II.3.3.3.2. Dinámica *temporal*

Al incluir la variable tiempo en los análisis de la sección anterior, es decir, se discriminan los 16.380 polígonos no sólo por su pertenencia a una *forma de relieve* particular (Tablas II.13 a la II.15) sino también a su presencia en un año particular se obtiene la serie de Tablas de la II.18 a la II.26.

Sobre esta reclasificación de datos se realizaron *ANOVAS anidados* para cada establecer la significación de la dinámica temporal presente entre los años *1938*, *1961*, *1978* y *1997*. Estos análisis se realizaron para cada *forma de relieve* (A_I, A_{III}, A_{III}, LL_I, LL_{II}, LL_{III}, LL_{IV}, A_I-LL_I y A_{III}-LL_{III}), para cada una de las *fases* (***Fase-I***, ***Fase-II***, ***Fase-III*** y ***Fase-Bosque***) y en las tres variables poligonales: *número*, *área* y *perímetro*. Para cada situación, se estimó el *incremento relativo anual* (**IRA**) entre los diferentes pares de años continuos (*1938-1961*, *1961-1978* y *1978-1997*) así como el **IRA** medio que resulta para la serie completa (*1983-1997*). Los resultados de este esfuerzo se presentan en la serie de Tablas de la II.27 a la II.35 y de las Figuras de la II.35 a la II.43.

Tabla II.18. Variación temporal en las variables poligonales para la forma de relieve de régimen hídrico de escorrentía o *run-off*: afloramiento alto (A_I).

Clase de Frecuencia	*1938*	*1961*	*1978*	*1997*	*1938*	*1961*	*1978*	*1997*	*1938*	*1961*	*1978*	*1997*
<10 m2	124	16	7	160	808,8	124,8	60,5	1.111,0	1.406,4	198,8	91,1	1.808,9
10,0-19,9	145	57	96	306	2.132,6	859,8	1.501,5	4.498,3	2.311,0	929,0	1.606,1	4.780,2
20,0-29,9	68	48	148	165	1.702,6	1.183,5	3.620,7	3.977,8	1.385,7	977,3	2.995,2	3.270,9
30,0-39,9	35	33	92	119	1.212,7	1.141,7	3.197,8	4.012,4	828,8	787,0	2.189,0	2.768,9
40,0-49,9	16	19	68	80	710,0	850,5	3.056,7	3.561,4	426,1	513,8	1.823,7	2.139,4
50,0-59,9	12	15	47	54	667,7	833,0	2.573,1	2.915,6	358,6	442,2	1.392,7	1.609,7
60,0-69,9	5	12	23	29	316,5	761,5	1.495,5	1.887,1	157,6	382,1	736,0	921,9
70,0-79,9	2	6	15	25	146,4	454,4	1.124,5	1.836,0	68,1	209,1	516,6	869,5
80,0-89,9	4	5	11	22	342,5	420,1	928,2	1.851,3	158,7	181,2	398,9	801,0
90,0-99,9	2	8	5	12	196,2	767,7	466,0	1.137,4	78,8	311,3	190,0	490,4
100,0-199,9	9	17	34	31	1.077,5	2.293,1	4.483,2	4.189,2	397,5	757,9	1.553,5	1.432,6
200,0-299,9	0	3	4	5	0,0	688,2	880,7	1.095,0	0,0	188,7	248,8	305,1
300,0-399,9	0	1	2	2	0,0	391,6	743,5	635,5	0,0	102,3	178,7	175,2
400,0-499,9	1	0	0	0	417,6	0,0	0,0	0,0	83,2	0,0	0,0	0,0
500,0-599,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
600,0-699,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
700,0-799,9	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	706,1	0,0	0,0	0,0	136,2
800,0-899,9	0	1	0	0	0,0	813,2	0,0	0,0	0,0	144,1	0,0	0,0
900,0-999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000,0-1999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000,0-2999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3000,0-3999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4000,0-4999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5000,0-5999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6000,0-6999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7000,0-7999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8000,0-8999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9000,0-9999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>10000,0 m2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**423**	**241**	**662**	**1.011**	**9.731,1**	**11.683,1**	**24.131,8**	**33.414,0**	**7.660,6**	**6.124,8**	**13.920,4**	**21.610,0**

Fases	*1938*	*1961*	*1978*	*1997*	*1938*	*1961*	*1978*	*1997*	*1938*	*1961*	*1978*	*1997*
Fase-I	413	219	512	972	8.236,0	7.396,9	18.024,4	26.788,2	7.179,8	4.931,9	11.939,3	19.460,9
Fase-II	10	22	40	39	1.495,1	4.186,2	6.107,4	6.625,7	480,7	1.193,0	1.981,0	2.049,1
Fase-III	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bosque	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**423**	**241**	**662**	**1.011**	**9.731,1**	**11.683,1**	**24.131,8**	**33.414,0**	**7.660,6**	**6.124,8**	**13.920,4**	**21.610,0**

Tabla II.19. Variación temporal en las variables poligonales para la forma de relieve de régimen hídrico de escorrentía o *run-off*: afloramiento medio (A_{II}).

Clase de Frecuencia	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
<10 m2	17	1	3	46	126,4	9,3	22,4	325,1	203,5	14,8	36,7	555,3
10,0-19,9	43	8	21	90	618,9	135,6	320,6	1.336,5	679,7	139,9	348,6	1.433,1
20,0-29,9	25	5	40	64	616,7	120,6	1.006,6	1.524,1	502,6	99,6	822,8	1.258,9
30,0-39,9	13	16	24	28	450,9	559,9	825,7	968,7	309,8	376,2	930,7	667,4
40,0-49,9	10	12	14	16	449,0	557,7	628,2	704,5	267,2	323,2	497,3	419,5
50,0-59,9	2	7	17	10	109,9	366,0	931,1	544,5	60,0	194,8	282,8	287,9
60,0-69,9	3	6	9	7	199,0	394,1	573,0	463,0	93,5	192,0	272,6	228,7
70,0-79,9	2	5	8	4	147,4	369,6	610,7	287,7	71,7	170,8	253,5	133,4
80,0-89,9	1	7	7	2	83,0	597,1	589,6	163,6	37,7	256,5	188,3	71,4
90,0-99,9	1	5	5	3	99,4	472,0	464,9	285,2	38,6	191,3	491,4	111,1
100,0-199,9	1	17	11	8	181,5	2.280,1	1.425,0	974,7	49,5	785,5	302,3	345,1
200,0-299,9	0	5	5	0	0,0	1.174,0	1.090,9	0,0	0,0	338,4	0,0	0,0
300,0-399,9	0	0	0	4	0,0	0,0	0,0	1.463,4	0,0	0,0	0,0	342,4
400,0-499,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
500,0-599,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
600,0-699,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
700,0-799,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
800,0-899,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
900,0-999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000,0-1999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000,0-2999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3000,0-3999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4000,0-4999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5000,0-5999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6000,0-6999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7000,0-7999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8000,0-8999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9000,0-9999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>10000,0 m2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**118**	**94**	**164**	**282**	**3.082,0**	**7.036,0**	**8.488,7**	**9.041,2**	**2.313,9**	**3.083,0**	**4.426,9**	**5.864,2**

Fases	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
Fase-I	117	72	148	270	2.900,5	3.581,9	5.972,9	6.603,0	2.264,4	1.959,2	4.124,6	5.166,7
Fase-II	1	22	16	12	181,5	3.454,1	2.515,8	2.438,2	49,5	1.123,9	302,3	687,5
Fase-III	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bosque	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**118**	**94**	**164**	**282**	**3.082,0**	**7.036,0**	**8.488,7**	**9.041,2**	**2.313,9**	**3.083,0**	**4.426,9**	**5.864,2**

Tabla II.20. Variación temporal en las variables poligonales para la forma de relieve de régimen hídrico de escorrentía o *run-off*: afloramiento bajo (A_{III}).

Clase de Frecuencia	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
<10 m2	22	0	0	42	146,4	0,0	0,0	290,0	252,3	0,0	0,0	488,1
10,0-19,9	44	4	9	111	642,3	70,4	156,3	1.610,8	695,0	73,5	152,0	1.769,5
20,0-29,9	34	10	23	87	830,5	245,1	573,1	2.140,1	669,1	200,9	475,7	1.757,1
30,0-39,9	20	15	31	56	698,1	517,2	1.085,1	1.929,7	485,6	355,6	735,8	1.334,1
40,0-49,9	16	7	27	39	714,5	318,4	1.218,0	1.756,1	429,5	189,6	731,9	1.060,8
50,0-59,9	9	15	20	21	484,2	814,2	1.087,9	1.152,4	260,4	448,6	587,5	642,1
60,0-69,9	8	12	14	16	510,6	782,9	931,6	1.054,2	255,9	380,9	445,1	511,0
70,0-79,9	5	6	9	15	379,0	450,5	660,0	1.142,4	181,0	200,8	309,7	543,2
80,0-89,9	4	10	14	13	349,0	862,6	1.170,5	1.094,2	145,3	367,7	492,3	484,7
90,0-99,9	6	8	10	9	577,9	768,5	948,7	846,5	236,1	302,2	398,7	376,2
100,0-199,9	16	33	39	46	2.293,0	4.935,5	5.409,4	6.168,3	755,9	1.629,0	1.832,0	2.244,2
200,0-299,9	11	9	22	13	2.732,6	2.317,0	5.163,9	3.274,7	758,9	596,6	1.348,3	911,3
300,0-399,9	4	5	6	9	1.236,4	1.820,8	2.116,1	2.976,3	305,3	429,0	462,7	690,6
400,0-499,9	0	5	7	7	0,0	2.215,7	3.282,7	3.219,9	0,0	445,6	593,7	759,9
500,0-599,9	0	4	1	2	0,0	2.120,1	548,9	1.014,6	0,0	407,9	97,4	190,9
600,0-699,0	1	2	1	4	622,1	1.302,7	639,5	2.629,7	104,3	254,8	115,6	467,0
700,0-799,9	3	2	0	4	2.205,0	1.491,5	0,0	2.985,2	362,0	264,2	0,0	488,2
800,0-899,9	0	1	0	0	0,0	894,9	0,0	0,0	0,0	170,0	0,0	0,0
900,0-999,9	1	1	1	1	952,4	927,1	978,4	999,0	163,6	121,6	132,5	183,0
1000,0-1999,9	3	3	2	6	4.062,8	4.363,3	2.731,4	8.465,5	490,5	582,9	306,1	1.203,7
2000,0-2999,9	1	2	2	1	2.142,1	5.065,7	4.842,5	2.783,2	237,0	613,1	551,2	308,5
3000,0-3999,9	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	3.349,9	0,0	0,0	0,0	312,5
4000,0-4999,9	0	0	1	0	0,0	0,0	4.314,7	0,0	0,0	0,0	306,8	0,0
5000,0-5999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6000,0-6999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7000,0-7999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8000,0-8999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9000,0-9999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>10000,0 m2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**208**	**164**	**239**	**503**	**21.678,6**	**32.283,8**	**37.838,6**	**60.882,6**	**6.787,7**	**8.034,6**	**10.076,0**	**16.726,8**

Fases	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
Fase-I	168	87	157	409	5.332,4	4.829,8	7.811,1	13.016,3	3.610,1	2.519,8	4.328,7	8.966,9
Fase-II	36	62	77	86	10.041,3	18.025,1	18.138,8	23.267,7	2.450,0	4.318,7	4.582,1	5.935,1
Fase-III	4	5	5	8	6.204,9	9.429,0	11.888,6	14.598,5	727,6	1.196,1	1.164,1	1.824,8
Bosque	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**208**	**164**	**239**	**503**	**21.678,6**	**32.283,8**	**37.838,6**	**60.882,6**	**6.787,7**	**8.034,6**	**10.076,0**	**16.726,8**

Tabla II.21. Variación temporal en las variables poligonales para la forma de relieve de régimen hídrico de deposición o *run-on*: canal de explayamiento (LL_I).

Clase de Frecuencia	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
<10 m2	64	13	5	146	429,3	99,9	46,1	1.059,6	726,8	156,2	69,9	1.681,0
10,0-19,9	101	24	46	221	1.449,9	354,1	732,9	3.231,9	1.591,5	388,3	771,6	3.443,1
20,0-29,9	59	32	92	178	1.456,7	791,6	2.301,3	4.349,5	1.221,0	645,3	1.877,8	3.541,3
30,0-39,9	51	42	66	105	1.769,6	1.486,7	2.291,9	3.627,9	1.209,2	1.004,6	1.560,9	2.469,5
40,0-49,9	35	34	47	85	1.548,6	1.519,1	2.077,5	3.783,8	940,7	923,1	1.246,9	2.269,8
50,0-59,9	24	28	37	53	1.309,9	1.528,1	2.026,5	2.888,2	721,5	827,0	1.079,8	1.572,5
60,0-69,9	21	21	35	32	1.349,2	1.352,9	2.266,2	2.084,3	680,1	675,3	1.113,5	1.034,3
70,0-79,9	20	12	22	21	1.493,0	909,1	1.615,3	1.569,6	686,8	410,0	762,6	723,7
80,0-89,9	9	12	22	16	766,7	1.015,0	1.822,8	1.350,0	341,8	424,5	773,6	610,9
90,0-99,9	10	19	11	13	942,0	1.805,1	1.030,6	1.224,6	394,7	722,8	423,7	495,1
100,0-199,9	33	53	58	54	4.317,2	7.306,2	8.419,1	7.409,6	1.492,2	2.459,5	2.773,9	2.570,6
200,0-299,9	6	18	19	10	1.452,7	4.313,8	4.782,5	2.302,6	407,6	1.164,8	1.247,4	648,4
300,0-399,9	1	6	9	9	358,4	2.042,5	3.203,4	3.138,1	96,9	484,3	760,3	716,0
400,0-499,9	2	1	2	1	882,1	441,9	872,4	445,9	227,7	89,8	162,6	102,6
500,0-599,9	0	0	4	2	0,0	0,0	2.184,1	1.088,5	0,0	0,0	407,0	233,2
600,0-699,0	1	2	1	1	647,1	1.326,2	655,9	610,2	96,3	283,9	101,2	113,7
700,0-799,9	0	1	0	0	0,0	739,0	0,0	0,0	0,0	109,0	0,0	0,0
800,0-899,9	0	0	1	0	0,0	0,0	865,7	0,0	0,0	0,0	203,6	0,0
900,0-999,9	1	0	0	0	913,7	0,0	0,0	0,0	197,3	0,0	0,0	0,0
1000,0-1999,9	1	1	1	3	1.407,2	1.113,9	1.406,6	4.240,5	232,6	230,9	218,5	519,4
2000,0-2999,9	1	0	0	0	2.929,5	0,0	0,0	0,0	530,6	0,0	0,0	0,0
3000,0-3999,9	0	0	1	1	0,0	0,0	3.107,4	3.573,5	0,0	0,0	439,6	423,3
4000,0-4999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5000,0-5999,9	0	1	0	0	0,0	5.178,6	0,0	0,0	0,0	543,2	0,0	0,0
6000,0-6999,9	0	0	1	0	0,0	0,0	6.588,0	0,0	0,0	0,0	429,8	0,0
7000,0-7999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8000,0-8999,9	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	8.354,0	0,0	0,0	0,0	526,9
9000,0-9999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>10000,0 m2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**440**	**320**	**480**	**962**	**26.422,7**	**33.323,6**	**48.296,1**	**56.332,3**	**11.796,4**	**11.642,4**	**16.424,4**	**23.696,1**

Fases	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
Fase-I	394	237	383	870	12.514,8	10.861,6	16.211,1	25.169,4	8.514,2	6.177,1	9.680,4	17.841,1
Fase-II	44	81	94	77	8.571,2	16.169,6	20.983,0	14.994,9	2.518,1	4.591,1	5.656,0	4.384,4
Fase-III	2	2	3	5	4.336,7	6.292,5	11.102,0	16.168,0	763,2	774,1	1.087,9	1.469,6
Bosque	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**440**	**320**	**480**	**962**	**26.422,7**	**33.323,6**	**48.296,1**	**56.332,3**	**11.796,4**	**11.642,4**	**16.424,4**	**23.696,1**

Tabla II.22. Variación temporal en las variables poligonales para la forma de relieve de régimen hídrico de deposición o *run-on*: abanico de explayamiento (LL_{II}).

Clase de Frecuencia	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
<10 m2	132	12	12	213	913,7	89,6	104,0	1.616,8	1.529,7	152,0	159,4	2.552,7
10,0-19,9	229	70	128	641	3.339,3	1.075,1	2.059,0	9.434,0	3.649,4	1.161,3	2.176,5	10.078,1
20,0-29,9	174	137	204	387	4.243,2	3.414,3	5.061,8	9.512,2	3.495,1	2.808,5	4.137,2	7.741,8
30,0-39,9	143	132	176	243	4.984,1	4.561,4	6.107,7	8.384,4	3.407,3	3.162,0	4.181,8	5.697,1
40,0-49,9	87	117	146	155	3.865,9	5.264,1	6.532,6	6.916,7	2.334,8	3.157,2	3.885,3	4.094,9
50,0-59,9	54	93	100	127	2.957,5	5.081,4	5.461,1	6.966,2	1.646,0	2.736,8	2.930,8	3.757,8
60,0-69,9	33	47	85	94	2.136,1	3.048,5	5.486,3	6.046,9	1.057,4	1.522,6	2.720,0	2.991,6
70,0-79,9	41	64	67	58	3.044,4	4.820,4	5.003,7	4.366,3	1.436,9	2.233,6	2.332,4	1.990,1
80,0-89,9	31	40	47	67	2.606,2	3.383,3	4.005,2	5.670,2	1.166,2	1.441,9	1.741,7	2.485,9
90,0-99,9	22	28	31	38	2.088,3	2.654,4	2.921,8	3.623,3	873,3	1.088,7	1.195,2	1.525,7
100,0-199,9	62	172	170	154	8.587,5	23.933,5	22.990,8	21.953,0	2.980,1	8.133,4	8.036,6	7.435,4
200,0-299,9	18	42	46	45	4.221,8	9.994,4	11.110,7	10.574,4	1.193,5	2.667,0	2.920,4	3.002,8
300,0-399,9	5	10	19	16	1.752,7	3.345,7	6.527,6	5.729,3	435,8	778,9	1.533,7	1.409,6
400,0-499,9	7	15	9	10	3.022,8	6.613,7	4.005,0	4.388,8	694,6	1.512,5	824,6	987,5
500,0-599,9	3	10	4	7	1.709,3	5.430,5	2.280,6	3.749,4	375,2	1.083,2	476,5	714,1
600,0-699,0	2	2	8	8	1.317,3	1.342,3	5.110,8	5.168,8	216,7	272,4	913,1	1.012,4
700,0-799,9	0	3	5	1	0,0	2.243,6	3.762,9	765,9	0,0	446,9	675,7	114,7
800,0-899,9	1	2	2	3	827,4	1.633,1	1.713,8	2.467,8	151,9	341,9	322,8	408,5
900,0-999,9	1	4	2	2	936,5	3.887,9	1.925,8	1.928,7	152,1	645,4	329,5	313,4
1000,0-1999,9	5	2	16	10	7.249,9	2.754,7	22.186,9	14.570,7	1.128,8	409,9	3.220,9	2.053,5
2000,0-2999,9	2	3	2	2	5.489,1	7.108,7	4.334,5	5.505,9	593,0	923,3	473,5	710,0
3000,0-3999,9	0	1	1	0	0,0	3.137,9	3.036,9	0,0	0,0	328,2	331,7	0,0
4000,0-4999,9	0	0	1	0	0,0	0,0	4.164,5	0,0	0,0	0,0	316,5	0,0
5000,0-5999,9	0	0	1	2	0,0	0,0	5.659,1	11.280,3	0,0	0,0	523,5	1.451,6
6000,0-6999,9	0	1	1	2	0,0	6.658,2	6.372,5	12.679,5	0,0	834,3	581,2	1.255,8
7000,0-7999,9	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	7.445,0	0,0	0,0	0,0	891,4
8000,0-8999,9	0	1	0	0	0,0	8.987,6	0,0	0,0	0,0	742,9	0,0	0,0
9000,0-9999,9	0	1	0	1	0,0	9.191,8	0,0	9.321,7	0,0	852,0	0,0	642,7
>10000,0 m2	2	2	6	7	100.199,2	131.231,8	197.489,4	186.577,9	2.485,9	3.418,2	7.208,0	7.671,0
Total	**1.054**	**1.011**	**1.289**	**2.294**	**166.492,3**	**260.888,2**	**345.415,2**	**366.644,1**	**31.003,7**	**42.854,9**	**64.148,6**	**72.990,2**

Fases	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
Fase-I	946	740	998	2.023	30.178,7	33.392,6	42.743,1	62.537,1	20.596,1	19.484,6	25.460,2	42.915,7
Fase-II	99	260	265	246	22.375,3	58.424,8	59.428,1	56.726,1	6.199,9	15.881,6	16.032,9	15.398,5
Fase-III	7	9	22	18	12.739,0	37.839,0	45.754,5	60.803,1	1.721,8	4.090,5	5.447,4	7.005,1
Bosque	2	2	6	7	100.199,2	131.231,8	197.489,4	186.577,9	2.485,9	3.418,2	7.208,0	7.671,0
Total	**1.054**	**1.011**	**1.289**	**2.294**	**166.492,3**	**260.888,2**	**345.415,2**	**366.644,1**	**31.003,7**	**42.854,9**	**64.148,6**	**72.990,2**

Tabla II.23. Variación temporal en las variables poligonales para la forma de relieve de régimen hídrico de deposición o *run-on*: llanura coluvial (LL_{III}).

