

# Comunicación P-26

## CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS DEL CENTRO REGIONAL RADAR

Fernando Aguado  
Francisco Pérez

Sección de Teledetección Terrestre (INM)

### RESUMEN

*Se describe el desarrollo de un esquema operativo para realizar el control de calidad de los datos del radar. El procedimiento está basado en la comparación estadística de dichos datos con datos pluviométricos «correspondientes» colectados por las redes automática, completa y termopluviométrica del INM. Se discuten los primeros resultados obtenidos para el radar de La Coruña que abarcan un período de dos años.*

### 1. Introducción

La verificación de datos de precipitación radar con otros procedentes de las redes convencionales de observación plantea dos problemas previos que conviene discutir: la magnitud de los errores de la base verificante y el problema de la compatibilidad entre ambos tipos de dato, un concepto que se podría definir como el grado de adecuación de la representatividad espacial del pluviómetro a la superficie de  $2 \times 2 \text{ km}^2$  que el radar dice representar.

El pluviómetro muestrea el campo de precipitación de forma discreta en el espacio y realiza una integración continua en el tiempo. Si las lecturas y el mantenimiento se realizan con el debido cuidado, la precisión de la medida es relativamente buena. (Sevruk, 1982) por ejemplo, señala que estos instrumentos leen entre un 5 y un 30% por debajo de la precipitación real debido a errores asociados en su mayor parte a la deformación de los campos de viento y, en menor medida, a otros factores como el humedecimiento de las superficies internas, la evaporación o las salpicaduras.

Un resumen de estudios anteriores elaborado por (Larson y Peck, 1974) dan como valores típicos de subestimación en caso de lluvia (para la nieve los valores son algo más altos), el 12% con vientos de 5 m/s y del 19% para velocidades de 10 m/s. Estos errores sistemáticos no se pueden reducir del todo pero se pueden limitar bastante con una buena instalación del equipo de medida y una corrección posterior de los datos.

En lo que respecta a errores aleatorios de la medida puntual, (Huff, 1970) señala una variabilidad relativa (diferencia media dividida por el promedio superficial) del 4% para valores de precipitación superficial media entre 0,25 y 5 mm y del 1% para lluvias superiores a 12,5 mm y concluye que esas diferencias son las mínimas que cabe esperar.

También interesa destacar el error de muestreo debido a la falta de representatividad espacial de los pluviómetros. Este problema ha sido estudiado por (Silverman y otros, 1981) usando como referencia patrones celulares de isoyetas generados por una función de distribución continua cuyos parámetros representan características de forma, tamaño, situación y valor del máximo y gradiente de precipitación. Combinando esos parámetros se obtienen formas que se ajustan muy bien a un amplio rango de isoyetas observadas con redes densas en sistemas convectivos.

Los patrones, se muestrean luego con redes regulares y los valores de precipitación media superficial se obtienen por el método aritmético que supone que dichos valores coinciden con el dato puntual de cada celdilla que determina la red.

Modificando la posición relativa de la red, se obtiene una distribución de los errores del muestreo que es bimodal para gradientes no lineales y cuya varianza aumenta con el gradiente de precipitación y decrece al aumentar la densidad de la red.

Por poner un ejemplo, para una formación de isoyetas típica de una situación de chubascos convectivos en Florida (tiempo de acumulación del orden de la hora y tamaño de  $50 \times 50 \text{ km}^2$ ) publicada por (Woodley y otros, 1975) y con muestreos realizados en un *grid* de 8 km de paso, se obtienen diferencias mayores del 100% según cómo se posicione la red. En análisis con acumulaciones diarias esos errores disminuyen en paralelo con el suavizado que se produce en los gradientes al aumentar el período de acumulación.

Respecto a la verificación de datos radar se puede estimar, por tanto, que la compatibilidad con los datos pluviométricos se empieza a producir para acumulaciones horarias y mejora conforme se alarga el período de recogida, no siendo válidos los intentos de comparar datos de intensidad de precipitación.

