

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

FACTOR SOCIAL

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETRO	DESCRIPCION
RESILIENCIA	EXPOSICIÓN
EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
FRAGILIDAD	RESILIENCIA

PARAMETRO	RESILIENCIA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
RESILIENCIA			
EXPOSICIÓN			
FRAGILIDAD			

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	RESILIENCIA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
RESILIENCIA	1.00		
EXPOSICIÓN		1.00	
FRAGILIDAD			1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PARAMETRO	RESILIENCIA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
RESILIENCIA	1.00	1/2	
EXPOSICIÓN	2	1.00	
FRAGILIDAD			1.00

el (EXPOSICIÓN) es 2 más importante que el (RESILIENCIA)

el (RESILIENCIA) es 2 menos importante que el (EXPOSICIÓN)

PARAMETRO	RESILIENCIA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
RESILIENCIA	1.00	0.50	1/3
EXPOSICIÓN	2	1.00	
FRAGILIDAD	3		1.00

el (FRAGILIDAD) es 3 más importante que el (RESILIENCIA)

el (RESILIENCIA) es 3 menos importante que el (FRAGILIDAD)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PARAMETRO	RESILIENCIA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
RESILIENCIA	1.00	0.50	0.33
EXPOSICIÓN	2	1.00	0.50
FRAGILIDAD	3	2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	RESILIENCIA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
RESILIENCIA	1.00	0.50	0.33
EXPOSICIÓN	2.00	1.00	0.50
FRAGILIDAD	3.00	2.00	1.00
Suma	6.00	3.50	1.83
1/Suma	0.167	0.286	0.545

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	RESILIENCIA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
RESILIENCIA	1.00	0.50	0.33
EXPOSICIÓN	2.00	1.00	0.50
FRAGILIDAD	3.00	2.00	1.00
Suma	6.00	3.50	1.83
1/Suma	0.167	0.286	0.545

$$1 \times 0.167 = 0.167$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN			
PARAMETRO	RESILIENCIA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD
RESILIENCIA	0.167	0.143	0.182
EXPOSICIÓN	0.333	0.286	0.273
FRAGILIDAD	0.500	0.571	0.545

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	RESILIENCIA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
RESILIENCIA	0.167	0.143	0.182	0.164
EXPOSICIÓN	0.333	0.286	0.273	0.297
FRAGILIDAD	0.500	0.571	0.545	0.539
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.167 + 0.143 + 0.182) / 3 = 0.164$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
RESILIENCIA	0.164	16.38%
EXPOSICIÓN	0.297	29.73%
FRAGILIDAD	0.539	53.90%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	RESILIENCIA	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
RESILIENCIA	1.00	0.50	0.33	x	0.164	=	0.492
EXPOSICIÓN	2.00	1.00	0.50		0.297		0.894
FRAGILIDAD	3.00	2.00	1.00		0.539		1.625

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
0.492	÷	0.164	=	3.004
0.894		0.297		3.008
1.625		0.539		3.015

$$\lambda \max = \frac{3.004 + 3.008 + 3.015}{3} = 3.009$$

PASO 3: Hallando el índice de consistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \Rightarrow IC = \frac{3.009 - 3}{3 - 1} = 0.0046$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \Rightarrow RC = \frac{0.0046}{0.525} = 0.0088 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARAMETRO: POBLACIÓN

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
UNA-PUNO	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
POBL_URB	POBLACIÓN URBANA
I.E	INSTITUTOS EDUCATIVOS
S_P	SIN POBLACIÓN

PRECIPITACIÓN	UNA-PUNO	POBL_URB	I.E	S_P
UNA-PUNO				
POBL_URB				
I.E				
S_P				

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	UNA-PUNO	POBL_URB	I.E	S_P
UNA-PUNO	1.00			
POBL_URB		1.00		
I.E			1.00	
S_P				1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	UNA-PUNO	POBL_URB	I.E	S_P
UNA-PUNO	1.00	3.00		
POBL_URB	1/3	1.00		
I.E			1.00	
S_P				1.00

el (POBL_URB) es 3 menos importante que el (UNA-PUNO)

el (UNA-PUNO) es 3 más importante que el (POBL_URB)

PRECIPITACIÓN	UNA-PUNO	POBL_URB	I.E	S_P
UNA-PUNO	1.00	3.00	5.00	
POBL_URB	1/3	1.00		
I.E	1/5		1.00	
S_P				1.00

el (I.E) es 5 menos importante que el (UNA-PUNO)

el (UNA-PUNO) es 5 más importante que el (I.E)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderación en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	UNA-PUNO	POBL_URB	I.E	S_P
UNA-PUNO	1.00	3.00	5.00	9.00
POBL_URB	1/3	1.00	3.00	7.00
I.E	1/5	1/3	1.00	5.00
S_P	1/9	1/7	1/5	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	UNA-PUNO	POBL_URB	I.E	S_P
UNA-PUNO	1.00	3.00	5.00	9.00
POBL_URB	0.33	1.00	3.00	7.00
I.E	0.20	0.33	1.00	5.00
S_P	0.11	0.14	0.20	1.00
Suma	1.64	4.48	9.20	22.00
1/Suma	0.608	0.223	0.109	0.045

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	UNA-PUNO	POBL_URB	I.E	S_P
UNA-PUNO	1.00	3.00	5.00	9.00
POBL_URB	0.33	1.00	3.00	7.00
I.E	0.20	0.33	1.00	5.00
S_P	0.11	0.14	0.20	1.00
Suma	1.64	4.48	9.20	22.00
1/Suma	0.608	0.223	0.109	0.045

$$1 \times 0.608 = 0.608$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN				
PRECIPITACIÓN	UNA-PUNO	POBL_URB	I.E	S_P
UNA-PUNO	0.608	0.670	0.543	0.409
POBL_URB	0.203	0.223	0.326	0.318
I.E	0.122	0.074	0.109	0.227
S_P	0.068	0.032	0.022	0.045

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	UNA-PUNO	POBL_URB	I.E	S_P		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
UNA-PUNO	0.608	0.670	0.543	0.409		0.558
POBL_URB	0.203	0.223	0.326	0.318		0.268
I.E	0.122	0.074	0.109	0.227		0.133
S_P	0.068	0.032	0.022	0.045		0.042
	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

$$(0.608 + 0.67 + 0.543 + 0.409 + 0) / 5 = 0.558$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
UNA-PUNO	0.558	55.77%
POBL_URB	0.268	26.76%
I.E	0.133	13.30%
S_P	0.042	4.17%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	UNA-PUNO	POBL_URB	I.E	S_P		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
UNA-PUNO	1.00	3.00	5.00	9.00	x	0.558	=	2.401
POBL_URB	0.33	1.00	3.00	7.00		0.268		1.144
I.E	0.20	0.33	1.00	5.00		0.133		0.542
S_P	0.11	0.14	0.20	1.00		0.042		0.168

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.401	÷	0.558	=	4.304
1.144		0.268		4.276
0.542		0.133		4.076
0.168		0.042		4.043

$$\lambda \text{ max} = \frac{4.304 + 4.276 + 4.076 + 4.043}{4} = 4.175$$

PASO 3: Hallando el índice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{4.175 - 4}{4 - 1} = 0.0582$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.0582}{0.882} = 0.066 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

FACTOR: FRAGILIDAD

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETRO	DESCRIPCION
NIÑOS	NIÑOS
ANCIANOS	ANCIANOS
ADULTOS	ADULTOS

PARAMETRO	NIÑOS	ANCIANOS	ADULTOS
NIÑOS			
ANCIANOS			
ADULTOS			

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	NIÑOS	ANCIANOS	ADULTOS
NIÑOS	1.00		
ANCIANOS		1.00	
ADULTOS			1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PARAMETRO	NIÑOS	ANCIANOS	ADULTOS
NIÑOS	1.00	3	
ANCIANOS	1/3	1.00	
ADULTOS			1.00

el (ANCIANOS) es 3 más importante que el (NIÑOS)

el (NIÑOS) es 3 menos importante que el (ANCIANOS)

PARAMETRO	NIÑOS	ANCIANOS	ADULTOS
NIÑOS	1.00	3.00	8
ANCIANOS	1/3	1.00	
ADULTOS	1/8		1.00

el (ADULTOS) es 8 más importante que el (NIÑOS)

el (NIÑOS) es 8 menos importante que el (ADULTOS)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PARAMETRO	NIÑOS	ANCIANOS	ADULTOS
NIÑOS	1.00	3.00	8.00
ANCIANOS	1/3	1.00	4.00
ADULTOS	1/8	1/4	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	NIÑOS	ANCIANOS	ADULTOS
NIÑOS	1.00	3.00	8.00
ANCIANOS	0.33	1.00	4.00
ADULTOS	0.13	0.25	1.00
Suma	1.46	4.25	13.00
1/Suma	0.686	0.235	0.077

