

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN NÚCLEOS RURALES.

Juan José GARCILLÁN GARCÍA
Ramón FERNÁNDEZ LECHÓN
M^a del Mar PAJARES DE MENA
M^a Dolores SOTO TORRES
Dpto. Economía Aplicada (Matemáticas)
(Universidad de Valladolid)

1.- INTRODUCCIÓN.

Es un hecho conocido que la Comunidad de Castilla y León, al contrario de otras comunidades, posee una gran densidad de municipios, que en general, no están muy distanciados entre sí. Tal es el caso de Salamanca con 362 municipios, Burgos con 371 o Valladolid, que siendo una de las provincias con menos extensión territorial, tiene 225 municipios. Esta densidad de municipios tiene ventajas y ciertos inconvenientes. Entre las primeras puede citarse la conservación del entorno y entre los segundos, los problemas que ocasiona la distribución de recursos, entendiéndose en un amplio sentido.

En Demografía, se considera que la más pequeña agrupación humana capaz de asegurar la supervivencia del grupo, no puede caer por debajo de los 500 o 600 habitantes. En nuestra Comunidad estas cifras no llegan a superarse en 1599 municipios de los 2248 municipios existentes, según datos extraídos del Anuario de Castilla y León del año 1992. Estos datos pueden justificarse por el acusado éxodo rural de los años sesenta y principios de los setenta, que redujo considerablemente la población de determinados núcleos poblacionales, produciendo incluso que algunos de ellos desaparecieran. Tal situación se observa con mayor fuerza en la provincia de Soria. Pero a estos hechos hay que añadir que, las emigraciones junto a la ausencia de inmigraciones ha traído consigo un envejecimiento paulatino en núcleos con escasa población en nuestra Comunidad.

El análisis de las causas del despoblamiento es el objetivo de este trabajo. Nosotros nos hemos centrado en la provincia de Valladolid, construyendo un modelo que trate de explicar la evolución de la población de los municipios de esta provincia, limitándonos a aquellos cuya población en el censo del año 1991, publicado por el I.N.E., fuese inferior o igual a cien habitantes.

El modelo ha sido elaborado partiendo de datos reales extraídos de los Censos de Población publicados por el Instituto Nacional de Estadística desde el año 1975 hasta 1991. El tomar como inicio el año 1975 se justifica por la escasez de datos referentes a años anteriores.

La metodología utilizada en el desarrollo del trabajo ha sido la Dinámica de Sistemas, para lo cual hemos tenido en cuenta el estudio realizado por Aracil J. en el año 1983 y por Bueno J.M. y otros, en el año 1976, sobre el impacto que supone en los núcleos de población la creación de un enclave industrial próximo. Concretamente un análisis similar al que nosotros nos planteamos, ha sido estudiado en un trabajo de Jarle L. y Morris D. en la economía noruega en el año 1993, donde también se analiza los problemas de la despoblación en el entorno rural.

La elaboración del modelo y la subsiguiente implementación nos han permitido obtener unos resultados cuyo ajuste con los datos reales correspondientes al periodo 1975-91, en cuanto a número de habitantes, tienen una desviación media de 0,3025. Además, el modelo permite prever cuál sería la evolución de la población media de estos municipios hasta el año 2005; sin embargo, un ajuste mínimo de las ecuaciones del modelo nos llevaría a poder pronosticar a más largo plazo.

El trabajo lo hemos dividido en cinco apartados; en el segundo analizamos la evolución de la población en los municipios objeto de nuestro estudio, a continuación construimos el modelo, clasificando las variables que intervienen en él y determinamos el diagrama de flujos recogiendo la interconexión entre las diferentes variables. Posteriormente realizamos una simulación e interpretamos los resultados y finalizamos con unas conclusiones.

2.- LA EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN.

Para entender la evolución de la población rural se hace necesario considerar algunos datos sobre las actividades económicas que allí se desarrollan. Actualmente es evidente el envejecimiento de la población agraria a nivel nacional. Así, se puede constatar que el 30 por ciento de los titulares de explotaciones agrarias son inactivos puesto que tienen como fuente de ingresos pensiones de la Seguridad Social Agraria. Además, un tercio del total de titulares de explotaciones tiene un edad comprendida entre 55 y 65 años. Por otra parte, se puede observar que la dimensión media de las explotaciones es muy reducida, 11,8 hectáreas de superficie agrícola utilizada (tierras de cultivo y pastos permanentes) en 1989, siendo la mitad de las explotaciones inferiores a 2 hectáreas, y solamente el 4,2 por ciento superando las 50 hectáreas de superficie agrícola cultivable; todo esto lleva a que la agricultura a tiempo parcial sea una pieza clave en el sector, donde el 40 por ciento de los titulares de explotaciones agrícolas con menos de 65 años ejercen una actividad no agraria a título principal.

Los salarios agrícolas han sufrido un incremento motivado por la disminución de la demanda de empleo, debida al cada vez más acentuado éxodo rural. Estos hechos, estimularon un proceso de incorporación tecnológica al sector que hace aumentar la capacidad del factor trabajo, permitiendo cultivar un mayor número de hectáreas y disminuyendo el número de agricultores que ha pasado de quince agricultores por cada cien habitantes en los años sesenta a tres en los noventa.

Estas consideraciones generales para el contexto nacional pueden particularizarse para el caso que nos ocupa de la provincia de Valladolid, y pensamos que aún son más acusadas en los municipios objeto de nuestro estudio pues son núcleos muy pequeños y eminentemente agrícolas.