## 2. Captación de datos

Los datos que se van a comparar son, en cuanto a la red convencional, las precipitaciones horarias, hexahorarias (0\_7, 7\_13, 13\_18, 18\_24) y diarias (7\_7) procedentes de las redes automática, completa y termopluiométrica del INM.

Los datos radar correspondientes proceden de las imágenes de acumulación horarias **HR**, hexahorarias **H6** (0\_6, 6\_12, 12\_18 y 18\_24) y diarias **D7** (7\_7) y son los de aquellos *pixeles* ( $2 \times 2 \text{ km}^2$ ) cuya localización geográfica coincida con las estaciones pluviométricas.

La extracción del dato convencional se realiza una vez por trimestre en el banco de datos climatológico para las tres redes de observación. Luego se separan los datos para formar un fichero trimestral para cada sistema regional de radar donde se encuentren todas las precipitaciones recogidas por aquellas estaciones que estén situadas a menos de 200 km del emplazamiento del radar.

La extracción del dato radar la realiza en tiempo real la aplicación de control **EWIS** merced a unos cambios que se introdujeron hace tiempo. Como resultado se forman ficheros trimestrales con las acumulaciones reseñadas antes. En la Tabla 1 se ilustra el contenido de un fichero de extracción radar en un pequeño tramo temporal.

El fichero de definición de los *pixeles* a extraer para cada radar se preparó con la información del maestro de estaciones del INM y con la localización geográfica del emplazamiento radar. Ese fichero, en formato texto, es ampliable pues admite definición de hasta 1 000 estaciones para cada tipo de dato.

**Tabla 1**

Listado de pluviometría radar. Se muestran registros de tipo horario ( $T_p = 7$ ), acumulación 0,6 ( $T_p = 4$ ) y diario ( $T_p = 5$ ). Los parámetros  $T-T_m$  y  $P-P_m$  son los porcentajes de tiempo con los CAPPI interpolados y pérdida para la imagen de acumulación

Listado de pluviometría radar											
HR = 94042205	$T_p = 7$	$I_{Tm} = 0$	$P_{Tm} = 0$	FL_D =	TRUE	N_Dat =	5				
1475A:	0.8	1473A:	0.8	1393 :	2.4	1400 :	2.4	1441E:	0.8		
HR = 94042206	$T_p = 7$	$I_{Tm} = 0$	$P_{Tm} = 0$	FL_D =	TRUE	N_Dat =	6				
1473A:	0.8	1393 :	4.0	1400 :	4.0	1441E:	2.4	1484C:	1.6		
1496B:	1.6										
HR = 94042206	$T_p = 4$	$I_{Tm} = 0$	$P_{Tm} = 0$	FL_D =	TRUE	N_Dat =	11				
1400 :	17.6	1393 :	13.6	1441E:	10.4	1486E:	7.2	1495 :	5.6		
1496B:	4.0	1475A:	3.2	1473A:	4.8	1484C:	4.8	1387E:	0.8		
1428 :	1.6										
HR = 94042207	$T_p = 7$	$I_{Tm} = 0$	$P_{Tm} = 0$	FL_D =	TRUE	N_Dat =	7				
1475A:	2.4	1473A:	3.2	1393 :	4.8	1400 :	5.6	1441E:	3.2		
1484C:	3.2	1496B:	1.6								
HR = 94042207	$T_p = 5$	$I_{Tm} = 0$	$P_{Tm} = 0$	FL_D =	TRUE	N_Dat =	60				
1382E:	4.8	1388G:	2.4	1425F:	2.4	1390 :	6.4	1391C:	8.8		
1384A:	1.6	1391I:	16.8	1387E:	0.8	1387L:	1.6	1382C:	0.8		
1421X:	7.2	1428B:	6.4	1430I:	9.6	1428 :	2.4	1475A:	6.4		
1476E:	8.0	1470 :	2.4	1354L:	0.8	1399 :	16.0	1406E:	18.4		
1473A:	6.4	1409U:	8.0	1477 :	5.6	1473 :	6.4	1435 :	9.6		
1393 :	14.4	1478O:	4.0	1437O:	9.6	1479D:	12.0	1444 :	8.8		
1408X:	16.0	1442U:	8.8	1479C:	12.0	1477U:	8.0	1400 :	19.2		
1479I:	8.8	1479E:	9.6	1478K:	10.4	1478L:	10.4	1482A:	5.6		
1480B:	11.2	1441E:	12.8	1484C:	5.6	1480I:	10.4	1480A:	10.4		
1486 :	8.0	1485 :	8.0	1486E:	10.4	1480C:	9.6	1481E:	4.8		
1495 :	6.4	1496B:	5.6	1723 :	1.6	1728 :	4.0	1726E:	3.2		
1728L:	4.8	1496K:	4.8	1726 :	2.4	1729X:	3.2	1730E:	3.2		

