10	1,10	40	34,48	36,00	0,70	1,00	0,15	43,10	12,23	4,48	-0,53
Heridas	10	1,20	40	34,48	35,50	0,40	0,50	-0,15	40,20	14,11	1,58	1,35
Descortezamientos	2	1,50	8	6,90	32,50	0,00	-2,50	-0,55	33,00	17,50	-5,62	4,74
Grietas	1	2,00	4	3,45	30,00	1,00	-5,00	0,45	35,00	12,50	-3,62	-0,26
Otras heridas	7	1,00	28	24,14	37,14	0,43	2,14	-0,12	43,00	13,37	4,38	0,61
Resinosis	1	1,00	4	3,45	30,00	1,00	-5,00	0,45	58,00	12,30	19,38	-0,46
Inclinado	6	5,00	24	20,69	35,00	0,67	0,00	0,12	25,67	10,00	-12,95	-2,76
Cuello raíz	2	1,50	8	6,90	27,50	0,00	-7,50	-0,55	46,50	14,55	7,88	1,79
Signos hongos	1	2,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	47,00	14,80	8,38	2,04
C.fructificación	1	2,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	47,00	14,80	8,38	2,04
Heridas	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	46,00	14,30	7,38	1,54
Otras heridas	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	-10,00	-0,55	46,00	14,30	7,38	1,54
Tronco completo	1	2,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	34,00	8,70	-4,62	-4,06
Otros signos	1	2,00	4	3,45	30,00	0,00	-5,00	-0,55	34,00	8,70	-4,62	-4,06

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	Otras aves		Chupadores		Tizón		Hongos pudrición		Fact. físicos	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	23										
Microfilia	23										
Acíc. antiguas	20			2	66,67	7	58,33				
Dec. Verde-amarillo	8			2	66,67						
Bandeado	2			2	66,67						
Apical	2										
Parcial	4										
Dec. Rojo-marrón	12					7	58,33				
Completa	11					7	58,33				
Parcial	1										
Acíc. todas edades	7					4	33,33				
Dec. Verde-amarillo	1										
Parcial	1										
Dec. Rojo-marrón	6					4	33,33				
Completa	6					4	33,33				
Hojas	4			1	33,33						
Comidos/perdidos	3										
Caída prematura	3										
Signos insectos	1			1	33,33						
Adultos,larvas,ninfas	1			1	33,33						
RAMAS/BROTES											
Brotes del año	13										

N par	Otras aves		Chupadores		Tizón		Hongos pudrición		Fact. físicos	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Aborto	13									
Ramillos <2 cm	8						1	8,33		
Rotura	1									
Muerto/moribundo	7						1	8,33		
Ramas 2-10 cm	8									
Deformaciones	4									
Tumores	4									
Otros signos	2									
Muerto/moribundo	2									
Ramas >10 cm	1									
Rotura	1									
Ramas tam. variable	12	1	100,00							
Otros signos	4	1	100,00							
Muerto/moribundo	8									
Frutos	4									
Aborto	4									
TRONCO/C.RAÍZ										
Tronco en copa	5								1	14,29
Rotura	1								1	14,29
Heridas	1									
Descortezamientos	1									
Resinosis	3									
Tronco	36								6	85,71
Deformaciones	9								4	57,14
Otras deformaciones	6								4	57,14
Tumores	3									
Otros signos	10									
Heridas	10								2	28,57
Descortezamientos	2								1	14,29
Grietas	1								1	14,29
Otras heridas	7									
Resinosis	1									
Inclinado	6									
Cuello raíz	2								1	100,00
Signos hongos	1								1	100,00
C.fructificación	1								1	100,00
Heridas	1									
Otras heridas	1									
Tronco completo	1									
Otros signos	1									

N par	Sequía		Calor		Nieve/ Hielo		Viento/ Tornado		Podas	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS										
Acíc. del año	23	23	79,31							
Microfilia	23	23	79,31							
Acíc. antiguas	20									

N par	Sequía		Calor		Nieve/ Hielo		Viento/ Tornado		Podas	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Dec. Verde-amarillo	8									
Bandeado	2									
Apical	2									
Parcial	4									
Dec. Rojo-marrón	12									
Completa	11									
Parcial	1									
Acíc. todas edades	7	2	6,90							
Dec. Verde-amarillo	1									
Parcial	1									
Dec. Rojo-marrón	6	2	6,90							
Completa	6	2	6,90							
Hojas	4	3	10,34							
Comidos/perdidos	3	3	10,34							
Caída prematura	3	3	10,34							
Signos insectos	1									
Adultos,larvas,ninfas	1									
RAMAS/BROTES										
Brotes del año	13	1	3,45	12	75,00					
Aborto	13	1	3,45	12	75,00					
Ramillos <2 cm	8								1	100,00
Rotura	1								1	100,00
Muerto/moribundo	7									
Ramas 2-10 cm	8									
Deformaciones	4									
Tumores	4									
Otros signos	2									
Muerto/moribundo	2									
Ramas >10 cm	1						1	100,00		
Rotura	1						1	100,00		
Ramas tam. variable	12									
Otros signos	4									
Muerto/moribundo	8									
Frutos	4			4	25,00					
Aborto	4			4	25,00					
TRONCO/C.RAÍZ										
Tronco en copa	5									
Rotura	1									
Heridas	1									
Descortezamientos	1									
Resinosis	3									
Tronco	36								7	100,00
Deformaciones	9									
Otras deformaciones	6									
Tumores	3									
Otros signos	10									
Heridas	10									
Descortezamientos	2									
Grietas	1									

	N par	Sequía		Calor		Nieve/ Hielo		Viento/ Tornado		Podas	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Otras heridas	7									7	100,00
Resinosis	1										
Inclinado	6										
Cuello raíz	2										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Heridas	1										
Otras heridas	1										
Tronco completo	1										
Otros signos	1										

	N par	Otros daños antrópicos		<i>Smilax aspera</i>		Bacterias		<i>Bacillus vuilemini</i>	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	23								
Microfilia	23								
Acíc. antiguas	20								
Dec. Verde-amarillo	8								
Bandeado	2								
Apical	2								
Parcial	4								
Dec. Rojo-marrón	12								
Completa	11								
Parcial	1								
Acíc. todas edades	7								
Dec. Verde-amarillo	1								
Parcial	1								
Dec. Rojo-marrón	6								
Completa	6								
Hojas	4								
Comidos/perdidos	3								
Caída prematura	3								
Signos insectos	1								
Adultos,larvas,ninfas	1								
RAMAS/BROTES									
Brotes del año	13								
Aborto	13								
Ramillos <2 cm	8								
Rotura	1								
Muerto/moribundo	7								
Ramas 2-10 cm	8			2	12,50			4	100,00
Deformaciones	4							4	100,00
Tumores	4							4	100,00
Otros signos	2			2	12,50				
Muerto/moribundo	2								
Ramas >10 cm	1								
Rotura	1								
Ramas tam. variable	12			3	18,75				

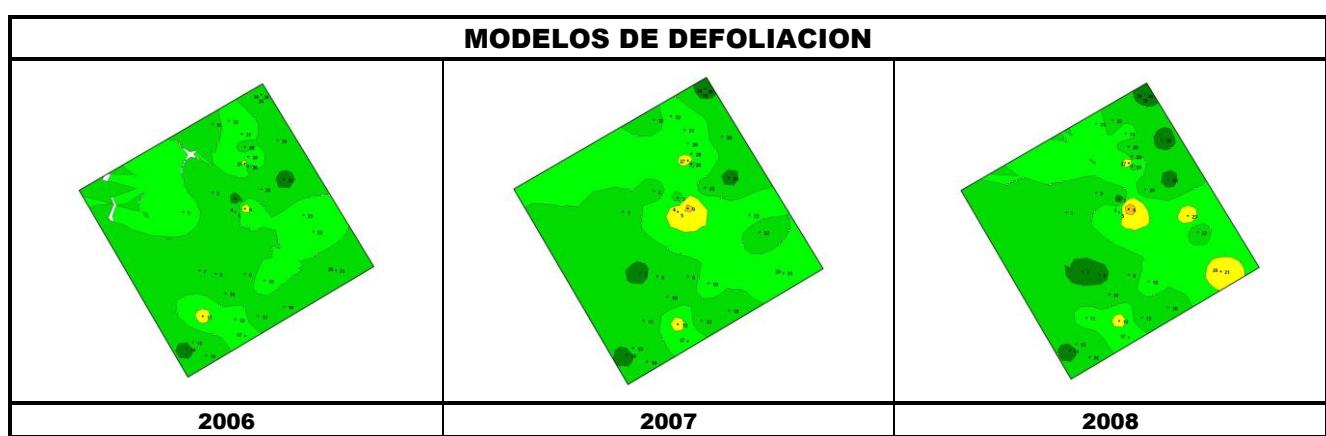
	N par	Otros daños antrópicos		<i>Smilax aspera</i>		Bacterias		<i>Bacillus vuilemini</i>	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Otros signos	4			3	18,75				
Muerto/moribundo	8								
Frutos	4								
Aborto	4								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	5								
Rotura	1								
Heridas	1								
Descortezamientos	1								
Resinosis	3								
Tronco	36	2	100,00	10	62,50	1	100,00		
Deformaciones	9	2	100,00			1	100,00		
Otras deformaciones	6	2	100,00						
Tumores	3					1	100,00		
Otros signos	10			10	62,50				
Heridas	10								
Descortezamientos	2								
Grietas	1								
Otras heridas	7								
Resinosis	1								
Inclinado	6								
Cuello raíz	2								
Signos hongos	1								
C.fructificación	1								
Heridas	1								
Otras heridas	1								
Tronco completo	1			1	6,25				
Otros signos	1			1	6,25				

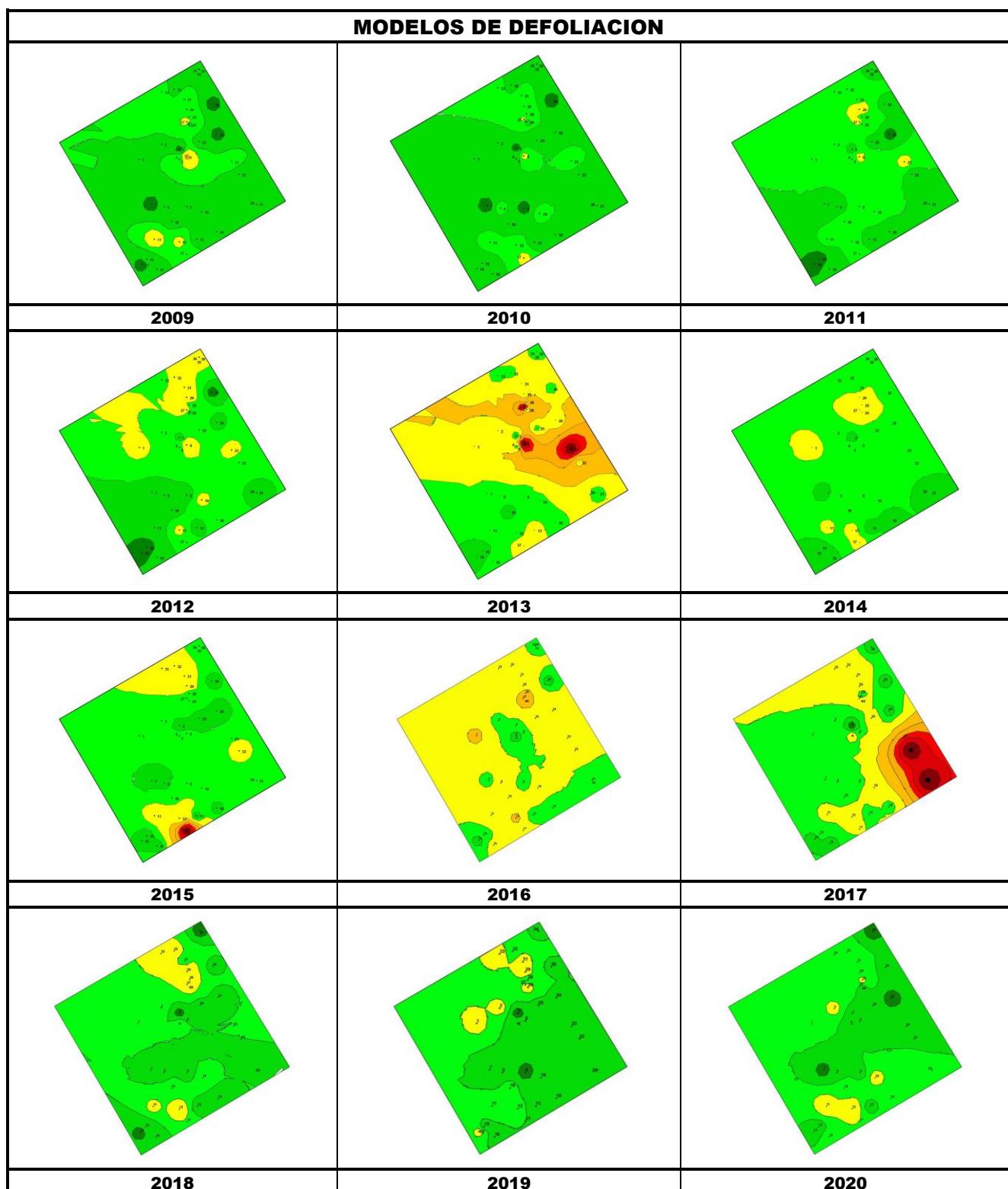
	N par	Falta luz		Inter.físicas		Compet/Espesura		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	23								
Microfilia	23								
Acíc. antiguas	20							11	47,83
Dec. Verde-amarillo	8							6	26,09
Bandeado	2								
Apical	2							2	8,70
Parcial	4							4	17,39
Dec. Rojo-marrón	12							5	21,74
Completa	11							4	17,39
Parcial	1							1	4,35
Acíc. todas edades	7							1	4,35
Dec. Verde-amarillo	1							1	4,35
Parcial	1							1	4,35
Dec. Rojo-marrón	6								
Completa	6								
Hojas	4								

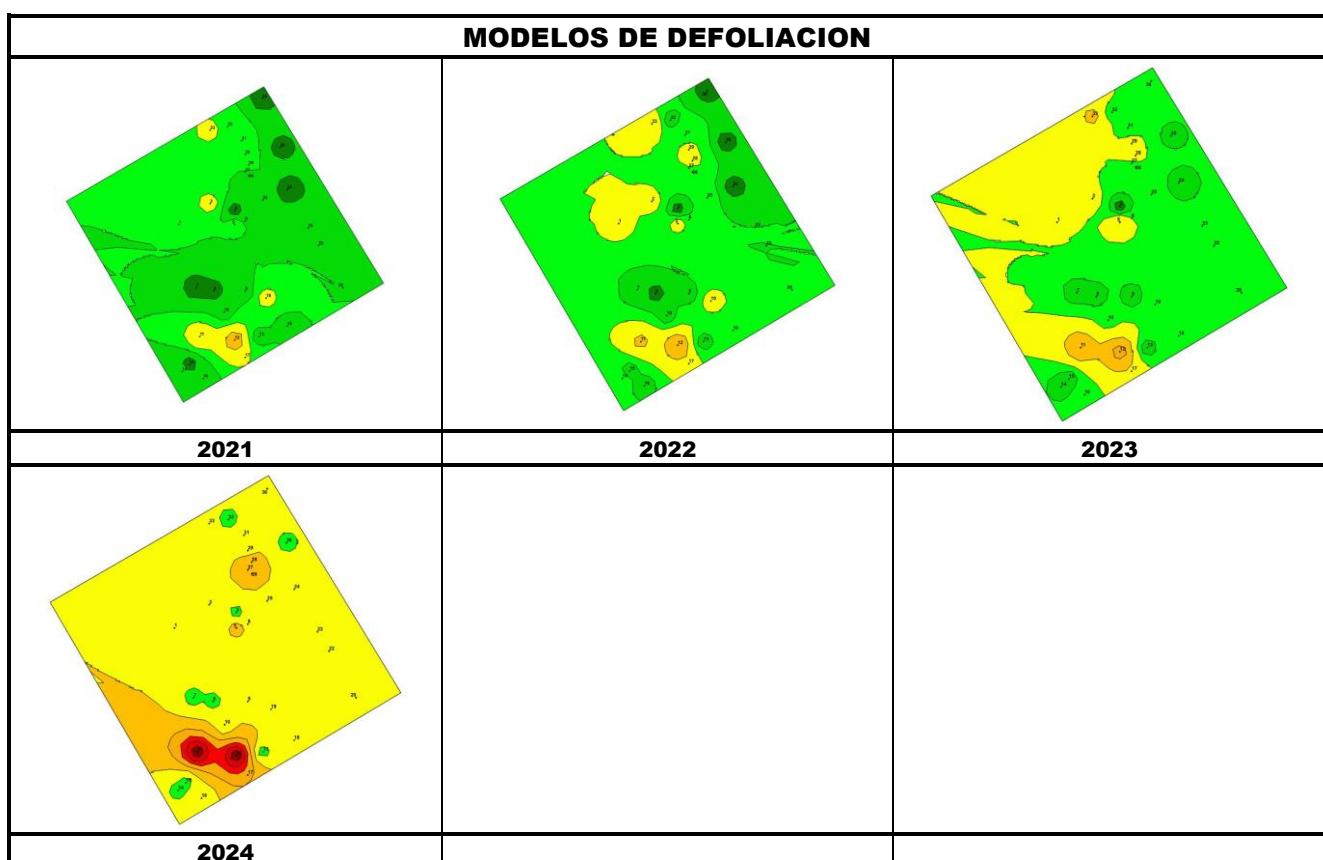
N par	Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag.desconocido	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Comidos/perdidos	3							
Caída prematura	3							
Signos insectos	1							
Adultos,larvas,ninfas	1							
RAMAS/BROTES								
Brotes del año	13							
Aborto	13							
Ramillos <2 cm	8	3	23,08				3	13,04
Rotura	1							
Muerto/moribundo	7	3	23,08				3	13,04
Ramas 2-10 cm	8	2	15,38					
Deformaciones	4							
Tumores	4							
Otros signos	2							
Muerto/moribundo	2	2	15,38					
Ramas >10 cm	1							
Rotura	1							
Ramas tam. variable	12	8	61,54					
Otros signos	4							
Muerto/moribundo	8	8	61,54					
Frutos	4							
Aborto	4							
TRONCO/C.RAÍZ								
Tronco en copa	5						4	17,39
Rotura	1							
Heridas	1						1	4,35
Descortezamientos	1						1	4,35
Resinosis	3						3	13,04
Tronco	36		1	100,00	6	100,00	3	13,04
Deformaciones	9						2	8,70
Otras deformaciones	6							
Tumores	3						2	8,70
Otros signos	10							
Heridas	10		1	100,00				
Descortezamientos	2		1	100,00				
Grietas	1							
Otras heridas	7							
Resinosis	1						1	4,35
Inclinado	6				6	100,00		
Cuello raíz	2						1	4,35
Signos hongos	1							
C.fructificación	1							
Heridas	1						1	4,35
Otras heridas	1						1	4,35
Tronco completo	1							
Otros signos	1							



FIG 6: Microfilia en la metida del año. Daños por sequía en matorral. Escamaciones de *Ophellimus maskelli* sobre eucaliptos acompañantes. Cuerpo de fructificación de hongos de pudrición sobre madera muerta.