Por lo que respecta a datos de población, en la tabla 1 recogemos los datos provinciales correspondientes al período 1975-91, respecto a la población provincial y su reparto entre municipios con población superior a 5000 habitantes e inferior a 100.

Se observa en la tabla que en el año 1975 existían 16 municipios con menos de 100 habitantes, con una población total de 915 personas que suponía el 0,2 por ciento del total provincial. La capital concentraba el 63,73 por ciento y solamente existían cuatro núcleos rurales que superaban los 5000 habitantes, Iscar, Medina de Rioseco, Tordesillas y Medina del Campo, siendo éste último el único con una población superior a los 15000 habitantes (15570 h.); así pues, del total de los 225 municipios de la provincia solamente en cinco se concentraba el 71,46 por ciento de los habitantes.

	1975	1981	1986	1991
Habitantes en la Provincia.	450.670	489.636	503.306	506.093
Número de Municipios con más de 5000 habitantes.	5	7	7	6
Habitantes en Municipios con más de 5000 h..	322.088	378.222	392.895	396.314
Porcentaje de población de los Municipios con más de 5000 h. sobre el total de la provincia	71,46	77,72	78,06	78,3
Habitantes en la Capital	287.230	330.242	341.194	345.891
Porcentaje de población de la Capital sobre el total de la provincia.	63,73	67,86	67,79	68,34
Número de Municipios con menos de 100 habitantes.	16	20	24	40
Habitantes en los Municipios con menos de 100 habitantes.	915	1.238	1.483	2.644
Porcentaje de población de los Municipios con menos de 100 h. sobre el total de la provincia.	0,2	0,25	0,29	0,52

Tabla 1

Estos datos sufren una variación en el año 1981, la capital experimenta un fuerte crecimiento, casi un 15 por ciento en el período de seis años y a los municipios que superan los 5000 habitantes se incorporan Peñafiel y Laguna de Duero, este último debido a su proximidad a la capital y, a convertirse en ciudad dormitorio. La población en dichos municipios aumenta algo

más de seis puntos en dicho período, mientras que solamente son cuatro los pueblos que se añaden al grupo de los inferiores a 100 habitantes.

Esta tendencia se observa también en el siguiente período estudiado; aparecen cuatro nuevos pueblos a añadir al grupo objeto de estudio, pero la Capital crece a un ritmo inferior, al 3,31 por ciento respecto al período anterior. Sin embargo, para el último año estudiado, el número de municipios con población inferior a 100 habitantes crece alarmantemente, casi se duplica, pasando de 24 a 40, mientras que el total provincial sólo ha aumentado en 2787 personas.

En este año, solamente son seis los municipios que superan los 5000 habitantes (Valladolid, Iscar, Laguna de Duero, Medina del Campo, Peñafiel y Tordesillas) englobando el 78,3 por ciento de la población provincial; además estos municipios han experimentado un crecimiento de 8456 personas, muy superior al crecimiento provincial, lo que supone una fuerte emigración dentro de la provincia hacia la capital y pueblos que ofrecen ciertos servicios.

De acuerdo con el objetivo del trabajo, hemos recogido, teniendo en cuenta las bases estadísticas del año 1991, los municipios que en la provincia de Valladolid tenían una población inferior o igual a 100 habitantes. En la tabla 2 recogemos estos cuarenta municipios y los datos de población tomados en los años 1975, 81, 86 y 91. En la primera columna indicamos la extensión en hectáreas del término municipal; en la segunda aparece la distancia en kilómetros de cada municipio a la capital. Los encabezamientos de las demás columnas son abreviaturas con el siguiente significado:

- Pob.: Población total.
- C.P.: Incremento de la población entre Censos.
- Nc.: Nacimientos entre Censos.
- Df.: Defunciones entre Censos.
- C.V.: Crecimiento vegetativo.
- S.M.: Saldo migratorio.

La última línea de la tabla recoge los valores medios de los correspondientes datos, que serán los valores utilizados en nuestro estudio.

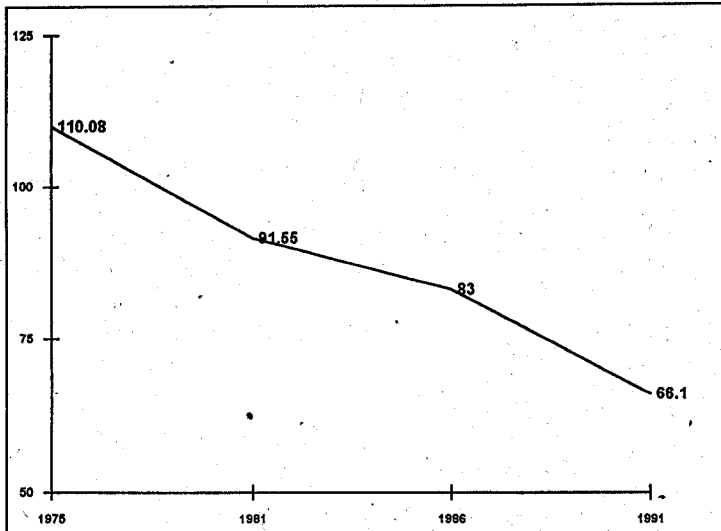
Teniendo en cuenta estos valores medios, se observa una disminución progresiva de la población con un decrecimiento más acelerado en el período del 75 al 81, más suave en el del 81 al 86 y volviéndose a acentuar en el último período como se observa en la gráfica 1. Observemos también, que de estos municipios solamente hay dos que superan los doscientos habitantes en el año 1975, frente a cinco en 1971 y dieciséis inferiores a cien en 1975 mientras que fueron doce en 1971. Si bien en todos ellos se observa un decrecimiento de la población, éste no es homogéneo, siendo más acusado en los municipios más alejados de la capital o bien de otro núcleo rural de relativa importancia.