**3. Tratamiento estadístico**

**3.1. Disposición de series estadísticas**

La comparación de datos se puede realizar con bastante flexibilidad mediante un programa al que se debe proporcionar el tipo de acumulación (**HR**, **H6** ó **D7**), el período de tiempo que abarca la comparación (máximo de 1, 3 y 6 años, respectivamente) y dos listas con los nombres de los ficheros trimestrales radar y pluviométricos que contienen los datos del período señalado.

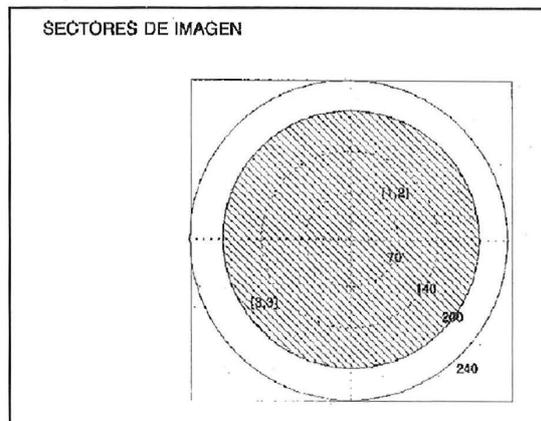
Se generan pares de datos (**R**, **P**) y se posicionan en una matriz (estación, tiempo) donde todos ellos encuentran su acomodo. El dato radar aparecerá sólo en el caso en que la imagen se haya elaborado con la suficiente calidad.

Se consideran tres clases de series:

De estaciones (tantas series como estaciones pluviométricas).

Global de la imagen (una serie con todos los pares).

Global por sectores (doce series cada una con las estaciones cuya posición geográfica esté comprendida en un particular sector de la imagen, definido en los términos que se indican en la Fig. 1.



**Fig. 1.** Definición de sectores de la imagen

3.2. Proceso básico

Las Tablas 2 y 3 muestran algunos resultados para el radar de La Coruña que servirán como ilustración del procedimiento. La primera con acumulaciones HR durante el mes de noviembre del año 1995 y la segunda (incompleta en cuanto al número de estaciones) con acumulaciones D7 durante el otoño de 1995.

Las tablas contienen tres secciones bajo los títulos **CONTROL DE DATOS RADAR**, **ESTADÍSTICAS GLOBALES** (con resultados por sectores únicamente para datos D7) y **LISTADO POR ESTACIONES**, donde aparecen los cálculos de ciertos parámetros sobre los datos de cada serie.