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 ramales 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	2003	Quincenal/Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	2003	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		-		
Trascolación	Acumuladores	6		2003	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	-			
Desfronde	Captadores desfronde	4		2006	Quincenal/Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2006	Quincenal/Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		2010	Quincenal/Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		2005	Quincenal/Mensual



FIG 7: Parcela exterior. Torre meteorológica, acumuladores y caja de dosímetros. Parcela interior.

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 interaccionar 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.	$\leq 2.500 \mu\text{S}/\text{cm}$
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 (nitrógeno en forma de)	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 (nitrógeno en forma de)	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	50 mg/l

Variable	Descripción	Valores de referencia RTSAP (*)
Sulfatos (azufre en forma de)	ozono, contaminante secundario en forma de aerosol.	250 mg/l
Alcalinidad	Capacidad para neutralizar los ácidos disueltos	
Nitrógeno total	Nitrógeno total disuelto presente en la deposición	
Carbono orgánico disuelto	Carbono presente en la muestra procedente de materia orgánica	
Aluminio	Metales pesados	0,2 mg/l
Manganeso		0,05 mg/l
Hierro		0,2 mg/l

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

Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 54Ph, 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. En esta parcela se empezaron a tomar datos a partir de 2003.

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
2003	6,89	0,00	214	6,58	7,69	230	6,07	6,14
2004	6,68	0,00	460	6,80	0,00	507	5,99	6,00
2005	6,62	0,00	222	6,78	0,00	347	5,96	5,93
2006	6,60	0,00	240	6,39	0,00	446	6,08	6,01
2007	6,55	0,00	506	6,24	15,38	772	5,98	5,72
2008	6,52	0,00	412	6,44	8,33	593	6,12	5,97
2009	6,61	0,00	317	6,43	5,88	499	6,10	6,07
2010	6,89	0,00	311	6,81	0,00	467	6,22	6,19
2011	6,38	0,00	315	6,22	12,50	450	6,06	6,02
2012	6,20	0,00	58	6,15	0,00	98	5,96	5,98
2014	6,26	0,00	345	6,26	0,00	362	6,17	6,20
2015	6,16	0,00	373	6,68	0,00	449	6,08	6,18
2016	5,85	20,00	448	6,06	10,00	476	6,16	6,12
2017	5,98	18,18	241	6,32	0,00	337	6,09	6,10
2018	5,89	9,09	641	6,06	9,09	809	5,89	5,94
2019	5,97	0,00	158	6,33	0,00	339	5,99	6,04
2020	6,05	10,00	422	6,35	0,00	592	6,17	6,17
2021	6,61	0,00	292	6,47	0,00	528	6,37	6,27
2022	6,84	0,00	485	6,70	0,00	720	6,28	6,22

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
2023	6,93	0,00	250	6,70	0,00	324	6,34	6,21
Media	6,42	2,86	336	6,44	3,44	467	6,08	6,11



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	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
2003	226,21		214	42,50		230	45,96	25,07
2004	221,60		460	42,68		507	62,42	37,00
2005	253,10		222	38,98		347	65,42	30,19
2006	317,38		240	35,03		446	61,52	28,60
2007	170,31		506	47,45		772	49,85	28,88
2008	177,92		412	31,57		593	46,65	22,88
2009	194,28		317	33,96		499	49,43	20,10
2010	223,24		311	30,36		467	44,44	15,09
2011	265,38		315	36,81		450	51,36	19,04
2012	271,56		58	56,39		98	53,38	20,50
2014	48,20		345	14,85		362	33,76	15,23

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
2015	213,91		373	40,22			449	45,28
2016	279,45		448	52,54			476	47,39
2017	338,74		241	59,47			337	56,13
2018	102,55		641	27,19			809	38,75
2019	382,00		158	72,37			339	74,16
2020	226,53		422	66,49			592	46,43
2021	121,81		292	53,78			528	40,51
2022	184,60		485	43,26			720	44,12
2023	164,24		250	33,03			324	45,95
Media	219,15		336	42,95			467	46,28
								22,01

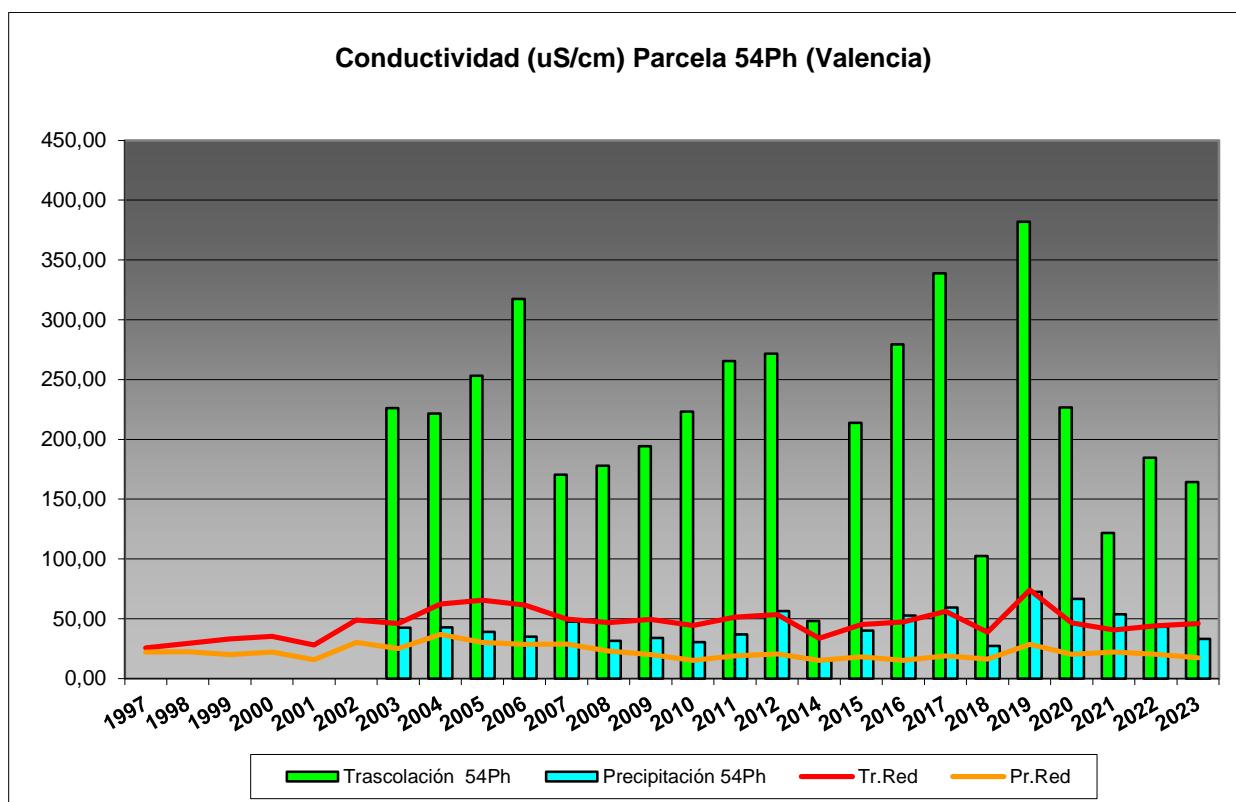


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

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)
2003			214	0,29	0,66	230	-0,66	12,93	3,83
2004	4,70	21,65	460	0,33	1,68	507	19,97	16,14	4,88
2005	7,58	16,82	222	0,65	2,27	347	14,55	12,47	5,15

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	5,71	13,70	240	0,28	1,24	446	12,46	19,14	9,86
2007	4,96	25,11	506	0,43	3,33	772	21,77	20,44	7,92
2008	3,18	13,10	412	0,40	2,36	593	10,73	22,97	6,57
2009	6,40	20,29	317	0,31	1,56	499	18,73	18,05	4,28
2010	7,23	22,50	311	0,26	1,21	467	21,29	21,96	3,59
2011	5,76	18,15	315	0,43	1,93	450	16,21	18,92	5,75
2012	6,47	3,77	58	0,47	0,46	98	3,31	2,99	0,92
2014	1,66	5,73	345	0,13	0,48	362	5,25	11,97	1,60
2015	6,03	22,46	373	1,16	5,21	449	17,25	18,33	4,20
2016	8,04	36,06	448	0,39	1,88	476	34,18	19,15	2,17
2017	8,28	19,93	241	0,39	1,33	337	18,60	16,19	1,94
2018	2,81	18,00	641	0,25	2,00	809	16,00	17,14	2,96
2019	8,36	13,21	158	0,83	2,80	339	10,40	17,04	3,33
2020	6,97	29,42	422	0,73	4,35	592	25,07	22,26	2,32
2021	4,01	11,68	292	9,68	3,90	528	7,78	15,69	1,94
2022	5,59	27,15	485	0,32	2,32	720	24,83	18,27	1,30
2023	4,76	11,89	250	0,48	1,55	324	10,34	20,05	0,93
Media	5,71	18,45	336	0,91	2,13	467	15,40	17,10	5,33

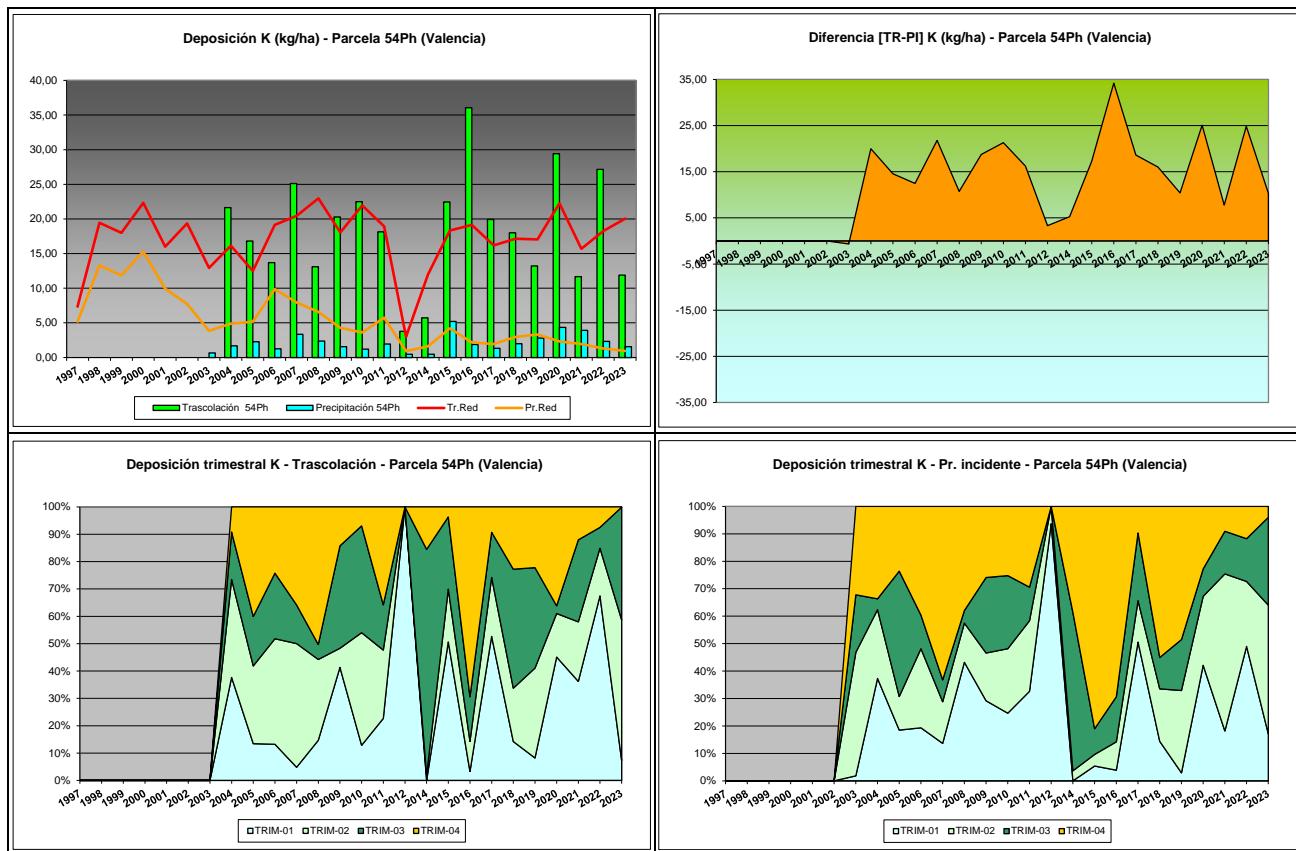
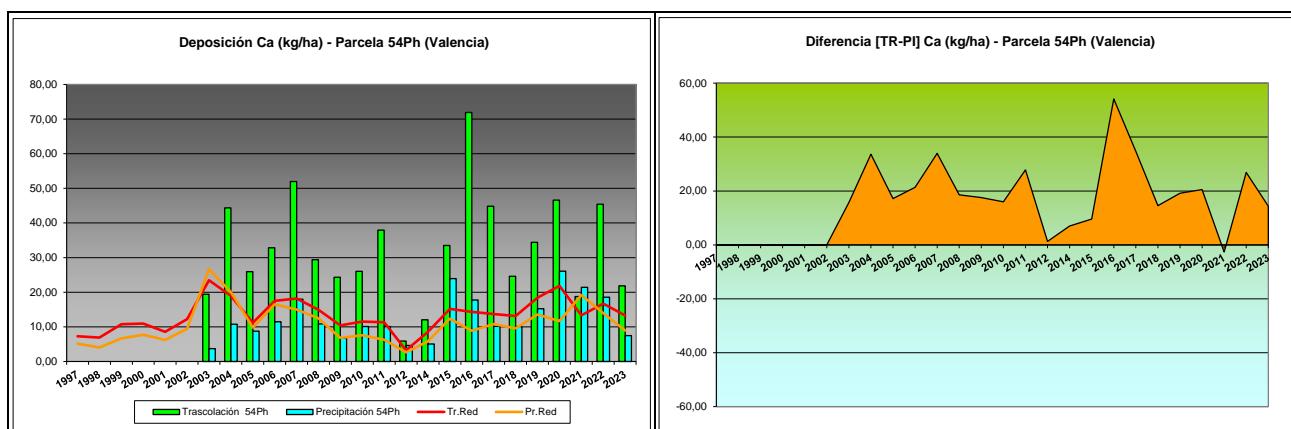


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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)
2003	9,07	19,41	214	1,61	3,71	230	15,70	23,45	26,64
2004	9,64	44,37	460	2,12	10,73	507	33,64	18,95	20,04
2005	11,68	25,93	222	2,52	8,75	347	17,17	11,17	9,81
2006	13,68	32,84	240	2,57	11,48	446	21,36	17,51	16,49
2007	10,27	51,94	506	2,33	17,99	772	33,95	18,16	14,99
2008	7,14	29,43	412	1,83	10,85	593	18,57	14,94	12,47
2009	7,67	24,33	317	1,36	6,77	499	17,56	10,43	6,81
2010	8,38	26,05	311	2,16	10,07	467	15,98	11,50	7,59
2011	12,04	37,93	315	2,25	10,11	450	27,83	11,32	6,29
2012	10,15	5,91	58	4,72	4,61	98	1,30	3,22	2,60
2014	3,49	12,03	345	1,39	5,02	362	7,01	8,57	5,86
2015	8,99	33,50	373	5,33	23,92	449	9,59	15,19	12,39
2016	16,04	71,91	448	3,73	17,77	476	54,14	14,34	8,83
2017	18,62	44,83	241	3,01	10,15	337	34,69	13,71	10,82
2018	3,84	24,62	641	1,24	10,06	809	14,56	13,15	9,58
2019	21,78	34,41	158	4,50	15,24	339	19,16	18,41	13,57
2020	11,03	46,59	422	4,40	26,07	592	20,53	21,83	11,03
2021	6,44	18,76	292	4,06	21,41	528	-2,65	13,31	19,20
2022	9,36	45,41	485	2,57	18,54	720	26,87	16,71	13,93
2023	8,74	21,83	250	2,30	7,48	324	14,36	13,29	8,93
Media	10,40	32,60	336	2,80	12,54	467	20,06	13,30	10,68



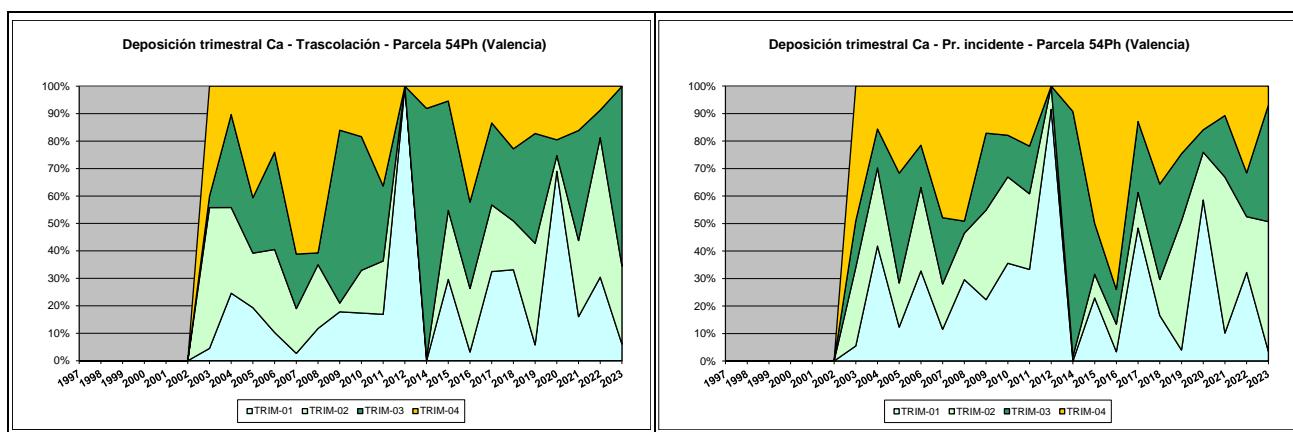


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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)
2003	4,16	8,89	214	0,93	2,14	230	6,76	3,97	1,65
2004	3,29	15,14	460	0,59	2,98	507	12,16	4,03	2,51
2005	4,06	9,01	222	0,67	2,32	347	6,69	2,73	1,01
2006	4,19	10,06	240	0,56	2,48	446	7,57	4,06	1,94
2007	3,06	15,48	506	0,64	4,92	772	10,56	4,56	2,17
2008	2,53	10,42	412	0,59	3,47	593	6,95	3,99	1,87
2009	2,80	8,88	317	0,44	2,18	499	6,70	3,95	1,67
2010	3,18	9,90	311	0,28	1,32	467	8,58	4,42	1,89
2011	4,73	14,91	315	0,52	2,35	450	12,56	3,98	1,27
2012	4,98	2,90	58	0,71	0,69	98	2,21	2,35	1,52
2014	0,85	2,94	345	0,12	0,44	362	2,50	1,90	0,75
2015	2,85	10,64	373	1,31	5,87	449	4,76	3,32	1,84
2016	4,85	21,75	448	0,70	3,33	476	18,41	4,44	1,71
2017	8,14	19,61	241	0,75	2,54	337	17,07	4,43	1,69
2018	1,19	7,62	641	0,34	2,75	809	4,87	4,24	2,01
2019	5,44	8,60	158	0,99	3,36	339	5,23	3,74	2,26
2020	4,10	17,33	422	0,96	5,70	592	11,62	4,38	2,00
2021	2,09	6,08	292	0,73	3,85	528	2,23	3,16	1,97
2022	2,86	13,88	485	0,53	3,82	720	10,05	3,74	2,23
2023	3,05	7,62	250	0,49	1,58	324	6,04	3,81	1,58
Media	3,62	11,08	336	0,64	2,91	467	8,18	3,75	1,89