Clase de Frecuencia	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
<10 m2	106	2	2	61	735,9	16,3	19,3	439,0	1.215,2	25,0	28,2	726,8
10,0-19,9	149	17	44	231	2.111,8	264,6	736,8	3.400,6	2.308,0	293,6	756,3	3.697,3
20,0-29,9	71	49	83	184	1.727,8	1.238,5	2.085,8	4.592,9	1.441,7	1.009,3	1.700,6	3.761,2
30,0-39,9	60	47	78	126	2.057,7	1.653,2	2.711,5	4.393,1	1.412,8	1.133,7	1.850,2	3.039,1
40,0-49,9	28	36	71	81	1.243,2	1.608,6	3.135,3	3.616,0	767,6	995,6	1.885,0	2.217,4
50,0-59,9	23	39	43	71	1.269,1	2.135,9	2.385,9	3.865,8	707,7	1.169,7	1.275,2	2.106,4
60,0-69,9	11	32	42	43	716,5	2.066,2	2.708,0	2.761,7	368,1	1.054,1	1.323,6	1.375,4
70,0-79,9	4	25	20	35	310,2	1.883,3	1.498,1	2.636,2	161,1	889,4	682,9	1.241,9
80,0-89,9	7	22	22	26	600,5	1.867,8	1.856,3	2.187,8	272,8	799,2	835,0	959,2
90,0-99,9	5	30	19	25	482,0	2.834,1	1.813,0	2.374,2	195,4	1.186,7	737,1	992,6
100,0-199,9	38	101	111	92	5.173,8	13.895,8	15.761,2	12.388,9	1.883,7	4.810,4	5.224,6	4.375,7
200,0-299,9	28	31	35	45	6.725,0	7.459,3	8.343,0	10.801,0	1.832,1	2.012,0	2.178,7	2.993,1
300,0-399,9	5	13	13	23	1.774,6	4.504,2	4.502,5	7.844,4	438,5	1.114,4	1.037,7	1.899,7
400,0-499,9	2	5	6	4	893,6	2.338,3	2.596,1	1.895,5	204,4	524,5	579,0	429,6
500,0-599,9	3	4	3	5	1.620,0	2.318,8	1.608,5	2.643,8	325,1	483,9	295,0	540,8
600,0-699,0	1	6	2	3	620,0	3.946,5	1.227,9	2.023,7	111,3	681,4	213,6	350,8
700,0-799,9	1	4	5	4	706,9	3.046,3	3.785,3	3.103,7	169,6	500,4	588,0	531,3
800,0-899,9	0	5	2	0	0,0	4.146,7	1.618,0	0,0	0,0	677,8	250,5	0,0
900,0-999,9	0	4	4	2	0,0	3.841,9	3.831,4	1.842,5	0,0	600,4	580,9	295,6
1000,0-1999,9	5	7	7	13	8.373,8	9.846,8	10.629,2	17.720,5	935,6	1.424,9	1.495,1	2.446,7
2000,0-2999,9	3	0	1	1	6.787,1	0,0	2.645,2	2.112,7	865,3	0,0	288,6	247,6
3000,0-3999,9	1	3	0	1	3.156,4	10.845,8	0,0	3.620,9	321,6	1.220,3	0,0	430,7
4000,0-4999,9	0	0	1	0	0,0	0,0	4.932,2	0,0	0,0	0,0	272,6	0,0
5000,0-5999,9	1	0	0	0	5.342,9	0,0	0,0	0,0	407,9	0,0	0,0	0,0
6000,0-6999,9	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	6.096,1	0,0	0,0	0,0	365,5
7000,0-7999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8000,0-8999,9	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	8.563,7	0,0	0,0	0,0	962,8
9000,0-9999,9	0	0	2	0	0,0	0,0	19.349,4	0,0	0,0	0,0	1.810,7	0,0
>10000,0 m2	2	1	1	4	187.670,6	363.909,2	436.813,4	540.503,9	7.050,4	10.123,4	10.219,5	16.153,1
Total	**554**	**483**	**617**	**1.082**	**240.099,4**	**446.668,2**	**536.693,0**	**651.428,6**	**23.396,9**	**32.730,2**	**36.108,8**	**62.140,3**

Fases	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
Fase-I	464	299	424	883	11.254,7	15.568,5	18.949,9	30.267,3	8.850,4	8.556,4	11.074,1	20.117,2
Fase-II	78	173	181	178	17.513,8	45.497,9	43.273,8	42.543,5	4.964,7	11.405,2	10.948,1	11.416,5
Fase-III	10	10	11	17	23.660,3	20.692,6	37.556,0	38.114,0	2.530,5	2.645,2	3.867,0	4.453,4
Bosque	2	1	1	4	187.670,6	363.909,2	436.813,4	540.503,9	7.050,4	10.123,4	10.219,5	16.153,1
Total	**554**	**483**	**617**	**1.082**	**240.099,4**	**446.668,2**	**536.693,0**	**651.428,6**	**23.396,9**	**32.730,2**	**36.108,8**	**62.140,3**

Tabla II.24. Variación temporal en las variables poligonales para la forma de relieve de régimen hídrico de deposición o *run-on*: llanura de erosión (LL_{IV}).

Clase de Frecuencia	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
<10 m2	32	1	1	42	218,4	8,6	7,5	318,4	359,8	12,4	12,4	507,3
10,0-19,9	27	12	9	164	398,1	202,9	147,3	2.410,4	420,2	207,2	155,3	2.633,9
20,0-29,9	23	24	45	115	541,4	611,4	1.151,3	2.808,9	453,2	495,9	935,3	2.326,8
30,0-39,9	11	26	41	80	372,2	892,7	1.484,1	2.785,5	251,1	615,3	987,4	1.898,7
40,0-49,9	6	25	44	52	264,4	1.120,4	1.958,3	2.313,9	160,4	664,4	1.167,8	1.418,5
50,0-59,9	7	21	32	42	386,0	1.152,0	1.751,6	2.286,5	209,4	627,0	935,7	1.259,0
60,0-69,9	2	10	11	23	130,7	660,0	710,2	1.469,1	65,3	327,2	345,2	735,2
70,0-79,9	1	11	19	14	72,2	817,0	1.412,3	1.036,6	33,1	370,1	645,5	493,1
80,0-89,9	0	11	20	12	0,0	928,3	1.723,5	1.029,6	0,0	404,4	734,1	442,3
90,0-99,9	2	6	10	8	199,5	565,9	940,0	754,5	86,5	238,8	380,4	313,0
100,0-199,9	2	28	46	36	269,7	3.719,6	6.017,9	4.596,4	98,0	1.291,4	2.065,3	1.629,7
200,0-299,9	4	9	16	11	1.034,2	2.025,7	3.729,8	2.610,6	263,1	534,3	1.007,4	698,3
300,0-399,9	3	5	7	5	1.057,2	1.661,1	2.358,0	1.708,2	249,8	411,2	489,9	376,9
400,0-499,9	1	3	4	3	402,5	1.331,6	1.795,1	1.327,5	99,9	288,2	368,9	284,2
500,0-599,9	0	2	2	1	0,0	1.107,6	1.085,9	522,0	0,0	217,8	195,1	103,6
600,0-699,0	0	0	3	1	0,0	0,0	1.994,7	603,1	0,0	0,0	327,5	94,2
700,0-799,9	0	0	1	0	0,0	0,0	709,6	0,0	0,0	0,0	104,3	0,0
800,0-899,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
900,0-999,9	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	911,1	0,0	0,0	0,0	125,6
1000,0-1999,9	0	3	2	2	0,0	3.261,8	2.502,5	2.918,8	0,0	530,2	312,0	362,0
2000,0-2999,9	0	2	3	0	0,0	5.063,8	7.317,5	0,0	0,0	657,0	702,1	0,0
3000,0-3999,9	0	0	1	1	0,0	0,0	3.388,1	3.056,3	0,0	0,0	427,1	318,9
4000,0-4999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5000,0-5999,9	0	0	1	0	0,0	0,0	5.850,6	0,0	0,0	0,0	511,8	0,0
6000,0-6999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7000,0-7999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8000,0-8999,9	0	0	1	0	0,0	0,0	8.282,7	0,0	0,0	0,0	936,7	0,0
9000,0-9999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>10000,0 m2	0	0	0	2	0,0	0,0	0,0	27.782,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**121**	**199**	**319**	**616**	**5.346,7**	**25.130,2**	**56.298,4**	**63.260,3**	**2.749,8**	**7.892,9**	**13.746,2**	**16.021,6**

Fases	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
Fase-I	111	147	232	552	2.583,0	6.959,1	11.266,1	17.213,4	2.039,0	3.962,8	6.299,1	12.028,1
Fase-II	10	47	79	58	2.763,7	9.845,6	17.690,9	12.278,9	710,8	2.743,0	4.556,5	3.312,5
Fase-III	0	5	8	3	0,0	8.325,6	27.341,3	5.975,1	0,0	1.187,2	2.889,7	680,9
Bosque	0	0	0	2	0,0	0,0	0,0	27.782,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**121**	**199**	**319**	**616**	**5.346,7**	**25.130,2**	**56.298,4**	**63.260,3**	**2.749,8**	**7.892,9**	**13.746,2**	**16.021,6**

Tabla II.25. Variación temporal en las variables poligonales para la forma de transición: afloramiento alto-canal de explayamiento (A_I-LL_I).

Clase de Frecuencia	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
<10 m2	6	0	0	11	41,5	0,0	0,0	84,8	66,3	0,0	0,0	128,6
10,0-19,9	16	4	6	29	229,8	57,8	111,6	417,1	255,5	62,5	105,7	448,2
20,0-29,9	12	6	18	38	293,0	155,7	460,9	921,2	238,9	127,5	371,4	753,7
30,0-39,9	7	5	21	20	250,5	168,9	729,7	678,4	167,3	123,6	493,1	464,3
40,0-49,9	7	6	12	17	311,6	260,5	537,7	756,7	192,7	159,6	333,0	455,9
50,0-59,9	6	8	10	16	327,9	437,4	548,7	871,0	181,9	237,7	302,8	480,9
60,0-69,9	3	4	11	11	204,0	252,2	703,5	715,5	103,1	130,4	345,1	354,4
70,0-79,9	6	3	8	5	444,9	221,4	594,8	383,4	207,4	111,5	280,5	169,9
80,0-89,9	2	6	4	8	165,0	511,5	339,0	678,4	69,2	216,8	153,8	295,8
90,0-99,9	0	1	3	8	0,0	93,5	287,9	756,7	0,0	39,7	118,1	311,7
100,0-199,9	5	17	17	14	678,0	2.532,8	2.372,1	1.915,3	262,1	833,4	815,4	654,7
200,0-299,9	4	6	11	7	990,6	1.398,7	2.629,2	1.711,5	282,4	362,7	707,6	468,1
300,0-399,9	0	0	2	6	0,0	0,0	723,0	2.099,2	0,0	0,0	153,5	509,6
400,0-499,9	0	0	1	2	0,0	0,0	407,1	857,9	0,0	0,0	97,8	185,0
500,0-599,9	1	1	0	2	569,1	597,0	0,0	1.044,9	112,3	111,6	0,0	198,9
600,0-699,0	0	1	1	0	0,0	693,9	637,5	0,0	0,0	115,4	107,7	0,0
700,0-799,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
800,0-899,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
900,0-999,9	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	924,9	0,0	0,0	0,0	139,8
1000,0-1999,9	0	0	1	3	0,0	0,0	1.557,0	3.672,8	0,0	0,0	155,0	479,3
2000,0-2999,9	0	0	0	2	0,0	0,0	0,0	5.480,6	0,0	0,0	0,0	555,0
3000,0-3999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4000,0-4999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5000,0-5999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6000,0-6999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7000,0-7999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8000,0-8999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9000,0-9999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>10000,0 m2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**76**	**68**	**126**	**200**	**4.606,8**	**7.381,2**	**12.639,7**	**23.970,1**	**2.139,2**	**2.632,4**	**4.640,6**	**7.064,1**

Fases	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
Fase-I	65	43	93	163	2.268,1	2.158,8	4.313,8	6.263,1	1.482,4	1.209,2	2.503,5	3.863,6
Fase-II	10	25	32	32	2.237,7	5.222,4	6.768,9	8.553,5	656,8	1.423,2	1.882,0	2.156,2
Fase-III	0	0	1	5	0,0	0,0	1.557,0	9.153,4	0,0	0,0	155,0	1.034,4
Bosque	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**76**	**68**	**126**	**200**	**4.606,8**	**7.381,2**	**12.639,7**	**23.970,1**	**2.139,2**	**2.632,4**	**4.640,6**	**7.064,1**

Tabla II.26. Variación temporal en las variables poligonales para la forma de transición: afloramiento bajo-llanura coluvial (A_{III}-LL_{III}).

Clase de Frecuencia	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
<10 m2	1	0	0	1	9,9	0,0	0,0	8,3	12,8	0,0	0,0	14,4
10,0-19,9	3	0	0	1	56,4	0,0	0,0	12,3	55,2	0,0	0,0	14,4
20,0-29,9	0	0	1	1	0,0	0,0	21,1	24,6	0,0	0,0	18,2	20,4
30,0-39,9	0	0	0	2	0,0	0,0	0,0	68,9	0,0	0,0	0,0	47,6
40,0-49,9	1	1	2	2	41,9	42,5	86,1	85,2	25,1	27,8	51,7	51,5
50,0-59,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60,0-69,9	2	0	0	2	135,0	0,0	0,0	132,9	66,7	0,0	0,0	67,7
70,0-79,9	1	0	0	0	76,4	0,0	0,0	0,0	34,9	0,0	0,0	0,0
80,0-89,9	1	1	1	2	86,1	82,9	85,5	166,0	37,9	36,7	36,1	73,2
90,0-99,9	0	2	1	0	0,0	183,6	92,7	0,0	0,0	76,2	36,9	0,0
100,0-199,9	4	3	3	6	590,4	421,6	438,1	828,7	197,6	148,2	144,6	289,7
200,0-299,9	3	2	0	0	651,0	479,1	0,0	0,0	194,3	117,8	0,0	0,0
300,0-399,9	0	2	0	1	0,0	680,2	0,0	342,1	0,0	162,7	0,0	76,2
400,0-499,9	1	1	2	1	456,4	423,4	846,3	429,1	102,0	84,5	156,5	103,5
500,0-599,9	3	0	2	1	1.626,6	0,0	1.106,6	558,6	369,7	0,0	194,1	104,6
600,0-699,0	0	1	0	0	0,0	696,1	0,0	0,0	0,0	118,3	0,0	0,0
700,0-799,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
800,0-899,9	0	1	0	0	0,0	879,0	0,0	0,0	0,0	158,7	0,0	0,0
900,0-999,9	0	1	1	0	0,0	966,4	990,4	0,0	0,0	149,6	143,7	0,0
1000,0-1999,9	1	4	2	4	1.218,9	6.139,1	2.370,5	6.137,1	230,8	845,4	293,9	718,4
2000,0-2999,9	0	3	0	0	0,0	8.052,2	0,0	0,0	0,0	847,4	0,0	0,0
3000,0-3999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4000,0-4999,9	1	0	1	0	4.646,5	0,0	4.121,4	0,0	398,0	0,0	325,9	0,0
5000,0-5999,9	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	5.310,0	0,0	0,0	0,0	346,6
6000,0-6999,9	1	0	2	0	6.105,0	0,0	13.021,1	0,0	483,0	0,0	998,0	0,0
7000,0-7999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8000,0-8999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9000,0-9999,9	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>10000,0 m2	0	1	1	2	0,0	15.051,3	39.192,0	62.944,2	0,0	1.440,2	2.694,2	3.558,7
Total	**23**	**23**	**19**	**27**	**16.700,3**	**34.097,4**	**62.371,8**	**77.048,1**	**2.208,0**	**4.213,7**	**6.093,8**	**6.486,9**

Fases	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997	1938	1961	1978	1997
Fase-I	9	4	5	11	405,6	309,0	285,5	498,1	232,6	140,7	142,8	289,3
Fase-II	11	11	8	9	3.324,3	4.545,8	3.381,4	2.158,6	863,6	939,9	639,0	573,9
Fase-III	3	7	5	5	11.970,4	14.191,3	19.513,0	11.447,1	1.111,8	1.692,8	1.617,8	1.065,0
Bosque	0	1	1	2	0,0	15.051,3	39.192,0	62.944,2	0,0	1.440,2	2.694,2	3.558,7
Total	**23**	**23**	**19**	**27**	**16.700,3**	**34.097,4**	**62.371,8**	**77.048,1**	**2.208,0**	**4.213,7**	**6.093,8**	**6.486,9**

Tabla II.27. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para el *afloramiento alto* (A_I) y el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación de la diferencia entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en A_I					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	*Fase-I*	413	219	512	972	**	-2,04	7,87	4,73	**2,29**
	Fase-II	10	22	40	39	ns	5,22	4,81	-0,13	**4,92**
	Fase-III	0	0	0	0					
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**423**	**241**	**552**	**1.011**	**	**-1,87**	**7,59**	**4,38**	**2,36**
Área (m^2)	*Fase-I*	8.236	7.397	18.024	26.788	***	-0,44	8,45	2,56	**3,82**
	Fase-II	1.495	4.186	6.107	6.626	ns	7,83	2,70	0,45	**6,82**
	Fase-III	0	0	0	0					
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**9.731**	**11.583**	**24.132**	**33.414**	***	**0,83**	**6,37**	**2,02**	**4,12**
Perímetro (m)	*Fase-I*	7.180	4.932	11.939	19.461	***	-1,36	8,36	3,32	**2,90**
	Fase-II	481	1.193	1.981	2.049	ns	6,44	3,89	0,18	**6,53**
	Fase-III	0	0	0	0					
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**7.661**	**6.125**	**13.920**	**21.510**	***	**-0,87**	**7,49**	**2,87**	**3,06**

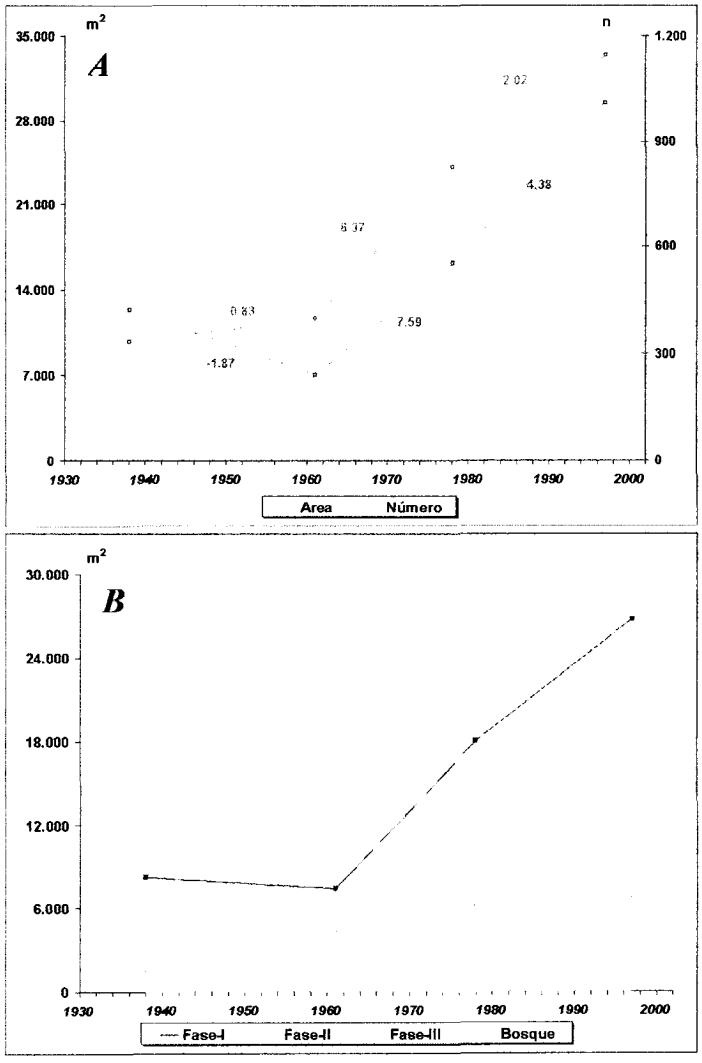

Figura II.35. Dinámica temporal para el número y el área global (*A*) y del área por *fases* (*B*) para A_I en los 59 años del análisis. Los números en las líneas representan los valores de IRA para cada serie.

Tabla II.28. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para el *afloramiento medio* (A_{II}) y el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación de la diferencia entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en A_{II}					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	*Fase-I*	117	72	148	270	*	-1,67	6,21	4,34	**2,22**
	Fase-II	1	22	16	12	ns	91,30	-1,60	-1,32	**18,64**
	Fase-III	0	0	0	0					
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**118**	**94**	**164**	**282**	*	**-0,88**	**4,38**	**3,79**	**2,36**
Área (m^2)	*Fase-I*	2.900	3.582	5.973	6.603	**	1,02	3,93	0,56	**2,16**
	Fase-II	181	3.454	2.516	2.438	ns	78,40	-1,60	-0,16	**21,07**
	Fase-III	0	0	0	0					
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**3.082**	**7.036**	**8.489**	**9.041**	*	**5,68**	**1,21**	**0,34**	**3,28**
Perímetro (m)	*Fase-I*	2.264	1.959	4.125	5.167	*	-0,59	6,50	1,33	**2,17**
	Fase-II	50	1.124	302	687	ns	94,30	-4,30	6,70	**21,83**
	Fase-III	0	0	0	0					
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**2.314**	**3.083**	**4.427**	**5.854**	*	**1,46**	**2,56**	**1,70**	**2,69**

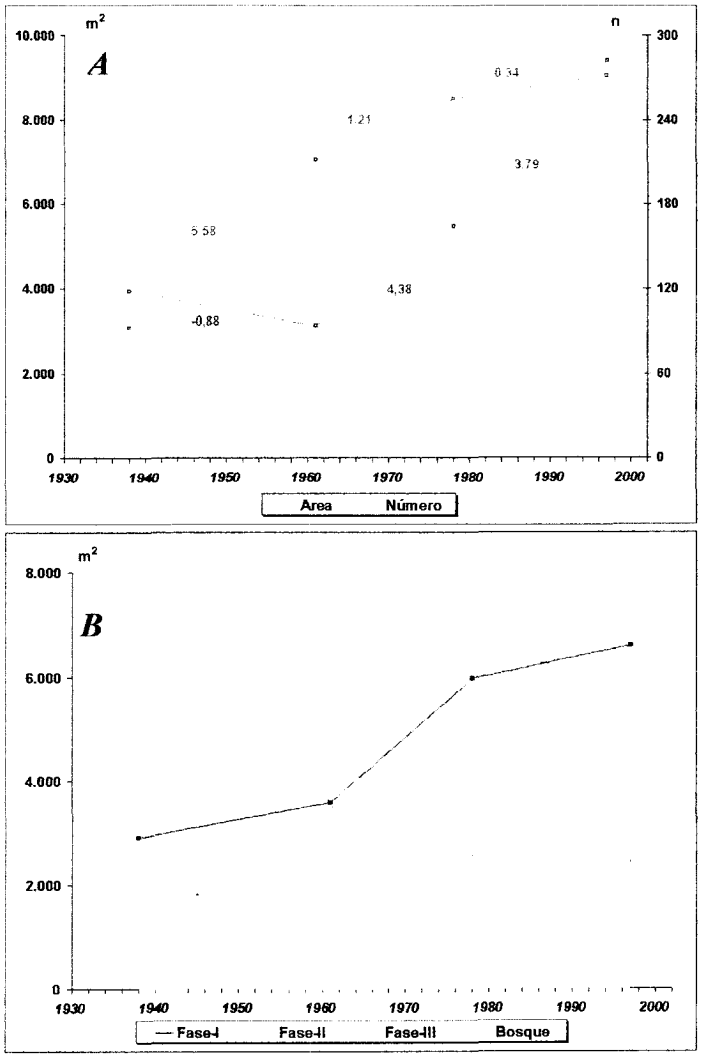

Figura II.36. Dinámica temporal para el número y el área global (*A*) y del área por *fases* (*B*) para A_{II} en los 59 años del análisis. Los números en las líneas representan los valores de IRA para cada serie.