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	NIÑOS	ANCIANOS	ADULTOS
NIÑOS	1.00	3.00	8.00
ANCIANOS	0.33	1.00	4.00
ADULTOS	0.13	0.25	1.00
Suma	1.46	4.25	13.00
1/Suma	0.686	0.235	0.077

$$1 \times 0.686 = 0.686$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN			
PARAMETRO	NIÑOS	ANCIANOS	ADULTOS
NIÑOS	0.686	0.706	0.615
ANCIANOS	0.229	0.235	0.308
ADULTOS	0.086	0.059	0.077

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderacion), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	NIÑOS	ANCIANOS	ADULTOS	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
NIÑOS	0.686	0.706	0.615	0.669
ANCIANOS	0.229	0.235	0.308	0.257
ADULTOS	0.086	0.059	0.077	0.074
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.686 + 0.706 + 0.615) / 3 = 0.669$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
NIÑOS	0.669	66.90%
ANCIANOS	0.257	25.72%
ADULTOS	0.074	7.38%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	NIÑOS	ANCIANOS	ADULTOS		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
NIÑOS	1.00	3.00	8.00	x	0.669	=	2.031
ANCIANOS	0.33	1.00	4.00		0.257		0.775
ADULTOS	0.13	0.25	1.00		0.074		0.222

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.031	÷	0.669	=	3.036
0.775		0.257		3.015
0.222		0.074		3.004

$$\lambda \max = \frac{3.036 + 3.015 + 3.004}{3} = 3.018$$

PASO 3: Hallando el índice de consistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \Rightarrow IC = \frac{3.018 - 3}{3 - 1} = 0.0092$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \Rightarrow RC = \frac{0.0092}{0.525} = 0.0175 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARAMETRO: NIÑOS

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
<30,353]	INDICA QUE HAY DE 30 A 353 NIÑOS
<11,30]	INDICA QUE HAY DE 11 A 30 NIÑOS
<0,11]	INDICA QUE HAY DE 1 A 11 NIÑOS
[0]	NO HAY NIÑOS

PRECIPITACIÓN	<30,353]	<11,30]	<0,11]	[0]
<30,353]				
<11,30]				
<0,11]				
[0]				

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	<30,353]	<11,30]	<0,11]	[0]
<30,353]	1.00			
<11,30]		1.00		
<0,11]			1.00	
[0]				1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	<30,353]	<11,30]	<0,11]	[0]
<30,353]	1.00	2.00		
<11,30]	1/2	1.00		
<0,11]			1.00	
[0]				1.00

el (<11,30]) es 2 menos importante que el (<30,353])

el (<30,353]) es 2 más importante que el (<11,30])

PRECIPITACIÓN	<30,353]	<11,30]	<0,11]	[0]
<30,353]	1.00	2.00	5.00	
<11,30]	1/2	1.00		
<0,11]	1/5		1.00	
[0]				1.00

el (<0,11]) es 5 menos importante que el (<30,353])

el (<30,353]) es 5 más importante que el (<0,11])

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	<30,353]	<11,30]	<0,11]	[0]
<30,353]	1.00	2.00	5.00	7.00
<11,30]	1/2	1.00	2.00	5.00
<0,11]	1/5	1/2	1.00	2.00
[0]	1/7	1/5	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	<30,353]	<11,30]	<0,11]	[0]
<30,353]	1.00	2.00	5.00	7.00
<11,30]	0.50	1.00	2.00	5.00
<0,11]	0.20	0.50	1.00	2.00
[0]	0.14	0.20	0.50	1.00
Suma	1.84	3.70	8.50	15.00
1/Suma	0.543	0.270	0.118	0.067

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	<30,353]	<11,30]	<0,11]	[0]
<30,353]	1.00	2.00	5.00	7.00
<11,30]	0.50	1.00	2.00	5.00
<0,11]	0.20	0.50	1.00	2.00
[0]	0.14	0.20	0.50	1.00
Suma	1.84	3.70	8.50	15.00
1/Suma	0.543	0.270	0.118	0.067

$$1 \times 0.543 = 0.543$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN				
PRECIPITACIÓN	<30,353]	<11,30]	<0,11]	[0]
<30,353]	0.543	0.541	0.588	0.467
<11,30]	0.271	0.270	0.235	0.333
<0,11]	0.109	0.135	0.118	0.133
[0]	0.078	0.054	0.059	0.067

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	<30,353]	<11,30]	<0,11]	[0]		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
<30,353]	0.543	0.541	0.588	0.467		0.535
<11,30]	0.271	0.270	0.235	0.333		0.278
<0,11]	0.109	0.135	0.118	0.133		0.124
[0]	0.078	0.054	0.059	0.067		0.064
	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

$$(0.543 + 0.541 + 0.588 + 0.467 + 0) / 5 = 0.535$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
<30,353]	0.535	53.45%
<11,30]	0.278	27.76%
<0,11]	0.124	12.37%
[0]	0.064	6.43%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	<30,353]	<11,30]	<0,11]	[0]		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
<30,353]	1.00	2.00	5.00	7.00	x	0.535	=	2.158
<11,30]	0.50	1.00	2.00	5.00		0.278		1.113
<0,11]	0.20	0.50	1.00	2.00		0.124		0.498
[0]	0.14	0.20	0.50	1.00		0.064		0.258

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.158	÷	0.535	=	4.037
1.113		0.278		4.012
0.498		0.124		4.026
0.258		0.064		4.014

$$\lambda \text{ max} = \frac{4.037 + 4.012 + 4.026 + 4.014}{4} = 4.022$$

PASO 3: Hallando el índice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{4.022 - 4}{4 - 1} = 0.0074$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.0074}{0.882} = 0.0084 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARAMETRO: ADULTOS

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
<200,19,000]	INDICA QUE HAY DE 201 A 19,000 ADULTOS
<40,200]	INDICA QUE HAY DE 41 A 200 ADULTOS
<0,40]	INDICA QUE HAY DE 1 A 40 ADULTOS
[0]	NO HAY ADULTOS

PRECIPITACIÓN	<200,19,000]	<40,200]	<0,40]	[0]
<200,19,000]				
<40,200]				
<0,40]				
[0]				

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	<200,19,000]	<40,200]	<0,40]	[0]
<200,19,000]	1.00			
<40,200]		1.00		
<0,40]			1.00	
[0]				1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	<200,19,000]	<40,200]	<0,40]	[0]
<200,19,000]	1.00	2.00		
<40,200]	1/2	1.00		
<0,40]			1.00	
[0]				1.00

el (<40,200]) es 2 menos importante que el (<200,19,000])

el (<200,19,000]) es 2 más importante que el (<40,200])

PRECIPITACIÓN	<200,19,000]	<40,200]	<0,40]	[0]
<200,19,000]	1.00	2.00	6.00	
<40,200]	1/2	1.00		
<0,40]	1/6		1.00	
[0]				1.00

el (<0,40]) es 6 menos importante que el (<200,19,000])

el (<200,19,000]) es 6 más importante que el (<0,40])

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	<200,19,000]	<40,200]	<0,40]	[0]
<200,19,000]	1.00	2.00	6.00	6.00
<40,200]	1/2	1.00	2.00	5.00
<0,40]	1/6	1/2	1.00	2.00
[0]	1/6	1/5	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	<200,19,000]	<40,200]	<0,40]	[0]
<200,19,000]	1.00	2.00	6.00	6.00
<40,200]	0.50	1.00	2.00	5.00
<0,40]	0.17	0.50	1.00	2.00
[0]	0.17	0.20	0.50	1.00
Suma	1.83	3.70	9.50	14.00
1/Suma	0.545	0.270	0.105	0.071

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	<200,19,000]	<40,200]	<0,40]	[0]
<200,19,000]	1.00	2.00	6.00	6.00
<40,200]	0.50	1.00	2.00	5.00
<0,40]	0.17	0.50	1.00	2.00
[0]	0.17	0.20	0.50	1.00
Suma	1.83	3.70	9.50	14.00
1/Suma	0.545	0.270	0.105	0.071

$$1 \times 0.545 = 0.545$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN				
PRECIPITACIÓN	<200,19,000]	<40,200]	<0,40]	[0]
<200,19,000]	0.545	0.541	0.632	0.429
<40,200]	0.273	0.270	0.211	0.357
<0,40]	0.091	0.135	0.105	0.143
[0]	0.091	0.054	0.053	0.071

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	<200,19,000]	<40,200]	<0,40]	[0]		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
<200,19,000]	0.545	0.541	0.632	0.429		0.537
<40,200]	0.273	0.270	0.211	0.357		0.278
<0,40]	0.091	0.135	0.105	0.143		0.119
[0]	0.091	0.054	0.053	0.071		0.067
	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

$$(0.545 + 0.541 + 0.632 + 0.429 + 0) / 5 = 0.537$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
<200,19,000]	0.537	53.65%
<40,200]	0.278	27.77%
<0,40]	0.119	11.85%
[0]	0.067	6.73%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	<200,19,000]	<40,200]	<0,40]	[0]		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
<200,19,000]	1.00	2.00	6.00	6.00	x	0.537	=	2.207
<40,200]	0.50	1.00	2.00	5.00		0.278		1.119
<0,40]	0.17	0.50	1.00	2.00		0.119		0.481
[0]	0.17	0.20	0.50	1.00		0.067		0.271