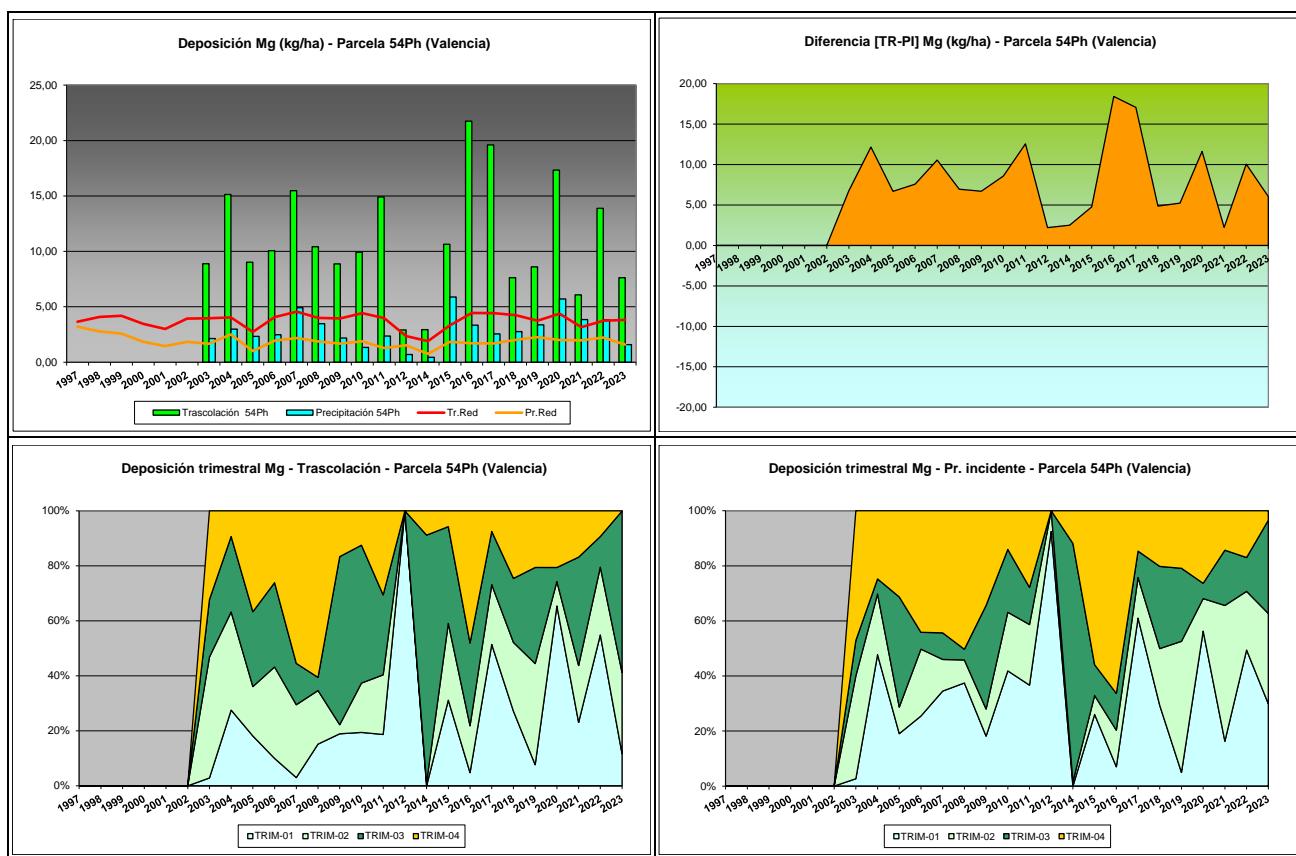


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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)
2003	32,65	69,88	214	4,17	9,60	230	60,28	22,49	12,86
2004	16,82	77,43	460	3,35	17,00	507	60,43	22,85	13,75
2005	24,23	53,79	222	3,03	10,50	347	43,30	14,42	7,16
2006	23,39	56,15	240	3,75	16,74	446	39,41	24,17	16,07
2007	18,40	93,09	506	4,86	37,54	772	55,55	23,14	14,21
2008	16,40	67,58	412	3,67	21,77	593	45,80	19,63	11,01
2009	14,09	44,68	317	2,78	13,86	499	30,81	22,09	12,27
2010	14,53	45,19	311	1,69	7,91	467	37,28	24,37	13,76
2011	25,34	79,83	315	3,22	14,47	450	65,36	20,72	5,97
2012	23,55	13,71	58	4,08	3,99	98	9,72	4,35	2,86
2014	0,93	3,21	345	0,39	1,40	362	1,81	6,77	4,55
2015	18,43	68,70	373	8,61	38,65	449	30,04	15,27	11,59
2016	28,56	128,04	448	4,18	19,90	476	108,14	22,84	11,19
2017	36,69	88,34	241	6,25	21,06	337	67,28	19,35	10,47
2018	9,88	63,35	641	2,55	20,60	809	42,75	22,61	14,29
2019	36,17	57,15	158	6,76	22,91	339	34,23	19,32	13,98
2020	20,62	87,10	422	5,64	33,39	592	53,70	20,09	11,74

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)
2021	12,25	35,72	292	3,84	20,29	528	15,43	12,97	10,32
2022	19,81	96,18	485	3,79	27,32	720	68,87	18,67	11,08
2023	18,41	45,99	250	3,15	10,22	324	35,77	18,93	11,19
Media	20,56	63,75	336	3,99	18,46	467	45,30	18,35	11,36

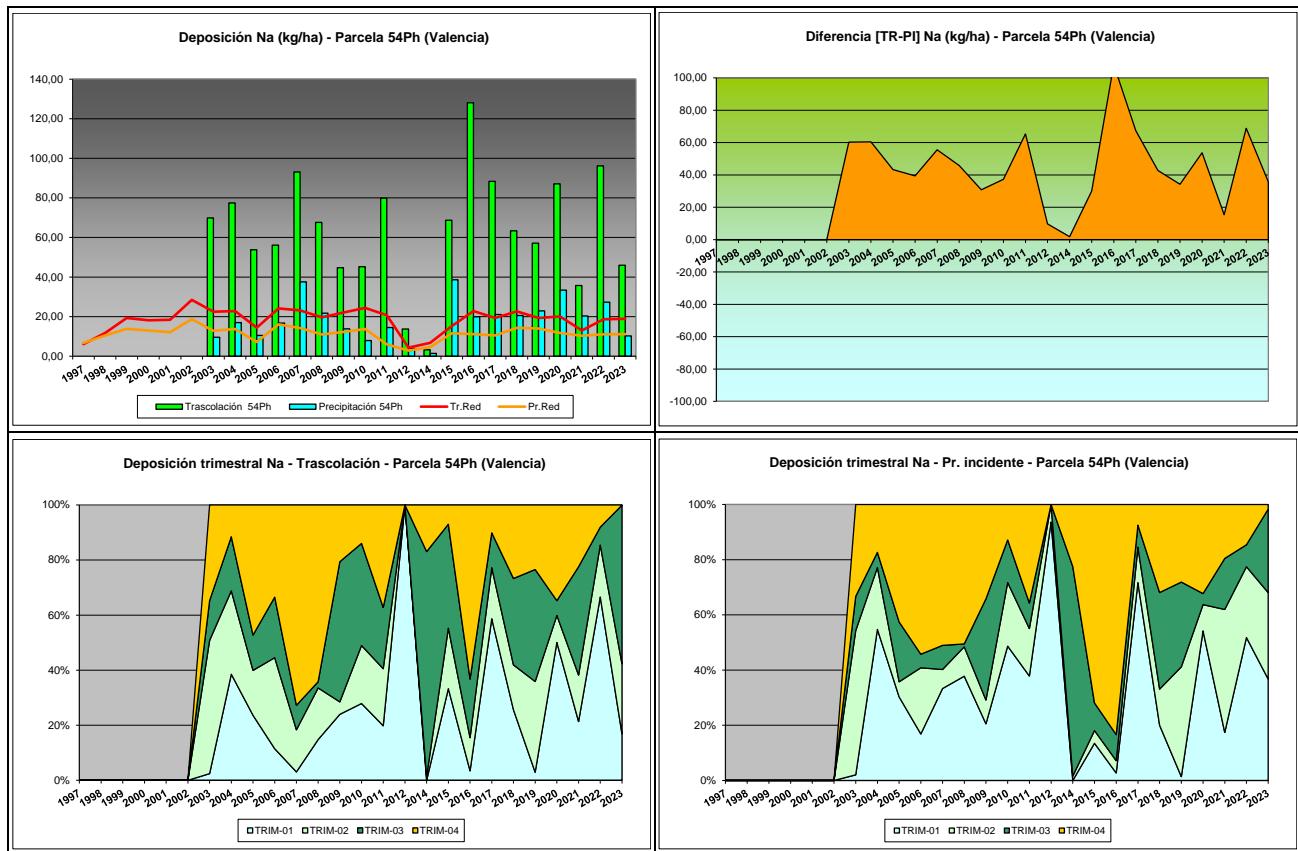


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio (nitrógeno en forma de).

TABLA 16: Caracterización Amonio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. N(NH4) ~ 0,777 NH4

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)
2003	1,58	3,38	214	0,33	0,76	230	2,62	3,06	3,10
2004	1,16	5,36	460	0,28	1,43	507	3,93	4,12	3,23
2005	2,90	6,43	222	0,38	1,31	347	5,12	2,41	1,80
2006	2,77	6,66	240	0,34	1,52	446	5,14	3,62	3,05
2007	1,61	8,14	506	0,32	2,50	772	5,64	3,53	3,58
2008	2,29	9,45	412	0,56	3,31	593	6,14	2,91	2,62
2009	1,76	5,59	317	0,40	1,97	499	3,62	2,73	1,82
2010	3,07	9,55	311	0,33	1,54	467	8,00	3,12	2,09

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)
2011	2,93	9,24	315	0,43	1,92	450	7,32	4,36	3,15
2012	2,84	1,65	58	0,57	0,55	98	1,10	2,26	2,06
2014	2,08	7,18	345	0,73	2,63	362	4,54	4,16	3,35
2015	2,53	9,43	373	1,24	5,59	449	3,84	5,30	6,04
2016	2,04	9,15	448	0,44	2,09	476	7,06	5,94	4,26
2017	2,39	5,76	241	0,35	1,19	337	4,57	2,40	1,52
2018	1,42	9,08	641	0,33	2,71	809	6,37	2,79	2,39
2019	3,67	5,80	158	0,43	1,46	339	4,34	1,60	1,23
2020	0,72	3,04	422	0,16	0,95	592	2,09	1,98	1,81
2021	0,65	1,89	292	0,24	1,25	528	0,64	2,18	1,71
2022	0,79	3,85	485	0,36	2,62	720	1,23	1,60	2,23
2023	0,80	1,99	250	0,12	0,39	324	1,60	1,96	1,66
Media	2,00	6,13	336	0,42	1,88	467	4,25	2,91	3,15

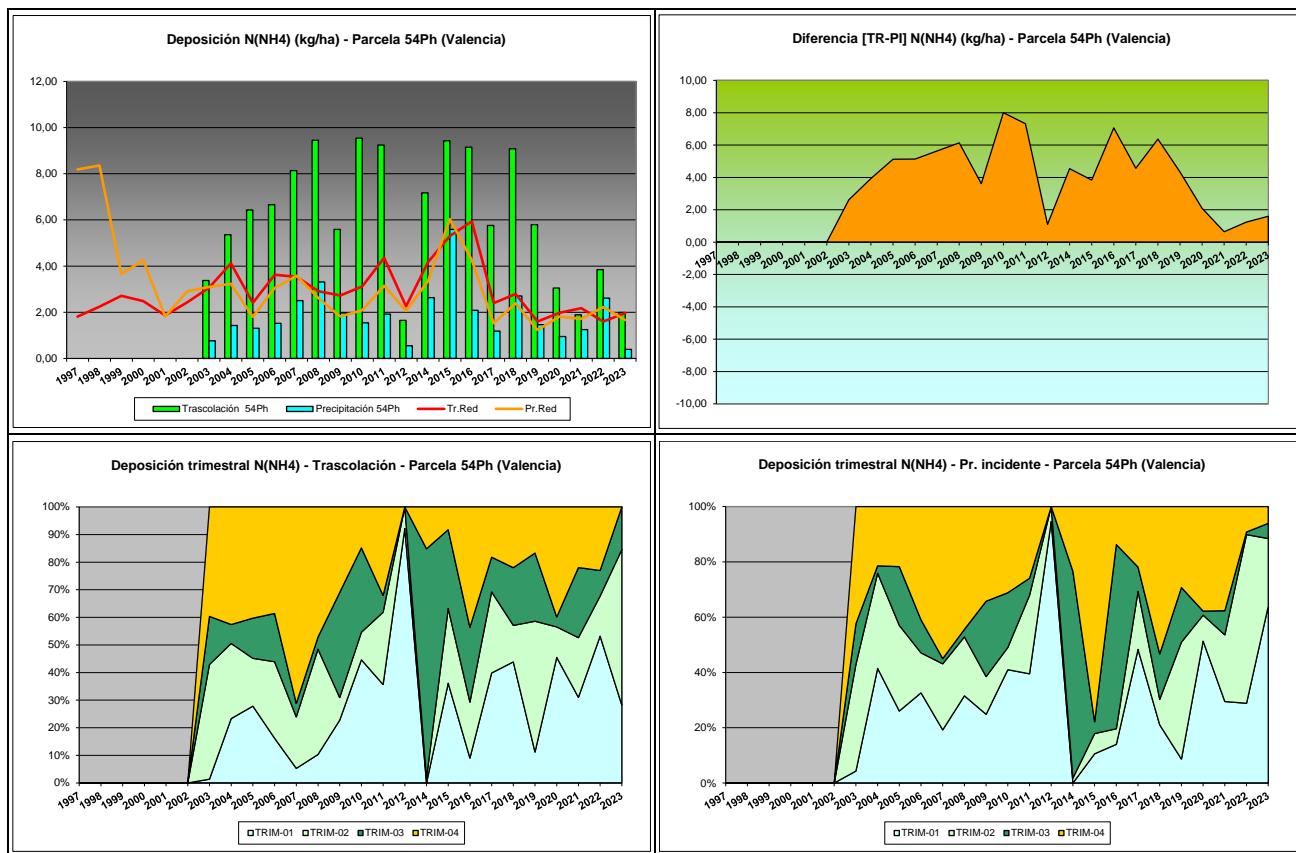
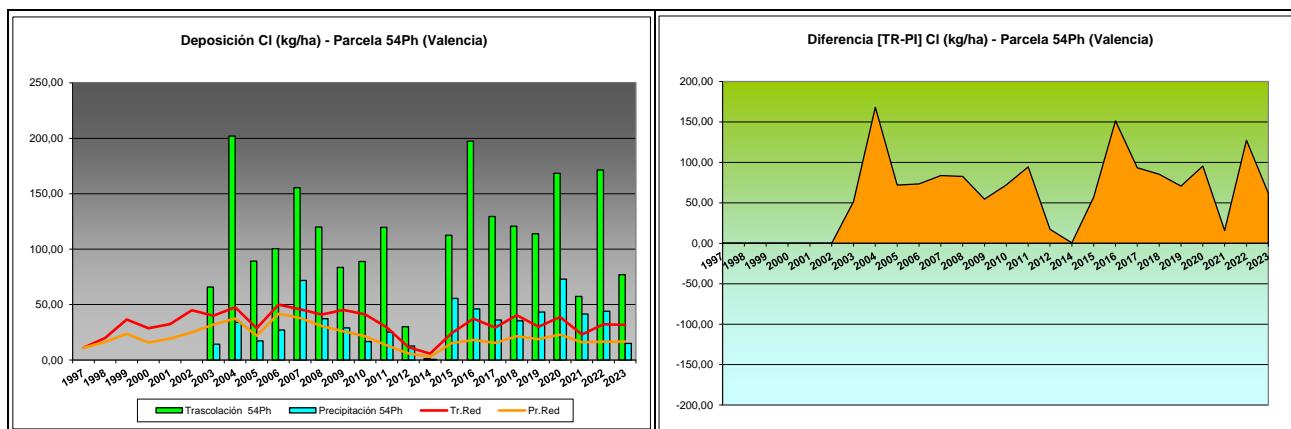


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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)
2003	30,72	65,74	214	6,18	14,23	230	51,51	39,97	31,89
2004	43,87	202,00	460	6,68	33,84	507	168,17	47,45	37,43
2005	40,17	89,17	222	4,95	17,18	347	71,99	28,61	21,76
2006	41,84	100,42	240	6,06	27,01	446	73,41	49,90	41,76
2007	30,73	155,49	506	9,29	71,75	772	83,75	45,78	37,79
2008	29,12	119,96	412	6,29	37,28	593	82,67	40,90	30,60
2009	26,35	83,53	317	5,81	28,98	499	54,55	45,08	25,80
2010	28,55	88,80	311	3,55	16,60	467	72,20	41,17	21,32
2011	37,99	119,68	315	5,61	25,24	450	94,43	29,44	13,12
2012	51,48	29,96	58	12,92	12,62	98	17,34	11,34	5,87
2014	0,34	1,16	345	0,16	0,59	362	0,57	5,78	2,90
2015	30,19	112,50	373	12,38	55,59	449	56,91	24,25	15,25
2016	44,03	197,39	448	9,66	45,99	476	151,40	37,19	18,03
2017	53,73	129,39	241	10,68	36,01	337	93,39	29,16	15,38
2018	18,83	120,72	641	4,37	35,34	809	85,38	40,34	21,30
2019	72,09	113,89	158	12,74	43,17	339	70,72	29,98	18,87
2020	39,89	168,44	422	12,32	72,98	592	95,46	38,79	22,86
2021	19,65	57,30	292	7,86	41,48	528	15,82	23,04	15,99
2022	35,31	171,39	485	6,11	43,99	720	127,40	32,15	16,37
2023	30,80	76,95	250	4,60	14,94	324	62,01	31,63	16,59
Media	35,28	110,19	336	7,41	33,74	467	76,45	32,50	20,82



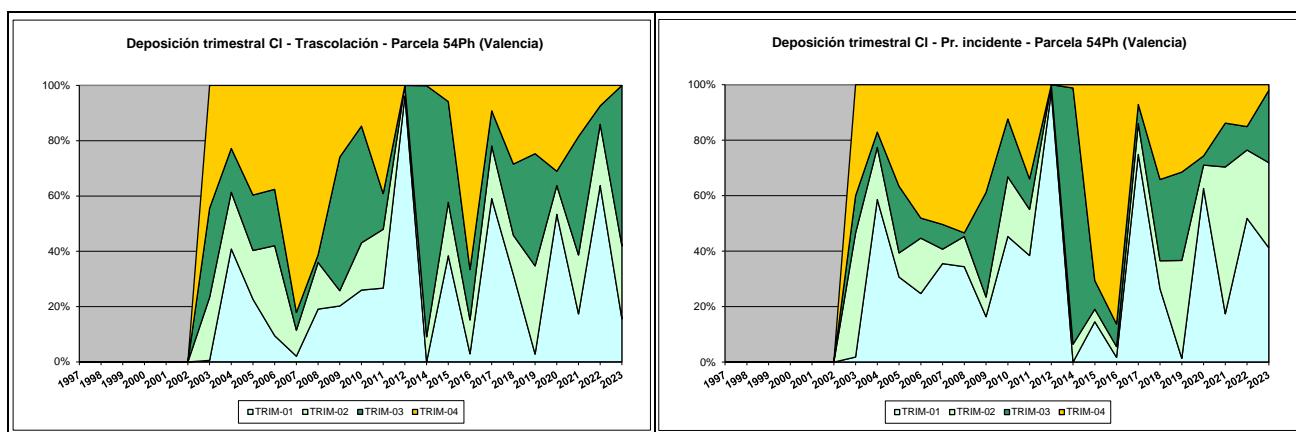


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos (nitrógeno en forma de).