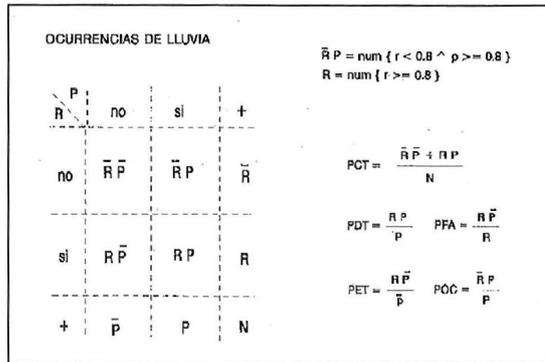


Fig. 2. Matriz de ocurrencias de lluvia. Las probabilidades están representadas en tantos por uno

Común a todas las series es el cálculo de los índices que aparecen bajo el título **Emparejados** pues se realizan sobre los pares (R, P) en que exista el dato de ambos sistemas de observación. Los índices se agrupan en cuatro clases:

La primera sólo contiene el número de emparejamientos, **Num**.

La segunda agrupa a las probabilidades en tanto por mil construidas a partir de la matriz de ocurrencias de lluvia (llueve cuando hay más de 0,8 litros) descrita en la Fig. 2. Los índices son, de izquierda a derecha en la tabla, las probabilidades de coincidencia total **PCT**, de detección **PDT**, de falsa alarma **PFA**, de eco de tierra **PET** y de ocultación del haz **POC**.

La tercera agrupa a las probabilidades en tanto por mil construidas a partir de la matriz de ocurrencias de cantidad de lluvia descrita en la Fig. 3.

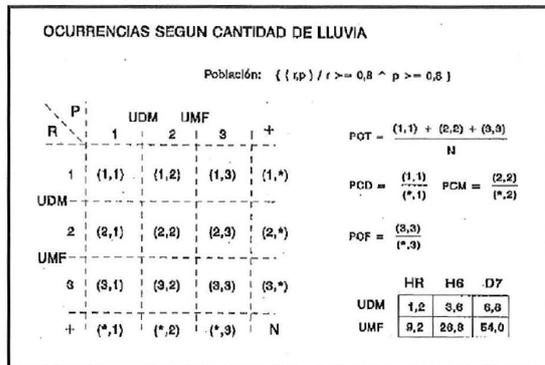


Fig. 3. Matriz de ocurrencias por intervalos de lluvia. Las probabilidades están representadas en tantos por uno

Las cantidades de lluvia se agrupan en tres clases separadas por los umbrales **UDM** y **UMF** que toman distinto valor según sea el período de acumulación de que se trate. Los índices en este caso son, de izquierda a derecha en la tabla, el número de datos detectados o pares en que ambos valores sean superiores a 0,8 litros **NUM**, las probabilidades en tanto por mil de coincidencia total **PCT**, de coincidencia en lluvia débil **PCD**, de coincidencia en lluvia moderada **PCM** y de coincidencia en lluvia fuerte **PCF**. Por último, **C\_TOT** es el cociente de los flujos totales de lluvia registrados por el radar y los pluviómetros.

La cuarta clase muestra la media **M\_DIS** y desviación estándar **D\_DIS** de la distribución del logaritmo decimal del llamado **assessment factor** o cociente entre el dato radar y el dato pluviométrico. **P\_REG** y **C\_COR** son, respectivamente la pendiente y correlación obtenidas, siguiendo las recomendaciones de (Kessler y Neas, 1994), en la regresión logR frente a logP.

La sección **ESTADÍSTICAS GLOBALES** recoge también el número de estaciones **N\_EST** que se han usado en la estadística global.

La sección **LISTADO POR ESTACIONES** muestra además el número de emparejamientos posible en el período de tiempo considerado **NEP**, el indicativo de la estación **Est**. y su posición con respecto al em-

plazamiento *Dis* (en decenas de km) y *Ang* (en decenas de grado) y una clasificación de los datos no emparejados en porcentaje según la causa que impidió el emparejamiento: *NR* no había dato radar, *NP* no había dato pluviométrico y *SR* el dato radar estaba saturado (implícitamente están también los casos en que no había ni dato radar ni dato pluviométrico).