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.207	÷	0.537	=	4.113
1.119		0.278		4.031
0.481		0.119		4.060
0.271		0.067		4.037

$$\lambda \text{ max} = \frac{4.113 + 4.031 + 4.060 + 4.037}{4} = 4.060$$

PASO 3: Hallando el índice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{4.06 - 4}{4 - 1} = 0.0201$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.0201}{0.882} = 0.0227 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARAMETRO: ANCIANOS

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
<20,37]	INDICA QUE HAY DE 21 A 37 ANCIANOS
<9,20]	INDICA QUE HAY DE 10 A 20 ANCIANOS
<0,9]	INDICA QUE HAY DE 1 A 9 ANCIANOS
[0]	NO HAY ANCIANO

PRECIPITACIÓN	<20,37]	<9,20]	<0,9]	[0]
<20,37]				
<9,20]				
<0,9]				
[0]				

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	<20,37]	<9,20]	<0,9]	[0]
<20,37]	1.00			
<9,20]		1.00		
<0,9]			1.00	
[0]				1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	<20,37]	<9,20]	<0,9]	[0]
<20,37]	1.00	2.00		
<9,20]	1/2	1.00		
<0,9]			1.00	
[0]				1.00

el (<9,20]) es 2 menos importante que el (<20,37])

el (<20,37]) es 2 más importante que el (<9,20])

PRECIPITACIÓN	<20,37]	<9,20]	<0,9]	[0]
<20,37]	1.00	2.00	4.00	
<9,20]	1/2	1.00		
<0,9]	1/4		1.00	
[0]				1.00

el (<0,9]) es 4 menos importante que el (<20,37])

el (<20,37]) es 4 más importante que el (<0,9])

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	<20,37]	<9,20]	<0,9]	[0]
<20,37]	1.00	2.00	4.00	7.00
<9,20]	1/2	1.00	2.00	5.00
<0,9]	1/4	1/2	1.00	2.00
[0]	1/7	1/5	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	<20,37]	<9,20]	<0,9]	[0]
<20,37]	1.00	2.00	4.00	7.00
<9,20]	0.50	1.00	2.00	5.00
<0,9]	0.25	0.50	1.00	2.00
[0]	0.14	0.20	0.50	1.00
Suma	1.89	3.70	7.50	15.00
1/Suma	0.528	0.270	0.133	0.067

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	<20,37]	<9,20]	<0,9]	[0]
<20,37]	1.00	2.00	4.00	7.00
<9,20]	0.50	1.00	2.00	5.00
<0,9]	0.25	0.50	1.00	2.00
[0]	0.14	0.20	0.50	1.00
Suma	1.89	3.70	7.50	15.00
1/Suma	0.528	0.270	0.133	0.067

$$1 \times 0.528 = 0.528$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN				
PRECIPITACIÓN	<20,37]	<9,20]	<0,9]	[0]
<20,37]	0.528	0.541	0.533	0.467
<9,20]	0.264	0.270	0.267	0.333
<0,9]	0.132	0.135	0.133	0.133
[0]	0.075	0.054	0.067	0.067

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	<20,37]	<9,20]	<0,9]	[0]		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
<20,37]	0.528	0.541	0.533	0.467		0.517
<9,20]	0.264	0.270	0.267	0.333		0.284
<0,9]	0.132	0.135	0.133	0.133		0.133
[0]	0.075	0.054	0.067	0.067		0.066
	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

$$(0.528 + 0.541 + 0.533 + 0.467 + 0) / 5 = 0.517$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
<20,37]	0.517	51.72%
<9,20]	0.284	28.36%
<0,9]	0.133	13.35%
[0]	0.066	6.57%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	<20,37]	<9,20]	<0,9]	[0]		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
<20,37]	1.00	2.00	4.00	7.00	x	0.517	=	2.078
<9,20]	0.50	1.00	2.00	5.00		0.284		1.138
<0,9]	0.25	0.50	1.00	2.00		0.133		0.536
[0]	0.14	0.20	0.50	1.00		0.066		0.263

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.078		0.517	÷	4.018
1.138		0.284		4.012
0.536		0.133	=	4.016
0.263		0.066		4.003

$$\lambda \text{ max} = \frac{4.018 + 4.012 + 4.016 + 4.003}{4} = 4.012$$

PASO 3: Hallando el índice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{4.012 - 4}{4 - 1} = 0.0041$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.0041}{0.882} = 0.0046 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARAMETRO: CAPACITACIONES EN TEMAS DE RIESGO

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
NUNCA	nunca tuvo capacitacion en temas de riesgo por inundación
1 vez cada 3 años	Una vez cada 3 años tuvo capacitacion en temas de riesgo por inundación
1 vez cada 2 años	Una vez cada 2 años tuvo capacitacion en temas de riesgo por inundación
1 vez al año	Una ves al año tuvo capacitacion en temas de riesgo por inundación

PRECIPITACIÓN	NUNCA	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año
NUNCA				
1 vez cada 3 años				
1 vez cada 2 años				
1 vez al año				

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	NUNCA	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año
NUNCA	1.00			
1 vez cada 3 años		1.00		
1 vez cada 2 años			1.00	
1 vez al año				1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	NUNCA	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año
NUNCA	1.00	2.00		
1 vez cada 3 años	1/2	1.00		
1 vez cada 2 años			1.00	
1 vez al año				1.00

el (1 vez cada 3 años) es 2 menos importante que el (NUNCA)

el (NUNCA) es 2 más importante que el (1 vez cada 3 años)

PRECIPITACIÓN	NUNCA	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año
NUNCA	1.00	2.00	4.00	
1 vez cada 3 años	1/2	1.00		
1 vez cada 2 años	1/4		1.00	
1 vez al año				1.00

el (1 vez cada 2 años) es 4 menos importante que el (NUNCA)

el (NUNCA) es 4 más importante que el (1 vez cada 2 años)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	NUNCA	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año
NUNCA	1.00	2.00	4.00	6.00
1 vez cada 3 años	1/2	1.00	2.00	4.00
1 vez cada 2 años	1/4	1/2	1.00	2.00
1 vez al año	1/6	1/4	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	NUNCA	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año
NUNCA	1.00	2.00	4.00	6.00
1 vez cada 3 años	0.50	1.00	2.00	4.00
1 vez cada 2 años	0.25	0.50	1.00	2.00
1 vez al año	0.17	0.25	0.50	1.00
Suma	1.92	3.75	7.50	13.00
1/Suma	0.522	0.267	0.133	0.077

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	NUNCA	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año
NUNCA	1.00	2.00	4.00	6.00
1 vez cada 3 años	0.50	1.00	2.00	4.00
1 vez cada 2 años	0.25	0.50	1.00	2.00
1 vez al año	0.17	0.25	0.50	1.00
Suma	1.92	3.75	7.50	13.00
1/Suma	0.522	0.267	0.133	0.077

$$1 \times 0.522 = 0.522$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN				
PRECIPITACIÓN	NUNCA	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año
NUNCA	0.522	0.533	0.533	0.462
1 vez cada 3 años	0.261	0.267	0.267	0.308
1 vez cada 2 años	0.130	0.133	0.133	0.154
1 vez al año	0.087	0.067	0.067	0.077

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	NUNCA	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
NUNCA	0.522	0.533	0.533	0.462		0.512
1 vez cada 3 años	0.261	0.267	0.267	0.308		0.275
1 vez cada 2 años	0.130	0.133	0.133	0.154		0.138
1 vez al año	0.087	0.067	0.067	0.077		0.074
	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

$$(0.522 + 0.533 + 0.533 + 0.462 + 0) / 5 = 0.512$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
NUNCA	0.512	51.25%
1 vez cada 3 años	0.275	27.55%
1 vez cada 2 años	0.138	13.77%
1 vez al año	0.074	7.43%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	NUNCA	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
NUNCA	1.00	2.00	4.00	6.00	x	0.512	=	2.060
1 vez cada 3	0.50	1.00	2.00	4.00		0.275		1.104
1 vez cada 2	0.25	0.50	1.00	2.00		0.138		0.552
1 vez al año	0.17	0.25	0.50	1.00		0.074		0.297

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.060	÷	0.512	=	4.020
1.104		0.275		4.009
0.552		0.138		4.009
0.297		0.074		4.003

$$\lambda \text{ max} = \frac{4.02 + 4.009 + 4.009 + 4.003}{4} = 4.010$$

PASO 3: Hallando el índice de consistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{4.01 - 4}{4 - 1} = 0.0035$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.0035}{0.882} = 0.0039 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARAMETRO: CAPACITACIONES EN TEMAS DE RIESGO