Tabla II.29. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para el *afloramiento bajo* (A_{III}) y el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación de la diferencia entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en A_{III}					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	*Fase-I*	168	87	157	409	**	-2,10	4,73	8,45	**2,43**
	Fase-II	36	62	77	86	ns	3,14	1,42	0,62	**2,35**
	Fase-III	4	5	5	8	ns	1,09	0,00	3,16	**1,69**
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**208**	**164**	**239**	**503**	*	**-1,13**	**3,25**	**6,81**	**2,40**
Área (m^2)	*Fase-I*	5.332	4.830	7.811	13.016	***	-0,41	3,63	3,51	**2,44**
	Fase-II	10.041	18.025	18.139	23.268	*	3,46	0,04	1,49	**2,23**
	Fase-III	6.205	9.429	11.889	14.599	ns	2,26	1,53	1,20	**2,29**
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**21.579**	**32.284**	**37.838**	**50.882**	***	**2,16**	**1,01**	**1,81**	**2,30**
Perímetro (m)	*Fase-I*	3.610	2.520	4.329	8.967	***	-1,31	4,22	5,64	**2,62**
	Fase-II	2.450	4.319	4.582	5.935	*	3,32	0,36	1,55	**2,41**
	Fase-III	728	1.196	1.164	1.825	ns	2,80	-0,16	2,99	**2,56**
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**6.788**	**8.036**	**10.076**	**16.727**	***	**0,80**	**1,49**	**3,47**	**2,48**

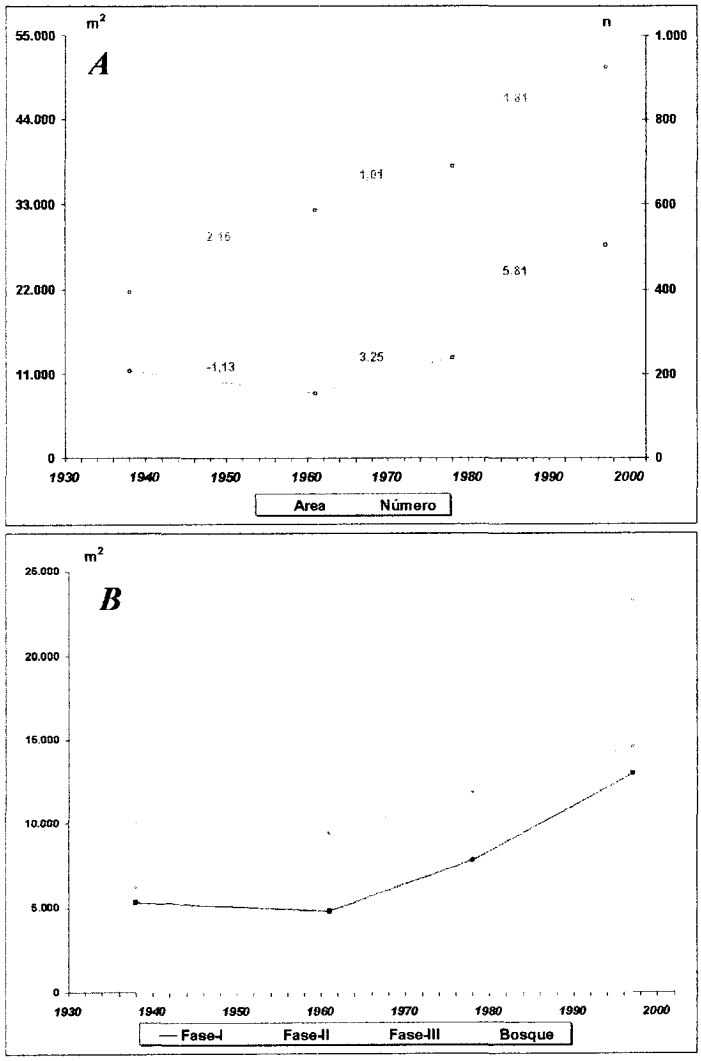

Figura II.37. Dinámica temporal para el número y el área global (*A*) y del área por *fases* (*B*) para A_{III} en los 59 años del análisis. Los números en las líneas representan los valores de IRA para cada serie.

Tabla II.30. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para el *canal de explayamiento* (LL_1) y el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación de la diferencia entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en LL_1					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	*Fase-I*	394	237	383	870	***	-1,73	3,62	6,69	**2,05**
	Fase-II	44	81	94	77	*	3,66	0,94	-0,95	**1,27**
	Fase-III	2	2	3	5	ns	0,00	2,94	3,51	**2,64**
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**440**	**320**	**480**	**952**	**	**-1,19**	**2,94**	**5,18**	**1,97**
Área (m^2)	*Fase-I*	12.515	10.862	16.211	25.169	***	-0,57	2,90	2,91	**1,71**
	Fase-II	8.571	16.170	20.983	14.995	*	3,85	1,75	-1,50	**1,27**
	Fase-III	4.337	6.292	11.102	16.168	ns	1,96	4,50	2,40	**4,62**
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**25.423**	**33.324**	**48.296**	**56.332**	**	**1,35**	**2,64**	**0,88**	**2,06**
Perímetro (m)	*Fase-I*	8.514	6.177	9.680	17.841	***	-1,19	3,34	4,44	**1,86**
	Fase-II	2.518	4.591	5.656	4.384	*	3,58	1,36	-1,18	**1,26**
	Fase-III	763	774	1.088	1.470	ns	0,06	2,38	1,85	**1,67**
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**11.795**	**11.542**	**16.424**	**23.695**	**	**-0,09**	**2,49**	**2,33**	**1,71**

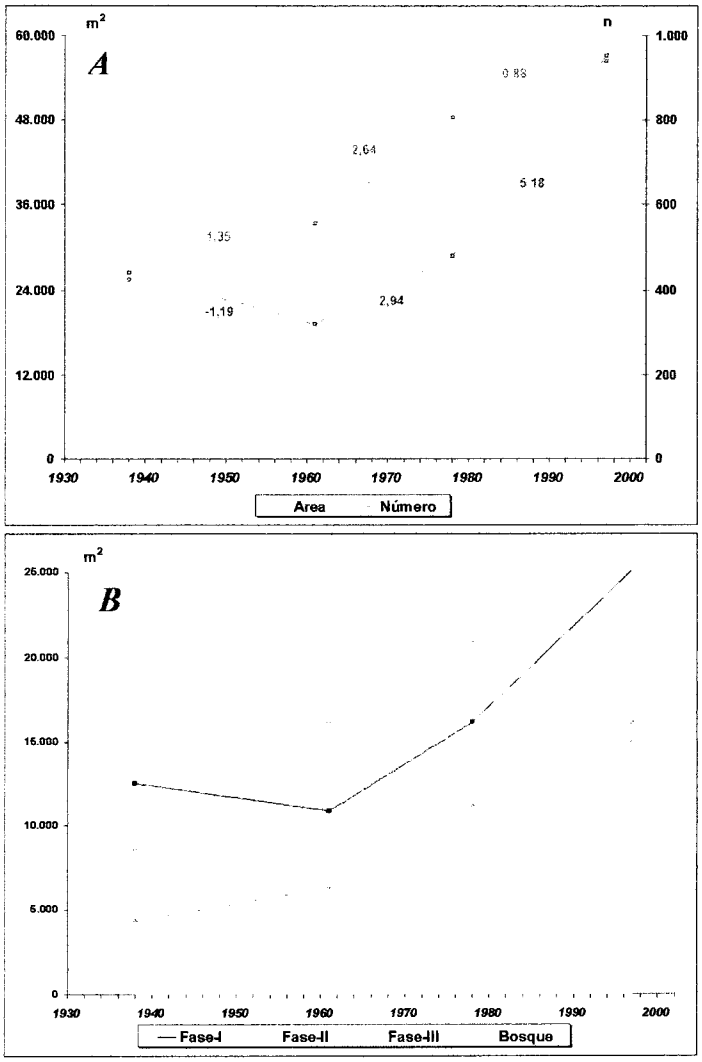

Figura II.38. Dinámica temporal para el número y el área global (*A*) y del área por *fases* (*B*) para LL_1 en los 59 años del análisis. Los números en las líneas representan los valores de IRA para cada serie.

Tabla II.31. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para el *abanico de explayamiento* (LL_{II}) y el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación de la diferencia entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en LL_{II}					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	*Fase-I*	946	740	996	2.023	**	-0,95	2,03	5,43	**1,93**
	Fase-II	99	260	265	246	ns	7,07	0,11	-0,38	**2,62**
	Fase-III	7	9	22	18	ns	1,24	8,50	-0,96	**2,66**
	Bosque	2	2	6	7	ns	0,00	11,76	0,88	**4,24**
	Total	**1.054**	**1.011**	**1.289**	**2.294**	**	**-0,18**	**1,62**	**4,10**	**1,99**
Área (m^2)	*Fase-I*	30.179	33.393	42.743	62.537	***	0,46	1,65	2,44	**1,82**
	Fase-II	22.375	58.425	59.428	56.726	**	7,00	0,10	-0,24	**2,60**
	Fase-III	12.739	37.839	45.755	60.803	ns	8,57	1,23	1,73	**6,39**
	Bosque	100.199	131.232	197.489	186.578	ns	1,35	2,97	-0,29	**1,46**
	Total	**165.492**	**260.888**	**345.416**	**366.644**		**2,61**	**1,91**	**0,32**	**2,06**
Perímetro (m)	*Fase-I*	20.596	19.465	25.460	42.916	***	-0,24	1,81	3,61	**1,84**
	Fase-II	6.200	15.882	16.033	15.399	*	6,79	0,08	-0,21	**2,61**
	Fase-III	1.722	4.091	5.447	7.005	ns	5,98	1,95	1,51	**5,20**
	Bosque	2.486	3.418	7.208	7.671	ns	1,63	6,52	0,34	**3,64**
	Total	**31.004**	**42.856**	**54.149**	**72.990**	***	**1,66**	**1,55**	**1,83**	**2,30**

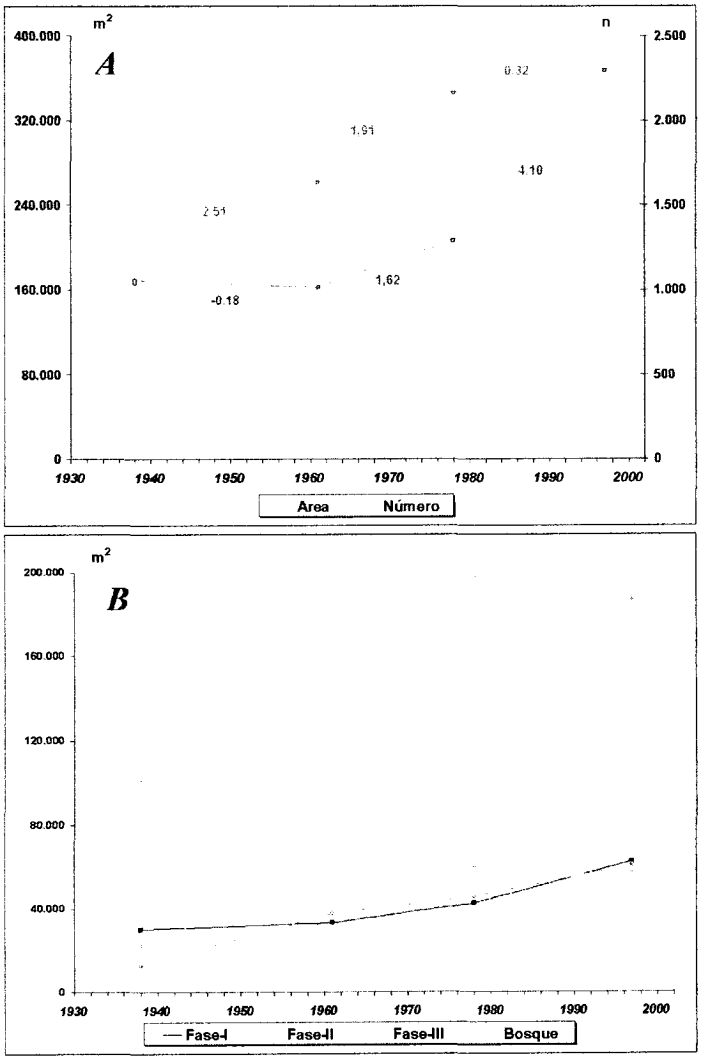

Figura II.39. Dinámica temporal para el número y el área global (*A*) y del área por *fases* (*B*) para LL_{II} en los 59 años del análisis. Los números en las líneas representan los valores de IRA para cada serie.

Tabla II.32. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para la *llanura coluvial* (LL_{III}) y el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación de la diferencia entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en LL_{III}					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	*Fase-I*	464	299	424	883	***	-1,55	2,46	5,70	**1,53**
	Fase-II	78	173	181	178	ns	5,30	0,27	-0,09	**2,17**
	Fase-III	10	10	11	17	ns	0,00	0,59	2,87	**1,19**
	Bosque	2	1	1	4	ns	-2,17	0,00	15,79	**1,69**
	Total	**554**	**483**	**617**	**1.082**	***	**-0,56**	**1,63**	**3,97**	**1,62**
Área (m^2)	*Fase-I*	11.255	15.568	18.950	30.267	***	1,67	1,28	3,14	**2,86**
	Fase-II	17.514	45.498	43.274	42.543	**	6,95	-0,29	-0,09	**2,42**
	Fase-III	23.660	20.693	37.556	38.114	ns	-0,55	4,79	0,08	**1,04**
	Bosque	187.671	363.909	436.813	540.504	ns	4,08	1,18	1,25	**3,19**
	Total	**240.099**	**445.668**	**536.593**	**651.429**	***	**3,72**	**1,20**	**1,13**	**2,90**
Perímetro (m)	*Fase-I*	8.850	8.556	11.074	20.117	***	-0,14	1,73	4,30	**2,16**
	Fase-II	4.965	11.405	10.948	11.417	*	5,64	-0,24	0,23	**2,20**
	Fase-III	2.530	2.645	3.867	4.453	ns	0,20	2,72	0,80	**1,29**
	Bosque	7.050	10.123	10.219	16.153	ns	1,90	0,06	3,06	**2,19**
	Total	**23.396**	**32.730**	**36.109**	**52.140**	***	**1,73**	**0,61**	**2,34**	**2,08**

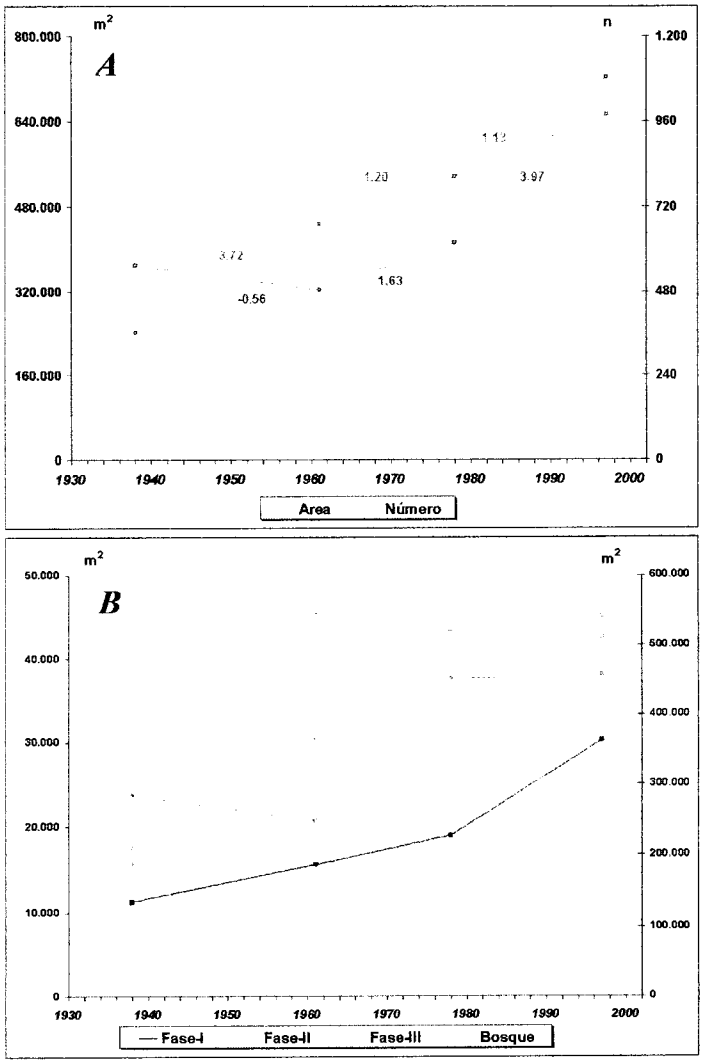

Figura II.40. Dinámica temporal para el número y el área global (*A*) y del área por *fases* (*B*) para LL_{III} en los 59 años del análisis. Los números en las líneas es el IRA para cada serie. *Fase-Bosque* sobre eje *y*2.

Tabla II.33. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para la llanura de erosión (LL_{IV}) y el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación de la diferencia entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en LL_{IV}					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	*Fase-I*	111	147	232	552	***	1,41	3,40	7,26	**6,73**
	Fase-II	10	47	79	58	ns	16,09	4,01	-1,40	**8,14**
	Fase-III	0	5	8	3	ns		3,53	-3,29	
	Bosque	0	0	0	2					
	Total	**121**	**199**	**319**	**615**	*	**2,80**	**3,55**	**4,88**	**6,92**
Área (m^2)	*Fase-I*	2.583	6.959	11.266	17.213	***	7,37	3,64	2,78	**9,60**
	Fase-II	2.764	9.846	17.691	12.279	**	11,14	4,69	-1,61	**6,84**
	Fase-III	0	8.326	27.341	5.975	ns		13,44	-4,11	
	Bosque	0	0	0	27.783					
	Total	**5.347**	**25.130**	**56.298**	**63.250**	***	**16,09**	**7,30**	**0,65**	**18,36**
Perímetro (m)	*Fase-I*	2.039	3.963	6.299	12.028	***	4,10	3,47	4,79	**8,30**
	Fase-II	711	2.743	4.556	3.312	*	12,43	3,89	-1,44	**6,20**
	Fase-III	0	1.187	2.890	681	ns		8,44	-4,02	
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**2.750**	**7.893**	**13.745**	**16.021**	***	**8,13**	**4,36**	**0,87**	**8,18**

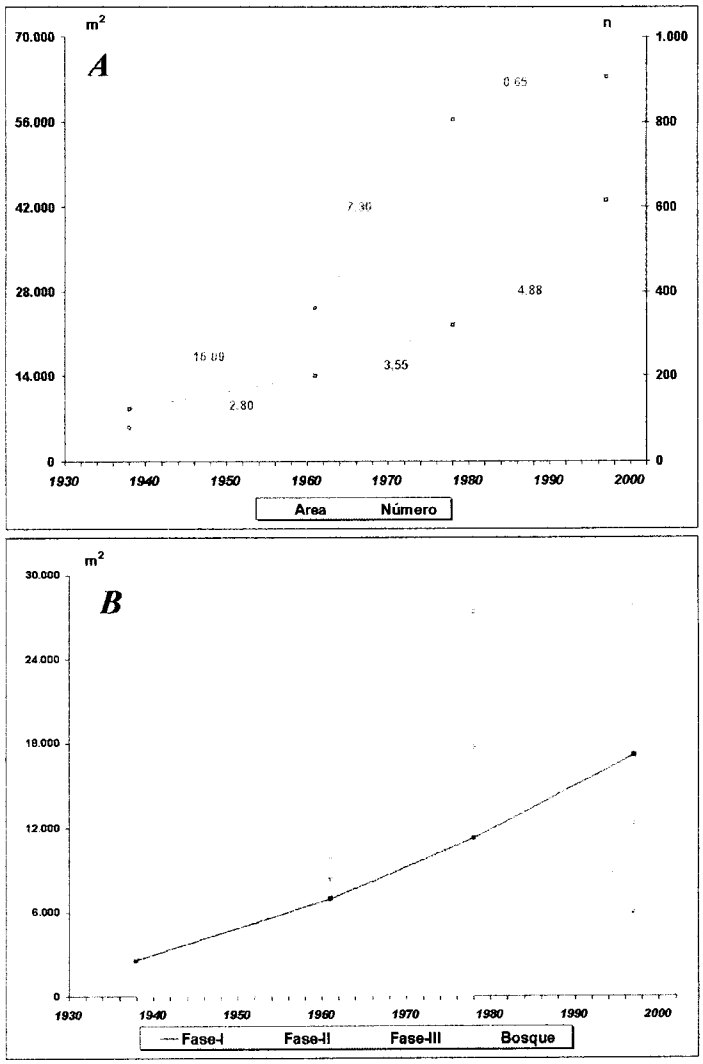

Figura II.41. Dinámica temporal para el número y el área global (*A*) y del área por *fases* (*B*) para LL_{IV} en los 59 años del análisis. Los números en las líneas representan los valores de IRA para cada serie.

Tabla II.34. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para la zona de transición *afloramiento alto-canal de explayamiento* (A_f-LL_f) y el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación de la diferencia entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en A_f-LL_f					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	*Fase-I*	65	43	93	163	***	-1,47	6,84	3,96	**2,56**
	Fase-II	10	25	32	32	ns	6,52	1,65	0,00	**3,73**
	Fase-III	0	0	1	5	ns			21,05	
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**76**	**68**	**126**	**200**	***	**-0,41**	**6,02**	**3,09**	**2,82**
Área (m^2)	*Fase-I*	2.268	2.159	4.314	6.263	***	-0,21	5,87	2,38	**2,99**
	Fase-II	2.238	5.222	6.769	8.554	*	5,80	1,74	1,39	**4,78**
	Fase-III	0	0	1.557	9.153	ns			25,68	
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**4.606**	**7.381**	**12.640**	**23.970**	***	**2,77**	**4,19**	**4,72**	**7,32**
Perímetro (m)	*Fase-I*	1.482	1.209	2.504	3.864	***	-0,80	6,30	2,86	**2,72**
	Fase-II	657	1.423	1.882	2.156	ns	5,07	1,90	0,77	**3,87**
	Fase-III	0	0	155	1.034	ns			29,86	
	Bosque	0	0	0	0					
	Total	**2.139**	**2.632**	**4.540**	**7.054**	***	**1,00**	**4,26**	**2,91**	**3,89**

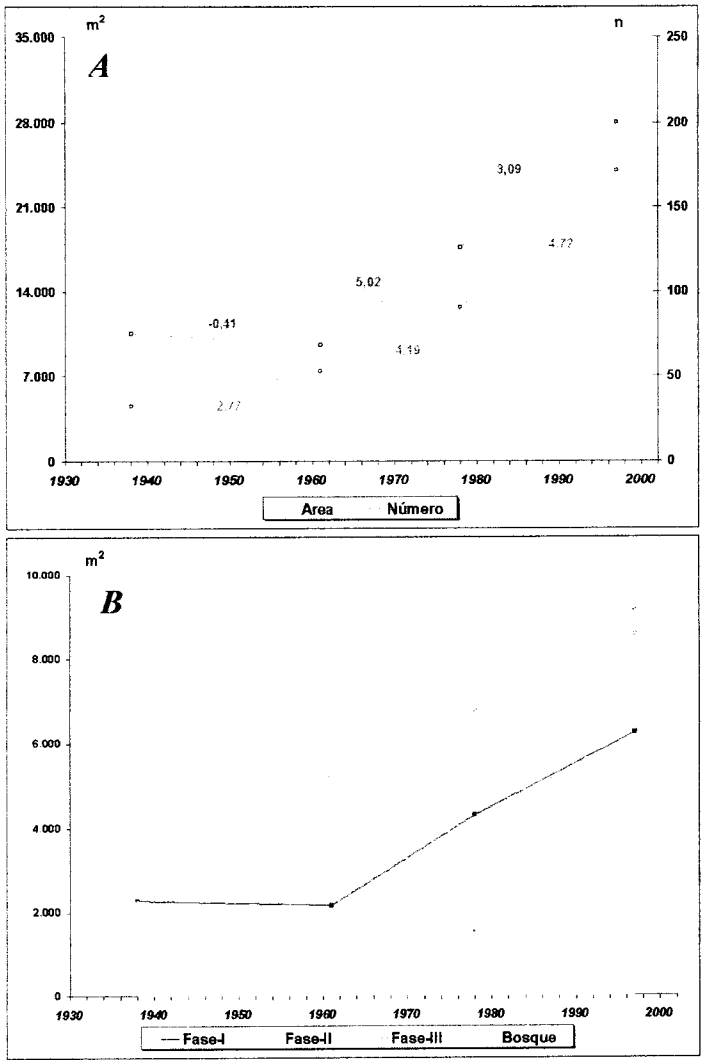

Figura II.42. Dinámica temporal para el número y el área global (*A*) y del área por *fases* (*B*) para A_f-LL_f en los 59 años del análisis. Los números en las líneas representan los valores de IRA para cada serie.