### 3.2.1. Control funcional efectivo

La sección **CONTROL DE DATOS RADAR** contiene información interesante. Cuando el proceso se realiza por meses sobre datos horarios, como en la Tabla 2, el cociente entre el número de imágenes disponibles cuando llovía y el número de datos con lluvia según los pluviómetros da, muy aproximadamente, la funcionalidad efectiva (funcionalidad cuando realmente es necesaria) del sistema radar.

### 3.3. Proceso derivado

Consiste en la confección de tablas y gráficos basados en resultados del proceso anterior.

Un ejemplo del tipo de información a obtener (de las muchas posibilidades que existen) se muestra en la Tabla 3, donde se comparan las estadísticas estacionales de los datos diarios en los dos años de los que se dispone de información. Abajo se ha obtenido la misma información pero considerando solamente datos de las estaciones automáticas.

Aunque parece apreciarse un mejor comportamiento del sistema radar en el año 1995 que en el anterior, es todavía pronto para sacar conclusiones de forma clara. Es preciso afinar más el procedimiento limitando la aparición de índices a aquellas series en las que se disponga del suficiente número de casos y restringiendo la población de estaciones a aquellas que ofrezcan suficiente confianza.

## 4. Conclusiones

Se presenta la primera versión de un sistema de control de calidad de los datos del radar.

Falta establecer limitaciones al número de datos para que los índices ganen en nivel de significación.

Se deben definir períodos significativos de procesado para cada tipo de acumulación y normalizar las presentaciones derivadas, tanto en forma de tabla como en forma gráfica.

Los resultados de la Tabla 4 indican también que para poder abordar los objetivos del control de calidad con mayores garantías habrá que usar estaciones pluviométricas cuya calidad sea contrastada.

IV SIMPOSIO NACIONAL DE PREDICCIÓN

Tabla 2

CONTROL DE CALIDAD PARA EL RADAR DE LA CORUÑA

Tipo de dato : HORARIO  
 Fecha inicial : 95110101  
 Fecha final : 95120100

Número de estaciones chequeadas ..... : 14  
 Umbrales aplicados a la precipitación : UDM = 1.2, UMF = 9.2

CONTROL DE DATOS RADAR

Número de imágenes disponibles ..... : 703  
 Número de imágenes disponibles cuando llovía : 205  
 Número de datos con lluvia según pluviómetros : 205

ESTADÍSTICAS GLOBALES

N_EST	Emparejados																
	Oc. lluvia R,P >=0.8					Pob. detectada (R,P)>=0.8					Pob detectada R>=0.8,P>=0.5						
	Num	PCT	PDT	PFA	PET	POC	NUM	PCT	PCD	PCM	PCF	C_TOT.	M_DIS.	D_DIS.	P_REG.	C_COR.	
I. Global	10	5767	939	781	291	40	218	507	656	598	686	100	0.93	-0.05	0.31	0.50	0.50

LISTADO POR ESTACIONES

NEP : 720	No emparejados			Emparejados																	
	(X)			Oc. lluvia R,P >=0.8					Pob. detectada (R,P)>=0.8					Pob detectada R>=0.8,P>=0.5							
	Est.	Dis.	Ang.	NR	NP	SR	Num	PCT	PDT	PFA	PET	POC	NUM	PCT	PCD	PCM	PCF	C_TOT.	M_DIS.	D_DIS.	P_REG.
1387	23	2	11	5	0	702	955	735	206	20	264	50	640	714	627	-	0.71	-0.14	0.25	0.63	0.57
1475A	32	18	8	26	0	697	898	762	558	89	237	45	577	666	594	0	0.56	-0.22	0.32	0.38	0.31
1393	55	26	0	90	0	541	944	805	442	45	194	29	655	583	705	-	1.31	0.08	0.28	0.39	0.45
1400	68	24	0	89	0	562	964	760	204	17	239	35	685	600	689	1000	0.86	-0.07	0.26	0.64	0.64
1441E	80	21	0	96	0	264	928	615	360	37	384	16	625	1000	600	-	1.48	0.02	0.32	0.46	0.68
1484C	81	18	0	92	0	506	911	741	233	50	258	69	695	666	716	0	0.91	-0.05	0.35	0.40	0.37
1505	86	9	3	71	0	660	957	859	256	31	140	55	654	666	666	0	1.18	0.01	0.32	0.41	0.49
17000	90	15	10	10	0	701	960	904	182	31	95	85	752	666	794	0	0.99	-0.01	0.24	0.69	0.70
1496B	106	19	0	94	0	433	870	662	321	77	337	57	596	571	650	0	0.67	-0.12	0.35	0.62	0.50
1690A	108	14	10	10	0	701	967	857	153	19	142	66	606	250	685	-	1.20	0.01	0.31	0.35	0.44