TABLA 18: Caracterización Nitratos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. N(NO₃) ~ 0,226 NO₃

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)
2003	6,24	13,35	214	0,52	1,19	230	12,17	5,39	2,74
2004	3,87	17,84	460	0,43	2,18	507	15,66	6,93	3,28
2005	5,61	12,46	222	0,89	3,07	347	9,38	4,31	1,83
2006	5,60	13,45	240	0,58	2,61	446	10,84	5,54	2,75
2007	2,52	12,77	506	0,48	3,69	772	9,08	5,06	2,96
2008	3,08	12,70	412	0,65	3,86	593	8,85	4,72	3,38
2009	3,45	10,93	317	0,42	2,08	499	8,85	3,87	1,87
2010	4,08	2,08	311	0,50	2,33	467	-0,25	1,87	2,37
2011	4,66	14,67	315	0,56	2,50	450	12,17	7,76	4,61
2012	3,70	2,15	58	0,51	0,50	98	1,65	1,65	0,99
2014	1,51	5,19	345	0,34	1,22	362	3,97	2,54	1,43
2015	3,41	12,69	373	0,77	3,46	449	9,24	3,25	2,17
2016	4,00	17,93	448	0,38	1,79	476	16,14	3,58	1,83
2017	3,99	9,61	241	0,53	1,79	337	7,82	3,32	1,74
2018	1,85	11,85	641	0,41	3,31	809	8,55	3,41	2,08
2019	3,78	5,98	158	0,60	2,03	339	3,95	2,46	1,61
2020	0,96	4,05	422	0,27	1,58	592	2,47	2,02	1,64
2021	1,28	3,74	292	0,45	2,40	528	1,34	2,15	1,43
2022	1,21	5,89	485	0,36	2,61	720	3,27	2,09	1,49
2023	1,07	2,68	250	0,14	0,44	324	2,24	2,00	1,29
Media	3,29	9,60	336	0,49	2,23	467	7,37	3,68	2,24

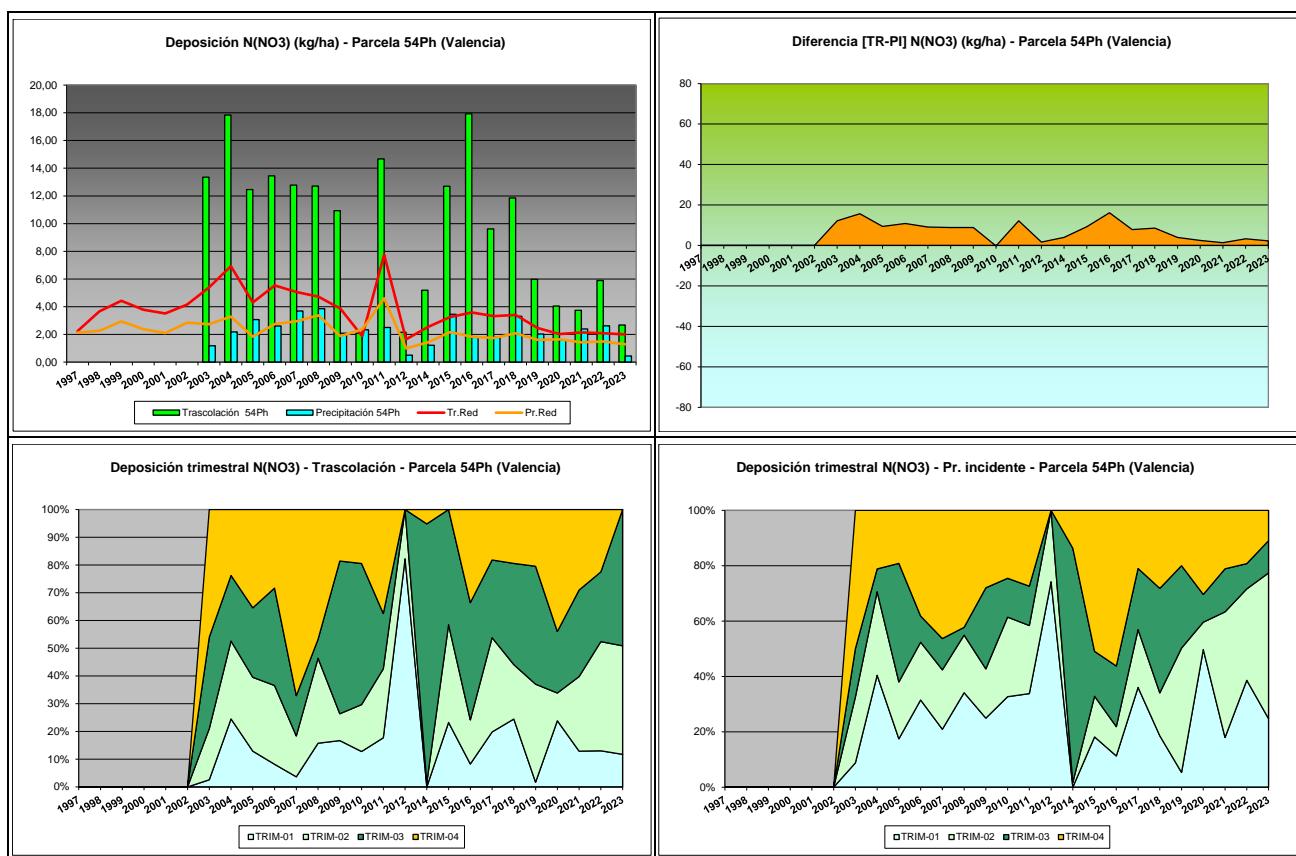


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos (azufre en forma de).

TABLA 19: Caracterización Sulfatos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. S(SO₄) ~ 0,333 SO₄

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)
2003	4,21	9,00	214	1,31	3,02	230	5,98	6,85	4,80
2004	4,56	20,99	460	0,99	4,99	507	16,00	8,72	5,84
2005	5,67	12,58	222	1,29	4,47	347	8,11	4,69	3,12
2006	6,09	14,61	240	0,96	4,29	446	10,32	6,80	4,69
2007	3,87	19,56	506	1,06	8,15	772	11,41	7,24	5,12
2008	4,18	17,24	412	1,02	6,02	593	11,22	4,49	2,61
2009	3,86	12,24	317	0,87	4,36	499	7,88	4,67	3,32
2010	3,99	12,42	311	0,70	3,25	467	9,17	4,27	2,88
2011	4,56	14,36	315	0,90	4,03	450	10,33	5,93	4,57
2012	5,61	3,27	58	1,23	1,20	98	2,07	1,84	1,35
2014	0,41	1,40	345	0,36	1,29	362	0,11	2,14	2,00
2015	3,65	13,60	373	1,25	5,62	449	7,98	3,56	2,95
2016	4,49	20,12	448	0,95	4,50	476	15,62	4,08	2,76
2017	5,63	13,55	241	1,16	3,92	337	9,63	4,28	2,71
2018	2,00	12,83	641	0,69	5,58	809	7,25	4,28	3,39
2019	6,62	10,45	158	1,61	5,45	339	5,01	3,75	3,13
2020	2,84	12,01	422	0,90	5,36	592	6,65	3,59	3,24

54 Ph (VALENCIA)

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)
2021	1,64	4,78	292	0,76	4,01	528	0,76	2,60	2,69
2022	2,19	10,63	485	0,69	4,95	720	5,69	3,19	2,67
2023	2,48	6,18	250	0,53	1,73	324	4,45	3,07	2,32
Media	3,93	12,09	336	0,96	4,31	467	7,78	4,84	3,72

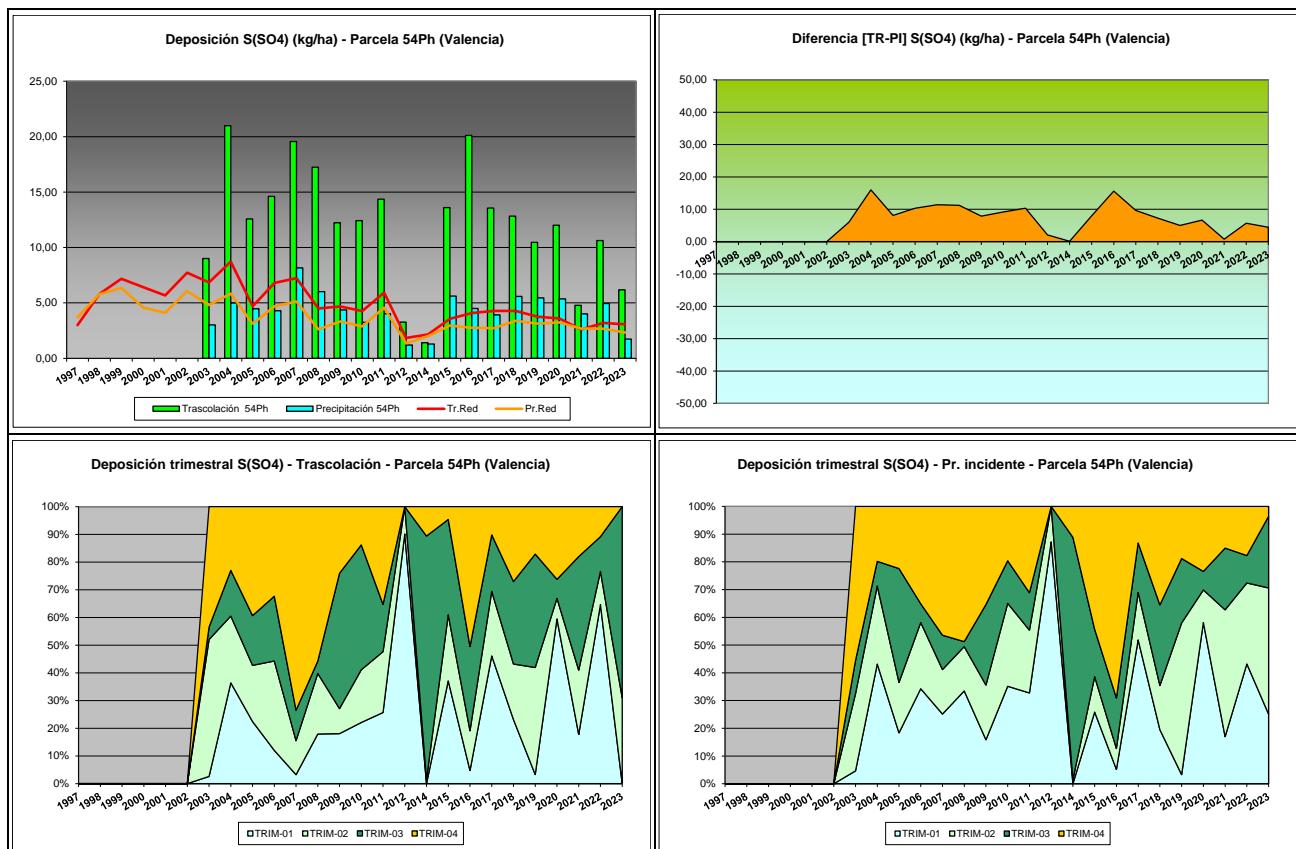


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Alcalinidad (μeq/l).

TABLA 20: Caracterización Alcalinidad. 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								
1998								
1999							258,14	255,59
2000							157,24	154,47
2001							76,17	54,64
2002							169,83	139,42
2003	174,49		214	26,08			21,95	10,18
2004	146,07		460	54,18			109,89	117,44
2005	172,98		222	52,66			76,86	45,33

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
2006	550,68		240	77,09		446	105,76	56,48
2007	117,45		506	48,47		772	59,09	37,75
2008	97,47		412	44,75		593	71,35	40,35
2009	110,74		317	42,02		499	68,62	36,01
2010	193,70		311	57,74		467	86,39	49,13
2011	121,46		315	61,06		450	75,33	49,79
2012	175,93		58	77,66		98	19,53	10,46
2014			345			362	136,23	120,02
2015	172,10		373	137,70		449	114,70	71,81
2016	164,50		448	97,16		476	108,18	61,70
2017	214,69		241	111,19		337	132,93	56,84
2018	90,14		641	52,58		809	94,72	48,11
2019	321,48		158	123,27		339	101,80	58,32
2020	124,58		422	95,07		592	86,06	49,71
2021	176,54		292	123,99		528	117,39	82,82
2022	170,94		485	77,08		720	105,33	59,15
2023	135,29		250	65,78		324	90,82	45,63
Media	180,59		336	75,03		467	101,85	71,30

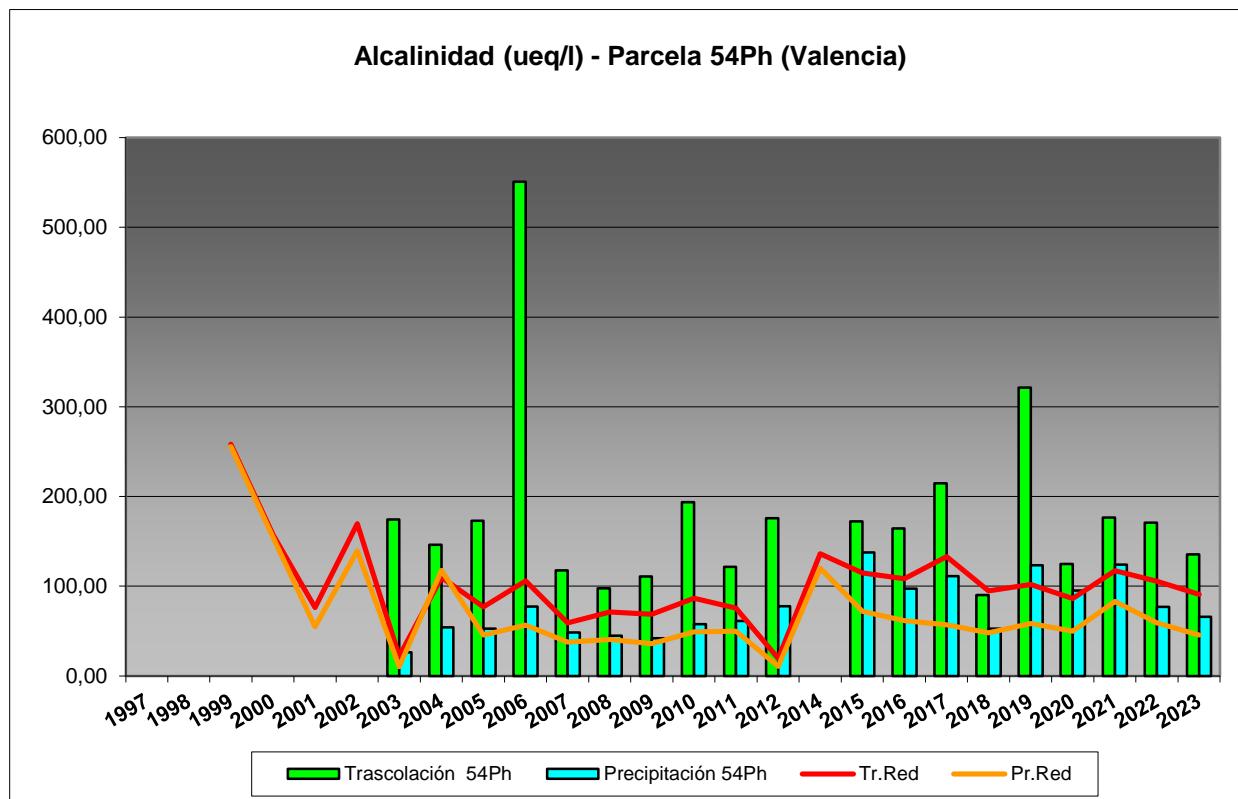
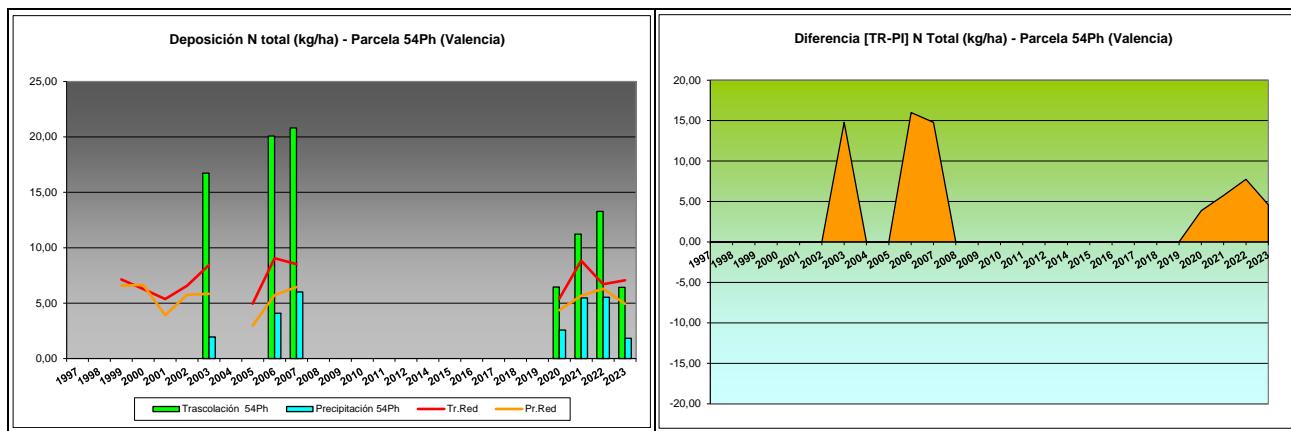


FIG 18: Variación temporal de la alcalinidad.