Tabla II.35. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para la zona de transición *afloramiento bajo-llanura coluvial* (A_{III}-LL_{III}) el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación de la diferencia entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en A_{III}-LL_{III}					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	*Fase-I*	9	4	5	11	ns	-2,42	1,47	6,32	**0,38**
	Fase-II	11	11	8	9	ns	0,00	-1,60	0,66	**-0,31**
	Fase-III	3	7	5	5	ns	5,80	-1,68	0,00	**1,13**
	Bosque	0	1	1	2	ns		0,00	5,26	
	Total	**23**	**23**	**19**	**27**	ns	**0,00**	**-1,02**	**2,22**	**0,29**
Área (m^2)	*Fase-I*	406	309	285	498	ns	-1,04	-0,45	3,92	**0,39**
	Fase-II	3.324	4.546	3.381	2.159	ns	1,60	-1,51	-1,90	**-0,59**
	Fase-III	11.970	14.191	19.513	11.447	ns	0,81	2,21	-2,13	**-0,07**
	Bosque	0	15.051	39.192	62.944	ns		9,43	3,19	
	Total	**16.700**	**34.097**	**62.372**	**77.048**	ns	**6,09**	**4,88**	**1,24**	**6,62**
Perímetro (m)	*Fase-I*	233	141	143	289	ns	-1,72	0,09	5,39	**0,41**
	Fase-II	864	940	639	574	ns	0,38	-1,68	-0,54	**-0,67**
	Fase-III	1.112	1.693	1.618	1.065	ns	2,27	-0,26	-1,80	**-0,07**
	Bosque	0	1.440	2.694	3.559	ns		5,12	1,69	
	Total	**2.208**	**4.214**	**5.094**	**5.487**	ns	**3,95**	**1,23**	**0,41**	**2,62**

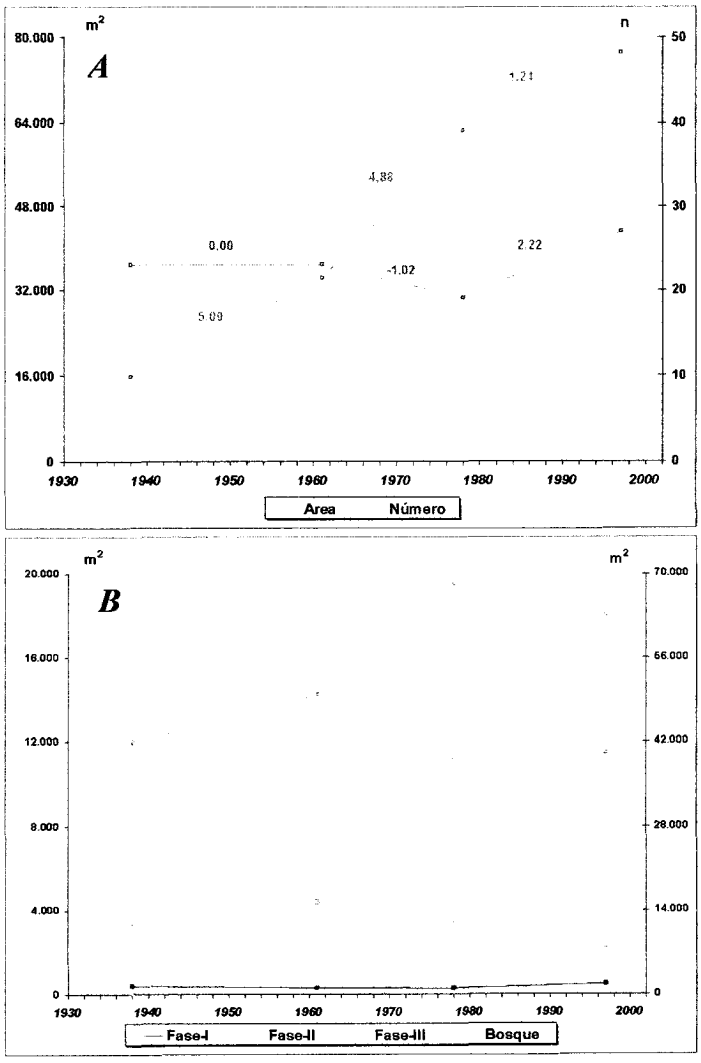

Figura II.43. Dinámica temporal para el número y el área global (*A*) y del área por *fases* (*B*) para A_{III}-LL_{III} en los 59 años del análisis. Los números en las líneas es el IRA para cada serie. *Fase-Bosque* sobre eje *y*2.

En la Tabla II.27 y la Figura II.35, se observa que, producto de la dinámica de los polígonos de cobertura de <100 m^2, la forma de relieve *afloramientos altos*, A_I, presenta una dinámica temporal con tendencia lineal al incremento significativo de sus variables poligonales (P<0,01). Esto resulta en un **IRA** medio del área de los polígonos ***Fase-I*** de 3,82%. Este valor lo alcanza luego de partir de una disminución en el **IRA** del –0,44 % en el lapso *1938-1961*, y un incremento de 8,45 % y 2,56 % para las series *1961-1978* y *1978-1997*, respectivamente. Esta tendencia se repite para las variables número y perímetro de esta *fase* para esta *forma de relieve*. Por otro lado, para la ***Fase-II***, la diferencia entre las medias de las variables poligonales pierde significación, esto a pesar de lograr un **IRA** por serie sostenidamente positivo y un **IRA** medio de 4,92 %. En la *forma de relieve* A_I no se detectó la presencia de polígonos en ***Fase-III*** y ***Fase-Bosque***.

Al igual que para la forma de relieve anterior, producto de un incremento lineal de los polígonos ***Fase-I***, la dinámica temporal del *afloramiento medio* A_{II} es significativa (P<0,05) (ver Tabla II.28 y Figura II.36). El **IRA** medio de la cobertura es de 3,28% y lo alcanza a través de una dinámica temporal donde el número de polígonos se reduce inicialmente (*1938-1961*= -1,67%) para luego incrementarse en el resto de la serie.

El incremento lineal en la cobertura de leñosas se manifiesta nuevamente para la siguiente forma de relieve, el *afloramiento bajo* A_{III} (ver Tabla II.29 y Figura II.37). Para los polígonos presentes en estos afloramientos, los de ***Fase-I*** y ***Fase-II*** establecen una significación (P<0,05) en la dinámica temporal tanto para el *área* como el *perímetro* de la cobertura leñosa. El *número*, por otro lado, presenta dinámica significativa sólo para aquellos polígonos <100 m^2 (***Fase-I***). Tanto el *número*, *área* y *perímetro* de los polígonos de ***Fase-I*** de A_{III} experimentan un descenso en sus valores entre *1938* y *1961*, esto luego se revierte de forma significativa (P<0,05) en las dos siguientes series, logrando estas variables poligonales alcanzar un **IRA** medio de 2,43, 2,44 y 2,52%, respectivamente. La dinámica temporal de los polígonos entre 100 y 1.000 m^2, de ***Fase-II***, presentó un **IRA** constantemente positivo logrando el área y el perímetro experimentar incrementos anuales de 2,23% y 2,41%, respectivamente.

Con respecto a las formas de relieve con dinámica hídrica de deposición (*run-on*), el *canal de explayamiento* LL_I, presenta una dinámica temporal significativa (P<0,05) para las dos primeras *fases* (***Fase-I*** y ***Fase-II***) del *número*, *área* y *perímetro* de los polígonos de cobertura de leñosas (Tabla II.30 y Figura II.38). Luego de un decrecimiento inicial (*1938-*

1961) en los valores poligonales de ***Fase-I***, el **IRA** para *1961-1978* y *1978-1997* se torna sensiblemente positivo, especialmente para el último lapso. Lo inverso ocurre con los polígonos entre 100-1.000 m^2 de cobertura (***Fase-II***); aún cuando el **IRA** medio de las variables es positivo, los valores muestran una reducción importante a lo largo de la serie de 59 años.

La dinámica temporal total en los *abanicos de explayamiento*, LL_{II}, es significativa (P<0,01) en sus variables poligonales. Si bien en esta *forma de relieve* se presentan polígonos de leñosas en todas las *fases*, son los de ***Fase-I*** y ***Fase-II*** las que presentan significación estadística en el incremento de sus valores (P<0,05). Esto último es especialmente cierto para la dinámica temporal del *área* y el *perímetro* de los polígonos, y de éstos, los de cobertura <100 m^2 (***Fase-I***) (ver Tabla II.31 y Figura II.39). Al igual que para LL_I, a pesar de presentar un **IRA** medio positivo, la cobertura que generan los polígonos ***Fase-II*** experimentan una reducción a la largo de la serie de años. En conjunto, es decir, considerando todas las fases, el **IRA** total para el *número* de polígonos es negativo para el primer lapso (1938-1961); luego se torna sensiblemente positivo. El **IRA** medio resultante es en todo caso positivo: **IRA** *número* = 1,99%, **IRA** *área* = 2,06% e **IRA** *perímetro* = 2,30%.

Para las *llanuras coluviales* (LL_{III}), la dinámica temporal de la cobertura es también significativa (P<0,05). En el caso del *área* y del *perímetro*, los polígonos ***Fase-I*** y ***Fase-II*** son los que originan la mayor variabilidad; mientras que para el número, sólo los de ***Fase-I*** muestran significación en la variabilidad temporal de sus valores (P<0,01). Para las tres variables poligonales, el **IRA** de los polígonos ***Fase-I*** tiende a incrementarse con el tiempo; mientras que en los de ***Fase-II*** ocurre una reducción. Al considerar la globalidad de datos, es decir todas las *fases*, el ***IRA*** medio para cualquier variable poligonal es positivo.

En las *llanuras de erosión*, LL_{IV} (Tabla II.33 y Figura II.41), los polígonos presentan la dinámica temporal total muy importante, no solo por su significación (P<0,001) sino por el elevado **IRA** medio alcanzado por las variables poligonales: 6,92 % para el *número* de polígonos; 18,36 % para el *área* de cobertura y 8,18 % para el *perímetro*. Esto se logra a través de la dinámica de las fases ***Fase-I*** y ***Fase-II***, casi de forma exclusiva.

En el caso de la forma de transición A_I-LL_I, la dinámica temporal total de todas las variables poligonales muestra diferencias significativas a través de un incremento lineal de sus valores (P<0,001) (ver Tabla II.34 y Figura II.42). Con respecto a las *fases*, ***Fase-I*** presenta significación para el *número*, *área* y *perímetro* de polígonos (P<0,001). La dinámica para

Fase-II, sólo es significativa para el área de cobertura (P<0,05). Para todas las variables poligonales en ***Fase-I***, se observa una disminución del **IRA** para el lapso *1938-1961*. Esto luego se revierte y para las dos siguientes series (*1961-1978*, *1978-1997*), el **IRA** se torna positivo, resultando en un **IRA** medio (*1938-1997*) también positivo.

La otra forma de transición, A_{III}-LL_{III}, presentó una población total de 92 polígonos distribuidos en las diferentes *fases* y series; y a pesar que presenta un **IRA** medio para la cobertura de 6,62%, ninguna de las variables poligonales en ninguna de las series, presentan significación en su dinámica temporal (P>0,05) (Tabla II.35 y Figura II.43).

A modo de resumen de lo expuesto anteriormente, las Tabla II.36 y II.37 y la Figura II.44 presentan los **IRA** por serie de años (*1938-1961*, *1961-1978*, *1978-1997*) y medio (*1938-1997*) que se generan por variaciones temporales en los valores de *número* y *área* de los polígonos de cobertura.

Tabla II.36. IRA por serie de años (*1938-1961*, *1961-1978*, *1978-1997*) y medio (*1938-1997*) que se generan por variaciones temporales en los valores de *número* y *área* de los polígonos de cobertura.

	Número				IRA (%)			
Forma	*1938*	*1961*	*1978*	*1997*	*38-61*	*61-78*	*78-97*	Medio
A_I	423	241	552	1.011	-1 87	7.59	4.38	2.36
A_I-LL_I	75	68	126	200	-0 41	5.02	3.09	2.82
LL_I	440	320	480	952	-1 19	2,94	5.18	1.97
A_{II}	118	94	164	282	-0 88	4.38	3.79	2.36
LL_{II}	1.054	1.011	1.289	2.294	-0 18	1.62	4.10	1.99
A_{III}	208	154	239	503	-1 13	3.25	5.81	2.40
A_{III}-LL_{III}	23	23	19	27	0.00	-1 02	2.22	0.29
LL_{III}	554	483	617	1.082	-0 56	1,63	3.97	1.62
LL_{IV}	121	199	319	615	2.80	3.55	4.88	6.92
Total	3.016	2.593	3.805	6.966	-0,61	2,75	4,37	2,22

	Area (m^2)				IRA (%)			
Forma	*1938*	*1961*	*1978*	*1997*	*38-61*	*61-78*	*78-97*	Medio
A_I	9.731	11.583	24.132	33.414	0.83	6.37	2.02	4.12
A_I-LL_I	4.506	7.381	12.640	23.970	2.77	4.19	4.72	7.32
LL_I	25.423	33.324	48.296	56.332	1.35	2.64	0.88	2.06
A_{II}	3.082	7.036	8.489	9.041	5.58	1.21	0.34	3.28
LL_{II}	165.492	260.888	345.415	366.644	2,51	1.91	0,32	2,06
A_{III}	21.579	32.284	37.838	50.882	2.16	1.01	1.81	2.30
A_{III}-LL_{III}	15.700	34.097	62.372	77.048	5.09	4.88	1.24	6.62
LL_{III}	240.099	445.668	536.593	651.429	3.72	1.20	1.13	2.90
LL_{IV}	5.347	25.130	56.298	63.250	16.09	7.30	0.65	18.36
Total	490.959	857.391	1.132.073	1.332.010	3,25	1,88	0,93	2,90

Tabla II.37. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para el *Área de Estudio* y el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación de la diferencia entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en Área de Estudio					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	*Fase-I*	2.687	1.848	2.950	6.153	***	-1,36	3,51	5,71	**2,19**
	Fase-II	299	703	792	737	ns	5,87	0,74	-0,37	**2,48**
	Fase-III	26	38	55	61	ns	2,01	2,63	0,57	**2,28**
	Bosque	4	4	8	15	ns	0,00	5,88	4,61	**4,66**
	Total	**3.016**	**2.593**	**3.805**	**6.966**	***	**-0,61**	**2,75**	**4,37**	**2,22**
Área (m^2)	*Fase-I*	75.674	85.058	125.578	188.356	***	0,54	2,80	2,63	**2,52**
	Fase-II	68.504	165.371	178.288	169.587	***	6,15	0,46	-0,26	**2,50**
	Fase-III	58.911	96.770	154.712	156.259	***	2,79	3,52	0,05	**2,80**
	Bosque	287.870	510.192	673.495	817.809	ns	3,36	1,88	1,13	**3,12**
	Total	**490.959**	**857.392**	**1.132.073**	**1.332.011**	***	**3,26**	**1,88**	**0,93**	**2,90**

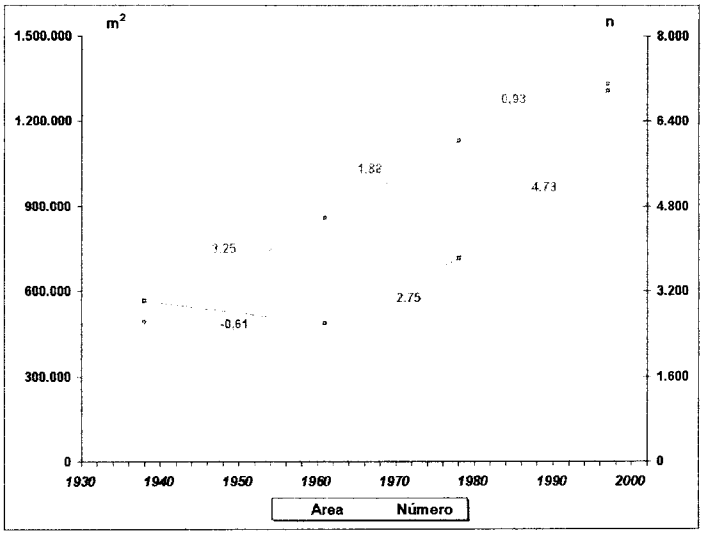

Figura II.44. Dinámica temporal global para el número y el área de cobertura en el *Área de Estudio* en los 59 años del análisis. Los números en las líneas representan los valores de IRA para cada serie.

Se observa que para los primeros 23 años (serie *1938-1961*) ocurre una reducción generalizada de –0,61% anual en el número de polígonos; donde sólo la forma de relieve LL_{IV} logra un incremento en sus valores y A_{III}-LL_{III} los mantiene invariables. A pesar de esto, para la misma serie, ocurre un incremento generalizado en el área de cobertura de las leñosas (+3,25%/año). A excepción de una reducción en los valores de la forma de transición A_{III}-LL_{III} para la serie *1961-1978*, se puede afirmar que, partir de *1961*, ocurre un incremento generalizado e importante en el *número* de polígonos como en el *área* de cobertura. Esto resulta en un **IRA** medio positivo para los 59 años (*1938-1997*) y para cualquier forma de relieve, tanto en el *número* de polígonos (+2,22%/año) como en el *área* de cobertura (+2,90%/año). En el caso del *número* de polígonos son los de <100 m^2 (***Fase-I***) los que regulan esta dinámica, y los de hasta 10.000 m^2 (***Fase-I***, ***Fase-II*** y ***Fase-III***) en el caso del *área* de cobertura.

Al ser ordenadas las formas de relieve según su ubicación dentro del gradiente altimétrico presente en el área de estudio se observa un comportamiento diferencial tanto en el **IRA** medio (*1938-1997*) del *número* y *área* de las *formas* (Figura II.45), como en el **IRA** por serie anual (Figura II.46).

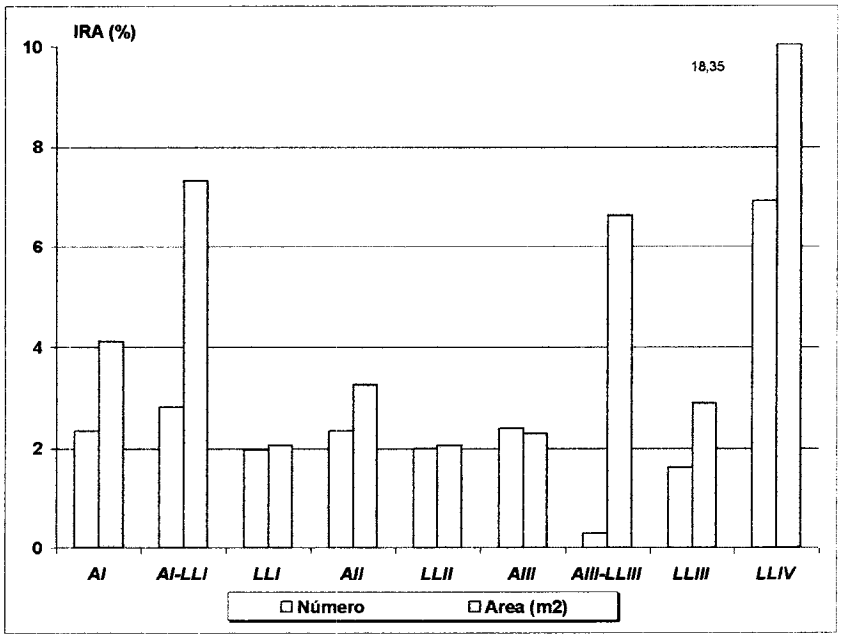

Figura II.45. IRA medio (1938-1997) para el *número* de polígonos y el *área* de cobertura de leñosas expresado en la secuencia de formas de relieve que corresponde al gradiente altimétrico observado en el área de estudio.

Si bien se observa que los valores máximos en el **IRA** medio del área de cobertura se tienen para las formas ubicadas en los extremos del gradiente altimétrico así como en las zonas de transición, las formas de relieve con dinámica hídrica de *run-off* tienden a presentar un **IRA** medio, tanto para el *número* como el *área* de polígonos, superior al de las formas de relieve planas, *run-on*. En las zonas de transición, el **IRA** medio para el número de polígonos se ubica intermedio entre las formas que lo originan, pero el incremento en el área de cobertura muestra un **IRA** medio muy superior al que se manifiesta en las formas de relieve contiguas. Para el lapso entre *1938-1961*, las formas de relieve *run-off* presentaron una reducción sensiblemente mayor en el número de polígonos que en las formas de *transición* y de *run-on*. Con respecto al área de cobertura, durante este lapso las formas de transición presentaron el **IRA** más elevado, seguido por las formas de *run-on*. Durante la siguiente serie, *1961-1978*, las formas de relieve de run-off presenta la mayor dinámica en lo que respecta al incremento en el número de polígonos de cobertura. Globalmente, a estas le siguen las de

transición, específicamente A_I-LL_I con un incremento de 5,02%/año. Tanto para las zonas de *transición* como para las formas de *run-off*, es durante esta serie que se presentan los máximos valores de incremento relativo en el área de cobertura de leñosas, siendo éste intermedio en el caso de los relieves bajos, *run-on*. Para la última serie considerada, *1978-1997*, las formas de *run-on* logran un valor máximo en el **IRA** para el número de polígonos. Esta tendencia también se presenta en las formas *run-off*. Entre las tres series consideradas, *1978-1997* presenta el menor incremento relativo global en el área de cobertura de las formas de *run-on*, *run-off* y *transición*. Esta dinámica espacio-temporal se aprecia en la Tabla II.38 que resume los **IRA** que resultan de englobar las formas de relieve según su régimen hídrico dominante.