Las estadísticas también nos muestran un movimiento vegetativo de la población que se podría considerar acorde con el tamaño de estos municipios, lo cual, puede constatarse por los datos sobre nacimientos y defunciones. Esta realidad, junto con el progresivo decrecimiento de la población, parece indicar que el motivo de este despoblamiento obedece a fuertes emigraciones.

Hr.	Km.	1971			1975			1981			1986			1991															
		Pop.	C.P.	Ne. Di.	C.V.	S.M.	Pop.	C.P.	Ne. Di.	C.V.	S.M.	Pop.	C.P.	Ne. Di.	C.V.	S.M.													
1	ADALIA	1627	40	133	-20	5	3	-2	22	120	7	8	2	6	-1	88	-32	4	2	2	34	65	-23	2	3	-1	22		
2	AGUASAL	2808	48	79	31	-48	0	1	-1	30	-18	1	2	-1	2	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	ALMIBARA DE ADAJA	1687	49	92	68	-24	3	1	2	50	-18	3	1	2	20	44	-6	3	0	2	1	7	27	-17	0	0	0	17	
4	BARRUELO	1283	34	129	100	-29	4	2	2	98	-2	5	0	5	7	74	-24	3	0	3	27	109	2	8	5	-4	2		
5	BENAFARCES	1667	60	161	143	-18	7	9	2	167	-36	5	10	5	31	109	2	8	5	3	1	7	97	-12	2	5	-3	9	
6	BERGUELO	1393	30	48	42	-6	4	2	2	37	-5	1	2	2	8	37	0	6	3	3	3	3	37	0	3	1	2	2	
7	BODOS DE DUERO	816	62	182	143	-39	2	9	7	114	-29	1	2	-8	21	100	-14	3	3	11	8	11	100	-14	3	1	4	2	
8	CABAZON DE VALDERADUEY	1021	74	84	73	-11	4	2	9	62	-14	4	15	-11	14	57	-5	4	0	0	5	22	47	-46	4	11	-7	39	
9	CASTRÓN	1700	52	288	208	-90	5	20	-15	164	-14	6	15	-11	33	133	-31	1	4	10	9	22	84	-17	3	9	-15	12	
10	CASTRÓN DE BIRE	1600	52	188	146	-17	2	10	3	154	-29	1	8	-3	16	111	-17	1	6	-2	4	12	67	-26	1	7	-7	15	
11	EL ENTE	1385	72	189	122	-43	2	6	-6	88	-34	3	5	-2	33	88	-1	0	1	6	3	12	87	-26	1	7	-7	15	
12	FUENTESOLMEDO	1395	50	128	107	-42	2	6	4	30	-12	2	3	-1	6	70	-30	1	4	-3	27	66	-4	1	6	-5	-1		
13	GATÓN DE CAMPOS	2032	38	149	107	-42	2	6	4	127	-22	5	6	-1	21	119	-8	5	12	7	11	100	-19	3	1	6	-5	-1	
14	LLANO DE OLMEDO	1882	60	153	149	-4	6	13	7	30	-19	8	9	4	5	13	75	-15	7	4	-1	14	58	-7	1	6	-5	-1	
15	MANZANILLO	1263	46	110	88	-12	7	3	4	16	90	-8	9	4	5	23	75	-15	7	4	-1	14	58	-7	1	6	-5	-1	
16	MARZALES	1213	24	257	132	-25	5	8	-3	22	103	-29	5	8	-3	26	96	-7	2	5	-3	4	85	-11	3	5	-2	9	
17	MATILLA DE LOS CAÑOS	3032	86	257	204	-53	15	11	4	57	162	-42	17	10	7	48	146	-16	10	0	10	26	19	-10	0	3	-3	7	
18	MONASTERIO DE LA VEGA	1550	56	49	41	-8	2	4	-2	6	35	-6	3	2	1	7	29	-6	2	2	0	6	19	-10	0	3	-3	7	
19	MORALEJA DE LAS PAMERAS	1613	64	174	128	-46	9	4	5	107	-21	7	4	3	24	104	-3	10	1	9	12	73	-31	3	4	-1	30		
20	MUJOS DE PENARIEL	2017	53	180	125	-55	2	10	-8	47	131	6	5	6	-1	77	106	-25	1	7	-6	19	-7	-29	0	9	-8	20	
21	POZUELO DE LA ORDEN	1084	99	91	-8	3	4	-1	7	78	-13	4	7	-3	10	104	-3	10	1	4	4	0	1	52	-25	0	0	9	-8
22	PURAS	1479	70	150	129	-21	4	5	-1	105	-24	2	4	-2	22	104	-1	4	5	-1	4	6	87	-17	2	7	-5	12	
23	QUINTANILLA DEL MOLAR	3284	28	156	111	-45	6	7	-1	44	104	-7	9	7	2	9	103	-1	4	5	-1	4	5	2	5	0	0	25	
24	QUINTANILLA DE TRIGUEROS	2148	57	143	148	-6	3	0	-5	135	-14	7	2	5	19	119	-16	2	2	-2	2	14	82	-37	0	2	-2	36	
25	ROBLADILLO	878	19	120	111	-9	6	3	3	12	107	-4	10	2	8	12	113	6	5	2	3	6	24	0	0	0	2	24	
26	ROBLADILLO	1091	60	91	62	-29	1	1	0	29	33	-29	2	2	0	29	30	-3	0	0	0	3	6	-24	0	0	0	24	
27	ROTURAS	1070	33	73	54	-19	2	4	-2	17	47	-7	1	6	-5	2	44	-3	2	3	-1	2	49	5	3	1	2	-3	
28	SAN RELAYO	2389	47	82	52	-30	3	2	1	37	-15	2	0	2	17	51	14	2	2	0	-14	100	-29	3	10	-7	18		
29	SAN SALVADOR	2840	64	223	152	-71	8	10	-2	69	88	-86	4	3	1	87	70	-4	4	0	4	0	52	-18	2	3	-2	26	
30	TORRE DE ESPUEVA	32	59	53	-6	4	2	2	2	6	8	-6	4	2	2	8	7	4	0	4	0	9	34	-8	2	3	-1	8	
31	TORRECILLA DE LA TORRE	731	32	59	53	-6	4	2	2	6	8	-6	4	2	2	8	7	4	0	4	0	9	34	-8	2	3	-1	8	
32	TORRECILLA DE LA TORRE	731	32	59	53	-6	4	2	2	6	8	-6	4	2	2	8	7	4	0	4	0	9	34	-8	2	3	-1	8	
33	VILLABRIZ DE CAMPOS	1689	53	105	83	-22	7	5	7	72	-11	5	2	0	11	63	-9	2	6	2	7	18	8	-8	4	7	-3	6	
34	VILLABRIZ DE CAMPOS	1689	53	105	83	-22	7	5	7	72	-11	5	2	0	11	63	-9	2	6	2	7	18	8	-8	4	7	-3	6	
35	VILLALBA DE LA MESA	1429	76	162	124	-42	5	3	-2	36	81	-17	6	3	20	86	-27	2	0	7	16	89	-8	6	4	7	-3	6	
36	VILLALBA DE LA MESA	1429	76	162	124	-42	5	3	-2	36	81	-17	6	3	20	86	-27	2	0	7	16	89	-8	6	4	7	-3	6	
37	VILLANUEVA DE CAMPOS	1411	67	117	54	-5	8	-3	5	101	-16	9	6	3	19	112	11	4	0	-1	-12	72	-40	2	9	-6	3	2	
38	VILLANUEVA DE LA CONDESA	1141	67	117	54	-5	8	-3	5	101	-16	9	6	3	19	112	11	4	0	-1	-12	72	-40	2	9	-6	3	2	
39	VILLANUEVA DE SAN MANCIÑO	1524	44	170	127	-43	6	5	1	44	106	-21	4	3	1	22	112	6	3	2	1	-5	96	-16	7	6	1	17	
40	VILLAVELUD	2183	65	181	157	-24	10	-5	19	137	-20	4	2	2	2	113	-24	5	3	2	1	-5	96	-16	7	6	1	17	
TOTAL		65209		4403	-1209	185	253	-58	1141	3952	-741	210	155	15	756	3320	-342	126	135	9	333	2844	-576	81	208	-127	649		
MEDIAS		1634,7		140	110,075	-30	5	6	-1	20	91,55	-18,5	5,25	4,88	0,38	18,9	83	-6	3,15	3,38	-0,23	8,325	65,1	-17	2,03	5,2	-3,2	13,73	