5.12. Nitrógeno total.

TABLA 21: Caracterización Nitrógeno total. 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									
1998									
1999								7,14	6,59
2000								6,27	6,64
2001								5,37	3,91
2002								6,58	5,75
2003	7,82	16,73	214	0,85	1,95	230	14,78	8,44	5,84
2004			460			507			
2005			222			347		4,96	2,97
2006	8,37	20,08	240	0,92	4,09	446	15,99	9,06	5,73
2007	4,11	20,80	506	0,78	6,01	772	14,79	8,53	6,45
2008			412			593			
2009			317			499			
2010			311			467			
2011			315			450			
2012			58			98			
2014			345			362			
2015			373			449			
2016			448			476			
2017			241			337			
2018			641			809			
2019			158			339			
2020	1,53	6,45	422	0,44	2,58	592	3,87	5,40	4,36
2021	3,85	11,23	292	1,04	5,47	528	5,76	8,83	5,67
2022	2,74	13,28	485	0,77	5,53	720	7,75	6,71	6,31
2023	2,57	6,42	250	0,56	1,83	324	4,59	7,06	4,94
Media	4,43	13,57	336	0,76	3,92	467	9,65	7,03	5,43



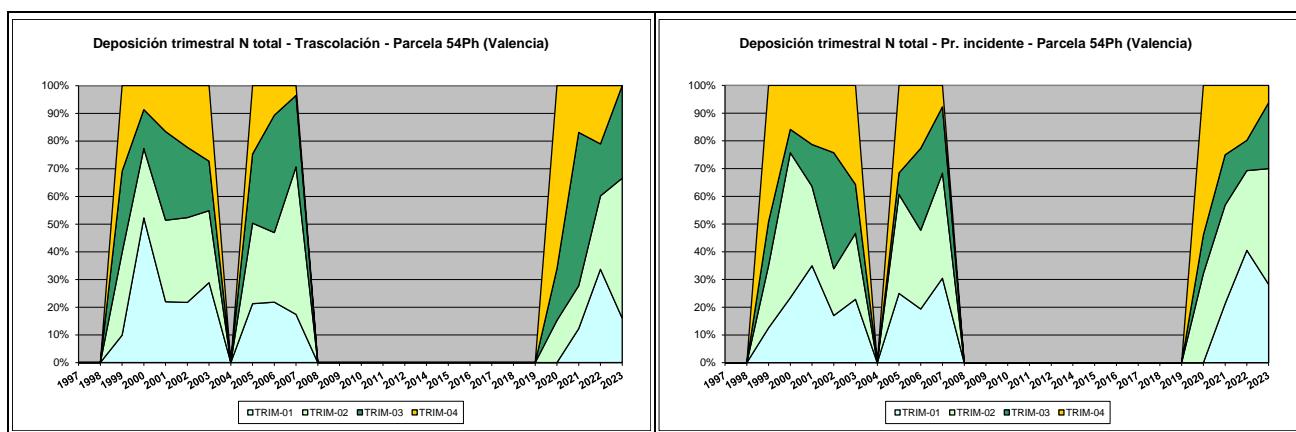


FIG 19: Variación temporal de deposición de Ntotal, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.13. Carbono orgánico disuelto – DOC (mg/l).

TABLA 22: Caracterización Alcalinidad. 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
2020	15,13		422	19,56		592	54,88	57,75
2021	30,82		292	51,46		528	48,33	66,04
2022	32,13		485	33,04		720	45,72	59,49
2023	46,04		250	26,48		324	53,85	59,36
Media	31,03		362	32,63		541	50,70	60,66

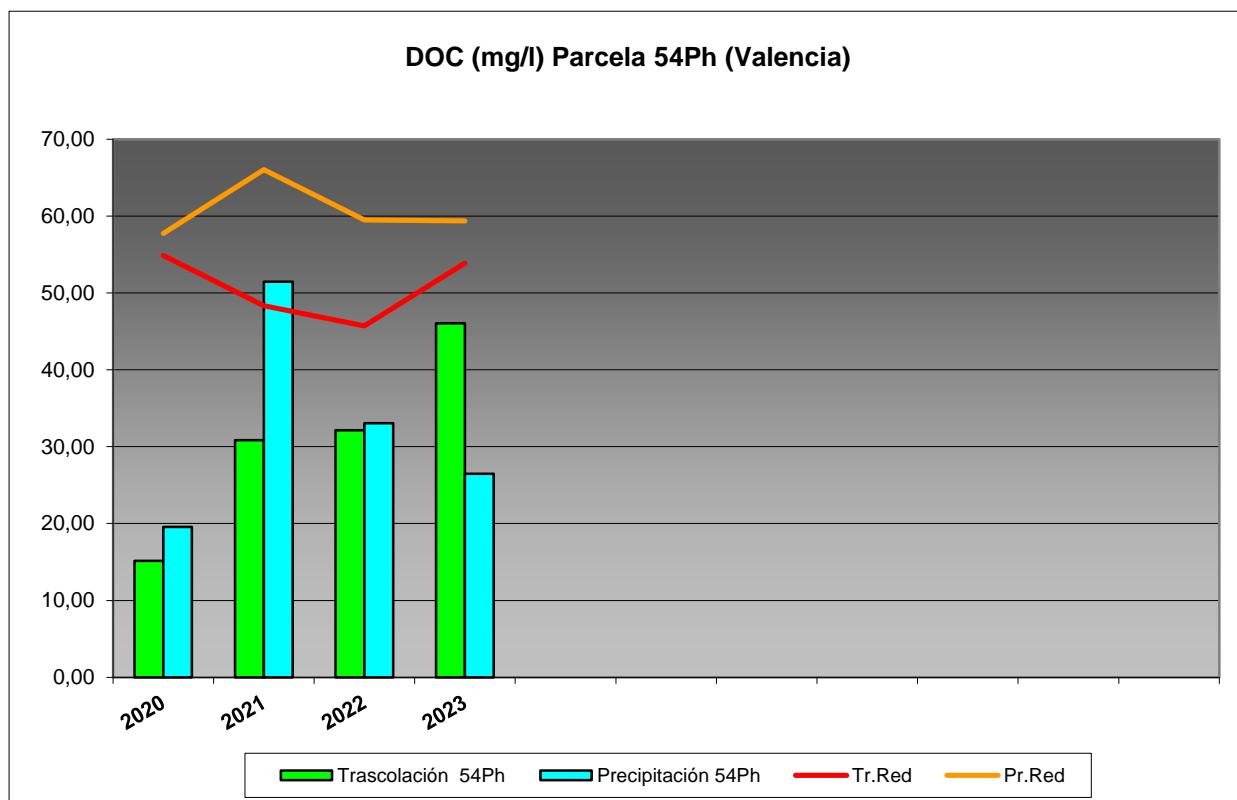


FIG 20: Variación temporal de DOC.

5.14. Aluminio.

TABLA 23: Caracterización Aluminio. 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)
2020	0,03	0,13	422	0,02	0,10	592	0,03	0,38	0,25
2021	0,05	0,16	292	0,03	0,14	528	0,01	0,28	0,19
2022	0,00	0,02	485	0,03	0,20	720	-0,18	0,05	0,11
2023	0,05	0,12	250	0,02	0,05	324	0,07	0,25	0,08
Media	0,03	0,11	362	0,02	0,12	541	-0,02	0,24	0,16

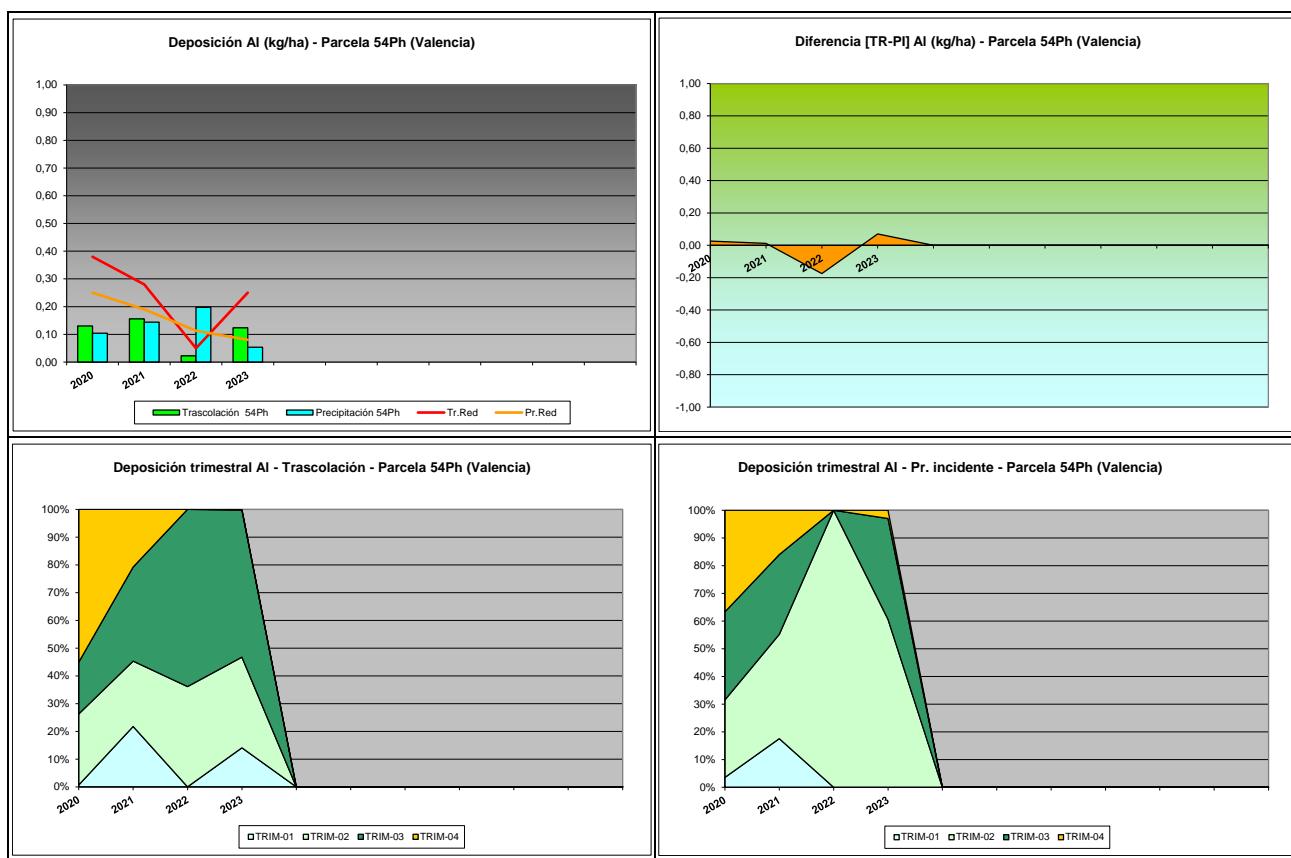


FIG 21: Variación temporal de deposición de Al, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.15. Manganeso.

TABLA 24: Caracterización Manganeso. 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)
2020	0,01	0,04	422	0,01	0,03	592	0,01	0,21	0,05
2021	0,01	0,02	292	0,00	0,02	528	-0,01	0,17	0,04

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2022	0,08	0,38	485	0,00	0,01	720	0,37	0,21	0,05
2023	0,00	0,00	250	0,00	0,00	324	0,00	0,26	0,05
Media	0,02	0,11	362	0,00	0,02	541	0,09	0,21	0,05

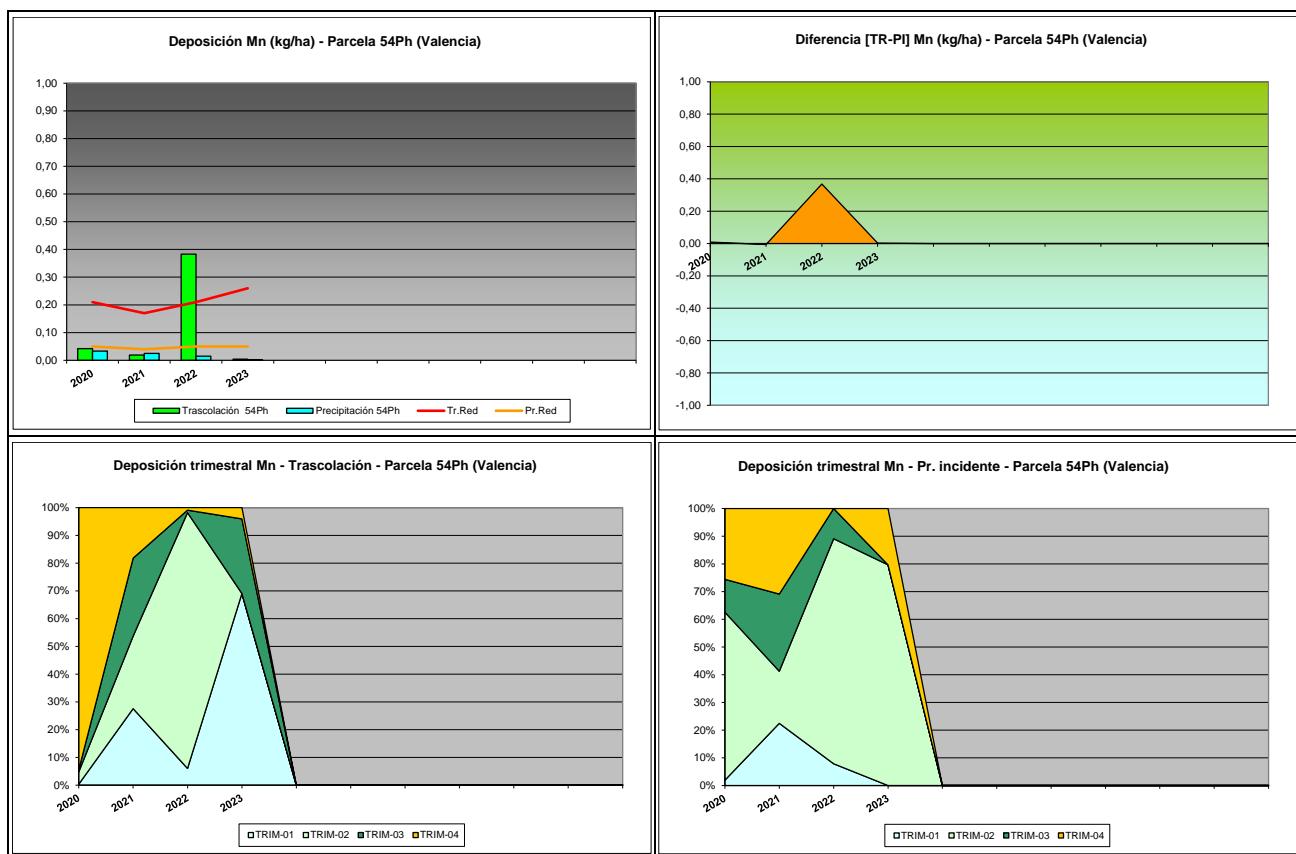


FIG 22: Variación temporal de deposición de Mn, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.16. Hierro.

TABLA 25: Caracterización Hierro. 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)
2020	0,02	0,07	422	0,00	0,03	592	0,05	0,15	0,08
2021	0,03	0,10	292	0,01	0,05	528	0,04	0,11	0,14
2022	0,02	0,12	485	0,00	0,03	720	0,09	0,12	0,06
2023	0,02	0,05	250	0,00	0,01	324	0,04	0,13	0,04
Media	0,02	0,08	362	0,01	0,03	541	0,05	0,13	0,08

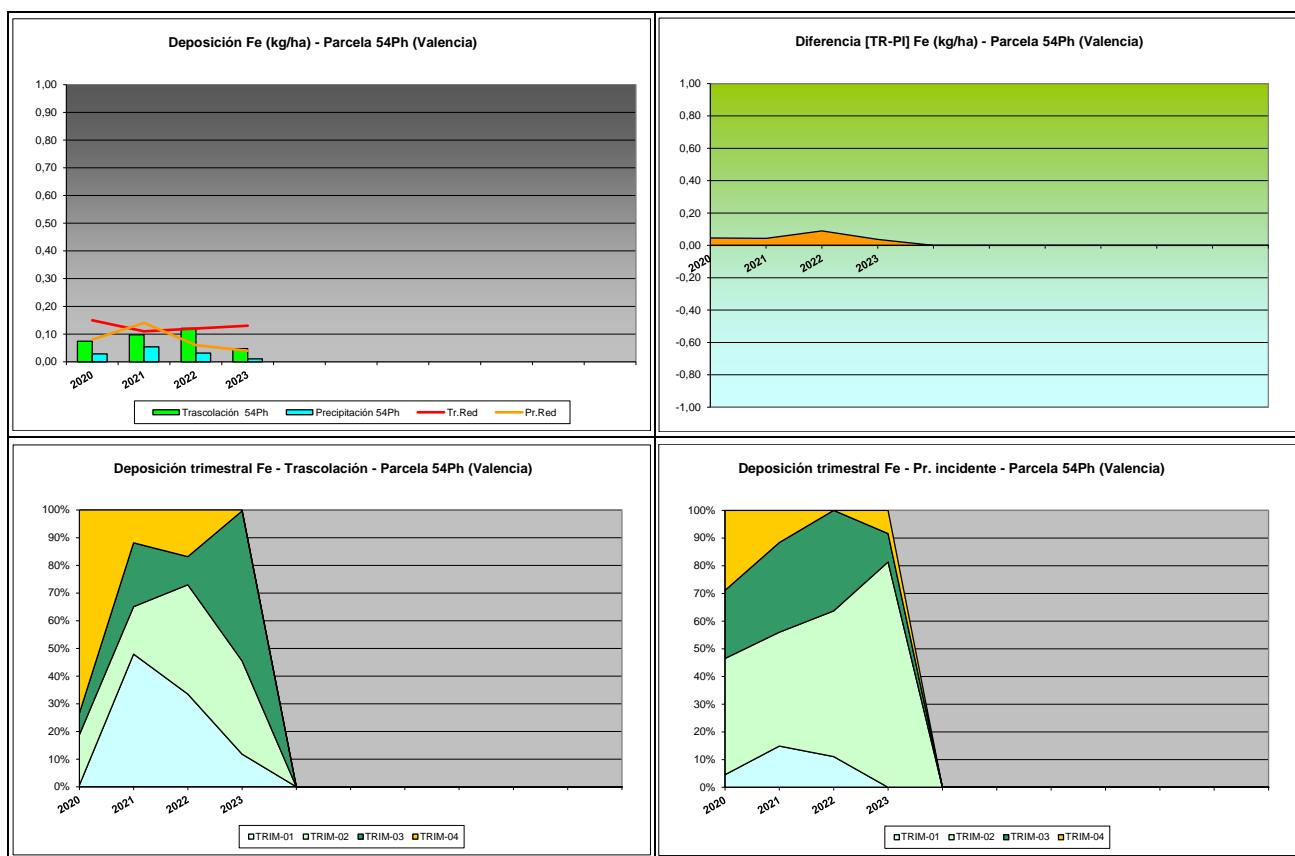


FIG 23: Variación temporal de deposición de Fe, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.17. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 54Ph, cabe destacar:

Se observan deposiciones notablemente más básicas que la media de la Red, con valores de **pH** por encima de 6, una ligera disminución en el periodo 2012-2014 y valores que se incrementan ligeramente desde el mínimo local de 2018, sin que apenas se hayan obtenido muestras que pudieran calificarse como “lluvia ácida”, fuera de algún caso puntual bajo cubierta. Con una precipitación total de 324 mm, la parcela se sitúa en uno de los años más secos desde su replanteo, lo que puede influir en el comportamiento de los diferentes solutos analizados. El valor de la intercepción debida a la cubierta arbórea se sitúa en el 28%.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten valores muy por encima de los valores medios de la Red y mucho mayores en trascolación, lo que indicaría una mayor concentración en electrolitos posiblemente debida a la deposición en el follaje y ramas del arbolado del viento procedente del mar, muy próximo a la parcela y que tiene una notable incidencia en la deposición global. Se registran así valores en trascolación que fácilmente superan los 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ reduciéndose ligeramente los valores correspondientes al año en curso. Las grandes diferencias entre ambas vías de entrada indican la incidencia de la deposición seca sobre la masa forestal, que pese a su densidad escasa está formada por pies de grandes dimensiones con amplio desarrollo de copas y trabazón entre ellas, con una notable superficie útil para el depósito de solutos a través del viento, lo que ocasiona valores mucho mayores en trascolación.