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
No Muestra Interes	no muestra interes en participar en campañas de prevención de riesgo por inundación
Muestra interés de vez en cuando	Muestra interés de vez en cuando en participar en campañas de prevención de riesgo por inundación
Siempre estoy atento para participar	Siempre estoy atento para participar en campañas de prevención de riesgo por inundación
Me gusta participar	Me gusta participar en campañas de prevención de riesgo por inundación

PRECIPITACIÓN	No Muestra Interes	Muestra interés de vez en cuando	Siempre estoy atento para participar	Me gusta participar
No Muestra Interes				
Muestra interés de vez en cuando				
Siempre estoy atento para participar				
Me gusta participar				

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	No Muestra Interes	Muestra interés de vez en cuando	Siempre estoy atento para participar	Me gusta participar
No Muestra Interes	1.00			
Muestra interés de vez en cuando		1.00		
Siempre estoy atento para participar			1.00	
Me gusta participar				1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	No Muestra Interes	Muestra interés de vez en cuando	Siempre estoy atento para participar	Me gusta participar
No Muestra Interes	1.00	3.00		
Muestra interés de vez en cuando	1/3	1.00		
Siempre estoy atento para participar			1.00	
Me gusta participar				1.00

el (Muestra interés de vez en cuando) es 3 menos importante que el (No Muestra Interes)

el (No Muestra Interes) es 3 más importante que el (Muestra interés de vez en cuando)

PRECIPITACIÓN	No Muestra Interes	Muestra interés de vez en cuando	Siempre estoy atento para participar	Me gusta participar
No Muestra Interes	1.00	3.00	5.00	
Muestra interés de vez en cuando	1/3	1.00		
Siempre estoy atento para participar	1/5		1.00	
Me gusta participar				1.00

el (Siempre estoy atento para participar) es 5 menos importante que el (No Muestra Interes)

el (No Muestra Interes) es 5 más importante que el (Siempre estoy atento para participar)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	No Muestra Interes	Muestra interés de vez en cuando	Siempre estoy atento para participar	Me gusta participar
No Muestra Interes	1.00	3.00	5.00	9.00
Muestra interés de vez en cuando	1/3	1.00	3.00	5.00
Siempre estoy atento para participar	1/5	1/3	1.00	2.00
Me gusta participar	1/9	1/5	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	No Muestra Interes	Muestra interés de vez en cuando	Siempre estoy atento para participar	Me gusta participar
No Muestra Interes	1.00	3.00	5.00	9.00
Muestra interés de vez en cuando	0.33	1.00	3.00	5.00
Siempre estoy atento para participar	0.20	0.33	1.00	2.00
Me gusta participar	0.11	0.20	0.50	1.00
Suma	1.64	4.53	9.50	17.00
1/Suma	0.608	0.221	0.105	0.059

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	No Muestra Interes	Muestra interés de vez en cuando	Siempre estoy atento para participar	Me gusta participar
No Muestra Interes	1.00	3.00	5.00	9.00
Muestra interés de vez en cuando	0.33	1.00	3.00	5.00
Siempre estoy atento para participar	0.20	0.33	1.00	2.00
Me gusta participar	0.11	0.20	0.50	1.00
Suma	1.64	4.53	9.50	17.00
1/Suma	0.608	0.221	0.105	0.059

$$1 \times 0.608 = 0.608$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN				
PRECIPITACIÓN	No Muestra Interes	Muestra interés de vez en cuando	Siempre estoy atento para participar	Me gusta participar
No Muestra Interes	0.608	0.662	0.526	0.529
Muestra interés de vez en cuando	0.203	0.221	0.316	0.294
Siempre estoy atento para participar	0.122	0.074	0.105	0.118
Me gusta participar	0.068	0.044	0.053	0.059

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	No Muestra Interes	Muestra interés de vez en cuando	Siempre estoy atento para participar	Me gusta participar	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
No Muestra Interes	0.608	0.662	0.526	0.529	0.581
Muestra interés de vez en cuando	0.203	0.221	0.316	0.294	0.258
Siempre estoy atento para participar	0.122	0.074	0.105	0.118	0.105
Me gusta participar	0.068	0.044	0.053	0.059	0.056
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

$(0.608 + 0.662 + 0.526 + 0.529 + 0) / 5 = 0.581$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
No Muestra Interes	0.581	58.14%
Muestra interés de vez en cuando	0.258	25.83%
Siempre estoy atento para participar	0.105	10.45%
Me gusta participar	0.056	5.58%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	No Muestra Interes	Muestra interés de vez en cuando	Siempre estoy atento para	Me gusta participar
No Muestra	1.00	3.00	5.00	9.00
Muestra interés	0.33	1.00	3.00	5.00
Siempre estoy	0.20	0.33	1.00	2.00
Me gusta	0.11	0.20	0.50	1.00

x

VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
0.581
0.258
0.105
0.056

=

Vector Suna Ponderada
2.381
1.045
0.418
0.224

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suna Ponderada
2.381
1.045
0.418
0.224

÷

VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
0.581
0.258
0.105
0.056

=

λ max
4.095
4.044
4.004
4.021

$$\lambda \max = \frac{4.095 + 4.044 + 4.004 + 4.021}{4} = 4.041$$

PASO 3: Hallando el indice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \Rightarrow IC = \frac{4.041 - 4}{4 - 1} = 0.0137$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \Rightarrow RC = \frac{0.0137}{0.882} = 0.0155 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del indice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

FACTOR ECONÓMICO

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETRO	DESCRIPCION
EXPOSICIÓN	EXPOSICIÓN
RESILIENCIA	RESILIENCIA
FRAGILIDAD	FRAGILIDAD

PARAMETRO	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	FRAGILIDAD
EXPOSICIÓN			
RESILIENCIA			
FRAGILIDAD			

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	FRAGILIDAD
EXPOSICIÓN	1.00		
RESILIENCIA		1.00	
FRAGILIDAD			1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PARAMETRO	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	FRAGILIDAD
EXPOSICIÓN	1.00	1/2	
RESILIENCIA	2	1.00	
FRAGILIDAD			1.00

el (RESILIENCIA) es 2 más importante que el (EXPOSICIÓN)

el (EXPOSICIÓN) es 2 menos importante que el (RESILIENCIA)

PARAMETRO	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	FRAGILIDAD
EXPOSICIÓN	1.00	0.50	1/5
RESILIENCIA	2	1.00	
FRAGILIDAD	5		1.00

el (FRAGILIDAD) es 5 más importante que el (EXPOSICIÓN)

el (EXPOSICIÓN) es 5 menos importante que el (FRAGILIDAD)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PARAMETRO	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	FRAGILIDAD
EXPOSICIÓN	1.00	0.50	0.20
RESILIENCIA	2	1.00	0.33
FRAGILIDAD	5	3	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	FRAGILIDAD
EXPOSICIÓN	1.00	0.50	0.20
RESILIENCIA	2.00	1.00	0.33
FRAGILIDAD	5.00	3.00	1.00
Suma	8.00	4.50	1.53
1/Suma	0.125	0.222	0.652

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	FRAGILIDAD
EXPOSICIÓN	1.00	0.50	0.20
RESILIENCIA	2.00	1.00	0.33
FRAGILIDAD	5.00	3.00	1.00
Suma	8.00	4.50	1.53
1/Suma	0.125	0.222	0.652

$$1 \times 0.125 = 0.125$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN			
PARAMETRO	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	FRAGILIDAD
EXPOSICIÓN	0.125	0.111	0.130
RESILIENCIA	0.250	0.222	0.217
FRAGILIDAD	0.625	0.667	0.652

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	FRAGILIDAD	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
EXPOSICIÓN	0.125	0.111	0.130	0.122
RESILIENCIA	0.250	0.222	0.217	0.230
FRAGILIDAD	0.625	0.667	0.652	0.648
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.125 + 0.111 + 0.13) / 3 = 0.122$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
EXPOSICIÓN	0.122	12.22%
RESILIENCIA	0.230	22.99%
FRAGILIDAD	0.648	64.79%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	FRAGILIDAD		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
EXPOSICIÓN	1.00	0.50	0.20	x	0.122	=	0.367
RESILIENCIA	2.00	1.00	0.33		0.230		0.690
FRAGILIDAD	5.00	3.00	1.00		0.648		1.948

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
0.367	÷	0.122	=	3.001
0.690		0.230		3.003
1.948		0.648		3.007

$$\lambda \max = \frac{3.001 + 3.003 + 3.007}{3} = 3.004$$

PASO 3: Hallando el índice de consistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \Rightarrow IC = \frac{3.004 - 3}{3 - 1} = 0.0018$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \Rightarrow RC = \frac{0.0018}{0.525} = 0.0035 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARAMETRO: ANCIANOS