412.572 436670
 Población de la Provincia 17.778
 Población rural de la Provincia 81.059
 Porcentaje sobre extensión 8,0672

Tabla 2



Gráfica 1

Nuestro trabajo se centra ahora en determinar las causas que producen las emigraciones, pues mantenemos que ellas son las que provocan de forma más acentuada la disminución de población.

3.- EL MODELO.

Bajo nuestras hipótesis, y tomando como año de partida 1975, para la construcción del modelo supondremos que son dos las causas fundamentales que dan origen a la emigración en los municipios objeto de nuestro estudio. Una de ellas consideramos que es debida a la falta de empleo y otra, a la falta de servicios. La primera se justifica por el hecho de que la población en estos municipios se dedica fundamentalmente a la agricultura y ganadería, como se constata en los datos reales, y ya hemos mencionado el efecto que el desarrollo tecnológico produce en la disminución de la oferta de empleo; sin embargo, puede considerarse que la actividad prioritaria, en relación a los puestos de trabajo es la agricultura, mientras que la ganadería, basada fundamentalmente en la producción ovina, ha sufrido en los últimos años un progresivo deterioro.

Un dato básico en nuestro análisis es la extensión media del término municipal, que en nuestro caso es de 1600 hectáreas de las cuales, obviamente, no todas son cultivables siendo por tanto la superficie agrícola utilizada notablemente inferior. Puesto que la superficie agrícola utilizada es un dato fijo y se ha producido un encarecimiento del factor trabajo que ha estimulado la mecanización de las tareas agrícolas, tendremos que la capacidad del factor trabajo ha aumentado, lo que permitirá cultivar un mayor número de hectáreas. También a ello han

contribuido los precios agrarios que en los últimos años han sufrido un notable descenso, que aún permanecen en relación con los distintos factores de producción.