En cuanto al **potasio, calcio y magnesio** elementos de origen terrígeno, presentan valores en trascolación superiores a la media y un comportamiento anual muy similar entre sí, coincidiendo en general máximos y mínimos, con episodios punta en 2004, 2007, 2011 y 2016, cuando se alcanzó el máximo en la serie histórica, llegándose a duplicar los depósitos correspondientes a la trascolación con respecto al año precedente; vía ésta en la que se registran tasas considerablemente superiores a las obtenidas a cielo abierto, muy influido por efectos de la deposición seca. A lo largo del último año, las deposiciones correspondientes se han reducido apreciablemente en ambas vías tras el repunte experimentado durante el año anterior.

El **sodio y cloro**, elementos procedentes en gran parte del aporte de sal marina, y debido a la cercanía de la parcela al mar, presentan depósitos muy importantes y mucho mayores bajo cubierta arbórea, superándose en algún caso los 200 kg/ha; excediendo los valores medios de la Red y con la mencionada incidencia en los altos niveles de conductividad encontrados. Por regla general el depósito de cloro excede con mucho al de sodio. Como en compuestos anteriores, el aporte correspondiente se ha reducido apreciablemente respecto a los máximos locales del año anterior, situándose en una de las tasas más bajas de la serie.

El **amonio**, compuesto ligado fundamentalmente a la actividad agrícola y ganadera, presenta tasas considerablemente elevadas, muy superiores a la deposición media en la Red –tendencia esta que se va matizando durante los últimos años- sobre todo bajo cubierta, donde habitualmente se han superado los 6-8 kg/ha hasta 2019, momento a partir del cual los depósitos se han reducido apreciablemente, experimentando un descenso en el último año tras el repunte habido en 2022. A diferencia de otras ubicaciones, en la parcela la deposición bajo cubierta resulta ser notablemente superior a la obtenida a cielo abierto.

Las tasas de deposición de **nitratos** son, como en el caso anterior, bastante más elevadas bajo cubierta, sobre pasándose los valores correspondientes a la media de la Red, mientras que los depósitos a cielo abierto son bastante menores. Han resultado particularmente marcados los depósitos correspondientes a 2004 y 2011, así como la trascolación correspondiente a 2016, que con un depósito de 18 kg/ha alcanza el mayor valor desde el replanteo de la parcela, reduciéndose durante el último año hasta uno de los valores más bajos de la serie, particularmente en el aporte a cielo abierto, tras el incremento habido durante el año previo.

En referencia a los **sulfatos**, se advierte un comportamiento muy parecido al del caso anterior: depósitos comparativamente importantes en trascolación y muy superiores a los correspondientes a la precipitación incidente y máximos marcados en 2004, 2007 y 2008 en que se han superado los 15 kg/ha, con un incremento considerable a lo largo de 2016, en el que se han obtenido tasas próximas a 20 kg/ha bajo cubierta, y una reducción del aporte del último año que sigue a los valores más altos habidos en 2022.

Por lo que respecta a la **alcalinidad**, se advierten en general valores superiores a las medias de la Red, superiores bajo cubierta arbórea, y con valores ligeramente inferiores a los del año previo, lejos sin embargo del máximo local obtenido en 2019, situándose en el entorno de los 150 µeq/l.

Desde 2020 se retoma el análisis del **nitrógeno total**, interrumpido en 2007, y que se sitúa en el entorno de los 5-10 kg/ha, con mayores tasas bajo cubierta, inferiores a las habidas durante el inicio de la serie y que se reducen en el último año lo que trunca la tendencia ascendente que venía presentando el soluto desde que se reanudara su evaluación. Se han analizado también el **carbono orgánico disuelto** con valores por debajo de la Red y superiores a campo abierto tendencia esta que se interrumpe durante el último año, **aluminio, manganeso y hierro**, también con aportes mayores bajo arbolado, que se reducen apreciablemente y en tasas traza en todos los casos, por debajo de 0,5 kg/ha.

Por lo que se refiere a la distribución temporal de las deposiciones, se observa que en general los mayores aportes se producen a lo largo del otoño.

6. Calidad del aire. Inmisióñ.

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 inmisióñ. 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 26: Valores de referencia de calidad del aire mediante dosímetros pasivos

Variable	Descripción	Valores de referencia (*)
SO₂	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 (afección a líquenes)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO₂	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NH₃	Promedio Anual. Protección líquenes y briofitos	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio Anual. Protección plantas superiores	2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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

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

TABLA 27: Inmisióñ atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red. O₃ 1 ppb ~ 1,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)
2000					2,45	2,91	2,49	34,34
2001					3,01	2,51	2,13	38,48
2002					0,95	0,75	1,57	32,70
2003	1,21	4,29	2,35	23,59	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	1,76	4,56	3,46	19,10	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	1,69	5,11	1,30	20,67	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	1,81	4,82	1,33	19,72	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	1,22	4,67	1,14	18,36	0,82	1,32	0,93	27,18
2009					1,06	2,89	1,30	36,30
2010	2,55	11,38	1,38	30,36	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	3,13				1,50		0,48	
2012	3,76	10,46	1,26	25,94	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	4,26	10,02	1,56	25,71	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	2,30	11,20	1,56	21,76	1,32	3,73	1,24	26,27
2016	1,72	10,65	1,62	22,57	1,12	3,37	1,28	28,68
2017	1,59	10,90	1,77	26,06	1,00	3,57	1,47	30,55
2018	2,33	8,53	2,29	24,54	1,32	3,02	1,85	27,00

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)
2019	1,76	8,56	2,16	21,34	1,11	2,98	1,85	24,94
2020	1,18	8,05	2,67	20,42	0,73	2,73	1,98	23,42
2021	1,20	7,42	1,50	22,75	0,76	2,63	1,47	25,19
2022	1,24	8,73	1,93	18,96	0,68	2,88	1,75	21,13
2023	0,96	7,04	1,82	18,10	0,50	2,58	2,06	22,45
2024	1,54	7,65	1,65	19,01	0,94	2,35	1,60	22,14
Media	1,96	8,00	1,82	22,28	1,26	2,52	1,59	28,99

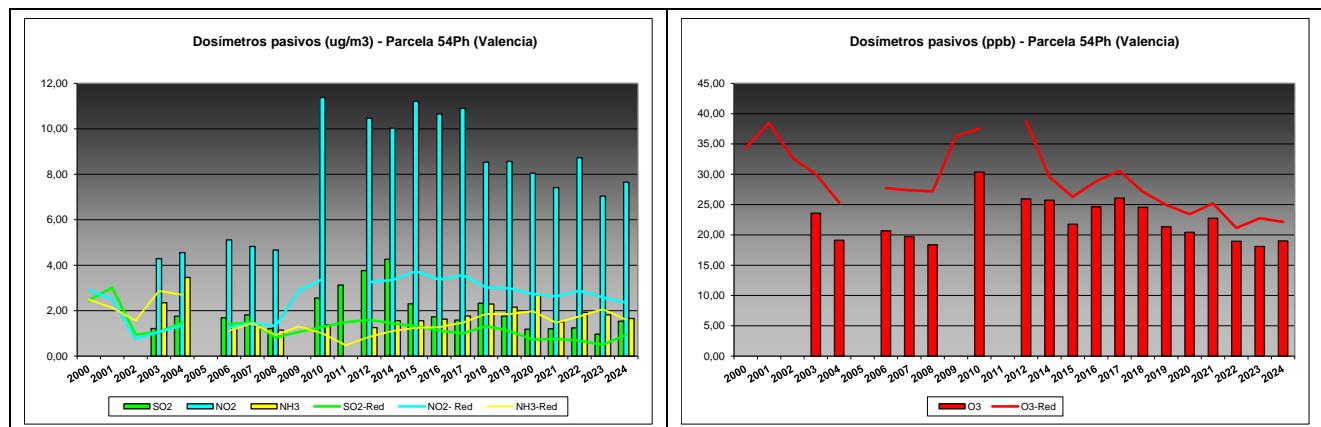


FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, se advierten valores considerablemente superiores en óxidos de nitrógeno y de azufre, que se sitúan muy por encima de los valores medios de la Red, y que en general van reduciéndose de forma ligera durante los últimos años, a excepción del SO₂ que se incrementa ligeramente tras el mínimo absoluto del año anterior, tal como ha ocurrido en otras parcelas, sin que se hayan superado los valores de referencia antedichos salvo por lo que se refiere a los niveles de protección de los líquenes (y esporádicamente las plantas superiores) por amoníaco. En cuanto a los niveles de ozono, se mantienen comparativamente bajos, muy estables en torno a 25 ppb, y por debajo de los valores medios de la Red, con una ligera reducción a lo largo del último trienio, tal como se ha advertido en otras parcelas.

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 28: 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	19 Ph	Tarragona	14,00	11,67	1,34	0,87	5,58	2,02	5,14	
	25 Ph	Alicante	10,00	9,28	1,10	0,96	3,44	1,91	5,85	
	41 Ph	Baleares	7,00	14,28	1,54	1,79	6,35	2,59	5,44	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	7,00	9,94	0,98	1,14	3,36	2,12	8,13	
	<i>P.halepensis</i>	Red	9,50	11,29	1,24	1,19	4,68	2,16	6,14	
1997-1998	19 Ph	Tarragona								
	25 Ph	Alicante								
	41 Ph	Baleares								
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén								
	<i>P.halepensis</i>	Red								
1999-2000	19 Ph	Tarragona	15,00	10,76	1,06	0,81	4,75	2,01	4,90	
	25 Ph	Alicante	14,00	11,39	1,54	0,82	8,11	2,42	3,14	
	41 Ph	Baleares	6,00	11,96	1,56	1,37	6,07	1,98	4,44	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	11,00	10,94	1,17	0,96	6,12	2,59	4,70	
	<i>P.halepensis</i>	Red	11,50	11,26	1,33	0,99	6,26	2,25	4,30	
2001-2002	19 Ph	Tarragona	21,00	11,52	1,25	0,89	5,12	2,05	4,63	
	25 Ph	Alicante	18,00	10,94	1,43	0,98	4,77	1,94	4,17	
	41 Ph	Baleares	10,00	12,21	1,73	1,52	6,20	2,96	4,83	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	16,00	9,21	0,99	0,87	5,92	2,57	4,26	
	<i>P.halepensis</i>	Red	16,25	10,97	1,35	1,07	5,50	2,38	4,47	
2003-2004	19 Ph	Tarragona	17,00	13,78	1,43	1,00	5,15	2,47	5,47	
	25 Ph	Alicante	16,00	11,19	1,61	0,91	7,74	2,41	3,42	
	41 Ph	Baleares	10,00	12,94	1,41	1,36	4,87	2,66	4,67	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	13,00	10,14	1,07	1,03	6,43	2,83	4,10	
	<i>P.halepensis</i>	Red	14,00	12,01	1,38	1,08	6,05	2,59	4,42	
2005-2006	19 Ph	Tarragona	16,50	12,84	1,47	0,89	6,10	2,29	4,39	
	25 Ph	Alicante	13,00	11,01	1,39	0,97	4,84	1,80	4,31	
	41 Ph	Baleares	12,50	11,06	1,61	1,29	3,53	2,10	4,69	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén								
	<i>P.halepensis</i>	Red	14,00	11,64	1,49	1,05	4,82	2,06	4,46	
2007-2008	19 Ph	Tarragona	16,50	14,77	1,70	0,80	8,80	1,66	3,99	
	25 Ph	Alicante	15,00	11,20	1,48	0,69	5,63	1,57	3,54	
	41 Ph	Baleares	14,50	9,90	1,48	1,33	5,65	1,89	4,99	
	54 Ph	Valencia	17,50	13,70	2,17	0,88	5,11	1,73	3,79	
	208 Ph	Jaén	16,00	8,84	1,23	0,88	5,31	2,60	3,50	
	<i>P.halepensis</i>	Red	15,90	11,68	1,61	0,91	6,10	1,89	3,96	
2009-2010	25 Ph	Alicante	14,00	10,51	1,77	0,84	9,70	2,22	3,39	
	54 Ph	Valencia	13,50	12,83	1,41	0,97	6,65	2,11	3,67	
	<i>P.halepensis</i>	Red	13,80	11,44	1,63	0,89	8,48	2,17	3,50	
2011-2012	25 Ph	Alicante	15,05	10,42	1,57	0,82	7,81	2,00	3,57	
	54 Ph	Valencia	15,50	13,27	1,79	0,92	5,88	1,92	3,73	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	<i>P.halepensis</i>	Red	15,23	11,56	1,66	0,86	7,04	1,97	3,63	
2013-2014	25 Ph	Alicante	13,22	9,25	1,35	0,67	7,75	1,95	2,89	52,98
	54 Ph	Valencia	12,55	10,05	1,08	0,71	6,20	2,15	3,13	54,86
	<i>P.halepensis</i>	Red	12,95	9,57	1,24	0,69	7,13	2,03	2,99	53,73
2015-2016	25 Ph	Alicante	15,73	13,25	1,75	0,97	6,97	2,62	3,92	53,04
	54 Ph	Valencia	12,67	14,38	1,44	0,93	5,63	2,10	3,64	54,95
	<i>P.halepensis</i>	Red	14,20	13,81	1,60	0,95	6,30	2,36	3,78	53,99
2017-2018	25 Ph	Alicante	14,55	9,04	1,13	0,66	6,87	1,94	2,60	54,10
	54 Ph	Valencia	16,57	10,94	1,16	0,92	3,96	1,71	3,96	54,11
	<i>P.halepensis</i>	Red	15,36	9,80	1,14	0,76	5,71	1,85	3,15	54,10
2019-2020	25 Ph	Alicante	14,08	9,66	1,31	0,84	8,83	2,08	3,32	53,21
	54 Ph	Valencia	13,27	9,62	1,38	0,99	3,69	1,89	5,43	52,61
	<i>P.halepensis</i>	Red	13,76	9,64	1,34	0,90	6,77	2,00	4,16	52,97
2021-2022	25 Ph	Alicante	12,94		0,80	0,74	7,15	1,74	2,24	
	54 Ph	Valencia	12,73		1,34	1,02	4,99	1,73	3,53	
	<i>P.halepensis</i>	Red	12,86		1,01	0,85	6,28	1,74	2,75	
2023-2024	25 Ph	Alicante	12,87	9,63	1,37	0,83	6,69	2,09	2,85	50,64
	54 Ph	Valencia	12,00	10,53	1,35	1,03	4,86	2,16	3,51	50,42
	<i>P.halepensis</i>	Red	12,44	10,08	1,36	0,93	5,77	2,13	3,18	50,53

En rojo, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 1,126 mg/g, lo que indica incidencia de la contaminación atmosférica por compuestos sulfurosos. 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.

ANALISIS FOLIARES - MACRONUTRIENTES 54 Ph (Valencia)

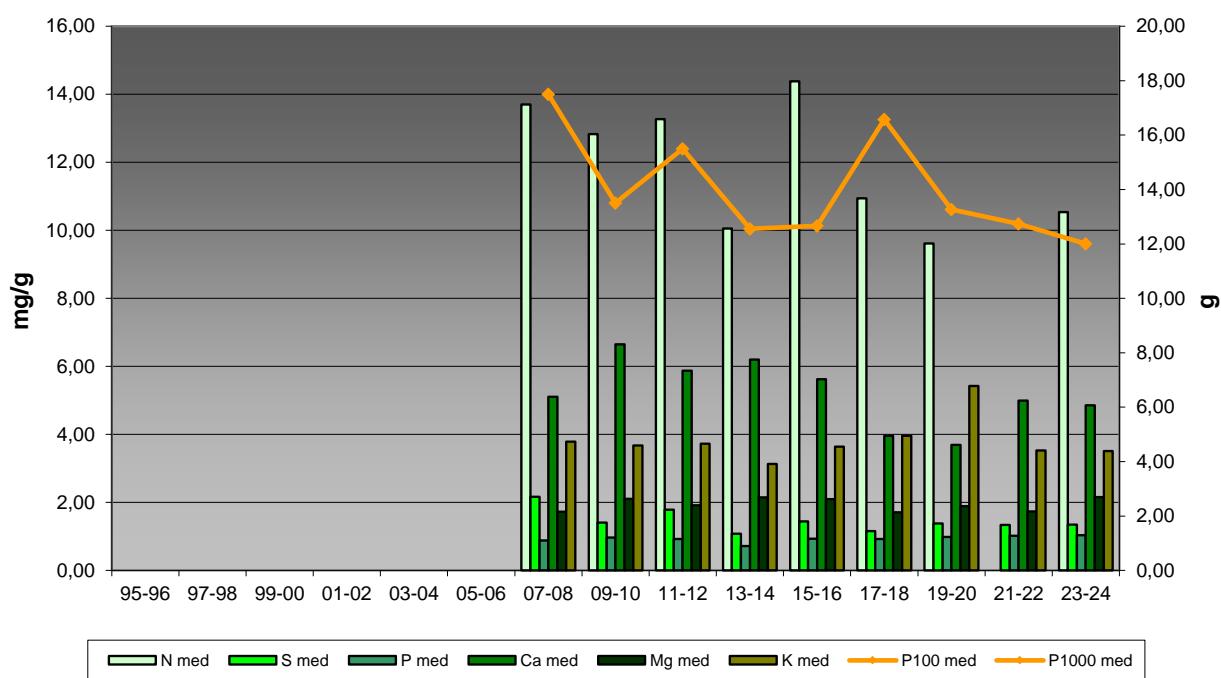


FIG 25: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

TABLA 29: 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
2013-2014	25 Ph	Alicante		23,52	6,46	158,37	5,73
	54 Ph	Valencia		14,91	11,26	151,68	2,45
	<i>P.halepensis</i>	España		20,08	8,38	155,69	4,41
2015-2016	25 Ph	Alicante		30,27	5,94	100,24	3,52
	54 Ph	Valencia		18,60	9,08	116,54	3,32
	<i>P.halepensis</i>	España		24,43	7,51	108,39	3,42
2017-2018	25 Ph	Alicante		22,78	5,34	100,72	2,09
	54 Ph	Valencia		15,72	12,79	83,50	2,09
	<i>P.halepensis</i>	España		19,96	8,32	93,83	2,09
2019-2020	25 Ph	Alicante		23,35	5,91	109,63	2,80
	54 Ph	Valencia		20,03	9,76	84,54	2,46
	<i>P.halepensis</i>	España		22,02	7,45	99,59	2,66
2021-2022	25 Ph	Alicante		24,12	5,40	129,25	1,97
	54 Ph	Valencia		16,38	13,00	127,26	2,68
	<i>P.halepensis</i>	España		21,02	8,44	128,45	2,25
2023-2024	25 Ph	Alicante		38,74	6,86	137,47	2,74
	54 Ph	Valencia		17,04	14,24	155,60	2,48
	<i>P.halepensis</i>	España		27,89	10,55	146,54	2,61