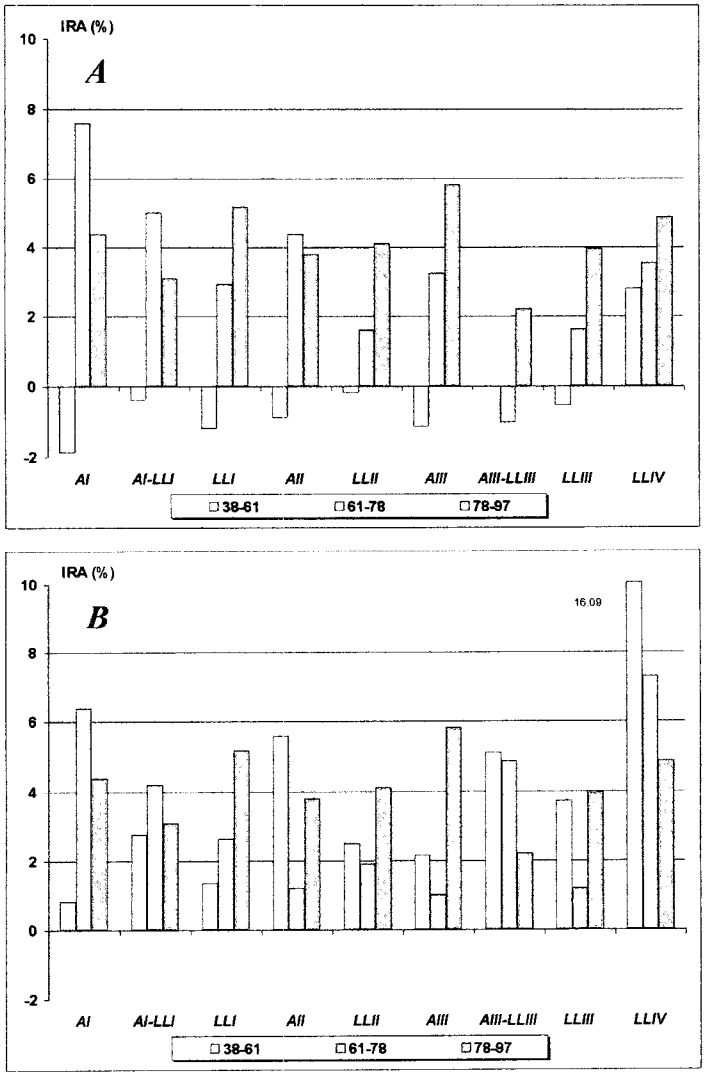

Figura II.46. Dinámica temporal del IRA (por series anuales) para el *número* de polígonos (A) y el *área* de cobertura de leñosas (B) expresado en la secuencia de formas de relieve que corresponde al gradiente altimétrico observado en el área de estudio.

Tabla II.38. Variación temporal en los valores de las variables poligonales y el *incremento relativo anual* (IRA) para las formas de relieve presentes en el *Área de Estudio* agrupadas de acuerdo a su dinámica hídrica de *run-off*, *run-on* y de *transición*.

	Numero				IRA			
Forma de Relieve	1938	1961	1978	1997	38-61	61-78	78-97	Medio
Run-off	749	489	955	1.796	-1 51	5.61	4.63	2.37
Run-on	2.169	2.013	2.705	4.943	-0 31	2.02	4.35	2.17
Transición	98	91	145	227	-0 31	3.49	2.98	2.23
Total	3.016	2.593	3.805	6.966	-0.61	2.75	4.37	2.22

	Area (m^2)				IRA			
Forma de Relieve	1938	1961	1978	1997	38-61	61-78	78-97	Medio
Run-off	34.392	50.903	70.459	93.337	2.09	2.26	1.71	2.90
Run-on	436.361	765.010	986.602	1.137.655	3.27	1.70	0.81	2.72
Transición	20.206	41.478	75.012	101.018	4.58	4.76	1.82	6.78
Total	490.959	857.391	1.132.073	1.332.010	3.25	1.88	0.93	2.90

II.3.3.3.2.1. *Persistencia* de la cobertura

Otro aspecto importante a ser considerado en la dinámica temporal de la cobertura de leñosas es la *persistencia*. Esta se obtienen al intersectar, para una misma *unidad de muestreo*, los polígonos de leñosas de un año entre los de la siguiente misión. Es decir, la intersección secuencial del conjunto de cuatro representaciones de las Figuras II.11 a la II.20. La Tabla II.39 expresa los valores de persistencia en el área de cobertura de leñosas para las series *1938-1961*, *1961-1978* y *1978-1997*.

Tabla II.39. Valores de persistencia del área de cobertura de leñosas en las diferentes formas de relieve y series. La columna *A* expresa, en m^2, el área intersectada entre los años que conforman la serie; la columna *B* presenta el porcentaje que corresponde a una forma de relieve del área total intersectado en la serie; la columna *C*, el área de cobertura de leñosas para el inicio de la serie anual (ver valores para *área* en las Tablas II.18 a la II.26); y la columna *D*, el porcentaje intersectado del área original (% de *t*-1).

	1938-1961				*1961-1978*				*1978-1997*			
	A	*B*	*C*	*D*	*A*	*B*	*C*	*D*	*A*	*B*	*C*	*D*
Forma de Relieve	área (m^2)	área (%)	área 1938 (m^2)	% de 1938	área (m^2)	área (%)	área 1961 (m^2)	% de 1961	área (m^2)	área (%)	área 1978 (m^2)	% de 1978
A_I	2.068	0,5	9.731	**21,3**	3.839	0,5	11.583	**33,1**	9.890	1,2	24 132	**41,0**
A_I-LL_I	1 175	0,3	4.506	**26,1**	1.878	0,3	7.381	**25,4**	5.108	0,6	12 640	**40,4**
LL_I	12.265	2,9	25.423	**48,2**	16 774	2,4	33.324	**50,3**	21.875	2,6	48 296	**45,3**
A_{II}	629	0,1	3.082	**20,4**	2.352	0,3	7.036	**33,4**	4.689	0,5	8.489	**55,2**
LL_{II}	138.011	32,7	165.492	**83,4**	201 508	28,8	260.888	**77,2**	205.837	24,0	345 415	**59,6**
A_{III}	19.197	4,6	21.579	**89,0**	22.820	3,3	32.284	**70,7**	28.289	3,3	37 839	**74,8**
A_{III}-LL_{III}	14 443	3,4	15.700	**92,0**	30 851	4,4	34 097	**90,5**	56.875	6,6	62 372	**91,2**
LL_{III}	233.538	55,4	240.099	**97,3**	404.097	57,8	445.668	**90,7**	490.279	57,3	536.593	**91,4**
LL_{IV}	219	0,1	5.347	**4,1**	15.226	2,2	25 130	**60,6**	33.169	3,9	56.298	**58,9**
Total	**421.647**	100,0	**490.959**	**85,9**	**699.346**	100,0	**857.392**	**81,6**	**866.009**	100,0	**1.132.073**	**76,6**

Al tomar en cuenta la variación temporal en los valores de la columna *A* se observa que existe una tendencia lineal significativa al incremento en el área intersectada entre las series anuales (P<0,001). A lo largo de las series anuales los mayores valores de *persistencia* de cobertura de leñosas se presentan en el gradiente que corresponde a la secuencia de las formas de relieve: LL_{II}, A_{III}, A_{III}-LL_{III}, LL_{III} y LL_{IV}; con valores que oscilan entre el 60-90% (ver Figura II.47). También se observa un máximo en la *persistencia* de LL_I relativo a las formas de relieve que le son contiguas.

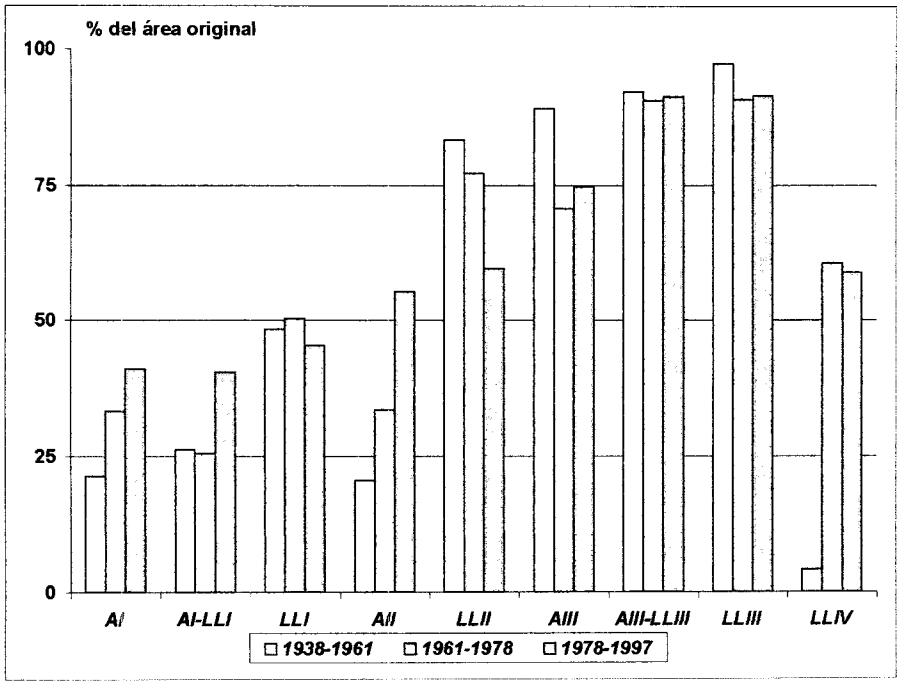

Figura II.47. Porcentaje del total de persistencia de cobertura en las diferentes formas de relieve para las tres series. Datos obtenidos de la columna *D* de la Tabla II.39.

Ahora bien, al considerar la persistencia de la cobertura de leñosas para la serie completa, es decir, los 59 años comprendidos entre *1938* y *1997*, se obtiene la Tabla II.40 y la Figura II.48; así como la Figura II.49 que es una representación gráfica de la distribución de los polígonos que resultan de la intersección de la cobertura de *1938* con aquella de *1997*. Según la columna *D* de esta tabla, se observa que la mayor persistencia relativa se presenta en la secuencia de las formas de relieve: LL_{II}, A_{III}, A_{III}-LL_{III} y LL_{III}; con valores que van de un mínimo de 38,2% en los *afloramientos bajos* (nivel más alto) y alcanzar un máximo de 98,5% en las *llanuras coluviales* (nivel más bajo). De igual forma, LL_I presenta un máximo de persistencia entre las cuatro primeras formas de relieve del gradiente. La menor persistencia relativa se tiene para los *afloramientos medios* (A_{II}; 5,1%), seguida por las *llanuras de erosión*

(*LL*$_{IV}$; 5,7%), los *afloramientos altos* (*A*$_I$; 6,4%) y por la transición entre los *afloramientos altos* y los *canales de explayamiento* (*A*$_I$-*LL*$_I$; 8,1%).

De acuerdo a los valores de la columna *A* y *B* de la Tabla II.40 los relieves chatos de los las *llanuras coluviales* (*LL*$_{III}$) y *abanicos de explayamiento* (*LL*$_{II}$) aportan la mayor contribución en la persistencia de la cobertura por parte de las leñosas: 66,6 y 25,4%, respectivamente. Los menores aportes corresponden a las formas de *afloramiento A*$_{II}$ y *A*$_I$ (0,1 y 0,2%), a la *llanura de erosión LL*$_{IV}$ (0,1%), a la transición entre *A*$_I$-*LL*$_I$ (0,1%) y a los *canales de explayamiento LL*$_I$ (1,3%).

Tabla II.40. Persistencia del área de cobertura total correspondiente a cada *forma de relieve* (columnas *A* y *B*) y persistencia de la cobertura original de cada *forma de relieve* (columnas *C* y *D*).

	1938-1997			
	A	*B*	*C*	*D*
Forma de Relieve	área (m2)	área (%)	área 1938 (m^2)	% de 1938
A_I	622,9	0,2	9.731,1	6,4
A_I-LL_I	367,0	0,1	4.505,8	8,1
LL_I	4.792,2	1,3	25.422,7	18,8
A_{II}	156,5	0,0	3.082,0	5,1
LL_{II}	90.119,3	25,4	165.492,3	54,5
A_{III}	8.250,9	2,3	21.578,6	38,2
A_{III}-LL_{III}	14.222,2	4,0	15.700,3	90,6
LL_{III}	236.451,7	66,6	240.099,4	98,5
LL_{IV}	306,7	0,1	5.346,7	5,7
Total	355.289,4	100,0	278.993,5	72,4

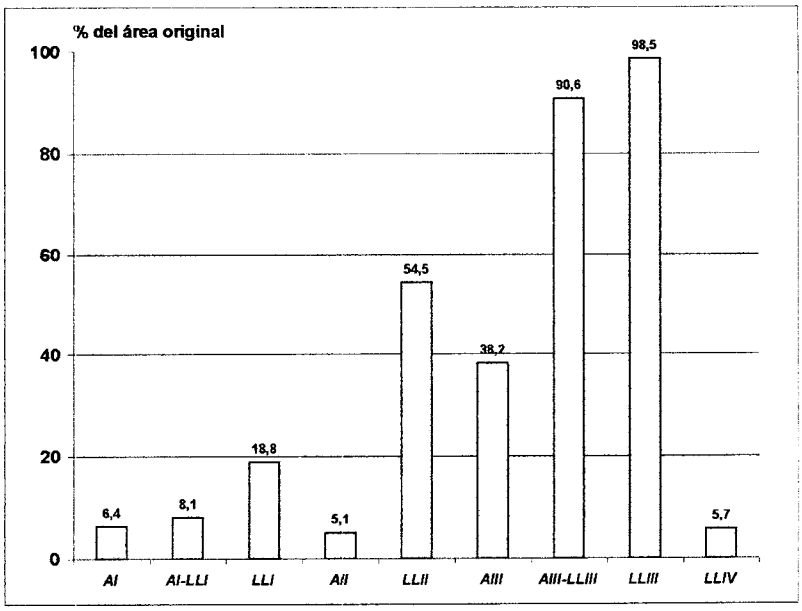

Figura II.48. Porcentaje del total de persistencia para 59 años por parte de las diferentes *formas de relieve*.

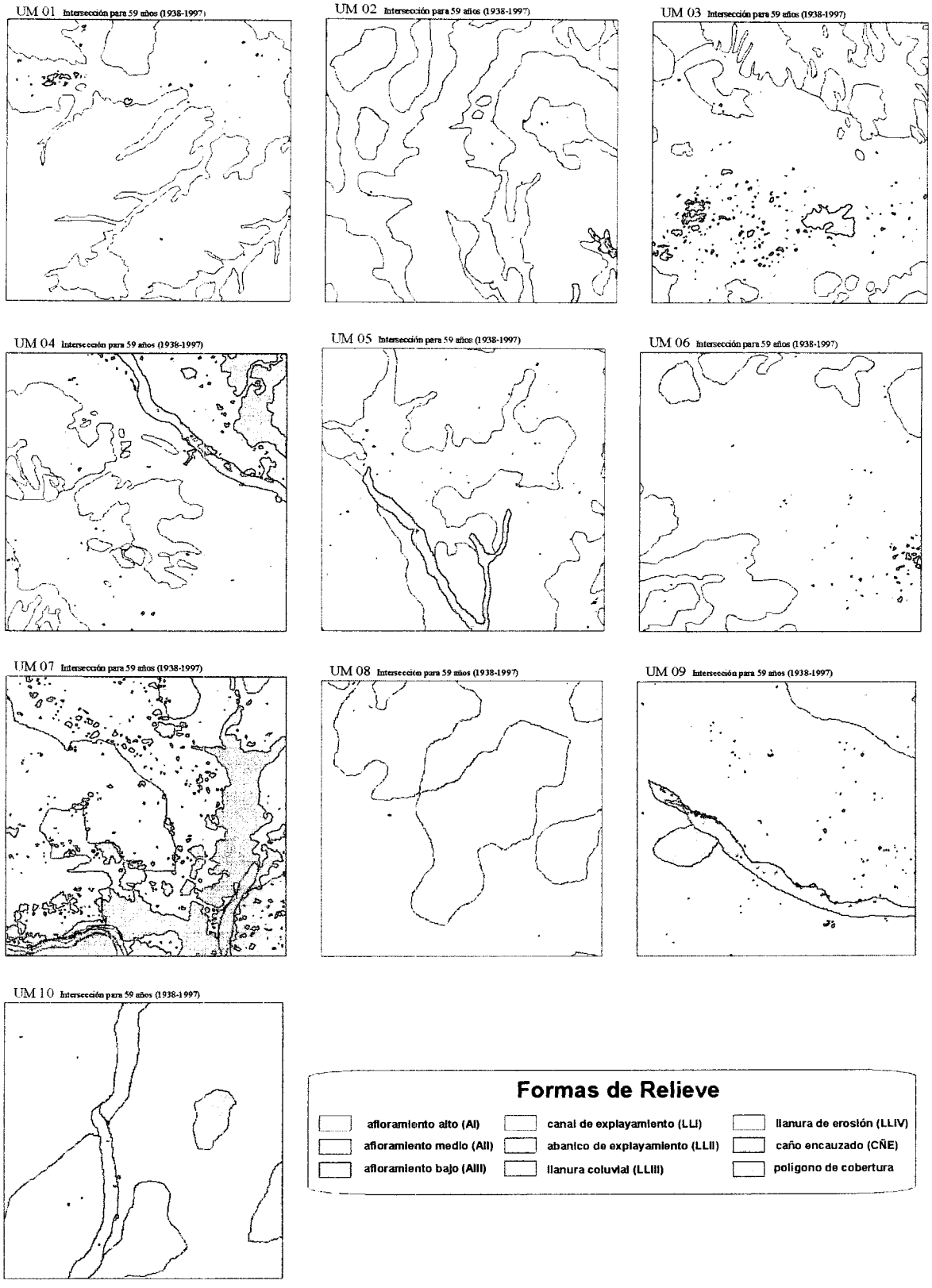

Figura II.49. Persistencia de la cobertura de leñosas en las diferentes *formas de relieve* de las *10 unidades de muestreo*, esto para la serie de 59 años: *1938-1997*.

II.3.3.4. Análisis de la dinámica de la cobertura de leñosas en configuración de *galerías*

II.3.3.4.1. Dinámica *espacial*

La fotointerpretación de las galerías en 43 km del cauce de un río presente en el área de estudio para los años *1938*, *1961*, *1978* y *1997* produjo la serie de Tablas de la II.41 a la II.43 donde se resumen los valores globales para el número, área y perímetro de los 1.455 polígonos discriminados por pertenencia a una forma de relieve, clase de tamaño y *fase*. Según estas tablas, así como la Figura II.50, existe una dinámica espacial de la cobertura de leñosas en configuración de *galerías* diferenciable (P>0,01) si se compara aquella de las formas A_I, A_{II} y LL_I con la de A_{III}, LL_{II} y LL_{III}, esto tanto para el número, el área como el perímetro. Efectivamente, las *galerías* se concentran en las depresiones y los caños encauzados (*CÑE*) de las *formas de relieve* de poca altura relativa, como son: los *afloramientos bajos* (A_{III}), los *canales de explayamiento* (LL_{II}), y muy especialmente las *llanuras coluviales* (LL_{III}). De las 1.429,4 Ha de cobertura en *galerías*, el 97,7% está presente en A_{III} (15,9%), LL_{II} (17,3%) y LL_{III} (64,5%) (ver Figura II.51).

Tabla II.41. Resumen de los valores de clase de frecuencia y *fase* para el número de polígonos de cobertura de leñosas en configuración de *galerías*.

Clase de Frecuencia	A_I	A_{II}	A_{III}	LL_I	LL_{II}	LL_{III}	Total
<10 m2	5	4	17	4	11	14	55
10,0-19,9	4	3	6	1	4	3	21
20,0-29,9	3	1	3	1	1	4	13
30,0-39,9	0	2	0	1	4	3	10
40,0-49,9	2	0	1	1	1	0	5
50,0-59,9	3	2	4	2	0	2	13
60,0-69,9	2	3	2	0	5	4	16
70,0-79,9	1	0	3	1	4	3	12
80,0-89,9	1	0	3	2	5	2	13
90,0-99,9	1	1	3	0	1	6	12
100,0-199,9	7	7	40	5	19	26	104
200,0-299,9	5	9	22	1	18	31	86
300,0-399,9	5	5	17	6	22	19	74
400,0-499,9	4	3	14	1	16	18	56
500,0-599,9	4	6	5	3	13	17	48
600,0-699,0	3	1	10	3	12	20	49
700,0-799,9	1	4	7	3	12	11	38
800,0-899,9	4	4	5	3	9	13	38
900,0-999,9	3	0	11	3	10	13	40
1000,0-1999,9	8	8	45	7	64	65	197
2000,0-2999,9	2	5	20	2	36	44	109
3000,0-3999,9	1	5	15	4	26	26	77
4000,0-4999,9	0	5	9	3	21	25	63
5000,0-5999,9	0	4	9	2	13	14	42
6000,0-6999,9	0	0	2	1	13	22	38
7000,0-7999,9	0	1	0	2	6	3	12
8000,0-8999,9	0	1	2	2	7	4	16
9000,0-9999,9	0	0	1	2	7	7	17
>10000,0 m2	0	0	37	4	59	81	181
Total	69	84	313	70	419	600	1.455

Fases	A_I	A_{II}	A_{III}	LL_I	LL_{II}	LL_{III}	Total
Fase-I	22	16	42	13	36	41	170
Fase-II	36	39	131	28	131	168	533
Fase-III	11	29	103	25	193	210	571
Bosque	0	0	37	4	59	81	181
Total	69	84	313	70	419	600	1.455

Tabla II.42. Resumen de los valores de clase de frecuencia y *fase* para el área de polígonos de cobertura de leñosas en configuración de *galerías*.

Clase de Frecuencia	A_I	A_{II}	A_{III}	LL_I	LL_{II}	LL_{III}	Total
<10 m2	24	14	67	17	45	55	**221**
10,0-19,9	60	41	96	16	72	46	**332**
20,0-29,9	74	21	81	20	23	104	**323**
30,0-39,9	0	76	0	33	139	96	**346**
40,0-49,9	91	0	45	41	45	0	**221**
50,0-59,9	156	112	227	108	0	104	**706**
60,0-69,9	126	204	128	0	333	262	**1.052**
70,0-79,9	77	0	220	71	293	221	**882**
80,0-89,9	87	0	254	169	424	163	**1.096**
90,0-99,9	92	93	284	0	97	573	**1.139**
100,0-199,9	1.117	1.038	5.698	762	2.793	3.910	**15.319**
200,0-299,9	1.104	2.166	5.513	244	4.448	7.678	**21.164**
300,0-399,9	1.724	1.692	5.789	2.137	7.594	6.778	**25.716**
400,0-499,9	1.845	1.434	6.199	423	7.310	8.070	**25.282**
500,0-599,9	2.128	3.309	2.719	1.572	7.363	9.315	**26.406**
600,0-699,0	1.942	697	6.456	1.885	7.785	12.904	**31.668**
700,0-799,9	797	2.915	5.216	2.177	8.959	8.276	**28.341**
800,0-899,9	3.392	3.409	4.312	2.581	7.751	11.025	**32.470**
900,0-999,9	2.851	0	10.464	2.870	9.440	12.364	**37.988**
1000,0-1999,9	11.459	12.033	65.672	10.187	95.796	93.974	**289.121**
2000,0-2999,9	4.304	11.311	47.680	5.115	87.617	108.949	**264.976**
3000,0-3999,9	3.326	17.530	50.843	13.604	89.484	91.729	**266.516**
4000,0-4999,9	0	22.679	39.580	13.135	95.848	110.093	**281.336**
5000,0-5999,9	0	21.675	48.542	10.679	72.875	75.536	**229.307**
6000,0-6999,9	0	0	13.769	6.351	83.682	142.665	**246.467**
7000,0-7999,9	0	7.101	0	14.238	44.702	22.603	**88.643**
8000,0-8999,9	0	8.730	17.458	16.684	59.705	34.241	**136.819**
9000,0-9999,9	0	0	9.943	19.108	64.911	65.703	**159.665**
>10000,0 m2	0	0	1.916.618	52.913	1.716.712	8.393.933	**12.080.177**
Total	**36.775**	**118.281**	**2.263.871**	**177.140**	**2.476.244**	**9.221.370**	**14.293.682**

Fases	A_I	A_{II}	A_{III}	LL_I	LL_{II}	LL_{III}	Total
Fase-I	785	562	1.399	476	1.470	1.624	**6.316**
Fase-II	16.900	16.661	52.367	14.650	63.443	80.320	**244.342**
Fase-III	19.089	101.058	293.487	109.102	694.618	745.493	**1.962.847**
Bosque	0	0	1.916.618	52.913	1.716.712	8.393.933	**12.080.177**
Total	**36.775**	**118.281**	**2.263.871**	**177.140**	**2.476.244**	**9.221.370**	**14.293.682**

Tabla II.43. Resumen de los valores de clase de frecuencia y *fase* para el perímetro de polígonos de cobertura de leñosas en configuración de *galerías*.