Así pues, esta incorporación tecnológica al proceso productivo agrícola (esto es asimilable a la ganadería) dará origen a que el número de puestos de trabajo realmente necesarios para realizar dichas tareas disminuya, con la consiguiente aparición de personas subempleadas, en relación a la capacidad del factor trabajo, y desempleo, lo que puede ser el detonante de la emigración, siempre que existan expectativas favorables en mercados exteriores.

Por otro lado, es evidente que municipios con escasa población están en clara desventaja frente a núcleos más poblados a la hora de cubrir sus necesidades en lo que a servicios se refiere, nos referimos a servicios tales como sanitarios, educativos, de consumo, etc.. Así pues, se puede alegar que una parte de la población emigre de estos municipios a otros que satisfagan mejor sus necesidades.

Las interrelaciones causales entre estas variables, que suponemos un elemento base en la construcción del modelo, vienen recogidas en el diagrama causal de la Figura 1. En él recogemos el movimiento vegetativo de la población, junto con la demanda de empleo y de servicios por parte de ella. La oferta de empleo, dada nuestra hipótesis de que la población se dedica fundamentalmente a la agricultura, se obtiene por la cantidad de tierra dedicada al cultivo y por la tecnología existente en cada momento. La tensión en el empleo, afectada también por la demanda de servicios, originará la emigración, lo que a su vez producirá una disminución de población.

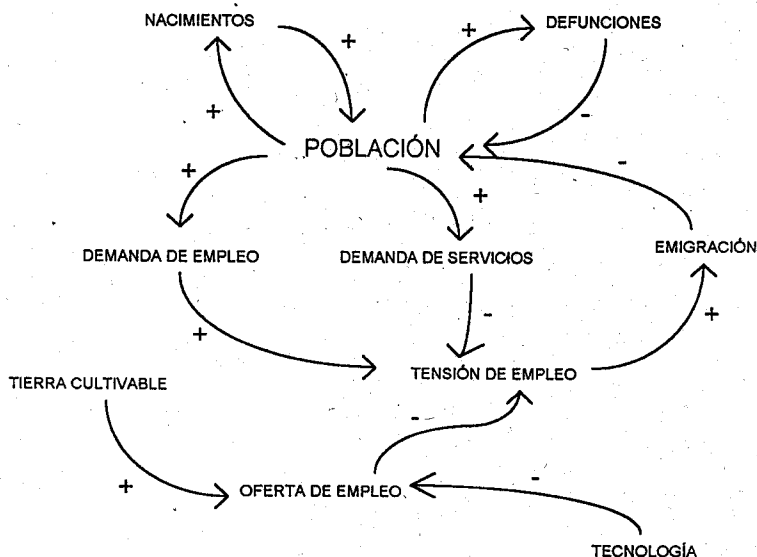


Figura 1: Diagrama Causal

La construcción del modelo, según ya hemos comentado, se realiza siguiendo la metodología de la Dinámica de Sistemas por lo que nuestro primer propósito es clasificar las variables del modelo siguiendo este enfoque.

Hemos considerado como única variable de nivel la Población, la cual hemos dividido en cuatro niveles. El primero, edad_1, corresponde al segmento de población hasta los 16 años; el segundo, edad_2, es el segmento poblacional entre 16 y 35 años; el tercero, edad_3, de 35 a 65 años, y por último, edad_4, mayores de 65 años. Esta subdivisión del nivel Población nos permitirá explicar de una forma más correcta la evolución de los segmentos poblacionales y además será más coherente la definición de otras variables que intervienen en el modelo.

El diagrama de flujos de la figura 2 recoge la interconexión entre estos niveles; notemos que como simplificación del modelo, las defunciones solamente afectan al último nivel; por otra parte cabe resaltar que el flujo de nacimientos viene determinado, obviamente, por los niveles edad_2 y edad_3, de acuerdo con una ponderación específica.