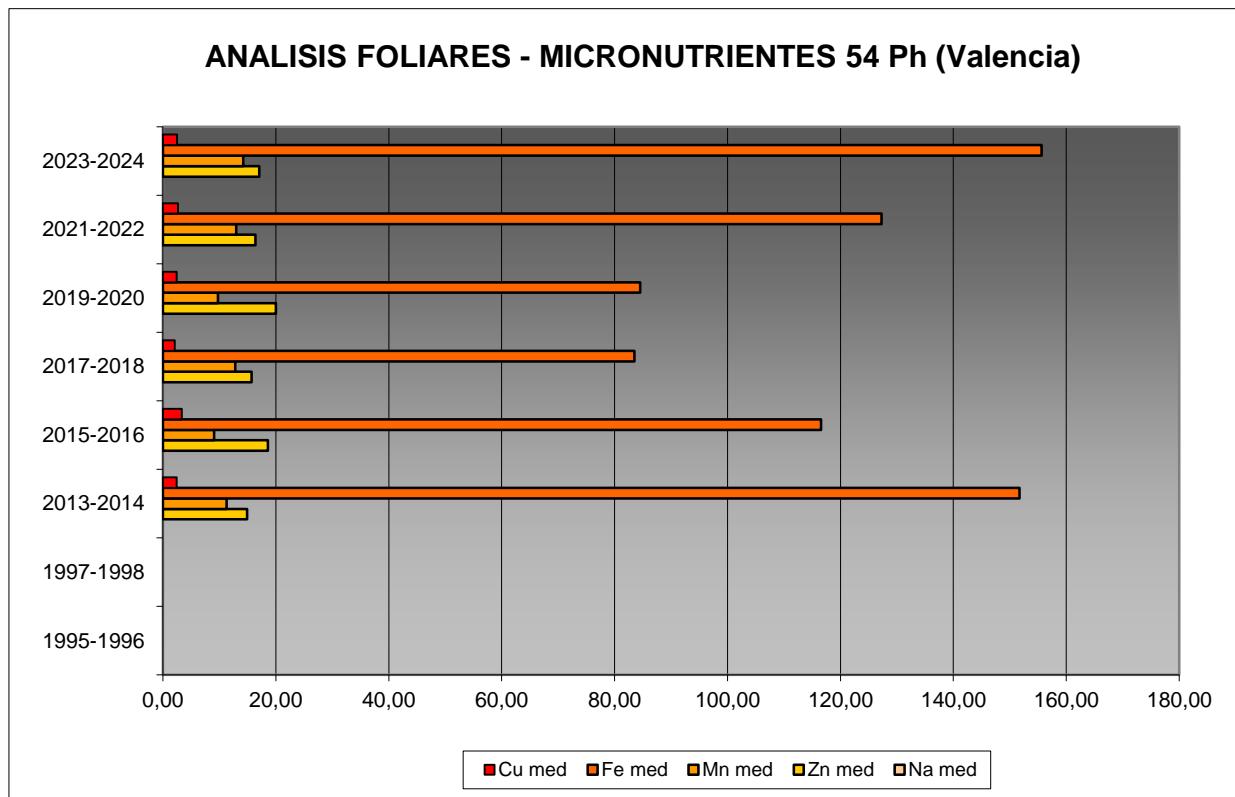


FIG 26: Evolución de micronutrientes (μg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

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 54Ph no se realizó el análisis foliar entre 1997 y 2006, por lo que sólo hay datos de parcela desde 2007-2008 hasta la última medición realizada en 2013-2014.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 54Ph podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino carrasco como especie dominante:

El **peso** de la muestra obtenida, se mantiene más o menos estable en torno a 12-16 g/1000 acículas, con una ligera pero constante disminución desde el máximo de 2017-2018, en un típico comportamiento en diente de sierra que podría responder a oscilaciones en la disponibilidad de agua para el arbolado, y por tanto en su capacidad de formación de biomasa.

Respecto a los **macronutrientes**; no se advierte un comportamiento homogéneo entre ellos. Por lo que respecta al **nitrógeno**, el más abundante, se incrementa ligeramente tras el mínimo de la revisión anterior. El **azufre** se mantiene en niveles muy similares en los últimos tres años, alcanzándose el valor patrón o de referencia para la especie que indicaría una posible presencia de elementos contaminantes de naturaleza sulfurosa. El contenido en **fósforo**, uno de los elementos más limitantes, se mantiene en niveles muy estables, en el entorno de 1 mg/g, mientras que el **magnesio** aumenta hasta el máximo de la serie, superando los 2 mg/g y el **potasio** presenta niveles muy similares a los de la campaña previa. En cuanto al contenido en **carbono** del follaje, parámetro evaluado sólo a partir de 2013-2014, se sitúa en valores muy estables en torno al 50%, reduciéndose ligeramente respecto a años anteriores, tal como ha ocurrido en otras parcelas de la red.

Los **micronutrientes** se han analizado con menor regularidad y no siempre todos ellos, lo que dificulta abordar su evolución temporal. Por regla general mantienen un nivel comparativamente elevado en **hierro**, que se incrementa apreciablemente durante la última campaña alcanzando el máximo de la serie, mientras que el comportamiento del resto de elementos es más atenuado, incrementándose los niveles de **zinc** y **manganese** y reduciéndose ligeramente los de **cobre**.

8. Desfronde.

Con periodicidad mensual se ha recogido el desfronde o litterfall en la parcela mediante captadores normalizados que recogen la caída correspondiente a 1 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 2006; haciéndose la salvedad al igual que en casos anteriores, de que en 2012 se ha muestrado el periodo enero-julio, mientras que en 2014 los análisis corresponden al periodo mayo-diciembre.

8.1. Análisis Macronutrientes.

TABLA 30: 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)
2006	Hojas	3.465	53,43	9,75	1,36	0,61	8,88	1,86	2,70
	Ramillas	250	52,24	11,76	1,62	1,11	15,97	1,60	3,10
	Otras	2.207	50,79	10,05	1,17	2,06	12,95	1,12	2,44
2007	Hojas	3.730	56,12	9,94	1,37	0,63	6,60	4,34	2,19
	Ramillas	305	54,87	10,28	1,40	0,80	8,31	7,77	1,78
	Otras	1.710	54,00	10,26	1,18	1,36	10,54	5,33	2,37
2008	Hojas	3.320	54,03	9,77	1,23	0,59	7,93	1,60	2,15
	Ramillas	390	52,48	7,30	1,00	0,38	13,51	1,01	0,66
	Otras	1.650	52,52	9,88	0,98	0,86	13,72	1,15	3,46
2009	Hojas	4.340	54,77	9,20	1,38	0,62	8,58	1,76	2,39
	Ramillas	630	53,69	9,79	1,27	0,73	12,96	1,32	2,19
	Otras	2.210	52,50	9,70	1,25	0,97	14,39	1,11	2,43
2010	Hojas	3.350	54,67	10,33	1,37	0,67	10,01	1,95	2,49
	Ramillas	645	53,83	12,25	1,72	0,92	15,16	1,29	2,29
	Otras	3.230	53,14	9,68	1,05	0,99	11,47	1,02	2,53
2011	Hojas	3.035	54,24	9,77	1,34	0,63	7,30	3,60	2,22
	Ramillas	497	53,04	10,45	1,43	0,82	11,06	5,43	1,71
	Otras	1.256	52,24	9,80	1,11	1,22	10,41	4,09	2,35
2012	Hojas	2.397	54,40	10,00	1,41	0,66	8,33	2,41	2,49
	Ramillas	380	53,48	10,97	1,51	0,87	13,92	3,02	2,10
	Otras	1.599	52,89	9,10	1,06	0,97	9,32	2,00	2,81
2014	Hojas	2.257	56,34	11,77	1,25	0,44	7,45	1,73	2,15
	Ramillas	57							
	Otras	781							
2015	Hojas	2.730	53,23	10,55	1,27	0,52	6,36	1,86	1,99
	Ramillas	647							
	Otras	1.533	48,41	10,43	1,16	0,66	15,19	0,98	1,81
2016	Hojas	2.457	55,30	9,41	1,15	0,45	4,69	1,62	1,94
	Ramillas	828							
	Otras	1.436	52,37	7,56	1,25	0,72	18,93	1,31	2,77
2017	Hojas	2.818	53,54	10,15	1,31	0,64	7,81	1,96	2,63
	Ramillas	601							
	Otras	1.167							
2018	Hojas	2.449	53,40	8,90	1,26	0,62	6,65	1,70	2,72
	Ramillas	358							
	Otras	1.929							
2019	Hojas	3.041	52,67	8,96	1,46	0,67	7,33	1,93	2,65
	Ramillas	618							
	Otras	1.760							
2020	Hojas	2.502			1,21	0,46	6,81	2,00	2,82
	Ramillas	738							
	Otras	1.888							
2021	Hojas	3.019			1,66	0,73	7,73	1,98	1,67
	Ramillas	180							
	Otras	2.537							

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2022	Hojas	2.796	54,08	7,79	0,95	0,64	7,32	1,63	2,12
	Ramillas	365							
	Otras	2.410							
2023	Hojas	3.248	49,50	8,34	1,35	0,64	8,20	2,07	2,17
	Ramillas	387							
	Otras	2.659							
Media	Hojas	2.997	53,98	9,64	1,31	0,60	7,53	2,12	2,32
	Ramillas	463	53,37	10,40	1,42	0,80	12,98	3,06	1,98
	Otras	1.880	52,09	9,61	1,13	1,09	12,99	2,01	2,55

8.2. Análisis Micronutrientes.

TABLA 30b: Resultados medios del análisis de desfronde en sus distintas fracciones. Contenido en µg/g de materia seca de zinc, manganeso, hierro, cobre, plomo, cobalto, níquel y cadmio (ng/g)

Año	Fracción	Zn (µg/g)	Mn (µg/g)	Fe (µg/g)	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cd (ng/g)
2014	Hojas	171,23	10,01	203,19	1,70				
	Ramillas								
	Otras								
2015	Hojas	93,19	11,19	161,69	1,76				
	Ramillas								
	Otras	698,58	14,85	657,53	4,54				
2016	Hojas	31,45	112,43	116,72	48,91				
	Ramillas								
	Otras	783,52	17,35	740,09	4,84				
2017	Hojas	114,75	10,28	167,37	1,90				
	Ramillas								
	Otras								
2018	Hojas	162,17	11,66	151,37	6,06				
	Ramillas								
	Otras								
2019	Hojas	106,51	12,60	175,63	2,72				
	Ramillas								
	Otras								
2020	Hojas	84,97	13,40	185,34	1,89	0,76	0,07	0,16	18,28
	Ramillas								
	Otras								
2021	Hojas	173,59	17,46	249,96	1,94				
	Ramillas								
	Otras								
2022	Hojas	125,87	11,25	231,92	1,68				
	Ramillas								
	Otras								
2023	Hojas	63,04	13,52	201,71	2,00				
	Ramillas								
	Otras								
Media	Hojas	112,68	22,38	184,49	7,06	0,76	0,07	0,16	18,28
	Ramillas								
	Otras	741,05	16,10	698,81	4,69				

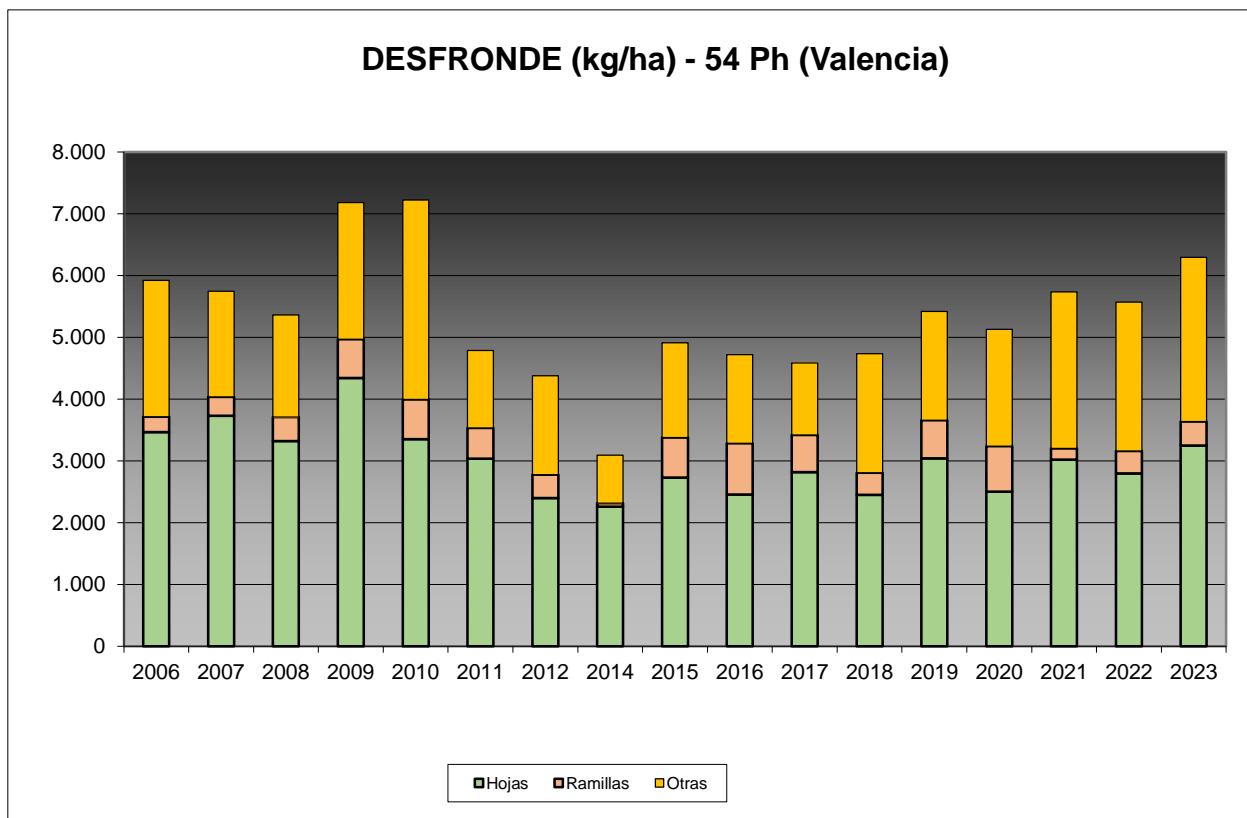


FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde se sitúa en el entorno de los 4.000-5.000 kg/ha; y se incrementa a lo largo del último año hasta alcanzar uno de los mayores valores de la serie, siguiendo una tendencia creciente desde 2015, y con una distribución por fracciones bastante estable a lo largo de los años. Los contenidos en carbono de estos aportes superan el 50% del desfronde total, lo que puede tener importancia en el papel jugado en la fijación del 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 2005 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 54Ph, 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 31: 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. (°Cdía)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)
1999										
2000										
2001										
2002										
2003										
2004										
2005	25/05/05	03/08/05	70	144	1169	10/03/05	06/04/05	27	68	483
2006	02/05/06	12/07/06	71	121	1524	14/03/06	19/04/06	36	72	739
2007	19/04/07	26/06/07	68	108	1387	08/03/07	22/03/07	14	66	843
2008	07/04/08	02/07/08	86	97	1269	05/03/08	25/03/08	20	64	781
2009	06/05/09	07/07/09	62	125	1725	03/03/09	31/03/09	28	61	822
2010	28/04/10	25/05/10	27	117	1392	23/03/10	28/04/10	36	81	864
2011	26/04/11	23/05/11	27	115	1444	28/03/11	12/04/11	15	86	976
2012										
2014	25/05/14	26/06/14	32	144	2153					
2015	30/04/15	25/06/15	56	119	1521	26/03/15	30/04/15	35	84	957
2016	28/04/16	09/06/16	42	118	1657	31/03/16	28/04/16	28	90	1211
2017	03/04/17	01/06/17	59	92	1158	02/03/17	27/04/17	56	60	708
2018	26/04/18	05/07/18	70	115	1487	22/03/18	26/04/18	35	80	945
2019	25/04/19	26/06/19	62	114	1474	21/03/19	25/04/19	35	79	965
2020	08/05/20	26/06/20	49	128	1830	28/02/20	08/05/20	70	58	734
2021	28/04/21	01/07/21	64	117	1511	24/03/21	28/04/21	35	82	1017
2022	28/04/22	07/07/22	70	117	1499	28/03/22	26/05/22	59	86	1040
2023	01/06/23	29/06/23	28	151	2240	12/04/23	27/04/23	15	101	1303
2024	30/05/24	05/08/24	67	150	2337	18/03/24	30/05/24	73	77	1055
Media			56	122	1599			36	76	908

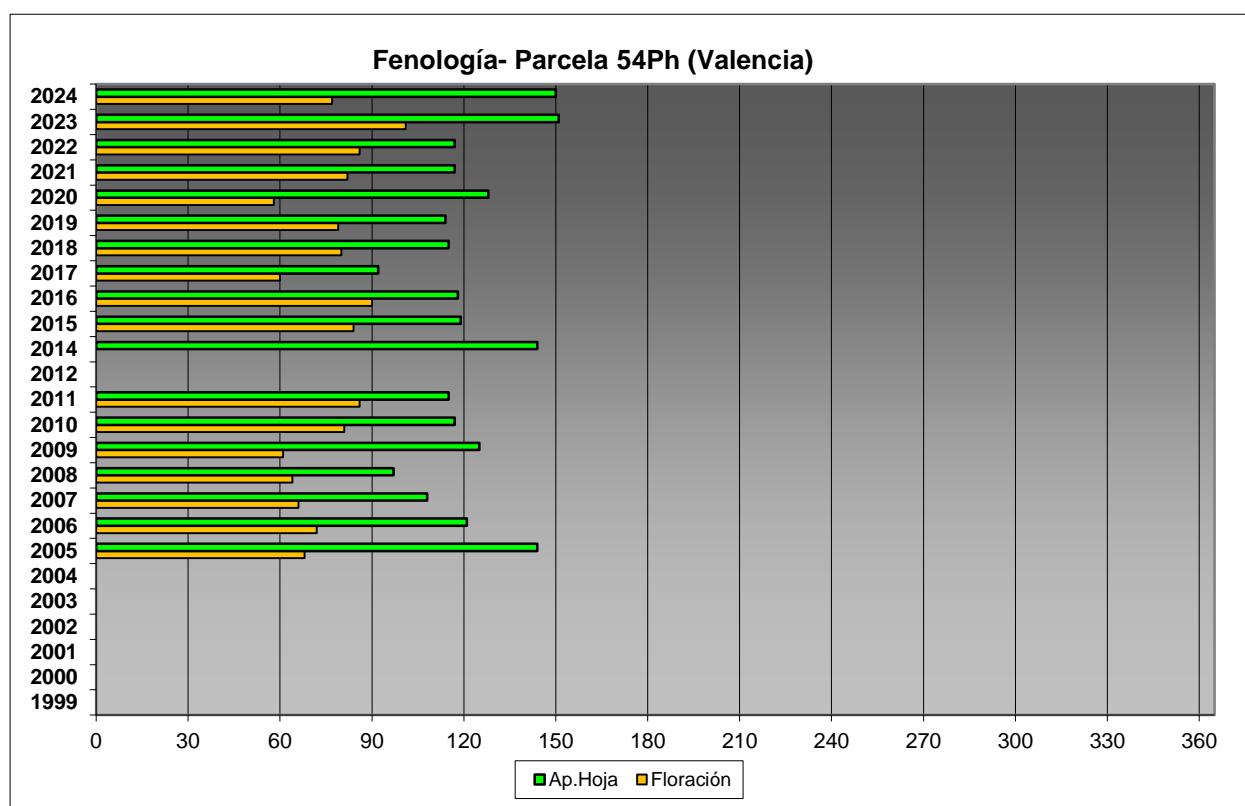


FIG 28: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, la floración precede en la mayoría de los casos a la aparición de las acículas de la nueva metida, y tiene lugar hacia el mes de marzo, mientras que la aparición de las acículas se produce en torno al mes de abril, retrasándose hasta finales de mayo durante la evaluación del año en curso.



FIG 29: Floración masculina y elongación de la metida

10. Cintas diamétricas.

Como se ha indicado anteriormente, las parcelas van dotadas de dendrómetros en continuo, 15 en 2010, de los que se ha tomado la medida mensualmente.