Clase de Frecuencia	A_I	A_{II}	A_{III}	LL_I	LL_{II}	LL_{III}	Total
<10 m2	81	53	206	85	184	186	**796**
10,0-19,9	131	75	157	46	135	82	**626**
20,0-29,9	83	28	76	28	21	157	**395**
30,0-39,9	0	89	0	49	183	126	**447**
40,0-49,9	94	0	30	59	70	0	**252**
50,0-59,9	155	121	180	154	0	72	**683**
60,0-69,9	154	136	129	0	283	203	**905**
70,0-79,9	85	0	124	48	328	219	**803**
80,0-89,9	80	0	138	138	333	110	**799**
90,0-99,9	96	73	149	0	68	259	**645**
100,0-199,9	1.018	557	2.467	846	1.408	1.573	**7.870**
200,0-299,9	788	1.076	1.668	240	1.891	2.503	**8.166**
300,0-399,9	840	560	1.522	1.187	2.317	1.640	**8.066**
400,0-499,9	1.030	621	1.690	233	2.211	2.015	**7.801**
500,0-599,9	741	1.095	654	568	2.512	2.625	**8.194**
600,0-699,0	814	179	1.549	481	1.807	3.065	**7.896**
700,0-799,9	236	892	937	724	2.074	1.691	**6.554**
800,0-899,9	1.626	1.092	845	752	1.651	2.271	**8.236**
900,0-999,9	788	0	2.352	471	2.485	2.803	**8.899**
1000,0-1999,9	2.602	2.346	11.480	2.219	17.020	14.723	**50.390**
2000,0-2999,9	1.161	1.687	6.770	951	15.029	13.292	**38.890**
3000,0-3999,9	376	2.150	5.451	2.058	13.214	8.806	**32.054**
4000,0-4999,9	0	2.714	4.143	2.388	12.368	9.220	**30.833**
5000,0-5999,9	0	2.333	5.713	1.761	8.085	7.242	**25.134**
6000,0-6999,9	0	0	1.029	655	7.656	11.330	**20.670**
7000,0-7999,9	0	672	0	1.308	5.120	2.274	**9.374**
8000,0-8999,9	0	606	1.203	1.553	4.553	3.552	**11.468**
9000,0-9999,9	0	0	824	778	5.664	6.014	**13.280**
>10000,0 m2	0	0	110.192	4.318	94.778	299.340	**508.629**
Total	**12.978**	**19.167**	**161.678**	**24.099**	**203.449**	**397.394**	**818.764**

Fases	A_I	A_{II}	A_{III}	LL_I	LL_{II}	LL_{III}	Total
Fase-I	957	576	1.190	608	1.606	1.415	**6.350**
Fase-II	7.882	6.072	13.685	5.502	18.356	20.185	**71.682**
Fase-III	4.139	12.509	36.611	13.672	88.709	76.453	**232.093**
Bosque	0	0	110.192	4.318	94.778	299.340	**508.629**
Total	**12.978**	**19.167**	**161.678**	**24.099**	**203.449**	**397.394**	**818.764**

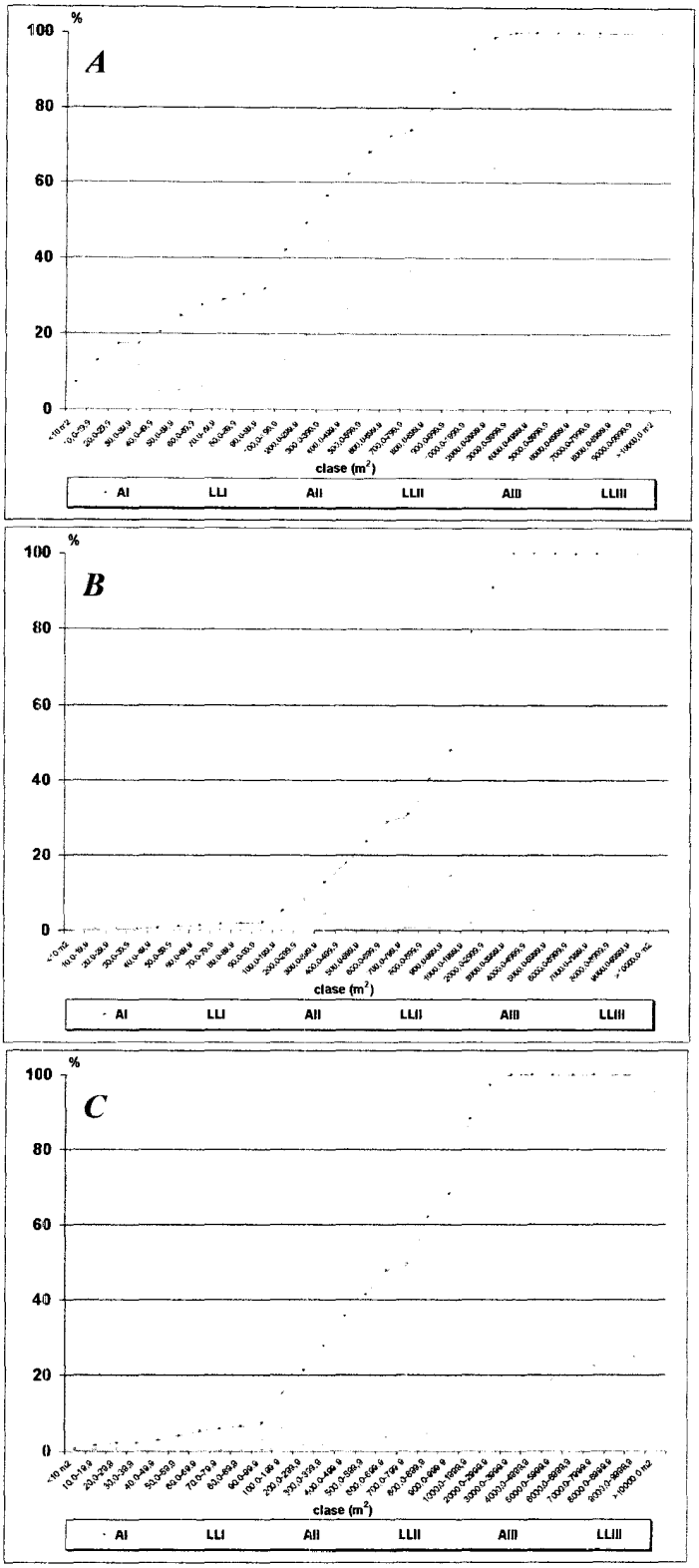

Figura II.50. Curvas de saturación para el número (*A*), área (*B*) y perímetro (*C*) de polígonos para los cuatro años de interpretación. Datos tomados de las Tabla II.41, II.42 y II.43.

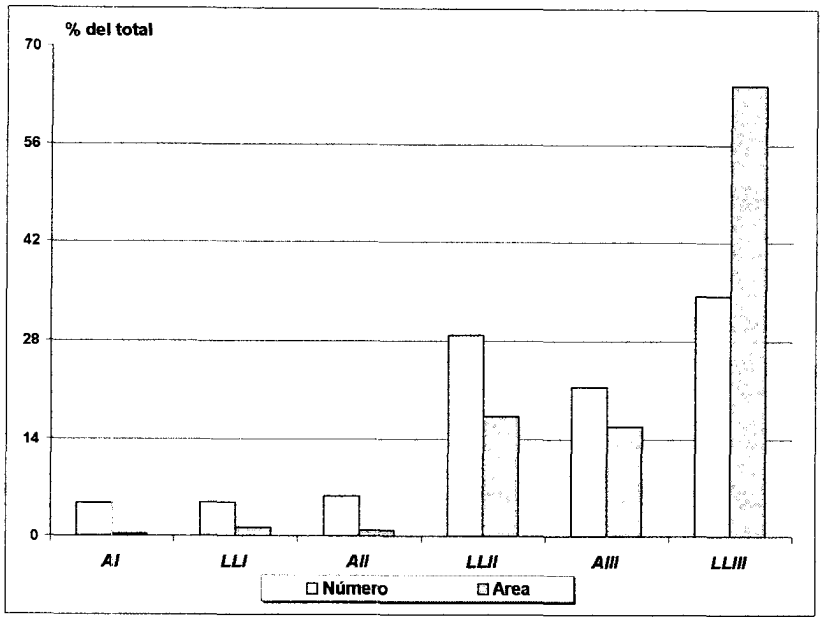

Figura II.51. Distribución a lo largo de las *formas de relieve* del número y del área de cobertura de los polígonos en configuración de *galerías*.

La Tabla II.44 resume los valores de las variables poligonales para las diferentes *fases* que caracterizan las principales *formas de relieve* donde las *galerías* manifiestan su cobertura. Se observa que a pesar que el 87,5% del total del número de polígonos pertenece a ***Fase-I***, ***Fase-II*** y ***Fase-III***; el 98,2% del área de cobertura en las *galerías* se logran a través de polígonos >1.000 m^2 y especialmente los >10.000 m^2. Son polígonos de ***Fase-I***, ***Fase-II*** y ***Fase-III*** los que establecen la dinámica espacial de las formas de relieve altas A_I, A_{II} y LL_I; mientras que para los niveles inferiores A_{III}, LL_{II} y LL_{III}, son los de ***Fase-III*** y ***Fase-Bosque***.

Tabla II.44. Caracterización de los polígonos en configuración de *galería* de acuerdo al valor (en %) de sus variables poligonales.

		Formas de Relieve						
Variable	*Fases*	A_I	A_{II}	A_{III}	LL_I	LL_{II}	LL_{III}	Media
Número	*Fase-I*	31,9	19,0	13,4	18,6	8,6	8,2	**11,7**
	Fase-II	52,2	46,4	41,9	40,0	31,3	33,6	**36,6**
	Fase-III	15,9	34,5	32,9	35,7	46,1	42,0	**39,2**
	Bosque	0,0	0,0	11,8	5,7	14,1	16,2	**12,4**
Área	*Fase-I*	2,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,0	**0,0**
	Fase-II	46,0	14,1	2,3	8,3	2,6	0,9	**1,7**
	Fase-III	51,9	85,4	13,0	61,6	28,1	8,1	**13,7**
	Bosque	0,0	0,0	84,7	29,9	69,3	91,0	**84,6**
Perímetro	*Fase-I*	7,4	3,0	0,7	2,5	0,8	0,4	**0,8**
	Fase-II	60,7	31,7	8,5	22,8	9,0	5,1	**8,8**
	Fase-III	31,9	65,3	22,6	56,7	43,6	19,2	**28,3**
	Bosque	0,0	0,0	68,2	17,9	46,6	75,3	**62,1**

II.3.3.4.2. Dinámica *temporal*

La dinámica temporal de la cobertura en configuración de *galerías* viene dada por los datos que se presentan en la Tabla II.45. Estos se obtuvieron, a su vez, por la dinámica que se expresa en las variaciones en los polígonos de cobertura que resultan de la interpretación de misiones aerofotográficas de los años *1938*, *1961*, *1978* y *1997* (ver Figura II.52). Temporalmente, el área de cobertura de las *galerías* responde a un incremento lineal significativo (P>0,01, ver Figura II.53); esto a través de un *incremento relativo anual* medio (**IRA**$_{1938\text{-}1997}$) de 4,20% (ver Tabla II.46). El **IRA** para el área de cobertura es positivo entre *1938-1961* para cualquier *fase*, mientras que el resto de las series anuales (*1961-1978* y *1978-1997*), el **IRA** es generalmente negativo para polígonos <10.000 m^2.

Tabla II.45. Resumen de los valores de clase de frecuencia y *fases*, por año y total, para el número, área y perímetro de los polígonos configuración de *galerías*.

Clase de Frecuencia	1938	1961	1978	1997	Total	1938	1961	1978	1997	Total	1938	1961	1978	1997	Total
<10 m2	20	10	16	9	55	97	40	62	22	221	321	146	248	80	795
10,0-19,9	6	5	7	3	21	100	78	104	49	332	189	166	195	77	626
20,0-29,9	7	2	2	2	13	168	54	50	52	323	187	50	59	99	395
30,0-39,9	0	5	4	1	10	0	170	136	39	345	0	232	180	35	447
40,0-49,9	2	1	0	2	5	87	45	0	89	221	120	30	0	102	252
50,0-59,9	3	4	3	3	13	159	212	165	170	706	200	197	118	168	683
60,0-69,9	5	5	2	4	16	332	328	131	261	1.052	298	291	87	229	905
70,0-79,9	3	4	4	1	12	224	289	295	73	882	182	256	322	43	803
80,0-89,9	3	6	2	2	13	250	502	172	171	1.096	172	336	135	156	799
90,0-99,9	4	4	2	2	12	384	381	185	189	1.139	177	189	114	164	645
100,0-199,9	35	37	19	13	104	5.156	5.464	2.829	1.869	15.319	2.682	2.436	1.644	1.107	7.870
200,0-299,9	28	35	14	9	86	6.913	8.449	3.523	2.268	21.154	2.088	3.083	1.907	1.107	8.166
300,0-399,9	21	31	14	8	74	7.391	10.860	4.739	2.724	25.715	1.969	3.463	1.380	967	7.779
400,0-499,9	12	26	13	5	56	5.425	11.583	5.915	2.357	25.282	1.153	3.449	2.017	1.182	7.801
500,0-599,9	12	14	13	9	48	6.577	7.738	7.146	4.946	26.406	1.903	2.310	2.338	1.643	8.194
600,0-699,9	13	13	12	11	49	8.263	8.398	7.804	7.203	31.668	1.945	1.856	1.831	2.366	7.998
700,0-799,9	13	8	8	9	38	9.585	6.042	5.950	6.765	28.341	1.706	1.431	1.307	2.110	6.554
800,0-899,9	6	16	9	7	38	5.098	13.800	7.676	5.896	32.470	1.224	3.104	1.470	2.439	8.236
900,0-999,9	12	12	12	4	40	11.443	11.426	11.407	3.712	37.988	2.342	2.597	3.041	919	8.899
1000,0-1999,9	41	66	53	37	197	58.930	98.445	80.138	51.608	289.121	9.562	16.266	13.820	10.742	50.390
2000,0-2999,9	21	29	26	33	109	51.135	70.211	62.379	81.251	264.976	6.126	10.141	9.471	13.152	38.890
3000,0-3999,9	17	23	19	18	77	58.001	79.556	68.849	60.110	266.516	6.632	9.581	7.212	9.654	33.079
4000,0-4999,9	8	19	19	17	63	34.743	84.119	85.887	76.587	281.336	3.144	9.914	8.978	8.797	30.833
5000,0-5999,9	7	15	8	12	42	37.204	83.318	42.689	66.097	229.307	4.186	8.099	5.576	7.272	25.134
6000,0-6999,9	10	12	6	10	38	64.320	78.112	38.583	65.452	246.467	4.562	7.352	3.124	5.632	20.670
7000,0-7999,9	3	4	3	2	12	0	30.011	21.858	15.342	67.211	2.460	3.669	2.098	1.147	9.374
8000,0-8999,9	3	5	3	5	16	0	42.834	24.827	43.701	111.362	2.662	3.233	2.171	3.402	11.468
9000,0-9999,9	1	5	7	4	17	9.512	46.516	65.610	38.027	159.665	1.393	3.949	5.205	2.733	13.280
>10000,0 m2	28	45	45	63	181	1.133.963	2.624.110	3.589.322	4.732.782	12.080.177	50.444	115.934	135.944	206.307	508.629
Total	**344**	**461**	**346**	**306**	**1.456**	**1.516.461**	**3.323.089**	**4.138.431**	**5.269.812**	**14.246.793**	**110.030**	**213.741**	**211.993**	**283.830**	**819.594**

Fases	1938	1961	1978	1997	Total	1938	1961	1978	1997	Total	1938	1961	1978	1997	Total
Fase-I	53	46	42	29	170	1.803	2.098	1.300	1.115	6.316	1.847	1.893	1.458	1.152	6.350
Fase-II	152	192	114	75	533	65.851	83.760	56.990	37.741	244.342	17.011	23.710	16.936	13.840	71.497
Fase-III	111	178	144	138	571	313.844	613.120	490.820	498.174	1.915.959	40.727	72.205	57.655	62.531	233.118
Bosque	28	45	45	63	181	1.133.963	2.624.110	3.589.322	4.732.782	12.080.177	50.444	115.934	135.944	206.307	508.629
Total	**344**	**461**	**346**	**306**	**1.456**	**1.516.461**	**3.323.089**	**4.138.431**	**5.269.812**	**14.246.793**	**110.030**	**213.741**	**211.993**	**283.830**	**819.594**

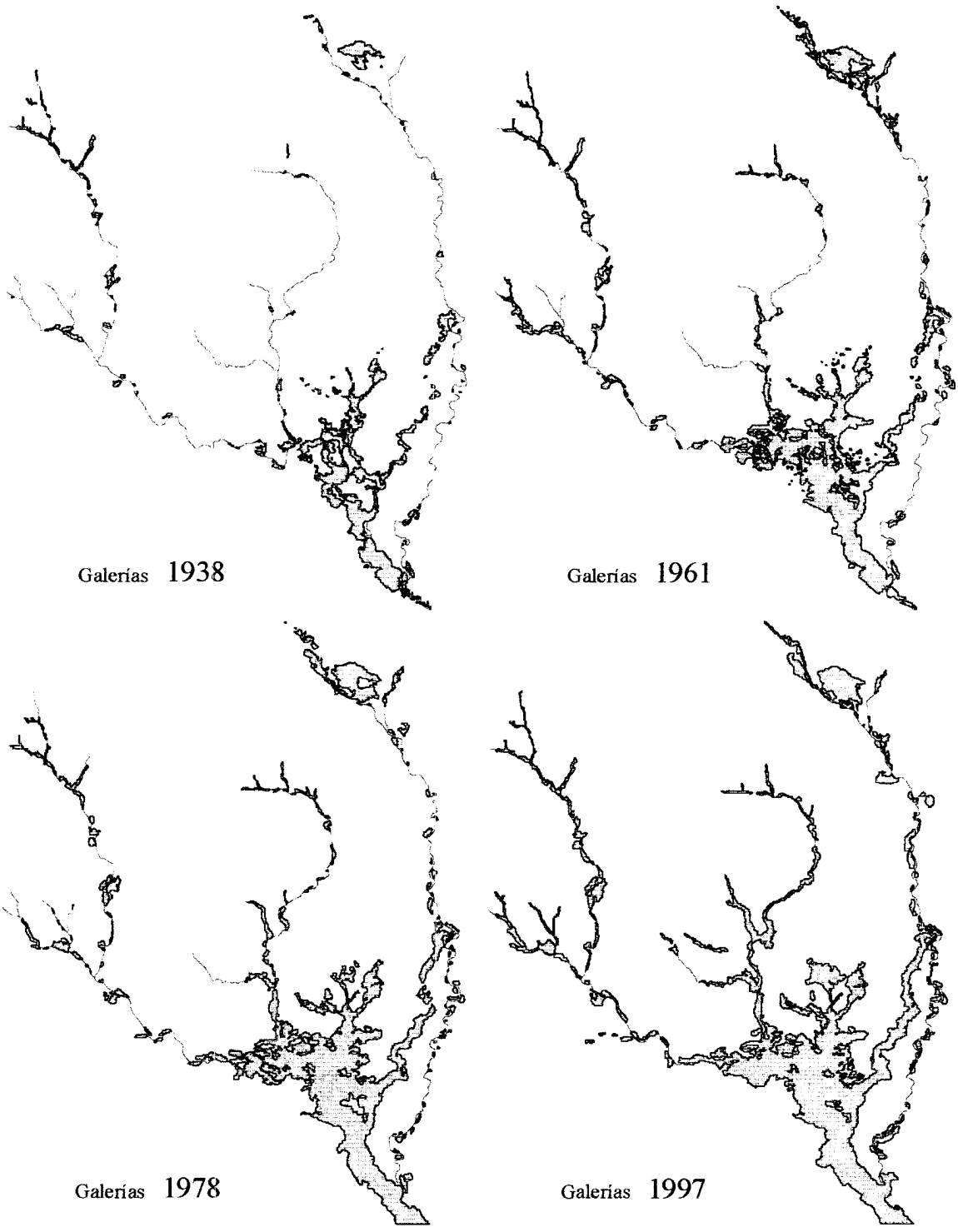

Figura II.52. Dinámica espacial y temporal de la cobertura de leñosas en 43 km del cauce de un río, y sus tributarios, presente en el área de estudio.

Tabla II.46. Variación temporal en los valores de las variables poligonales para la cobertura en configuración de *galerías* y el *incremento relativo anual* (IRA) que ésta genera en las distintas series de tiempo. Valores en azul: significación entre las misiones (*ANOVA*; *ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001*).