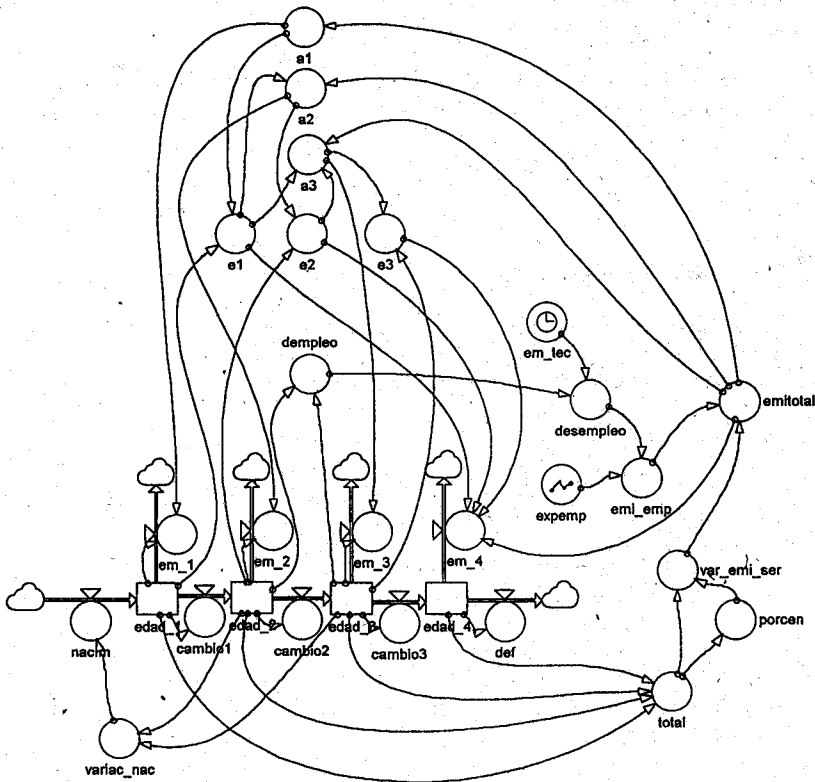


Figura 2: Diagrama de Flujos

Los flujos em_1, em_2, em_3 y em_4 representan la emigración de cada uno de los niveles del correspondiente subíndice; el movimiento de estos flujos constituye una de las partes más complejas del modelo.

Para el análisis de la emigración por empleo, estudiamos, en primer lugar, la demanda de empleo (dempleo) que viene definida en función de los niveles edad_2 y edad_3. Suponiendo un determinado nivel tecnológico para cada año, obtenemos el número de puestos de trabajo productivos que, junto con las expectativas de mercados exteriores, nos permite determinar la emigración por empleo que será uno de los integrantes de la emigración total.

Respecto a la emigración por falta de servicios, vendrá definida por el total de la población que será en cada año la suma de los valores de los diferentes niveles en ese momento. Si sobre ese total aplicamos un porcentaje que viene recogido en las ecuaciones del modelo, tendremos la emigración por servicios que se sumará a la emigración por empleo (emitotal). Esta emigración deberá repartirse entre los diferentes niveles del modelo; así, asignamos un porcentaje a cada uno de ellos, pero dado que ninguno de los niveles podrá tomar valores negativos, a partir de los porcentajes asociados determinamos los excesos para cada uno de ellos; dichos excesos se reparten en partes iguales entre los niveles subsiguientes.

La bondad de un modelo en Dinámica de Sistemas se valora en función de los resultados que de él se obtienen. En la siguiente sección presentamos los resultados obtenidos con dicho modelo.

4.- RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.

El modelo se ha implementado utilizando el programa POWERSIM en un PC 486DX. La unidad de tiempo elegida ha sido el año y el método de integración es el de Euler en paso fijo. Las ecuaciones que gobiernan el comportamiento del modelo son las siguientes:

```

edad_1 = 110.075*.2 -dt*(em_1) +dt*(nacim) -dt*(cambio1)
edad_2 = 110.075*.25 -dt*(em_2) +dt*(cambio1) -dt*(cambio2)
edad_3 = 110.075*.4 -dt*(em_3) -dt*(cambio3) +dt*(cambio2)
edad_4 = 110.075*.15 -dt*(em_4) -dt*(def) +dt*(cambio3)
cambio1 = edad_1*1/15
cambio2 = edad_2*1/12
cambio3 = edad_3*1/30
def = edad_4*.05
em_1 = IF(a1<edad_1,a1,edad_1)
em_2 = IF(a2<edad_2,a2,edad_2)
em_3 = IF(a3<edad_3,a3,edad_3)
em_4 = emitotal*.1+e3+.5*e2+1/3*e1
nacim = variac_nac
a1 = .2*emitotal
a2 = .4*emitotal+1/3*e1
a3 = .3*emitotal+1/3*e1+1/2*e2
dempleo = .65*edad_2+.55*edad_3
desempleo = dempleo-em_tec
e1 = IF(a1<edad_1,0,a1-edad_1)
    
```

```

e2 = IF(a2<edad_2,0,a2-edad_2)
e3 = IF(a3<edad_3,0,a3-edad_3)
em_tec = IF(TIME<10,(((40-30)/(-10))*TIME+40,((30-7)/(10-30))*(TIME-10)+30)
emü_emp = IF(desempleo>0,desempleo*expemp,0)
emitotal = emi_emp+var_emi_ser
expemp = GRAPHSTEP(TIME, 0,5,[.9,.8,.7,.6,.5,.4])
porcen = IF (total<=45,0,IF(total<70,(.04/(70-45))*(total-45),IF(total<90,((0.015-
0.04)/(90-70))*(total-70)+0.04, ((.03-.015)/(110.075-90))*(total-90)+.015)))
total = edad_1+edad_2+edad_3+edad_4
var_emi_ser = total*porcen
variac_nac = .025*edad_2+.005*edad_3

```

La denominación de las variables corresponden al diagrama de flujos.

El modelo parte del año cero, que equivale al año 1975 y la simulación se realiza para un periodo de treinta años, que finaliza en el año 2005. Los valores iniciales de los niveles han sido obtenidos a partir de los datos conocidos para el año 1975 en media; el resto de las variables no precisan valores iniciales. Los porcentajes utilizados se han determinado por el equipo que ha realizado el trabajo, teniendo en cuenta los datos estadísticos manejados.