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
P_RESI	RESIDENCIAL
P_INST	INSTITUCIONAL
P_RECRE	RECREACIONAL
S_C	SIN CONSTRUCCIÓN

PRECIPITACIÓN	P_RESI	P_INST	P_RECRE	S_C
P_RESI				
P_INST				
P_RECRE				
S_C				

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	P_RESI	P_INST	P_RECRE	S_C
P_RESI	1.00			
P_INST		1.00		
P_RECRE			1.00	
S_C				1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	P_RESI	P_INST	P_RECRE	S_C
P_RESI	1.00	2.00		
P_INST	1/2	1.00		
P_RECRE			1.00	
S_C				1.00

el (P_INST) es 2 menos importante que el (P_RESI)

el (P_RESI) es 2 más importante que el (P_INST)

PRECIPITACIÓN	P_RESI	P_INST	P_RECRE	S_C
P_RESI	1.00	2.00	5.00	
P_INST	1/2	1.00		
P_RECRE	1/5		1.00	
S_C				1.00

el (P_RECRE) es 5 menos importante que el (P_RESI)

el (P_RESI) es 5 más importante que el (P_RECRE)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderación en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	P_RESI	P_INST	P_RECRE	S_C
P_RESI	1.00	2.00	5.00	9.00
P_INST	1/2	1.00	2.00	5.00
P_RECRE	1/5	1/2	1.00	2.00
S_C	1/9	1/5	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	P_RESI	P_INST	P_RECRE	S_C
P_RESI	1.00	2.00	5.00	9.00
P_INST	0.50	1.00	2.00	5.00
P_RECRE	0.20	0.50	1.00	2.00
S_C	0.11	0.20	0.50	1.00
Suma	1.81	3.70	8.50	17.00
1/Suma	0.552	0.270	0.118	0.059

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	P_RESI	P_INST	P_RECRE	S_C
P_RESI	1.00	2.00	5.00	9.00
P_INST	0.50	1.00	2.00	5.00
P_RECRE	0.20	0.50	1.00	2.00
S_C	0.11	0.20	0.50	1.00
Suma	1.81	3.70	8.50	17.00
1/Suma	0.552	0.270	0.118	0.059

$$1 \times 0.552 = 0.552$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN				
PRECIPITACIÓN	P_RESI	P_INST	P_RECRE	S_C
P_RESI	0.552	0.541	0.588	0.529
P_INST	0.276	0.270	0.235	0.294
P_RECRE	0.110	0.135	0.118	0.118
S_C	0.061	0.054	0.059	0.059

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	P_RESI	P_INST	P_RECRE	S_C		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
P_RESI	0.552	0.541	0.588	0.529		0.553
P_INST	0.276	0.270	0.235	0.294		0.269
P_RECRE	0.110	0.135	0.118	0.118		0.120
S_C	0.061	0.054	0.059	0.059		0.058
	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

$$(0.552 + 0.541 + 0.588 + 0.529 + 0) / 5 = 0.553$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
P_RESI	0.553	55.26%
P_INST	0.269	26.89%
P_RECRE	0.120	12.02%
S_C	0.058	5.83%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	P_RESI	P_INST	P_RECRE	S_C		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
P_RESI	1.00	2.00	5.00	9.00	x	0.553	=	2.216
P_INST	0.50	1.00	2.00	5.00		0.269		1.077
P_RECRE	0.20	0.50	1.00	2.00		0.120		0.482
S_C	0.11	0.20	0.50	1.00		0.058		0.234

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.216	÷	0.553	=	4.010
1.077		0.269		4.005
0.482		0.120		4.007
0.234		0.058		4.009

$$\lambda \text{ max} = \frac{4.01 + 4.005 + 4.007 + 4.009}{4} = 4.008$$

PASO 3: Hallando el índice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{4.008 - 4}{4 - 1} = 0.0025$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.0025}{0.882} = 0.0029 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

FACTOR FRAGILIDAD

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETRO	DESCRIPCION
EST_CONS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
M_ESTR	MATERIAL ESTRUCTURAL
SERV_BAS	SERVICIOS BASICOS

PARAMETRO	EST_CONS	M_ESTR	SERV_BAS
EST_CONS			
M_ESTR			
SERV_BAS			

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	EST_CONS	M_ESTR	SERV_BAS
EST_CONS	1.00		
M_ESTR		1.00	
SERV_BAS			1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PARAMETRO	EST_CONS	M_ESTR	SERV_BAS
EST_CONS	1.00	4	
M_ESTR	1/4	1.00	
SERV_BAS			1.00

el (M_ESTR) es 4 menos importante que el (EST_CONS)

el (EST_CONS) es 4 más importante que el (M_ESTR)

PARAMETRO	EST_CONS	M_ESTR	SERV_BAS
EST_CONS	1.00	4.00	5
M_ESTR	1/4	1.00	
SERV_BAS	1/5		1.00

el (SERV_BAS) es 5 menos importante que el (EST_CONS)

el (EST_CONS) es 5 más importante que el (SERV_BAS)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PARAMETRO	EST_CONS	M_ESTR	SERV_BAS
EST_CONS	1.00	4.00	5.00
M_ESTR	1/4	1.00	2.00
SERV_BAS	1/5	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	EST_CONS	M_ESTR	SERV_BAS
EST_CONS	1.00	4.00	5.00
M_ESTR	0.25	1.00	2.00
SERV_BAS	0.20	0.50	1.00
Suma	1.45	5.50	8.00
1/Suma	0.690	0.182	0.125

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	EST_CONS	M_ESTR	SERV_BAS
EST_CONS	1.00	4.00	5.00
M_ESTR	0.25	1.00	2.00
SERV_BAS	0.20	0.50	1.00
Suma	1.45	5.50	8.00
1/Suma	0.690	0.182	0.125

$$1 \times 0.69 = 0.69$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN			
PARAMETRO	EST_CONS	M_ESTR	SERV_BAS
EST_CONS	0.690	0.727	0.625
M_ESTR	0.172	0.182	0.250
SERV_BAS	0.138	0.091	0.125

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	EST_CONS	M_ESTR	SERV_BAS	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
EST_CONS	0.690	0.727	0.625	0.681
M_ESTR	0.172	0.182	0.250	0.201
SERV_BAS	0.138	0.091	0.125	0.118
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.69 + 0.727 + 0.625) / 3 = 0.681$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
EST_CONS	0.681	68.06%
M_ESTR	0.201	20.14%
SERV_BAS	0.118	11.79%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	EST_CONS	M_ESTR	SERV_BAS		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
EST_CONS	1.00	4.00	5.00	x	0.681	=	2.076
M_ESTR	0.25	1.00	2.00		0.201		0.607
SERV_BAS	0.20	0.50	1.00		0.118		0.355

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.076	÷	0.681	=	3.050
0.607		0.201		3.016
0.355		0.118		3.008

$$\lambda \max = \frac{3.05 + 3.016 + 3.008}{3} = 3.025$$

PASO 3: Hallando el índice de consistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \Rightarrow IC = \frac{3.025 - 3}{3 - 1} = 0.0124$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \Rightarrow RC = \frac{0.0124}{0.525} = 0.0235 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARAMETRO: MATERIAL ESTRUCTURAL

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETRO	DESCRIPCION
ADOB	ADOBE
ALB_ESTR	ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL
EST_APORT	ESTRUCTURA APORTICADA

PARAMETRO	ADOB	ALB_ESTR	EST_APORT
ADOB			
ALB_ESTR			
EST_APORT			

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	ADOB	ALB_ESTR	EST_APORT
ADOB	1.00		
ALB_ESTR		1.00	
EST_APORT			1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PARAMETRO	ADOB	ALB_ESTR	EST_APORT
ADOB	1.00	3	
ALB_ESTR	1/3	1.00	
EST_APORT			1.00

el (ALB_ESTR) es 3 menos importante que el (ADOB)

el (ADOB) es 3 más importante que el (ALB_ESTR)

PARAMETRO	ADOB	ALB_ESTR	EST_APORT
ADOB	1.00	3.00	5
ALB_ESTR	1/3	1.00	
EST_APORT	1/5		1.00

el (EST_APORT) es 5 menos importante que el (ADOB)

el (ADOB) es 5 más importante que el (EST_APORT)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PARAMETRO	ADOB	ALB_ESTR	EST_APORT
ADOB	1.00	3.00	5.00
ALB_ESTR	1/3	1.00	2.00
EST_APORT	1/5	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	ADOB	ALB_ESTR	EST_APORT
ADOB	1.00	3.00	5.00
ALB_ESTR	0.33	1.00	2.00
EST_APORT	0.20	0.50	1.00
Suma	1.53	4.50	8.00
1/Suma	0.652	0.222	0.125