Tabla 3

CONTROL DE CALIDAD PARA EL RADAR DE LA CORUÑA

Tipo de dato : DIARIO  
 Fecha inicial : 95092101  
 Fecha final : 95122100

Número de estaciones chequeadas..... : 170  
 Umbrales aplicados a la precipitación : UDM = 6.8, UMF = 54.0

CONTROL DE DATOS RADAR

Número de imágenes disponibles ..... : 79  
 Número de imágenes disponibles cuando llovía : 49  
 Número de datos con lluvia según pluviómetros : 53

ESTADÍSTICAS GLOBALES

N_EST	Emparejados																
	Oc. lluvia R,P >=0.8					Pob. detectada (R,P)>=0.8					Pob detectada R>=0.8,P>=0.5						
	Num	PCT	PDT	PFA	PET	POC	NUM	PCT	PCD	PCM	PCF	C_TOT.	M_DIS.	D_DIS.	P_REG.	C_COR.	
I. Global	87	5165	849	800	168	115	199	1713	704	812	673	38	0.74	-0.15	0.41	0.65	0.67
Sector [1, 1]	17	1144	814	765	195	146	234	386	689	794	592	-	0.92	-0.09	0.44	0.54	0.59
Sector [2, 1]	7	430	888	845	106	78	154	159	704	862	645	0	0.66	-0.22	0.45	0.52	0.60
Sector [3, 1]	18	1020	886	867	113	97	132	412	718	872	724	74	0.60	-0.22	0.31	0.79	0.79
Sector [4, 1]	2	158	772	718	281	191	281	46	478	466	483	-	0.66	-0.22	0.53	0.09	0.10
Sector [1, 2]	6	408	759	720	280	210	280	126	714	688	738	-	1.10	0.02	0.42	0.64	0.68
Sector [2, 2]	17	1122	852	790	193	111	209	329	714	786	691	0	0.97	-0.08	0.43	0.53	0.63
Sector [3, 2]	8	547	899	833	88	55	166	185	718	954	710	0	0.60	-0.22	0.32	0.83	0.80
Sector [2, 3]	12	336	869	729	204	75	270	70	757	916	606	0	0.57	-0.19	0.35	0.85	0.71

LISTADO POR ESTACIONES

NEP : 91	No emparejados			Emparejados																		
	(X)			Oc. Lluvia R,P >=0.8					Pob. detectada (R,P)>=0.8					Pob detectada R>=0.8,P>=0.5								
	Est.	Dis.	Ang.	NR	NP	SR	Num	PCT	PDT	PFA	PET	POC	NUM	PCT	PCD	PCM	PCF	C_TOT.	M_DIS.	D_DIS.	P_REG.	C_COR.
1382E	8	5	7	84	0	13	769	666	200	142	333	4	500	1000	0	-	0.00	No hay suficientes datos				
1390	14	28	100	0	0	79	772	709	290	187	290	22	363	500	250	-	0.66	-0.21	0.56	-0.05	-0.06	
1391C	15	25	9	81	0	25	600	-	1000	400	-	0	-	-	-	-	0.00	No hay suficientes datos				
1384A	17	6	100	0	0	79	898	823	66	44	176	28	678	909	529	-	0.68	-0.19	0.26	0.84	0.86	
1391I	18	27	100	0	0	79	772	727	272	195	272	24	583	400	631	-	0.66	-0.22	0.51	0.15	0.17	
...	...																					
...	Faltan 82 líneas más correspondientes a otras tantas estaciones																					