TIME	total	edad_1	edad_2	edad_3	edad_4	nacim	def	emitotal
0	110,08	22,02	27,52	44,03	16,51	0,908	0,826	5,20
1	104,96	20,42	24,61	43,30	16,63	0,832	0,832	3,48
2	101,48	19,19	22,53	42,86	16,90	0,778	0,845	2,59
3	98,82	18,17	20,90	42,53	17,22	0,735	0,861	2,13
4	96,56	17,27	19,51	42,22	17,57	0,699	0,878	1,92
5	94,46	16,43	18,27	41,86	17,90	0,666	0,895	1,73
6	92,50	15,66	17,15	41,47	18,23	0,636	0,911	1,56
7	90,67	14,94	16,14	41,05	18,54	0,609	0,927	1,46
8	88,89	14,26	15,21	40,58	18,84	0,583	0,942	1,62
9	86,91	13,57	14,24	40,01	19,09	0,556	0,954	1,85
10	84,66	12,85	13,22	39,31	19,28	0,527	0,964	1,98
11	82,24	12,12	12,18	38,51	19,43	0,497	0,971	2,20
12	79,56	11,37	11,09	37,58	19,52	0,465	0,976	2,36
13	76,69	10,61	9,98	36,54	19,56	0,432	0,978	2,45
14	73,69	9,84	8,88	35,42	19,56	0,399	0,978	2,61
15	70,51	9,06	7,75	34,20	19,50	0,365	0,975	2,78
16	67,12	8,27	6,60	32,87	19,39	0,329	0,969	2,38
17	64,11	7,57	5,65	31,61	19,28	0,299	0,964	1,96
18	61,48	6,97	4,90	30,44	19,17	0,275	0,958	1,62
19	59,18	6,46	4,31	29,35	19,06	0,254	0,953	1,34
20	57,14	6,01	3,84	28,33	18,95	0,238	0,948	1,11
21	55,32	5,63	3,48	27,37	18,84	0,224	0,942	0,913
22	53,69	5,29	3,20	26,47	18,72	0,212	0,936	0,966
23	52,00	4,96	2,90	25,57	18,57	0,20	0,928	1,03
24	50,24	4,62	2,58	24,65	18,39	0,188	0,919	1,09
25	48,42	4,29	2,24	23,71	18,18	0,174	0,909	0,963
26	46,72	3,98	1,95	22,82	17,97	0,163	0,898	1,02
27	44,97	3,68	1,65	21,92	17,73	0,151	0,886	1,07
28	43,16	3,37	1,33	21,00	17,47	0,138	0,873	1,25
29	41,18	3,03	0,942	20,04	17,17	0,124	0,858	1,39
30	39,05	2,68	0,508	19,03	16,84	0,108	0,842	1,52

Tabla 3

La tabla 3 expresa los resultados conseguidos.

Se pueden observar que los datos obtenidos en la simulación no difieren substancialmente de los reales; así, por ejemplo, para el año 1981, año seis en la simulación, la población media de dichos municipios difiere de los simulados en una persona; para el año 1986, que equivale al once de la simulación, la diferencia es irrelevante, mientras que en el año 1991 (año dieciséis de la simulación), último de los datos conocidos, la diferencia vuelve a ser una persona.

Estos resultados, con una fuerte sensibilidad, más acusada sobre la definición por la variación de la emigración por servicios que por la del empleo, se han obtenido considerando dos variables exógenas que son, el ajuste realizado en la tecnología y las expectativas en mercados exteriores.

Nuestro objetivo ahora será encontrar cómo se modifican los resultados del modelo si consideramos, en primer lugar, una función de tecnología distinta a la utilizada en el modelo base. Para este estudio hemos considerado tres funciones tecnológicas distintas:

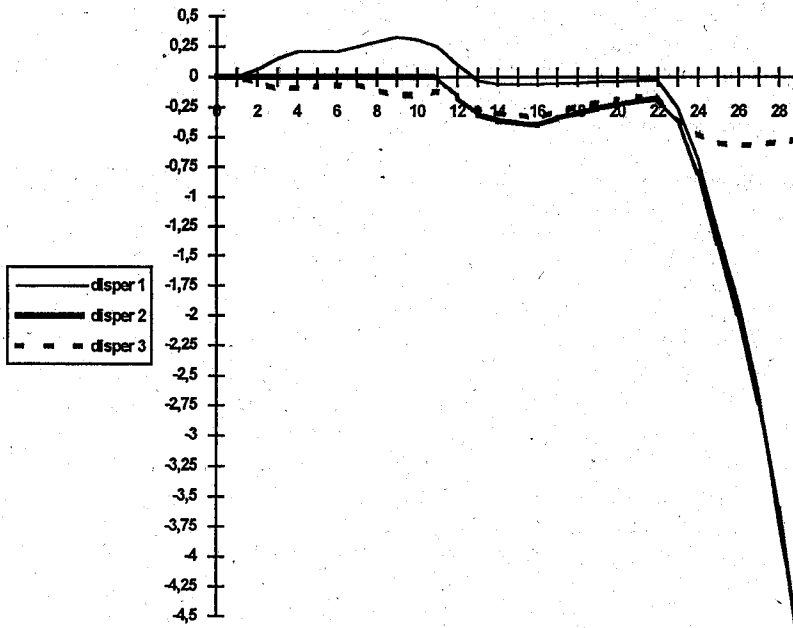
- 1) $em_tec = (1/120)*TIME^2 - (13/12)*TIME + 40.$
- 2) $em_tec=IF(TIME<10,((40-30)/(-10))*TIME+40,((30-15)/(10-30))*(TIME-10)+30).$
- 3) $em_tec=-(1/200)*TIME^2 - (19/20)*TIME + 40.$