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	ADOB	ALB_ESTR	EST_APORT
ADOB	1.00	3.00	5.00
ALB_ESTR	0.33	1.00	2.00
EST_APORT	0.20	0.50	1.00
Suma	1.53	4.50	8.00
1/Suma	0.652	0.222	0.125

$$1 \times 0.652 = 0.652$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN			
PARAMETRO	ADOB	ALB_ESTR	EST_APORT
ADOB	0.652	0.667	0.625
ALB_ESTR	0.217	0.222	0.250
EST_APORT	0.130	0.111	0.125

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderacion), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	ADOB	ALB_ESTR	EST_APORT	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
ADOB	0.652	0.667	0.625	0.648
ALB_ESTR	0.217	0.222	0.250	0.230
EST_APORT	0.130	0.111	0.125	0.122
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.652 + 0.667 + 0.625) / 3 = 0.648$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
ADOB	0.648	64.79%
ALB_ESTR	0.230	22.99%
EST_APORT	0.122	12.22%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	ADOB	ALB_ESTR	EST_APORT		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
ADOB	1.00	3.00	5.00	x	0.648	=	1.948
ALB_ESTR	0.33	1.00	2.00		0.230		0.690
EST_APORT	0.20	0.50	1.00		0.122		0.367

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
1.948	÷	0.648	=	3.007
0.690		0.230		3.003
0.367		0.122		3.001

$$\lambda \max = \frac{3.007 + 3.003 + 3.001}{3} = 3.004$$

PASO 3: Hallando el índice de consistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \Rightarrow IC = \frac{3.004 - 3}{3 - 1} = 0.0018$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \Rightarrow RC = \frac{0.0018}{0.525} = 0.0035 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARAMETRO: ESTADO DE CONSERVACIÓN

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
MUY BUENA	ESTRUCTURA EN MUY BUEN ESTADO
BUENA	ESTRUCTURA EN BUEN ESTADO
REGULAR	ESTRUCUTRA EN ESTADO REGULAR
MALO	ESTUCTURA EN MAL ESTADO

PRECIPITACIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO
MUY BUENA				
BUENA				
REGULAR				
MALO				

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO
MUY BUENA	1.00			
BUENA		1.00		
REGULAR			1.00	
MALO				1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO
MUY BUENA	1.00	0.50		
BUENA	2	1.00		
REGULAR			1.00	
MALO				1.00

el (BUENA) es 2 más importante que el (MUY BUENA)

el (MUY BUENA) es 2 menos importante que el (BUENA)

PRECIPITACIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO
MUY BUENA	1.00	0.50	0.20	
BUENA	2	1.00		
REGULAR	5		1.00	
MALO				1.00

el (REGULAR) es 5 más importante que el (MUY BUENA)

el (MUY BUENA) es 5 menos importante que el (REGULAR)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO
MUY BUENA	1.00	0.50	0.20	0.13
BUENA	2	1.00	0.25	0.14
REGULAR	5	4	1.00	0.20
MALO	8	7	5	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO
MUY BUENA	1.00	0.50	0.20	0.13
BUENA	2.00	1.00	0.25	0.14
REGULAR	5.00	4.00	1.00	0.20
MALO	8.00	7.00	5.00	1.00
Suma	16.00	12.50	6.45	1.47
1/Suma	0.063	0.080	0.155	0.681

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO
MUY BUENA	1.00	0.50	0.20	0.13
BUENA	2.00	1.00	0.25	0.14
REGULAR	5.00	4.00	1.00	0.20
MALO	8.00	7.00	5.00	1.00
Suma	16.00	12.50	6.45	1.47
1/Suma	0.063	0.080	0.155	0.681

$$1 \times 0.063 = 0.063$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN				
PRECIPITACIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO
MUY BUENA	0.063	0.040	0.031	0.085
BUENA	0.125	0.080	0.039	0.097
REGULAR	0.313	0.320	0.155	0.136
MALO	0.500	0.560	0.775	0.681

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
MUY BUENA	0.063	0.040	0.031	0.085		0.055
BUENA	0.125	0.080	0.039	0.097		0.085
REGULAR	0.313	0.320	0.155	0.136		0.231
MALO	0.500	0.560	0.775	0.681		0.629
	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

$$(0.063 + 0.04 + 0.031 + 0.085 + 0)/5 = 0.055$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
MUY BUENA	0.055	5.47%
BUENA	0.085	8.53%
REGULAR	0.231	23.09%
MALO	0.629	62.91%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
MUY BUENA	1.00	0.50	0.20	0.13	x	0.055	=	0.222
BUENA	2.00	1.00	0.25	0.14		0.085		0.342
REGULAR	5.00	4.00	1.00	0.20		0.231		0.971
MALO	8.00	7.00	5.00	1.00		0.629		2.818

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
0.222	÷	0.055	=	4.063
0.342		0.085		4.013
0.971		0.231		4.205
2.818		0.629		4.479

$$\lambda \text{ max} = \frac{4.063 + 4.013 + 4.205 + 4.479}{4} = 4.190$$

PASO 3: Hallando el índice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{4.19 - 4}{4 - 1} = 0.0634$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.0634}{0.882} = 0.0719 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARAMETRO: SERVICIOS BÁSICOS

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
3_SERV	CUENTA CON 3 SERVICIOS BASICOS
2_SERV	CUENTA CON 2 SERVICIOS BASICOS
1_SERV	CUENTA CON 1 SERVICIO BASICO
0_SERV	SIN SERVICIOS BASICOS

PRECIPITACIÓN	3_SERV	2_SERV	1_SERV	0_SERV
3_SERV				
2_SERV				
1_SERV				
0_SERV				

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	3_SERV	2_SERV	1_SERV	0_SERV
3_SERV	1.00			
2_SERV		1.00		
1_SERV			1.00	
0_SERV				1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	3_SERV	2_SERV	1_SERV	0_SERV
3_SERV	1.00	0.33		
2_SERV	3	1.00		
1_SERV			1.00	
0_SERV				1.00

el (2_SERV) es 3 más importante que el (3_SERV)

el (3_SERV) es 3 menos importante que el (2_SERV)

PRECIPITACIÓN	3_SERV	2_SERV	1_SERV	0_SERV
3_SERV	1.00	0.33	0.20	
2_SERV	3	1.00		
1_SERV	5		1.00	
0_SERV				1.00

el (1_SERV) es 5 más importante que el (3_SERV)

el (3_SERV) es 5 menos importante que el (1_SERV)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderación en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	3_SERV	2_SERV	1_SERV	0_SERV
3_SERV	1.00	0.33	0.20	0.14
2_SERV	3	1.00	0.33	0.20
1_SERV	5	3	1.00	0.50
0_SERV	7	5	2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	3_SERV	2_SERV	1_SERV	0_SERV
3_SERV	1.00	0.33	0.20	0.14
2_SERV	3.00	1.00	0.33	0.20
1_SERV	5.00	3.00	1.00	0.50
0_SERV	7.00	5.00	2.00	1.00
Suma	16.00	9.33	3.53	1.84
1/Suma	0.063	0.107	0.283	0.543

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	3_SERV	2_SERV	1_SERV	0_SERV
3_SERV	1.00	0.33	0.20	0.14
2_SERV	3.00	1.00	0.33	0.20
1_SERV	5.00	3.00	1.00	0.50
0_SERV	7.00	5.00	2.00	1.00
Suma	16.00	9.33	3.53	1.84
1/Suma	0.063	0.107	0.283	0.543

$$1 \times 0.063 = 0.063$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN				
PRECIPITACIÓN	3_SERV	2_SERV	1_SERV	0_SERV
3_SERV	0.063	0.036	0.057	0.078
2_SERV	0.188	0.107	0.094	0.109
1_SERV	0.313	0.321	0.283	0.271
0_SERV	0.438	0.536	0.566	0.543

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	3_SERV	2_SERV	1_SERV	0_SERV		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
3_SERV	0.063	0.036	0.057	0.078		0.058
2_SERV	0.188	0.107	0.094	0.109		0.124
1_SERV	0.313	0.321	0.283	0.271		0.297
0_SERV	0.438	0.536	0.566	0.543		0.520
	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

$$(0.063 + 0.036 + 0.057 + 0.078 + 0) / 5 = 0.058$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
3_SERV	0.058	5.81%
2_SERV	0.124	12.44%
1_SERV	0.297	29.71%
0_SERV	0.520	52.05%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	3_SERV	2_SERV	1_SERV	0_SERV		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
3_SERV	1.00	0.33	0.20	0.14	x	0.058	=	0.233
2_SERV	3.00	1.00	0.33	0.20		0.124		0.502
1_SERV	5.00	3.00	1.00	0.50		0.297		1.221
0_SERV	7.00	5.00	2.00	1.00		0.520		2.143

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
0.233	÷	0.058	=	4.017
0.502		0.124		4.034
1.221		0.297		4.110
2.143		0.520		4.118

$$\lambda \text{ max} = \frac{4.017 + 4.034 + 4.110 + 4.118}{4} = 4.070$$

PASO 3: Hallando el índice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{4.07 - 4}{4 - 1} = 0.0232$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.0232}{0.882} = 0.0263 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