		Polígonos en Galerías					IRA (%)			
Variable Poligonal	***Fases***	**1938**	**1961**	**1978**	**1997**	Dif.	**38-61**	**61-78**	**78-97**	**Medio**
Número	***Fase-I***	53	46	42	29	ns	-0,57	-0,51	-1,63	**-0,77**
	Fase-II	152	192	114	75	**	1,14	-2,39	-1,80	**-0,86**
	Fase-III	111	178	144	138	*	2,62	-1,12	-0,22	**0,41**
	Bosque	28	45	45	63	ns	2,64	0,00	2,11	**2,12**
	Total	**344**	**461**	**345**	**305**	**	**1,48**	**-1,48**	**-0,61**	**-0,19**
Área (m^2)	***Fase-I***	1.803	2.098	1.300	1 115	*	0,71	-2,24	-0,75	**-0,66**
	Fase-II	65.851	83.760	56.990	37.741	***	1,18	-1,86	-1,76	**-0,72**
	Fase-III	313.844	613.120	490.820	498 174	**	4,15	-1,17	0,08	**1,00**
	Bosque	1.133.963	2.624.110	3.589.322	4.732 782	ns	5,71	2,16	1,68	**5,38**
	Total	**1.616.461**	**3.323.089**	**4.138.431**	**5.269.812**	**	**5,19**	**1,44**	**1,44**	**4,20**
Perímetro (m)	***Fase-I***	1.847	1.893	1.458	1.152	ns	0,11	-1,35	-1,10	**-0,64**
	Fase-II	17.011	23.710	16.936	13.840	**	1,71	-1,68	-0,96	**-0,32**
	Fase-III	40.727	72.205	57.655	62.531	*	3,36	-1,19	0,45	**0,91**
	Bosque	50.444	115.934	135.944	206.307	ns	5,64	1,02	2,72	**5,24**
	Total	**110.030**	**213.741**	**211.993**	**283.830**	**	**4,10**	**-0,06**	**1,78**	**2,68**

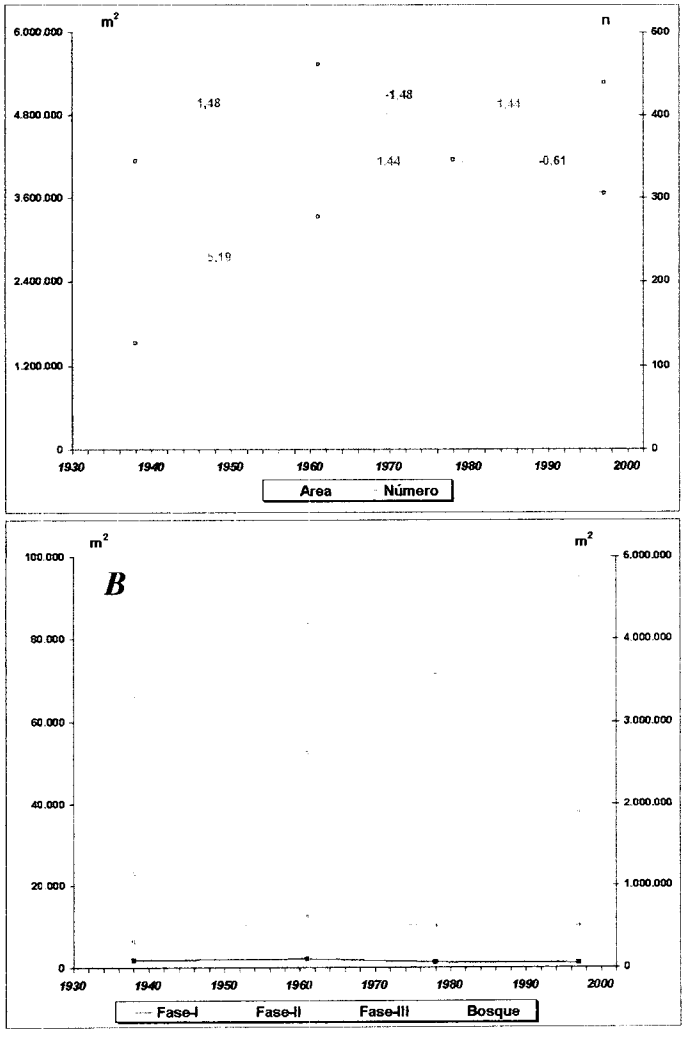

Figura II.53. Dinámica temporal global (*A*) y de las *fases* (*B*) del área de polígonos en configuración de *galerías*. Los números en las líneas representan los valores IRA de cada variable para cada serie.

La dinámica temporal de la cobertura de leñosas en configuración de *galerías*, expresada en la serie de tablas y figuras anteriores, resulta en un incremento en la cobertura de los 43 km del cauce del río de 9,6 km (22,2%) que presentaba para *1938* a 27,9 km (64,8%) en *1997* (ver Figura II.54).

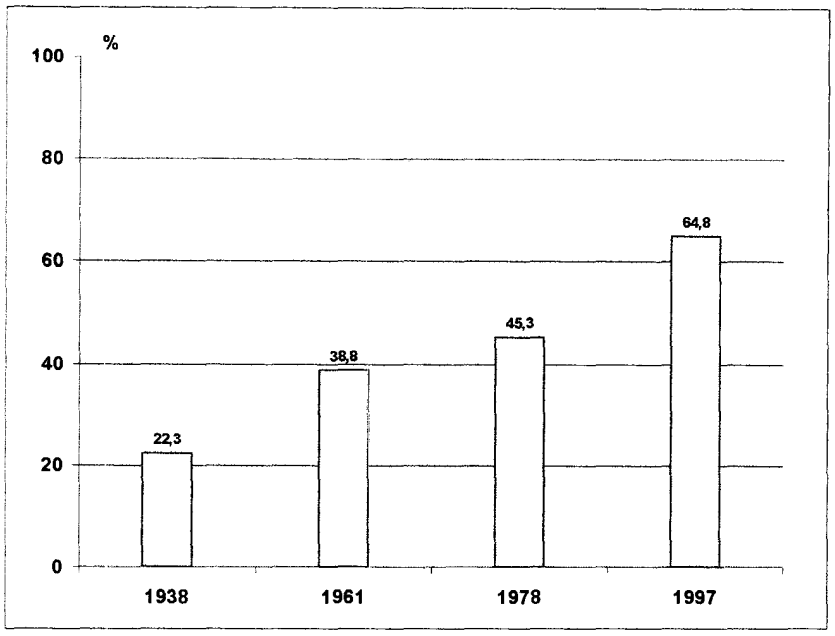

Figura II.54. Dinámica temporal en la cobertura de los 43 km del cauce del río por parte de las *galerías*.

II.3.3.4.2.1. *Persistencia* de la cobertura

La *persistencia*, definida en el presente estudio como el área que resulta de la intersección de los polígonos de cobertura de un año entre los un año subsiguiente, presenta para la serie anual *1938-1961*, un valor medio de 89,1% del original, donde los valores más elevados se presentan en las formas de relieve de menor altura relativa: LL_{II} (71,4%), LL_{III} (93,5%) y A_{III} (93,8%) (ver Tabla II.47 y Figura II.55). Para la siguiente serie, *1961-1978*, excepto para la forma de relieve más elevada, A_I, que experimento una sensible reducción, la *persistencia* tiende a mantenerse como en el caso de A_{III}, LL_{II} y LL_{III}, o experimentan un ligero incremento como en LL_I y A_{II}. La *persistencia* para la última serie considerada, *1978-1997*, experimenta un incremento generalizado de su valor en las diferentes formas de relieve y que es especialmente sensible en A_I logrando alcanzar el 85,6%. La *persistencia* media fue de 91,7%: de los 4.138.431 m^2 de cobertura presentes para *1978*, 3.796.931 m^2 persisten aún en *1997*.

Tabla II.47. Valores de persistencia del área de cobertura de leñosas en las diferentes formas de relieve y series de los 43 km del cauce del río. La columna *A* expresa, en m^2, el área intersectada entre los años que conforman la serie; la columna *B* presenta el porcentaje que corresponde a una forma de relieve del área total intersectado en la serie; la columna *C*, el área de cobertura de leñosas para el inicio de la serie anual (ver valores para *área* en la Tabla II.45); y la columna *D*, el porcentaje intersectado del área original (% de *t*-1).

	1938-1961				1961-1978				1978-1997			
	A	*B*	*C*	*D*	*A*	*B*	*C*	*D*	*A*	*B*	*C*	*D*
Forma de Relieve	**área (m^2)**	**área (%)**	**área 1938 (m^2)**	**% de 1938**	**área (m^2)**	**área (%)**	**área 1961 (m^2)**	**% de 1961**	**área (m^2)**	**área (%)**	**área 1978 (m^2)**	**% de 1978**
A_I	4.315	0,3	6.734	**64,1**	2.210	0,1	9.956	**22,2**	4.134	0,1	4.831	**85,6**
LL_I	10.128	0,7	20.154	**50,3**	26.673	0,9	43.999	**60,6**	43.417	1,1	58.878	**73,7**
A_{II}	2.168	0,2	4.311	**50,3**	17.421	0,6	24.904	**70,0**	28.712	0,8	36.131	**79,5**
LL_{II}	180.139	12,9	252.285	**71,4**	462.863	16,0	667.131	**69,4**	546.932	14,4	650.861	**84,0**
A_{III}	63.507	4,6	67.681	**93,8**	407.433	14,1	508.871	**80,1**	672.979	17,7	751.350	**89,6**
LL_{III}	1.132.223	81,3	1.211.185	**93,5**	1.967.446	68,2	2.068.229	**95,1**	2.500.757	65,9	2.636.379	**94,9**
Total	**1.392.480**	100,0	**1.662.360**	**83,1**	**2.884.047**	100,0	**3.323.089**	**86,8**	**3.796.931**	100,0	**4.138.431**	**91,7**

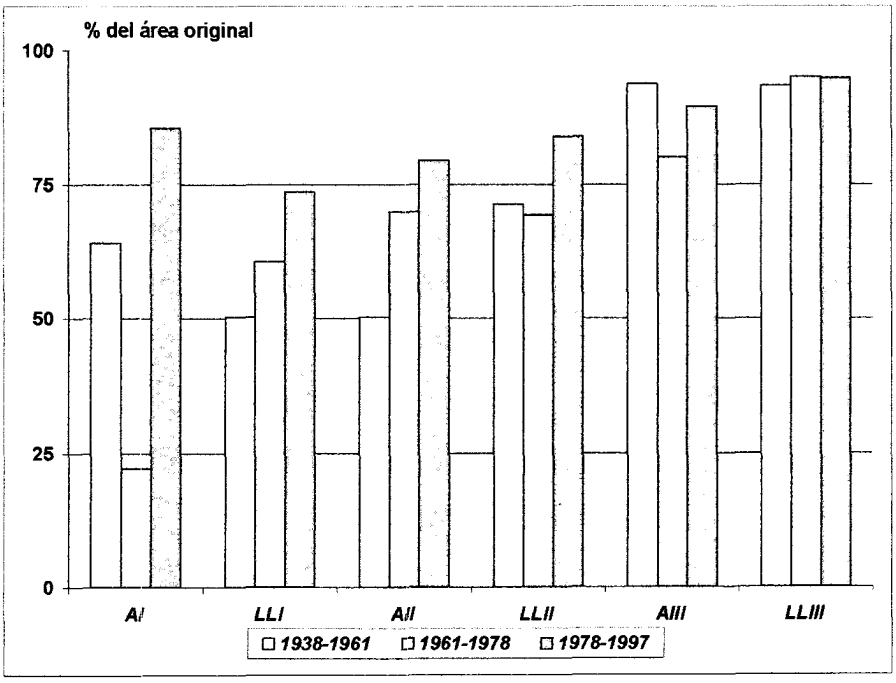

Figura II.55. Persistencia del área original de la cobertura de leñosas en configuración de *galerías* para las diferentes series de tiempo.

De acuerdo a las Figuras II.56 y II.57, la *persistencia* global, es decir la intersección de los polígonos de cobertura de *1938* entre los de *1997*, su valor medio es de 89,1%. En

los *afloramientos altos*, A_I, presenta su mínimo valor: 33,0% de la cobertura de leñosas presente en *1938* logra persistir hasta *1997*. Los *canales de explayamiento* LL_I, los *abanicos de explayamiento* LL_{II} y los *afloramientos bajos* A_{III} alcanzan valores de *persistencia* cercanos al 80%. Los máximos se tienen para las formas de relieve *afloramientos medios* A_{II} (96,9%) y *llanuras coluviales* LL_{III} (98,6%). Sobre esto último es importante resaltar que la persistencia citada es relativa y referida a cada forma de relieve por lo que el área afectada por la persistencia puede variar según el caso: para A_{II} la persistencia se refiere a un área de 0,41 Ha mientras que para LL_{III} está referida a 119,4 Ha.

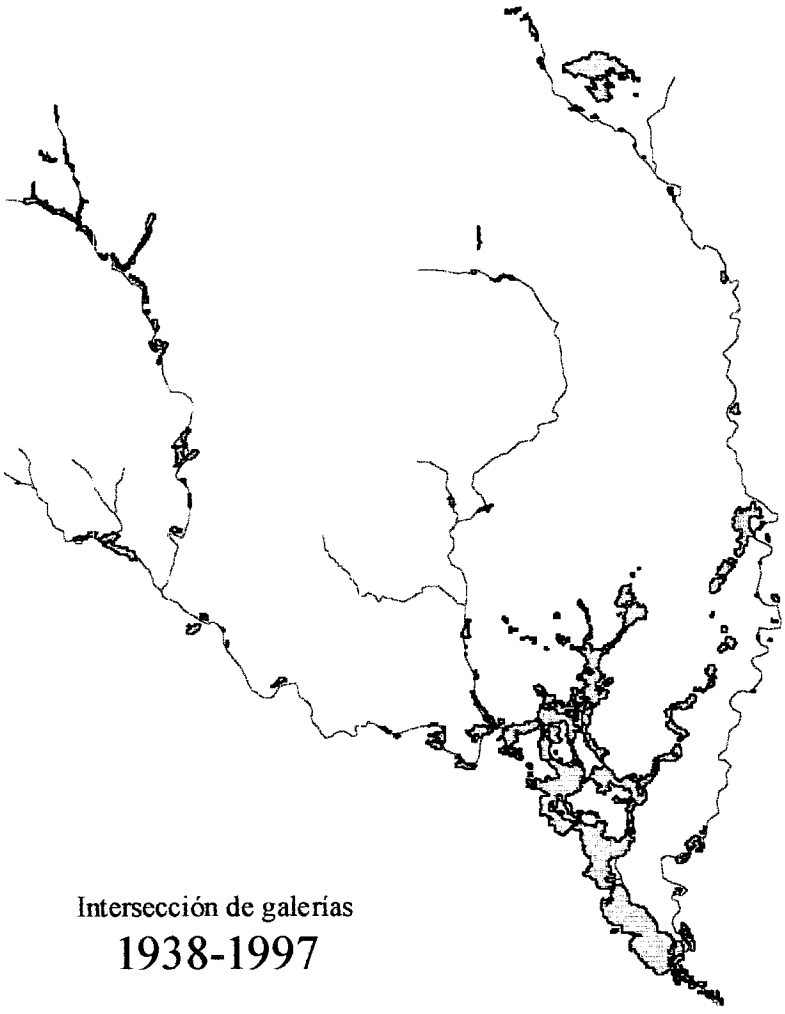

Figura II.56. Distribución espacial de la cobertura de leñosas en configuración de *galerías* a lo largo de los 43 km del cauce del río que logra *persistir* durante los 59 años de la serie *1938-1997*.

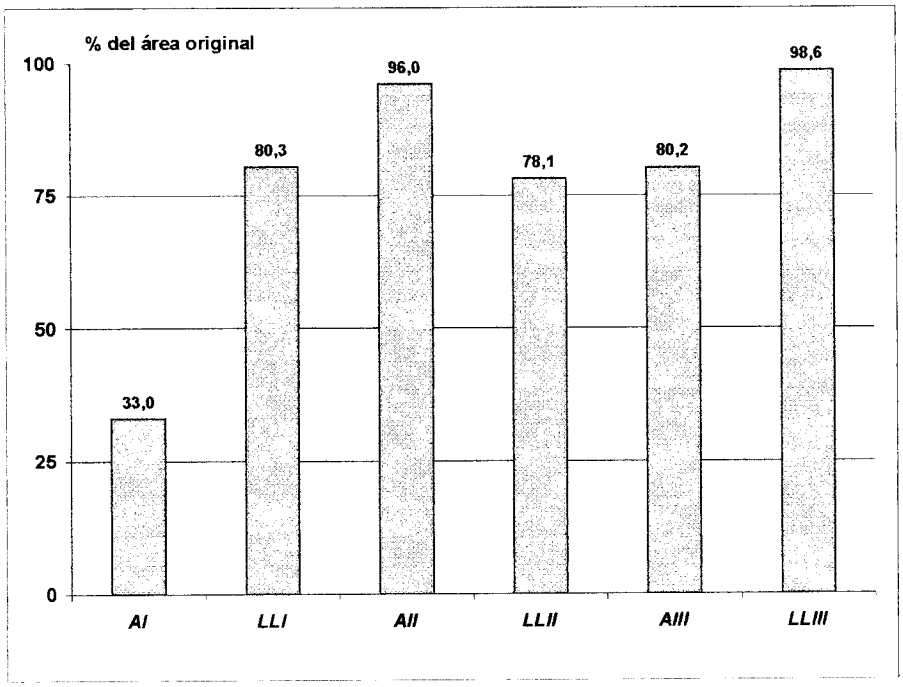

Figura II.57. ***Persistencia*** **de la cobertura de leñosas en configuración de** ***galerías*** **para los 59 años de la serie** ***1938-1997.*** **Los números se refieren a la** ***persistencia*** **relativa al área original de cada** ***forma de relieve.***

II.4. Discusión y Conclusiones

Habiendo cumplido con las premisas que el muestreo fuera espacial y temporalmente representativo para el área de estudio en el sentido que las *unidades de muestreo* no expresaran una heterogeneidad espacial significativamente distintas a la que caracteriza la zonal del estudio; así como en lo temporal, que la frecuencia de muestreos (interpretación de misiones aerofotográficas) permitiera tanto la expresión de la dinámica así como la comparación con los resultados de otros autores; se puede afirmar que la dinámica espacio-temporal de la cobertura de leñosas demostró ser significativa para múltiples situaciones y consideraciones.

En primer lugar, ésta se manifiesta al considerar la población total de datos, donde en el caso del área de los polígonos que se generan de la fotointerpretación de la cobertura de leñosas, ocurre una tendencia lineal temporal significativa al incremento ($P<0,01$). Al tomar en cuenta las variaciones entre series anuales en el incremento relativo anual (**IRA**) y entre las diferentes variables poligonales, se puede establecer que la linealidad en el incremento del área de cobertura se obtiene a través de dos procesos distintos, no excluyentes: 1) la fusión o coalescencia durante la serie de núcleos leñosos de poco porte que pasan a formar polígonos de cobertura de una *fase* o tamaño superior, y 2) el establecimiento disperso de pequeños núcleos leñosos a lo largo de la serie incrementando al final los valores de las variables poligonales de las primeras *fases* o clases de tamaño.

Esta dinámica temporalmente diferenciable se obtiene cuando, en el análisis de la totalidad de los datos, se considera que durante los primeros 23 años del estudio (serie anual *1938-1961*) el área de cobertura de leñosas se incrementa a una tasa anual del 3,25%, esto aún cuando ocurre una reducción simultánea de –0,61%/año en el número de polígonos que generan dicha área. Una reducción en el número de polígonos con repercusiones positivas en el área de cobertura resultante es característica de un proceso de *fusión*. Es importante aclarar en este punto que, tratándose los polígonos de entidades sésiles, una fusión ocurre luego que uno o más polígonos hayan presentado un crecimiento que sobrelleve el espacio que los separa. En este sentido, al observar la evolución de la cobertura de leñosas en las representaciones de las Figuras II.11 a la II.20, así como evaluar la dinámica temporal de los

valores de los polígonos (Tabla II.17) se puede inferir que, al crecer, las entidades de mayor tamaño incorporan (se fusionan) las de menor tamaño (*ie.* ***Fase-Bosque*** y/o ***Fase-III*** $\Rightarrow$ ***Fase II*** y/o ***Fase I***).

Durante las dos siguientes series, la dinámica de la cobertura de leñosas se expresa a través de otra estrategia: el *establecimiento disperso*. Un incremento importante y significativo en los valores de cobertura para los polígonos de <1.000 m^2 (***Fase-I*** y ***Fase-II***) confirma la adopción de esta estrategia. Además de esto, los resultados señalan que, para una misma estrategia, es posible que el incremento se manifieste con una tasa temporalmente variable. Esto lo determinamos al considerar la relación que existe entre los valores de **IRA** del número polígonos y el área de cobertura para las series anuales *1961-1978* y *1978-1997*. Al no ser las estrategias de establecimiento excluyentes, la fusión también se hace presente en estas dos series anuales. Si bien no es significativo, los polígonos >10.000 m^2 (***Fase-Bosque***) experimentan un crecimiento de su cobertura, proceso en el cual ocurre la fusión con polígonos de menor porte.

Variaciones en la composición de formas de relieve explican las diferencias en la dinámica espacio-temporal de la cobertura de leñosas que se manifiesta entre las *unidades de muestreo*. Efectivamente, a lo largo de las formas de relieve se presentan importantes gradientes de cobertura de leñosas de dinámica temporal distintiva. Sarmiento y Monasterio (1969 y 1971) sostienen que, al provocar modificaciones en la disponibilidad de agua en el suelo, la heterogeneidad espacial de la geomorfología es el primer determinante de la fisonomía de la vegetación.

En sentido amplio, el gradiente de cobertura que presenta el área de estudio permite distinguir dos grupos principales: los *afloramientos*, con poca cobertura y las *llanuras*, con mayor cobertura de leñosas. Esta separación se puede explicar si se considera la dinámica hídrica superficial que domina cada grupo. Por su relieve pronunciado, en los *afloramientos* A_I, A_{II} y A_{III} la dinámica es de *run-off*, es decir, el agua sale rápidamente del sistema. En el otro extremo, aunque nunca permanecen anegados por períodos mayores a unos pocos días, el relieve chato de las *llanuras* (LL_I, LL_{II}, LL_{III} y LL_{IV}) favorece la acumulación o salida gradual del agua (*run-on*).

Entre los *afloramientos*, las diferencias en la cobertura se hacen evidentes dependiendo de la fase o tamaño de los polígonos que se considere. La dinámica espacio-temporal de la

cobertura de leñosas en los *afloramientos altos*, A_I, viene dada exclusivamente por polígonos <100m^2 (***Fase-I***). Históricamente, este tipo de cobertura coloca a los *afloramientos altos* como la segunda forma de relieve en abundancia de individuos leñosos de gran porte (*eg. Curatella americana, Bowdichia virgilioides* o *Byrsonima crassifolia*) bien sea aislados o conformando pequeñas *matas*. En el caso de los *afloramientos bajos*, A_{III}, además de los de <100 m^2, los polígonos de cobertura entre 100-1.000 m^2 (***Fase-II***) se incorporan significativamente en la dinámica espacio-temporal de esta forma de relieve. De hecho, la presencia y dinámica de este tipo de cobertura establece las diferencias con los afloramientos más altos (menos degradados). Para los *afloramientos medios*, A_{II}, la dinámica se expresa a través de coberturas <100m^2 pero en una proporción muy inferior a la de los afloramientos inmediatos superiores e inferiores. Si no se toman en cuenta los valores de cobertura para las dos zonas de transición entre formas de relieve consideradas en este trabajo (A_I-LL_I y A_{III}-LL_{III}), a través de la dinámica espacio-temporal de la cobertura de leñosas en los *afloramientos medios* estarían expresados los valores más bajos para el número de polígonos y para el área y perímetro que estos generan.