TIME	MODELO BASE	FUNCIÓN 1	FUNCIÓN 2	FUNCIÓN 3
0	110,08	110,08	110,08	110,08
1	104,96	104,96	104,96	104,96
2	101,48	101,42	101,48	101,52
3	98,82	98,67	98,82	98,92
4	96,56	96,35	96,56	96,65
5	94,46	94,25	94,46	94,54
6	92,50	92,29	92,50	92,57
7	90,67	90,42	90,67	90,73
8	88,89	88,60	88,89	89,00
9	86,91	86,58	86,91	87,06
10	84,66	84,35	84,66	84,81
11	82,24	81,99	82,24	82,36
12	79,56	79,46	79,73	79,72
13	76,69	76,72	77,00	76,95
14	73,69	73,75	74,05	73,99
15	70,51	70,57	70,89	70,82
16	67,12	67,18	67,52	67,46
17	64,11	64,16	64,45	64,39
18	61,48	61,53	61,78	61,73
19	59,18	59,22	59,44	59,39
20	57,14	57,18	57,37	57,33
21	55,32	55,35	55,52	55,49
22	53,69	53,72	53,87	53,84
23	52,00	52,25	52,38	52,34
24	50,24	50,92	51,03	50,71
25	48,42	49,71	49,81	48,97
26	46,72	48,61	48,70	47,29
27	44,97	47,60	47,69	45,53
28	43,16	46,68	46,76	43,70
29	41,18	45,84	45,91	41,70
30	39,05	45,07	45,13	39,53

Tabla 4

La primera presenta un comportamiento más suave que la de referencia y, en el año 30 de la simulación, en vez de alcanzar el valor siete, alcanza el valor quince. La segunda tiene un comportamiento lineal con la misma característica terminal que la anterior. En cuanto a la tercera, recoge un comportamiento cóncavo, con una característica terminal idéntica a la del modelo. Todas ellas, por tanto, recogen un crecimiento en la tecnología con el paso de los años de forma más o menos acusada. Los resultados de la población total, para cada una de estas funciones de tecnología y para el modelo base, viene recogido en la tabla 4.

La gráfica 2 nos muestra las dispersiones entre los resultados de población total del modelo base y cada una de las funciones. En ella se observa, que durante los primeros dieciséis años de la simulación, las desviaciones difieren en menos de una persona, lo que se mantiene hasta el año veintitrés, a partir del cual las funciones de tecnología dos y tres presentan fuertes divergencias, al ser la tecnología de estas funciones en estos últimos años más acusada.



Gráfica 2

En cuanto a las expectativas en mercados exteriores (expemp), hemos supuesto en el modelo base que van decreciendo, hecho que parece observarse en la realidad. Si modificamos estas expectativas de forma que en los últimos veinte años sean ligeramente mejores que las del

modelo base, por ejemplo, mantener 0.6, o bien suponer que las expectativas crecen, esto es, suponer unas expectativas del tipo 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.7, 0.8, tenemos unos resultados de población total que, en el primero de los casos son, como cabía esperar, iguales a los del modelo base durante los veinte primeros años, comenzando la dispersión en el año veintitrés, y llegando a ser dos personas menos la población en el año 2005. En el segundo caso, también la dispersión se inicia en el periodo veintitrés, pero ésta es más acentuada, disminuyendo más rápido la población, hasta ser cuatro personas menos en el último periodo. Estos resultados se justifican por la no consideración en el modelo de la inmigración, pues el modelo mantiene como filosofía que si existen puestos de trabajo sin ocupar serán cubiertos por personas pertenecientes a municipios próximos.

5.- CONCLUSIONES.

A la vista de los datos obtenidos, se observa que, paralelo a una disminución progresiva de la población, se produce un envejecimiento paulatino de ésta. Basta observar que mientras en el año 1975, los mayores de 65 años suponían un 15 por ciento de la población, en 1981 un 19,7 por ciento, en 1986 un 23,62 por ciento y en 1991 un 28,8, transcurridos catorce años más, pasaría a representar un 43,12 por ciento.

Otro dato a reseñar es, que aunque el número de habitantes menores de 16 años esté entre 2 y 3, el segmento de los que tienen entre 16 y 35 años es prácticamente inexistente. No hay juventud y, por consiguiente, estos municipios parecen estar condenados a su desaparición de una forma lenta pero progresiva.

Para terminar, queremos destacar que los resultados que se han obtenido han sido ajustados para un periodo de treinta años, pero observando las variables em_tec, expemp, y porcen, sin más que hacer ligeros ajustes y modificaciones, la predicción podría hacerse aún a más largo plazo.

6.- BIBLIOGRAFÍA.

ARACIL, J. Introducción a la Dinámica de Sistemas. Alianza Universidad Textos. Madrid, 1983

BUENO, J.M. y otros. "Aplicación de la Dinámica de Sistemas a la Planificación Regional". IX Reunión Nacional de Investigación Operativa. Barcelona, Septiembre, 1976.

COLINO, J. "Sector Agrario". Lecciones de Economía Española. Cívitas, Madrid, 1993, págs. 169-190.

GARCÍA DELGADO, J.L. y otros. "La Agricultura: Cambios Estructurales en los Últimos Decenios". España Economía. Espasa Calpe, Madrid, 1993, págs. 181-218.

JARLE, L. y MORRIS, D. "A System Dynamics Analysis of the Development in Norwegian Rural Communities" en The Role of Strategic Modelling in International Competitiveness. (E. Zepeda y J.A.D. Machuca Eds.). Cancún México, 1993, págs. 21-30.