FACTOR RESILIENCIA

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETRO	DESCRIPCION
NINGUNA	NO CUENTA CON NINGUNA OBRA
D_PLUV	DRENAJE PLUVIAL
DIQ_RET	DIQUES DE RETENCIÓN

PARAMETRO	NINGUNA	D_PLUV	DIQ_RET
NINGUNA			
D_PLUV			
DIQ_RET			

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	NINGUNA	D_PLUV	DIQ_RET
NINGUNA	1.00		
D_PLUV		1.00	
DIQ_RET			1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PARAMETRO	NINGUNA	D_PLUV	DIQ_RET
NINGUNA	1.00	4	
D_PLUV	1/4	1.00	
DIQ_RET			1.00

el (D_PLUV) es 4 menos importante que el (NINGUNA)

el (NINGUNA) es 4 más importante que el (D_PLUV)

PARAMETRO	NINGUNA	D_PLUV	DIQ_RET
NINGUNA	1.00	4.00	7
D_PLUV	1/4	1.00	
DIQ_RET	1/7		1.00

el (DIQ_RET) es 7 menos importante que el (NINGUNA)

el (NINGUNA) es 7 más importante que el (DIQ_RET)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PARAMETRO	NINGUNA	D_PLUV	DIQ_RET
NINGUNA	1.00	4.00	7.00
D_PLUV	1/4	1.00	4.00
DIQ_RET	1/7	1/4	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	NINGUNA	D_PLUV	DIQ_RET
NINGUNA	1.00	4.00	7.00
D_PLUV	0.25	1.00	4.00
DIQ_RET	0.14	0.25	1.00
Suma	1.39	5.25	12.00
1/Suma	0.718	0.190	0.083

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	NINGUNA	D_PLUV	DIQ_RET
NINGUNA	1.00	4.00	7.00
D_PLUV	0.25	1.00	4.00
DIQ_RET	0.14	0.25	1.00
Suma	1.39	5.25	12.00
1/Suma	0.718	0.190	0.083

$$1 \times 0.718 = 0.718$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN			
PARAMETRO	NINGUNA	D_PLUV	DIQ_RET
NINGUNA	0.718	0.762	0.583
D_PLUV	0.179	0.190	0.333
DIQ_RET	0.103	0.048	0.083

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	NINGUNA	D_PLUV	DIQ_RET	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
NINGUNA	0.718	0.762	0.583	0.688
D_PLUV	0.179	0.190	0.333	0.234
DIQ_RET	0.103	0.048	0.083	0.078
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.718 + 0.762 + 0.583) / 3 = 0.688$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
NINGUNA	0.688	68.77%
D_PLUV	0.234	23.44%
DIQ_RET	0.078	7.78%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	NINGUN A	D_PLUV	DIQ_RET		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suna Ponderada
NINGUNA	1.00	4.00	7.00	x	0.688	=	2.170
D_PLUV	0.25	1.00	4.00		0.234		0.718
DIQ_RET	0.14	0.25	1.00		0.078		0.235

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suna Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.170	÷	0.688	=	3.156
0.718		0.234		3.062
0.235		0.078		3.015

$$\lambda \max = \frac{3.156 + 3.062 + 3.015}{3} = 3.077$$

PASO 3: Hallando el índice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \Rightarrow IC = \frac{3.077 - 3}{3 - 1} = 0.0387$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \Rightarrow RC = \frac{0.0387}{0.525} = 0.0738 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

1. PARAMETRO DE EVALUACIÓN: Intensidad del Caudal

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
> 0.38 m	Tirante de agua mayor a 0.38 m.
0.30 - 0.38 m	Tirante de agua entre 0.30 a 0.38
0.25 - 0.30 m	Tirante de agua entre 0.25 a 0.30
0.20 – 0.25 m	Tirante de agua entre 0.20 a 0.25
< 0.20 m	Tirante de agua menores a 0.20

TIRANTE DE AGUA	> 0.38 m	0.30 - 0.38 m	0.25 - 0.30 m	0.20 – 0.25 m	< 0.20 m
> 0.38 m					
0.30 - 0.38 m					
0.25 - 0.30 m					
0.20 – 0.25 m					
< 0.20 m					

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

TIRANTE DE AGUA	> 0.38 m	0.30 - 0.38 m	0.25 - 0.30 m	0.20 – 0.25 m	< 0.20 m
> 0.38 m	1.00				
0.30 - 0.38 m		1.00			
0.25 - 0.30 m			1.00		
0.20 – 0.25 m				1.00	
< 0.20 m					1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

TIRANTE DE AGUA	> 0.38 m	0.30 - 0.38 m	0.25 - 0.30 m	0.20 – 0.25 m	< 0.20 m
> 0.38 m	1.00	2.00			
0.30 - 0.38 m	1/2	1.00			
0.25 - 0.30 m			1.00		
0.20 – 0.25 m				1.00	
< 0.20 m					1.00

el (tirante de agua entre 1.12 - 1.50 m.) es 2 veces menos importante que el (tirante de agua > 1.50 m.)

el (tirante de agua > 1.50 m.) es 2 veces más importante que el (tirante de agua entre 1.12 - 1.50 m.)

TIRANTE DE AGUA	> 0.38 m	0.30 - 0.38 m	0.25 - 0.30 m	0.20 - 0.25 m	< 0.20 m
> 0.38 m	1.00	2.00	5.00		
0.30 - 0.38 m	1/2	1.00			
0.25 - 0.30 m	1/5		1.00		
0.20 - 0.25 m				1.00	
< 0.20 m					1.00

el (tirante de agua entre 0.75 - 1.12 m.) es 5 veces menos importante que el (tirante de agua > 1.50 m.)

el (tirante de agua > 1.50 m.) es 5 veces más importante que el (tirante de agua entre 0.75 - 1.12 m.)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

TIRANTE DE AGUA	> 0.38 m	0.30 - 0.38 m	0.25 - 0.30 m	0.20 - 0.25 m	< 0.20 m
> 0.38 m	1.00	2.00	5.00	8.00	9.00
0.30 - 0.38 m	1/2	1.00	2.00	5.00	8.00
0.25 - 0.30 m	1/5	1/2	1.00	2.00	5.00
0.20 - 0.25 m	1/8	1/5	1/2	1.00	2.00
< 0.20 m	1/9	1/8	1/5	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

TIRANTE DE AGUA	> 0.38 m	0.30 - 0.38 m	0.25 - 0.30 m	0.20 - 0.25 m	< 0.20 m
> 0.38 m	1.00	2.00	5.00	8.00	9.00
0.30 - 0.38 m	0.50	1.00	2.00	5.00	8.00
0.25 - 0.30 m	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
0.20 - 0.25 m	0.13	0.20	0.50	1.00	2.00
< 0.20 m	0.11	0.13	0.20	0.50	1.00
Suma	1.94	3.83	8.70	16.50	25.00
1/Suma	0.516	0.261	0.115	0.061	0.040

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

TIRANTE DE AGUA	> 0.38 m	0.30 - 0.38 m	0.25 - 0.30 m	0.20 - 0.25 m	< 0.20 m
> 0.38 m	1.00	2.00	5.00	8.00	9.00
0.30 - 0.38 m	0.50	1.00	2.00	5.00	8.00
0.25 - 0.30 m	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
0.20 - 0.25 m	0.13	0.20	0.50	1.00	2.00
< 0.20 m	0.11	0.13	0.20	0.50	1.00
Suma	1.94	3.83	8.70	16.50	25.00
1/Suma	0.516	0.261	0.115	0.061	0.040

$$1 \times 0.516 = 0.516$$

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.545	÷	0.492	=	5.175
1.397		0.275		5.088
0.679		0.134		5.066
0.320		0.063		5.076
0.184		0.037		5.016

$$\lambda \text{ max} = \frac{5.175 + 5.088 + 5.066 + 5.076 + 5.016}{5} = 5.084$$

PASO 3: Hallando el indice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{5.084 - 5}{5 - 1} = 0.021$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.021}{1.115} = 0.0189 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del indice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

SUCEPTIBILIDAD: DESENCADENANTE

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETR	DESCRIPCION
PAP1	Anomalia de precipitación mayor a 300 % con respecto al promedio mensual multianual
PAP2	Anomalia de precipitación de 100 % a 300% con respecto al promedio mensual multianual
PAP3	Anomalia de precipitación de 50 % a 100% con respecto al promedio mensual multianual
PAP4	Anomalia de precipitación de 10 % a 50% con respecto al promedio mensual multianual
PAP5	Anomalia de precipitación menor al 10 % con respecto al promedio mensual multianual