Estas diferencias pueden ser atribuidas a que, en el caso de los afloramientos más altos, el relieve permite la formación de estrechos canales de drenaje en los cuales el establecimiento de individuos aislados o de pequeñas matas es favorecido por un incremento en el balance hídrico, y hasta de nutrientes, que genera este microrelieve, compensando de este modo las limitaciones impuestas por la presencia generalizada y característica en esta forma de relieve de una gruesa capa de granzón basal de la *Formación Mesa*. Si bien la escala de trabajo no permitió diferenciar los canales de drenaje y discriminar o cuantificar los polígonos de cobertura que se encuentran dentro y fuera del microrelieve, las observaciones de campo confirman que la dominancia de cobertura de leñosas tiende hacia las depresiones del terreno. En el caso de los afloramientos más bajos la dinámica espacio-temporal de la cobertura de leñosas no está vinculada al microrelieve: el relieve suave y ondulado no permite la formación de canales de drenaje, detectables siquiera en las observaciones de campo. La facilitación en el establecimiento de leñosas en los *afloramientos bajos*, con respecto a afloramientos más elevados, pudiera ocurrir por:

1) La capa de granzón basal se encuentra suficientemente desgastada como para permitir a las raíces de las leñosas acceder a estratos inferiores más favorables, minimizando así los efectos fisicoquímicos limitantes del estrato de granzón de

la *Formación Mesa*. Esto resulta en una homogeneización del estrato superior que, a diferencia de los *afloramientos altos*, el espacio para el establecimiento no es un factor limitante.

2) Al estar ubicados los *afloramientos bajos* en la menor altura relativa dentro del gradiente altimétrico de afloramientos, la vegetación leñosa, luego de establecerse y desarrollar un sistema radical profundo, pueden acceder a un horizonte espacialmente homogéneo donde la dinámica hídrica profunda permite una extensión temporal del agua disponible para las plantas, minimizando la variabilidad temporal de este determinante (*ie.* Homogeneización espacio-temporal del **ADP**).

3) Los *afloramientos bajos* se encuentran insertos en los *abanicos de explayamiento* (***LL**$_{II}$*) y en las *llanuras coluviales* (***LL**$_{III}$*), formas de relieve que presentan los valores más altos de cobertura de leñosas, especialmente de núcleos boscosos; la proximidad a centros potenciales de dispersión de propágulos facilita el establecimiento de especies decíduas que participarían en la nucleación que se genera luego del establecimiento de especies siempreverdes. A diferencia de la dinámica espacio-temporal de los *afloramientos altos*, en los afloramientos más desgastados, las *matas* medianas hasta grandes (polígonos ***Fase-II***; 100-1.000m^2) tienen una participación muy significativa, así como disponen de un importante número de *matas* grandes o islotes de bosque con una cobertura >1.000 m^2 (***Fase-III***).

Histórica y espacialmente, los *afloramientos medios* (***A**$_{II}$*) presentan los valores más bajos de cobertura de leñosas, no sólo entre los *afloramientos* sino para cualquier otra forma de relieve. Esto puede deberse a que, si bien la capa de granzón basal se encuentra desgastada, no está lo suficiente para permitir a las raíces de las leñosas alcanzar estratos inferiores más favorables, pero sí lo suficiente para no permitir la formación de microrelieve (canales de drenaje). Espacialmente, ***A**$_{II}$* ocupan la sección media del área de estudio y del gradiente altitudinal que allí se manifiesta, y aún cuando interceptan una forma de relieve de las más ricas y variadas en lo que a cobertura de leñosas se refiere: los *abanicos de explayamiento* (***LL**$_{II}$*), una mayor proximidad a los centros potenciales de dispersión de propágulos (decíduos

o siempreverdes) no se refleja significativamente en la dinámica espacio-temporal de los *afloramientos medios*, si se compara con la de otros *afloramientos*.

Las *llanuras*, al igual que los *afloramientos*, presentan respuestas diferenciables dependiendo de su ubicación dentro del gradiente de *run-on* en la dinámica hídrica superficial que domina el relieve chato del área de estudio. Entre las *llanuras*, las *coluviales* (LL_{III}) se ubican, espacial y temporalmente, en el extremo del gradiente, logrando los mayores valores para el área de cobertura de leñosas a través de un importante número de polígonos de >10.000m^2 (islotes de bosque y galerías). A éstas le siguen los *abanicos de explayamiento* (LL_{II}) los cuales obtienen su cobertura a través de la mayor densidad de polígonos de cobertura de cualquier tamaño observada en el gradiente altimétrico o de drenaje presente en nuestra área de estudio, pero son los de hasta 1.000 m^2 los que establecen su dinámica temporal. En el extremo opuesto del gradiente de cobertura observado se tienen los *canales de explayamiento* (LL_I) y las *llanuras de erosión* (LL_{IV}). Históricamente, la cobertura de leñosas en estas formas de relieve no supera el 5% del área de estudio, y su dinámica viene dada por el incremento lineal en los valores de polígonos de cobertura <1.000 m^2.

Según Sarmiento y Monasterio (1969 y 1971) la erosión hídrica donde está comprendida el área de estudio es de carácter predominantemente laminar y arrastra los sedimentos más finos depositándolos hacia sus bordes meridionales. Las diferencias que se observan en la dinámica de la cobertura en las *llanuras* responden, en primer lugar, a la profundidad de los redepósitos coluviales, y luego al tipo de horizonte que subyace en cada forma de relieve; características éstas que regulan no sólo la disponibilidad de nutrientes, sino tambien la dinámica hídrica superficial así como cómo la profunda. Esto explica la mayor cobertura de leñosas presente en las *llanuras coluviales* (LL_{III}) cuya ubicación dentro del gradiente altimétrico del área de estudio permitiría que los redepósitos coluviales fueran más profundos y descansaran, en muchos casos, directamente sobre un horizonte menos permeable de lutitas abigarradas de la *Formación Chaguaramas* (Salvador 1964, Zinck 1970, Gonzáles de Juana 1980) que mantendría un nivel freático relativamente accesible. La menor cobertura de los *abanicos de explayamiento* (LL_{II}) responde tanto a una menor profundidad de coluvios superficiales como a la presencia, previa al horizonte impermeable de la *Formación Chaguaramas*, de un estrato relictual de gravas de la *Formación Mesa* cuya profundidad se incrementa, a costa del horizonte superficial de redepósitos, en dirección a las formas de relieve más elevadas del área de estudio (S-N). Es así como se explica la menor cobertura de

leñosas de las *llanuras* más elevadas, los *canales de explayamiento* (***LL***$_I$): la capa de coluvios es demasiado delgada para retener efectivamente la humedad, aún cuando la dinámica hídrica es favorecida por la acción canalizadora de las escorrentías superficiales por el microrelieve de los *afloramientos altos* (***A***$_I$) superiores adyancentes. La escasa cobertura de leñosas de las *llanuras de erosión* (***LL***$_{IV}$) también se puede explicar por encontrarse éstas en una situación extrema dentro del gradiente edáfico. Aquí, afloran las lutitas de la *Formación Chaguaramas*: tanto el horizonte de redepósitos, característico de las otras formas de *llanuras*, comó las gravas de la *Formación Mesa*, determinante de los *afloramientos*, se encuentran extremadamente degradados (presencia de pequeñas lentes de rodados) y hasta ausentes. ***LL***$_{IV}$ es una forma de relieve cuyo rasgo más característico es la microtopografía sumamente irregular, constituida por depresiones circulares de hasta 5 m de diámetro, unidas entre sí por grietas profundas, originando una trama que en las fotos aéreas aparece como si fueran viruelas. Este microrelieve se ha formado sobre las areniscas localmente calcáreas que se encuentran en la base de la *Formación Mesa* y que han quedado expuestas por la erosión total de los estratos que las recubrían. Eliminando los redepósitos coluviales dejando así al descubierto los estratos subyacentes, originando de este modo el relieve de *llanuras de erosión*. Las depresiones circulares o "viruelas" dejan expuesto un franco arcilloso, masivo y de abundantes concreciones calcáreas infiriéndole características fisicoquímicas que los diferencian notablemente del resto de los suelos de la región estudiada. Sarmiento y Monasterio (1971) sostienen que la variabilidad espacial en la cobertura y la composición de las comunidades de leñosas presente en las *llanuras de erosión* viene dada por una elevada heterogeneidad del sustrato.

Es abundante la bibliografía que trata de explicar la fitofisionomía característica de las sabanas tropicales con respecto a los gradientes ambientales y edáficos en particular (*eg.* Sarmiento y Monasterio 1969[a], 1969[b] y 1971, Sarmiento *et al.* 1971[a] y 1971[b], Silva *et al.* 1971, Monasterio *et al.* 1971, Silva y Sarmiento 1976[a] y 1976[b], Walker *et al.* 1981, Walker y Noy-Meir 1982, Sarmiento *et al.* 1985, Knoop y Walker 1985, Goldstein y Sarmiento 1987, Medina y Silva 1990, San José y Montes 1991, Furley 1992 y San José *et al.* 1998). Si bien los autores coinciden al reconocer a la heterogeneidad del sustrato como uno de los principales determinantes de la dinámica espacial de la cobertura vegetal, se aprecia que la percepción que tienen del proceso que origina este determinismo espacial puede ser muy variada, y en algunos casos, contradictoria. En un extremo se tienen perspectivas como la de Brown (1987) quien

sostiene que "bajo un régimen climático determinado y sin la intervención del hombre, las principales clases de suelo determinarán el tipo de vegetación". En el otro extremo, existe la perspectiva que, por actuar a diferentes escalas espaciales y temporales, los cambios en la vegetación no se relacionan a cambios en un gradiente edáfico (Furley 1992). En todo caso, el paradigma de la heterogeneidad del sustrato (vía **ADP** y **NDP**) como principal determinante de la fisionomía de las leñosas, y de la vegetación en general, de las sabanas neotropicales ha sido formulado por estudios, en su mayoría, espacialmente locales, y en todo caso, temporalmente puntuales.

Si bien los resultados sobre la dinámica espacial de la cobertura de leñosas en las sabanas estacionales presentados en este capítulo confirman las observaciones de múltiples autores sobre la acción determinante de la heterogeneidad del sustrato y la distribución consiguiente del **ADP** y del **NDP**, la variabilidad temporal significativa tanto en el *incremento relativo anual* (**IRA**) de la cobertura como en las estrategias de su establecimiento: *fusión vs. disperso*; que se observan en las diferentes formas de relieve consideradas en este estudio (*ie.* dinámica temporal diferenciable), nos advierten que indudablemente existen factores externos y temporalmente variables capaces de incrementar o disminuir la acción determinante de las diferencias estables de la distribución del sustrato en la cobertura de leñosas. Por lo tanto, una reformulación coherente del paradigma del determinismo edáfico en la fitofisionomía de las sabanas estacionales, solo se logrará a través de un enfoque integral que incluya en su discusión evidencias sobre los efectos de variaciones temporales o pulsaciones de diferente magnitud de factores capaces de sobrellevar las limitaciones locales del **NDP** y homogeneizar en una escala regional aquellas del **ADP**. Los resultados sobre la dinámica temporal de la cobertura de leñosas presentados en este capítulo arrojan fuertes evidencias sobre la participación histórica de factores externos. A su vez, la variabilidad temporal de estos factores puede ser explicada por la dinámica y las tendencias de los cambios globales, y en especial y por sus efectos en el **ADP** de cualquier sistema, por los cambios históricos en las precipitaciones. En este sentido, el capítulo subsiguiente (Capítulo III) muestra los resultados del esfuerzo por generar información sobre la variabilidad histórica de las precipitaciones en nuestra área de estudio y que ha servido para establecer relaciones y describir los procesos que determinan la dinámica espacio-temporal de la cobertura de leñosas a través de una discusión final e integradora presentada en el Capítulo IV del presente trabajo.

II.5. Bibliografía

Archer, S. 1989. Have Southern Texas savannas been converted to woodlands in recent history?. *American Naturalist*, 134:545-561.

Archer, S. 1990. Development and stability of grass/woody mosaics in a subtropical savanna parkland, Texas, USA. *Journal of Biogeography*, 17:453-562.

Archer, S. 1995. Tree-grass dynamics in a Prosopys-thornscrub savanna parkland: Reconstructing the past and predicting the future. *Ecoscience*, 2:83-99.

Archer, S., C. Scifres, C.R. Bassham y R. Maggio. 1988. Autogenic succession in a subtropical savanna: conversion of grassland to thorn woodland. *Ecological Monographs*, 58:111-127.

Archer, S.C. 1996. Assessing and interpreting grass-woody plants dynamics. *En: The Ecology and Management of Grazing Systems*. Hodgson, J. y A.W. Illius (eds.). CAB International. pp.101-134.

Barnes, D.L. 1979. Cattle ranching in east and southern Africa. *En: Management of semi-arid ecosystems*. Walker, B.H. (Ed.). Elsevier, Amsterdam. p9-54.

Belsky, A.J. 1990. Tree/grass ratios in East African savannas: a comparison of existing models. *Journal of Biogeography*, 17:483-489.

Belsky, A.J. 1994. Influences of trees on savanna productivity: tests of shade, nutrients, and tree-grass competition. *Ecology*, 75:922-932.

Belsky, A.J., S.M. Mwonga y J.M. Duxbury. 1993. Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. *Agroforestry Systems*, 24:1-20.

Blackburn, W.H. y P.T. Tueller. 1970. Pinyon and juniper invasion in black sagebrush communities in east-central Nevada. *Ecology*, 51:841-848.

Blydenstein, J. 1967. Tropical savanna vegetation of the Llanos of Columbia. *Ecology*, 48:1-15.

Brown, K.S. 1987. Soils and Vegetation. *En: Biogeography and Quaternary History in Tropical America*. Whitmore, T.C. y G.T. Prance (Eds.). Clarenton Press, Oxford, pp19-45.

Bucher, E.H. 1982. Chaco and Caatinga- South American Arid Savannas, Woodlands and Thickets. En: *Ecology of Tropical Savannas*. Huntley, B.J. y B.H. Walker (Ed.) Springer-Verlag, Berlin.

Buffington, L.C. y C.H. Herbel. 1965. Vegetational changes on a semidesert grassland range from 1858 to 1963. *Ecological Monographs*, 35:139-164.

Cole, M. 1986. *The savannas: biogeography and geobotany*. Academic Press, London.

Farji-Brener, A.G. 1992. *Dinámica de islas boscosas en una sabana-parque: La actividad de las Attini (Hymenoptera, Formicidae) y su relación con la invasión de leñosas*. Tesis de Maestría. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 66p.

Furley, P.A. 1992. Edaphic changes at the forest-savanna boundary with particular reference to the Neotropics. *En: Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. Furley, P.A., J. Proctor y J.J. Ratter (Eds.). Capítulo 6. Chapman & Hall, Londres. pp91-117.

Goldstein, G. y G. Sarmiento. 1987. Water relations of trees and grasses and their consequences for the structure of savanna vegetation. *En: Determinants of Tropical Savannas*. B.H. Walker (Ed.). Capítulo 2. IUBS Monograph Series Nº3. Australia. pp13-38.

González de Juana, C., J.M. Iturralde de Arozena y X. Picard, 1980. *Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas*. II Tomos. Ediciones FONINVES. Caracas. 1031p.

Harrington, G.N. A.D. Wilson y M.D. Young. 1984. *Management of Australia's rangelands*. CSIRO, Melbourne.

Herbel, C.H., F.N. Ares y R.A. Wright. 1972. Drought effects on a semi-desert grassland. *Ecology*, 53:1084-1093.

Hobbs, R.J. y H.A. Mooney. 1986. Community changes following shrub invasion of grassland. *Oecologia*, 70:508-513.

Hunziker, J.H., R.A. Palacolis, L. Poggio, C.A. Naranjo y T.W. Yang. 1977. Gepgraphic distribution, morphology, hibridization, cytogenetics and evolution. *En: Creosotebush: their biology and chemistry of Larrea in New World deserts*. Dowden, Hutchinson y Ross (eds.) pp 10-47. Stroudsburg, Pennsylvania, USA.

Jeltsch, F., S.J. Milton, W.R.J. Dean y N. van Rooyen. 1996. Tree spacing and coexistence in semiarid savannas. *Journal of Ecolology*, 84:583-595.

Jonhston, M.C. 1963 Past and present grassland of southern Texas and northeastern Mexico. *Ecology*, 64:553-576.

Knoop, W.T. y B.H. Walker. 1985. Interactions of woody and herbaceous vegetation in a Southern African savanna. *Journal of Ecology*. 73:235-253.

Medina, E. y J.F. Silva. 1990. The savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fiere interactions on a background of low nutrient availability. *Journal of Biogeography*, 17:403-413.

Menaut, J.C., J. Gignoux, C. Prado y J. Clobert. 1990. Tree community in a humid savanna of the Cote-d'Ivorie: modelling the effects of fire and competition with grass and neighbours. *Journal of Biogeography*, 17:471-481.

Monasterio, M., G. Sarmiento y J.F. Silva. 1971. Reconocimiento Ecológico de Los Llanos Occidentales. III. El Sur del Estado Barinas. *Acta Científica Venezolana*, 22:153-169.

Morales, F. 1978. *El Alto Llano: estudio de su geografía física*. Ediciones de la Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 188p.

Moreira, A.G. 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. *Journal of Biogeography*, 27:1021-1029.

Salvador, A. 1964. Proposed simplification of the stratigraphic nomenclature in the Eastern Venezuelan basin. *Boletín Informativo de la Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo*, 7:153-202.

San José, J.J. y R. Montes. 1991. Regional interpretation of environmental gradients which influence *Trachypogon* savannas in the Orinoco Llanos. *Vegetatio*, 95:21-32.

San José, J.J., M.R. Fariñas y J. Rosales. 1991. Spatial patterns of trees and structuring factors in a *Trachypogon* Savanna of the Orinoco Llanos. *BIOTROPICA*, 23:114-123.

San José, J.J., R, Montes y M. Mazorra. 1998. The nature of savanna heterogeneity in the Orinoco Basin. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7:441-455.

Sarmiento, G. (Ed.) 1990. *Las Sabanas Americanas. Aspectos de su biogeografía, ecología y utilización*. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas, Venezuela. p332.

Sarmiento, G. 1983[a]. Patterns of specific and phenological diversity in the grass community of the Venezuelan tropical savannas. *Journal of Biogeography*, 10:373-391.

Sarmiento, G. 1983[b]. The savannas of Tropical America. *Tropical Savannas*. Bourliere, F. (Ed.). Ecosystems of the World. Elsevier Publ. Co., Amsterdam. pp245-288.

Sarmiento, G. 1984. *The ecology of neotropical savannas*. Harvard University Press, Cambrige, Mass. 235p.

Sarmiento, G. 1996. Biodiversity and water relations in tropical savannas. *En: Biodiversity and Savanna Ecosystem Processes: a global perspective*. Solbrig, O.T., E. Medina y J.F. Silva (Eds.). Ecological Studies 121. Springer. Berlin. pp 62-75.

Sarmiento, G. y M. Monasterio. 1969[a]. Corte ecológico de Estado Guárico. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 28(115-116):83-106.

Sarmiento, G. y M. Monasterio. 1969[b]. Studies on the savanna vegetation of the Venezuelan Llanos. I. The use of association-analysis. *Journal of Ecology*. 57:579-598.

Sarmiento, G. y M. Monasterio. 1971. *Ecología de las sabanas de América Tropical: Análisis macroecológico de Los Llanos de Calabozo, Venezuela*. Cuadernos Geográficos N° 4. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes, 127p.

Sarmiento, G. y M. Monasterio. 1983. Life forms and phenology. *In: Ecosystems of the World: Tropical savannas*. Bouliere, F. (Ed.). Elsevier, Amsterdam. p79-108.

Sarmiento, G., G. Goldstein y F. Meinzer. 1985. Adaptative strategies of woody species in neotropical savannas. *Biology Review*, 60:315-355.

Sarmiento, G., M. Monasterios y J. F. Silva. 1971[a]. Reconocimiento Ecológico de los Llanos Occidentales. I. Las Unidades Ecológicas Regionales. *Acta Científica Venezolana*, 22:52-61.

Sarmiento, G., M. Monasterios y J. F. Silva. 1971[b]. Reconocimiento Ecológico de los Llanos Occidentales. IV. El Oeste del Estado Apure. *Acta Científica Venezolana*, 22:170-180.

Schoefield, C.J. y E.H. Bucher. 1986. Industrial contributions to desertification in South America. *TREE*, 1:78-80.

Scholes, R.J. y B.H. Walker. 1993. *An African Savanna - Synthesis of the Nylsvley Study*. Cambridge University Press, Cambridge.

Scholes, R.J. y S.R. Archer. 1997. Tree-grass interactions in savannas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28:517-544.

Silva, J.F. 1996. Biodiversity and stability in tropical savannas. *In: Biodiversity and Savanna Ecosystem Processes: a global perspective*. Solbrig, O.T., E. Medina y J.F. Silva (Eds.). Ecological Studies 121. Springer. Berlin. pp 161-171.

Silva, J.F., M. Monasterio y G. Sarmiento. 1971. Reconocimiento ecológico de Los Llanos Occidentales. II. El Norte del Estado Barinas. *Acta Científica Venezolana*, 22:60-71.

Silva, J.F. y G. Sarmiento. 1976[a]. La composición de las sabanas en Barinas en relación con las unidades edáficas. *Acta Científica Venezolana*, 27:68-78.

Silva, J.F. y G. Sarmiento. 1976[b]. Influencia de factores edáficos en la diferenciación de las sabanas. Análisis de componentes principales y su interpretación ecológica. *Acta Científica Venezolana*, 27:141-147.

Silva, J.F., A. Zambrano y M.R. Fariñas. 2001. Increase in the woody component of seasonal savannas under different fire regimes in Calabozo, Venezuela. *Journal of Biogeography*, 28:977-983.

Singh, J.S. y M.C. Joshi. 1979. Primary production. *In: Grassland ecosystems of the world*. Coupland, R.T. (Ed.). IBP Vol. 18, Cambridge Univ. Press, Cambridge. p179-225.

Skarpe, C. 1991. Spatial patterns and dynamics of woody vegetation in an arid savanna. *Journal of Vegetation Science*, 2: 565-572.

Skarpe, C. 1992. Dynamics of savanna ecosystems. *Journal of Vegetation Science*, 3:293-300.

Taiton, N.M. y B.H. Walker. 1992. Grassland of southern Africa. *En*: *Ecosistems of the World*, Vol. 8B. Natural Grasslands: Eastern Hemisphere. Coupland, R.T. (ed.). Elsevier, Amsterdam. pp.265-290.

van Devender, T.R. y E.G. Spaulding. 1979. Development of vegetation and climate in the southwestern United States. *Science*, 204:701-710.

van Vegten, J.A. 1983. Thornbush invasion in a savanna ecosystem in eastern Botswana. *Vegetatio*, 56:3-7.

Walker, B.H. 1985. Structure and function of savannas: an overview. *En*: *Ecology and Managemente of the World's Savannas*. Tothill, J.C. y J.J. Mott (eds.). Australian Academy os Science, Camberra. pp.83-91.

Walker, B.H. y I. Noy-Meir. 1982. Aspects of stability and resilience of savanna. *En*: *Ecology of Tropical Savannas*. Huntley, B.J. y B.H. Walker (Eds.). Ecological Studies 42. Springer, Berlin. pp.143-155.

Walker, B.H., D. Ludwig, C.S. Holling y R.M. Peterman. 1981. Stability of semi-arid savanna grazing systems. *Journal of Ecology*, 69:473-498.

Walter, H. 1971. *Ecology of Tropical and Subtropical Vegetation*. Oliver and Boyd, Edinburgh, UK.

Zinck, A. 1970. *Origen y evolución de la Formación Mesa: un enfoque edafológico*. Ministerio de Obras Públicas. Maracaibo. 70p.