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 32: 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 (%)
2011	0,14	0,33	0,14	0,16
2014	0,08	0,17	0,08	0,07
2015	0,11	0,25	0,11	0,05
2016	0,13	0,29	0,13	0,13
2017	0,11	0,26	0,11	0,05
2018	0,11	0,26	0,11	0,05
2019	0,18	0,40	0,18	-0,09
2020	0,15	0,33	0,15	0,12
2021	0,20	0,46	0,20	0,41
2022	0,26	0,59	0,26	0,54
2023	0,10	0,22	0,10	0,00
2024	0,16	0,36	0,16	0,26
Media	0,14	0,33	0,14	0,16

Como puede verse en la tabla anterior, y pese a disponer de un menor número de datos de la serie, el crecimiento medio porcentual oscila entre el 0,59% de 2021 y el 0,17% de 2014, con un marcado incremento desde el mínimo local de 2019 que se recupera tras la brusca reducción habida en la revisión anterior.

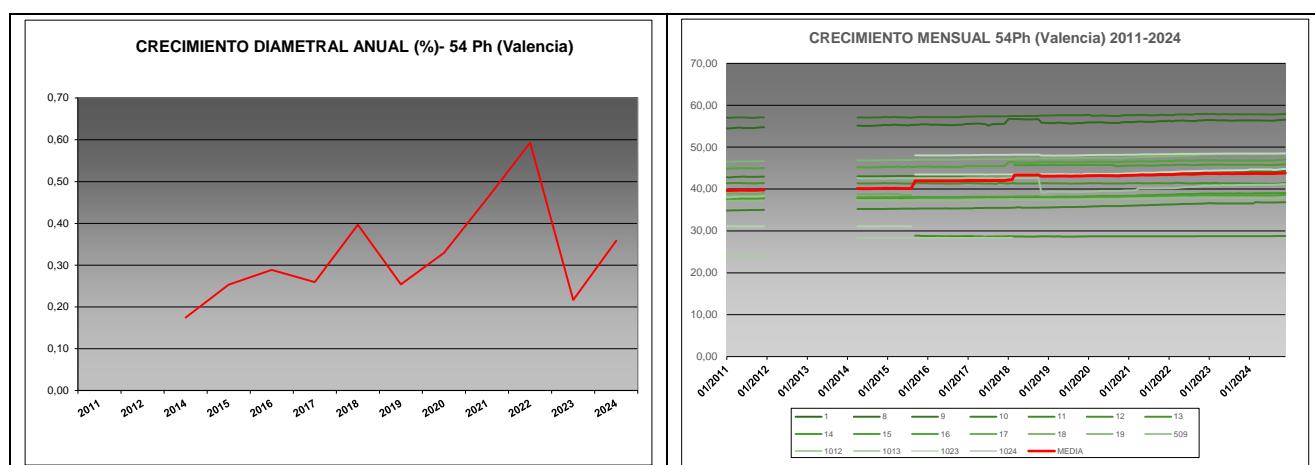


FIG 30: Crecimiento diametral anual y porcentaje sobre el inicio. Crecimientos mensuales dendrómetros y media parcela

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.

TABLA 33: 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)	
2004	507									
2005	347	16,8	37,0	-2,9	20,9	12,9	201,4	68,6	2,5	10,2
2006	446	18,2	33,7	-0,7	22,1	14,4			2,6	11,5
2007	772	17,5	37,1	2,7	21,4	14,0	189,2	78,1	2,6	
2008	593	17,4	36,5	0,2	21,3	13,9	230,3	78,9	0,2	5,1
2009	499	18,2	37,5	-0,1	21,4	14,2	216,0	72,8	2,3	
2010	467	16,9	40,0	0,4	20,9	13,2	186,3	72,5	2,2	40,8
2011	450	17,8	37,9	-0,4	21,9	14,1	186,2	75,7	2,1	11,0
2012										
2014	362	18,4	39,3	1,5	22,6	14,5	192,0	72,8	2,2	24,6
2015	449	18,0	40,0	1,2	22,3	14,1	190,4	74,8	2,0	9,1
2016	476	18,2	34,5	2,9	22,1	14,4	187,9	73,5	2,2	9,3
2017	337	17,9	37,9	1,6	22,2	13,9	194,5	76,7	2,1	12,0
2018	809	18,1	36,9	2,3	22,8	14,4	188,8	74,8	2,3	10,2
2019	339	18,2	41,3	1,3	23,4	14,3	192,7	71,3	2,4	11,4
2020	592	18,5	35,6	3,4	23,4	14,8	186,8	74,9	2,3	10,6
2021	528	18,1	39,1	0,9	22,5	14,7	184,6	76,0	2,2	9,3
2022	720	19,0	37,6	3,1	23,6	15,4	185,2	76,0	2,2	14,8
2023	324	18,9	41,4	1,9	23,8	15,0	200,1	72,5	2,2	9,2
2024	353	19,0	35,7	4,6	24,0	15,2	186,8	73,7	2,2	18,2
Media	480	18,1	37,7	1,3	22,4	14,3	194,1	74,3	2,2	13,6

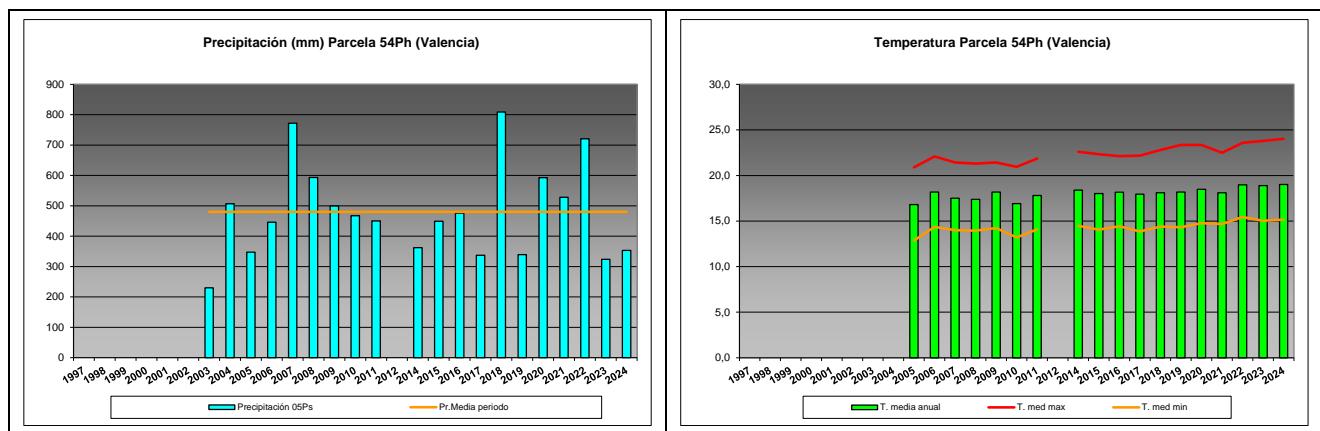


FIG 31: Principales variables meteorológicas.

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

Año	DT	DH	PMAX5		PPES	NOPREC	
	Días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2005	13	0	67,2	10/11 a 14/11	0	24	19/05 a 11/06
2006	16	0	97,0	03/11 a 07/11	2	9	09/07 a 17/07
2007	7	0	198,6	22/01 a 26/01	3	22	03/07 a 24/07
2008	7	0	232,2	09/10 a 13/10	3	26	18/07 a 12/08
2009	20	0	81,3	13/12 a 17/12	0	30	08/06 a 07/07
2010	14	0	71,2	09/10 a 13/10	2	18	05/07 a 22/07
2011	17	0	84,4	18/11 a 22/11	1	22	10/08 a 31/08
2012							
2013							
2014	20	0	70,6	28/11 a 02/12	0	18	24/07 a 10/08
2015	41	0	36,8	02/11 a 06/11	1	28	24/06 a 21/07
2016	14	0	214,2	27/11 a 01/12	0	24	06/06 a 29/06
2017	16	0	117,8	19/01 a 23/01	0	24	08/07 a 31/07
2018	52	0	170,2	15/11 a 19/11	2	33	03/07 a 04/08
2019	54	0	101,8	02/12 a 06/12	0	43	09/07 a 20/08
2020	54	0	311,0	04/11 a 08/11	0	30	09/06 a 08/07
2021	33	0	66,2	06/01 a 10/01	1	32	24/06 a 25/07
2022	78	0	64,6	09/11 a 13/11	3	37	07/07 a 12/08
2023	57	0	54,6	06/02 a 10/02	2	37	21/07 a 26/08
2024	69	0	72,8	22/10 a 26/10	0	36	08/07 a 12/08

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 35: Índice de Área Foliar (LAI) por punto de observación y año.

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Media
S-01	1,60	1,02	1,69	1,88	1,78	1,44	1,68	1,68	1,68	1,74	1,70	1,63
S-02	2,40	1,41	1,45	1,83	2,56	1,77	1,75	2,49	2,55	2,01	2,14	2,03
S-03	2,29	1,43	1,80	1,86	2,31	1,40	1,43	2,00	2,08	2,25	1,95	1,89
S-04	2,08	1,36	1,85	2,30	2,49	1,57	1,71	2,27	2,53	2,13	2,05	2,03
S-05	1,94	1,32	1,91	2,65	2,53	1,68	1,86	2,81	2,56	2,40	2,62	2,21
S-06	1,62	1,30	2,06	2,05	2,47	1,67	1,73	1,97	2,25	2,58	1,92	1,96
S-07	1,63	1,43	2,29	2,94	2,69	2,26	2,34	2,59	2,83	2,91	2,99	2,45
S-08	1,77	1,15	1,75	2,31	2,16	1,90	1,86	2,45	2,37	2,45	2,38	2,05
S-09	2,20	1,31	1,48	2,28	2,13	1,42	2,13	1,64	1,73	1,29	1,79	1,76
S-10	2,01	0,87	1,31	2,30	1,81	1,47	1,82	1,76	1,63	1,48	1,99	1,68
S-11	2,02	1,13	1,84	2,64	4,23	2,58	2,38	2,26	3,30	2,98	2,55	2,54
S-12	1,86	1,58	2,48	2,60	2,86	2,50	3,08	2,56	2,87	2,71	2,57	2,52
S-13	2,18	1,38	2,03	2,93	2,83	1,46	1,81	1,97	1,57	1,61	1,87	1,97
S-14	1,81	1,27	1,77	1,98	2,89	1,53	2,56	1,86	2,01	1,42	1,59	1,88
S-15	1,85	1,44	1,60	2,26	2,71	1,96	1,93	1,97	2,08	2,51	1,90	2,02
S-16	1,72	1,13	1,46	2,15	1,66	1,65	1,43	1,87	1,60	1,37	1,68	1,61
Media	1,94	1,28	1,80	2,31	2,51	1,77	1,97	2,13	2,23	2,12	2,11	2,01

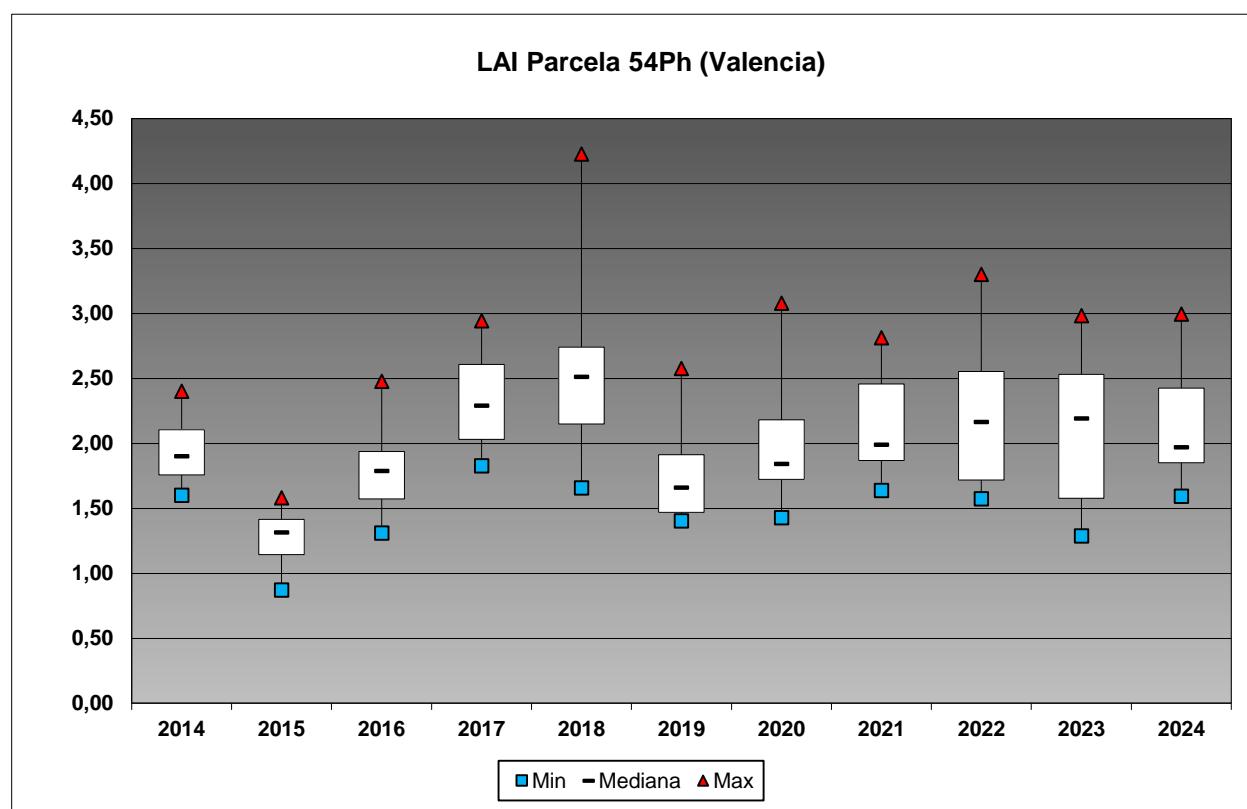
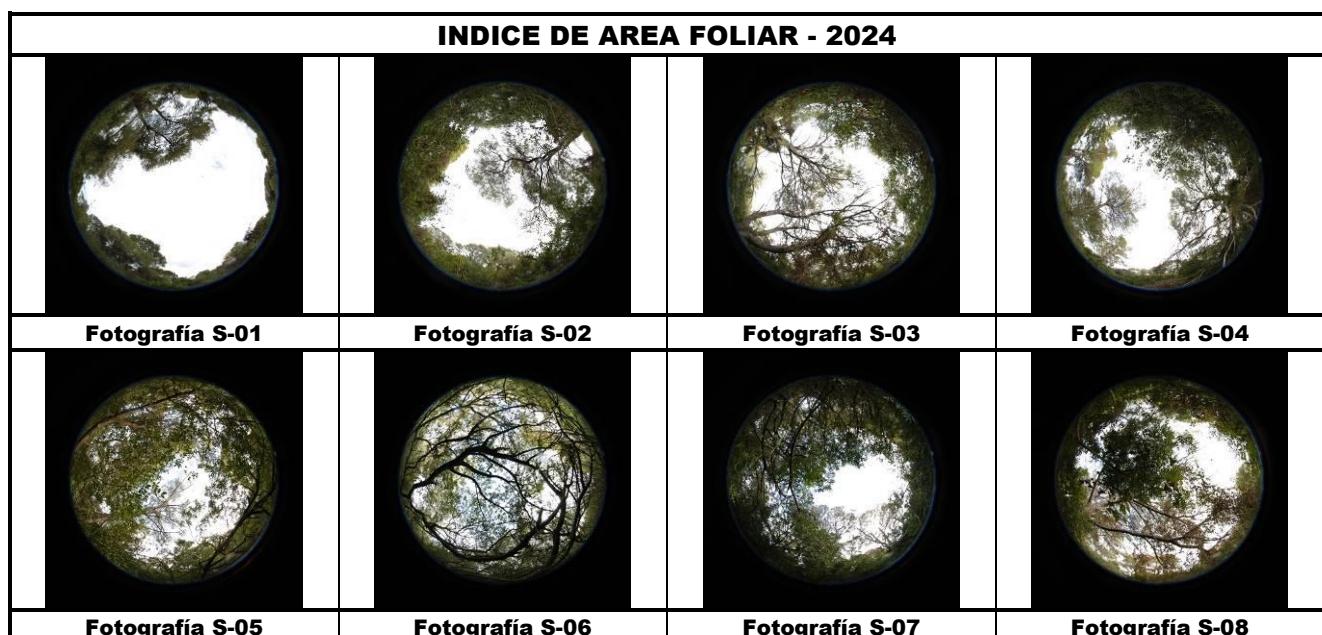


FIG 32: Diagrama de cajas LAI anual.



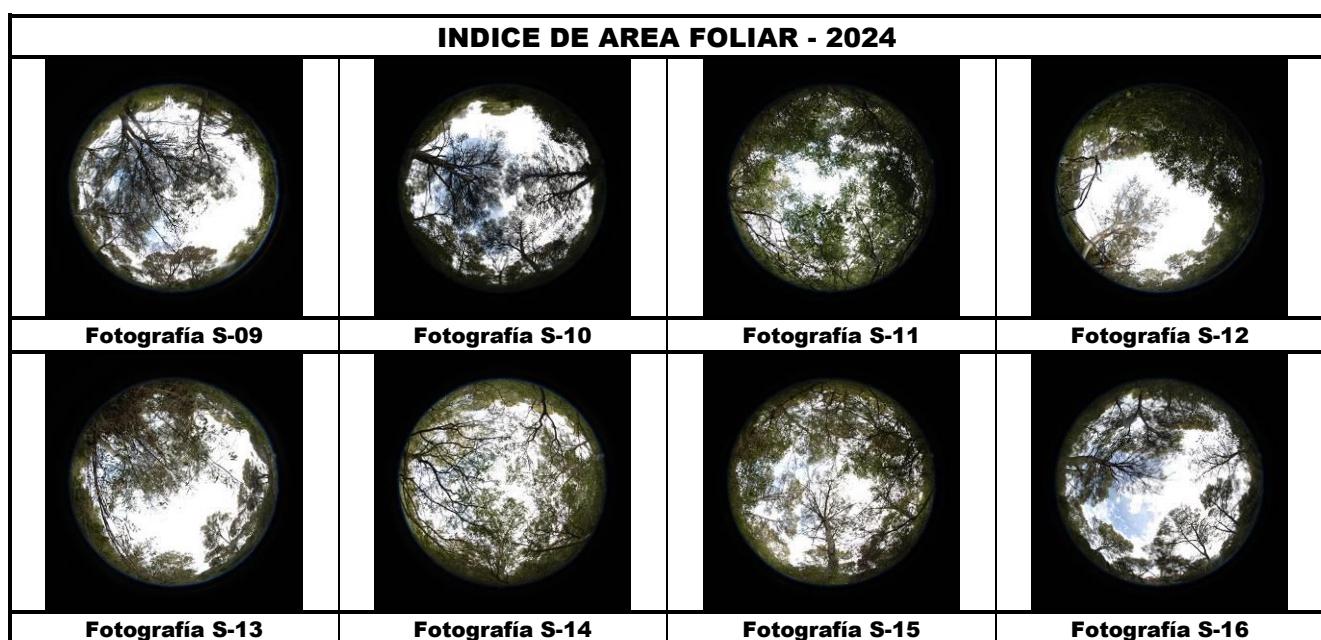


FIG 33: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.