Tabla 4

RADAR DE LA CORUÑA. DATOS DIARIOS.  
RESUMEN ANUAL DE LOS AÑOS 94 Y 95.  
RESUMEN POR ESTACIONES DEL AÑO

Resumen global de la imagen

N_EST	Emparejados																
	Num	Oc. lluvia R,P >=0.8					Pob. detectada (R,P)>=0.8					Pob detectada R>=0.8, P>=0.5					
		PCT	FDT	PEA	PET	POC	NUM	PCT	PCD	PCM	PCF	C_TOT.	M_DIS.	D_DIS.	P_REG.	C_COR.	
Primavera																	
AÑO_94	125	7714	827	512	170	43	487	1147	618	906	412	0	0.51	-0.36	0.43	0.48	0.54
AÑO_95	111	7655	908	730	204	47	269	1121	655	857	485	0	0.65	-0.20	0.41	0.54	0.53
Verano																	
AÑO_94	125	8254	844	502	267	54	497	949	583	803	449	0	0.66	-0.26	0.49	0.36	0.41
AÑO_95	107	5873	870	706	187	64	293	1177	650	805	520	0	0.80	-0.17	0.46	0.46	0.51
Otoño																	
AÑO_94	117	7769	835	734	143	90	265	2422	604	842	474	0	0.56	-0.30	0.47	0.46	0.49
AÑO_95	87	5165	849	800	168	115	199	1713	704	812	673	38	0.74	-0.15	0.41	0.65	0.67
Resumen global de la imagen usando solo las estaciones automáticas																	
Primavera																	
AÑO_94	8	446	898	662	37	31	337	77	720	784	611	0	0.63	-0.25	0.29	0.72	0.78
AÑO_95	8	606	938	646	159	40	154	93	736	806	674	-	0.71	-0.17	0.28	0.67	0.71
Verano																	
AÑO_94	8	539	853	485	137	24	515	57	668	969	524	-	0.78	-0.30	0.31	0.66	0.85
AÑO_95	8	438	893	725	100	33	279	111	705	919	549	0	0.88	-0.14	0.37	0.43	0.51
Otoño																	
AÑO_94	8	506	883	793	105	57	206	172	627	852	527	0	0.66	-0.27	0.35	0.58	0.65
AÑO_95	8	499	910	880	129	78	120	169	770	831	758	200	0.99	-0.08	0.31	0.85	0.84

Referencias

Huff, F., 1970: Sampling errors in measurement of mean precipitation. *Jour. Appl. Meteor.*, 7, 940-943.

Kessler, E. y B. Neas, 1994: On correlation, with applications to the radar and raingage measurement of rainfall. *Atm. Research*, 34 (1994). 217-229.

Larson, L. y E. Peck, 1974: Accuracy of precipitation measurement for hydrological modeling. *Water Reso. Res.* 10, 857-873.

Sevruk, B., 1982: Methods of correction for systematic error in point precipitation measurement for operational use. WMO no. 589. O.H. Rep 21.

Silverman, B.; L. Rogers L. y D. Dahl, 1981. On the sampling variance of raingage networks. *Jour. Appl. Meteor.* Vol. 20 (1981), 1468-1478.

Woodley, W.; A. Olsen; A. Herndon y V. Viggert, 1975: Comparison of gage and radar methods of convective rain measurement. *Jour. Appl. Meteor.* (1975). 909-927.