PRECIPITACIÓN	PAP1	PAP2	PAP3	PAP4	PAP5
PAP1					
PAP2					
PAP3					
PAP4					
PAP5					

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	PAP1	PAP2	PAP3	PAP4	PAP5
PAP1	1.00				
PAP2		1.00			
PAP3			1.00		
PAP4				1.00	
PAP5					1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	PAP1	PAP2	PAP3	PAP4	PAP5
PAP1	1.00	3.00			
PAP2	1/3	1.00			
PAP3			1.00		
PAP4				1.00	
PAP5					1.00

el (PAP2) es 3 menos importante que el (PAP1)

el (PAP1) es 3 más importante que el (PAP2)

PRECIPITACIÓN	PAP1	PAP2	PAP3	PAP4	PAP5
PAP1	1.00	3.00	5.00		
PAP2	1/3	1.00			
PAP3	1/5		1.00		
PAP4				1.00	
PAP5					1.00

el (PAP3) es 5 menos importante que el (PAP1)

el (PAP1) es 5 más importante que el (PAP3)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	PAP1	PAP2	PAP3	PAP4	PAP5
PAP1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
PAP2	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
PAP3	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
PAP4	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
PAP5	1/9	1/7	1/5	1/3	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	PAP1	PAP2	PAP3	PAP4	PAP5
PAP1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
PAP2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
PAP3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
PAP4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
PAP5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	PAP1	PAP2	PAP3	PAP4	PAP5
PAP1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
PAP2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
PAP3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
PAP4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
PAP5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

$$1 \times 0.56 = 0.56$$

$$1 \times 0.56 = 0.56$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN					
PRECIPITACIÓN	PAP1	PAP2	PAP3	PAP4	PAP5
PAP1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360
PAP2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280
PAP3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200
PAP4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120
PAP5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	PAP1	PAP2	PAP3	PAP4	PAP5	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
PAP1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
PAP2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
PAP3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
PAP4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
PAP5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.56 + 0.642 + 0.524 + 0.429 + 0.36) / 5 = 0.503$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
PAP1	0.503	50.28%
PAP2	0.260	26.02%
PAP3	0.134	13.44%
PAP4	0.068	6.78%
PAP5	0.035	3.48%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	PAP1	PAP2	PAP3	PAP4	PAP5		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
PAP1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	x	0.503	=	2.743
PAP2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00		0.260		1.414
PAP3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00		0.134		0.699
PAP4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00		0.068		0.341
PAP5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00		0.035		0.177

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suna Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.743	÷	0.503	=	5.455
1.414		0.260		5.432
0.699		0.134		5.204
0.341		0.068		5.030
0.177		0.035		5.093

$$\lambda \text{ max} = \frac{5.455 + 5.432 + 5.204 + 5.03 + 5.093}{5} = 5.243$$

PASO 3: Hallando el indice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{5.243 - 5}{5 - 1} = 0.0607$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.0607}{1.115} = 0.0544 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del indice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

SUCEPTIBILIDAD: CONDICIONANTE

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETRO	DESCRIPCION
P_T	TOPOGRAFIA
P_GEOMO	GEOMORFOLOGIA
P_GEOL	GEOLOGIA

PARAMETRO	P_T	P_GEOMO	P_GEOL
P_T			
P_GEOMO			
P_GEOL			

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	P_T	P_GEOMO	P_GEOL
P_T	1.00		
P_GEOMO		1.00	
P_GEOL			1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PARAMETRO	P_T	P_GEOMO	P_GEOL
P_T	1.00	3.00	
P_GEOMO	1/3	1.00	
P_GEOL			1.00

el (P_GEOMO) es 3 menos importante que el (P_T)

el (P_T) es 3 más importante que el (P_GEOMO)

PARAMETRO	P_T	P_GEOMO	P_GEOL
P_T	1.00	3.00	4.00
P_GEOMO	1/3	1.00	
P_GEOL	1/4		1.00

el (P_GEOL) es 4 menos importante que el (P_T)

el (P_T) es 4 más importante que el (P_GEOL)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PARAMETRO	P_T	P_GEOMO	P_GEOL
P_T	1.00	3.00	4.00
P_GEOMO	1/3	1.00	2.00
P_GEOL	1/4	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	P_T	P_GEOMO	P_GEOL
P_T	1.00	3.00	4.00
P_GEOMO	0.33	1.00	2.00
P_GEOL	0.25	0.50	1.00
Suma	1.58	4.50	7.00
1/Suma	0.632	0.222	0.143

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	P_T	P_GEOMO	P_GEOL
P_T	1.00	3.00	4.00
P_GEOMO	0.33	1.00	2.00
P_GEOL	0.25	0.50	1.00
Suma	1.58	4.50	7.00
1/Suma	0.632	0.222	0.143

$$1 \times 0.632 = 0.632$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN			
PARAMETRO	P_T	P_GEOMO	P_GEOL
P_T	0.632	0.667	0.571
P_GEOMO	0.211	0.222	0.286
P_GEOL	0.158	0.111	0.143

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	P_T	P_GEOMO	P_GEOL	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
P_T	0.632	0.667	0.571	0.623
P_GEOMO	0.211	0.222	0.286	0.239
P_GEOL	0.158	0.111	0.143	0.137
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.632 + 0.667 + 0.571) / 3 = 0.623$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
P_T	0.623	62.32%
P_GEOMO	0.239	23.95%
P_GEOL	0.137	13.73%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	P_T	P_GEOMO	P_GEOL		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
P_T	1.00	3.00	4.00	x	0.623	=	1.891
P_GEOMO	0.33	1.00	2.00		0.239		0.722
P_GEOL	0.25	0.50	1.00		0.137		0.413

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
1.891	÷	0.623	=	3.034
0.722		0.239		3.014
0.413		0.137		3.007

$$\lambda \max = \frac{3.034 + 3.014 + 3.007}{3} = 3.018$$

PASO 3: Hallando el índice de consistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \Rightarrow IC = \frac{3.018 - 3}{3 - 1} = 0.0092$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \Rightarrow RC = \frac{0.0092}{0.525} = 0.0175 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARÁMETRO: TOPOGRAFÍA

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

DESCRIPTOR	DESCRIPCION
T1	Altitudes menores a 3,880 m.s.n.m
T2	Altitudes entre 3,880 a 3,900 m.s.n.m
T3	Altitudes entre 3,900 a 3,950 m.s.n.m
T4	Altitudes entre 3,950 a 4,090 m.s.n.m
T5	Altitudes mayores a 4,090 m.s.n.m

PRECIPITACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5
T1					
T2					
T3					
T4					
T5					

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PRECIPITACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5
T1	1.00				
T2		1.00			
T3			1.00		
T4				1.00	
T5					1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PRECIPITACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5
T1	1.00	3.00			
T2	1/3	1.00			
T3			1.00		
T4				1.00	
T5					1.00

el (T2) es 3 menos importante que el (T1)

el (T1) es 3 más importante que el (T2)

PRECIPITACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5
T1	1.00	3.00	5.00		
T2	1/3	1.00			
T3	1/5		1.00		
T4				1.00	
T5					1.00

el (T3) es 5 menos importante que el (T1)

el (T1) es 5 más importante que el (T3)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PRECIPITACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5
T1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
T2	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
T3	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
T4	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
T5	1/9	1/7	1/5	1/3	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PRECIPITACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5
T1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
T2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
T3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
T4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
T5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PRECIPITACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5
T1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
T2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
T3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
T4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
T5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

$$1 \times 0.56 = 0.56$$

$$1 \times 0.56 = 0.56$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN					
PRECIPITACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5
T1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360
T2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280
T3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200
T4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120
T5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PRECIPITACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
T1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
T2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
T3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
T4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
T5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.56 + 0.642 + 0.524 + 0.429 + 0.36) / 5 = 0.503$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PRECIPITACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
T1	0.503	50.28%
T2	0.260	26.02%
T3	0.134	13.44%
T4	0.068	6.78%
T5	0.035	3.48%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PRECIPITACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5				
T1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	x	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	=	Vector Suma Ponderada
T2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00		0.503		2.743
T3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00		0.260		1.414
T4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00		0.134		0.699
T5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00		0.068		0.341
							0.035		0.177

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suna Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
2.743	÷	0.503	=	5.455
1.414		0.260		5.432
0.699		0.134		5.204
0.341		0.068		5.030
0.177		0.035		5.093

$$\lambda \text{ max} = \frac{5.455 + 5.432 + 5.204 + 5.03 + 5.093}{5} = 5.243$$

PASO 3: Hallando el indice de concistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IC = \frac{5.243 - 5}{5 - 1} = 0.0607$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \rightarrow \quad RC = \frac{0.0607}{1.115} = 0.0544 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del indice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARÁMETRO: GEOMORFOLOGIA

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETRO	DESCRIPCION
V-al	Vertiente o Piedemonte Aluvial
RC-rs	Colina en roca Sedimentaria
RMM-rv	Montañas y Mesetas Volcanicas de las lavas y Brechas Volcanicas

PARAMETRO	V-al	RC-rs	RMM-rv
V-al			
RC-rs			
RMM-rv			

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	V-al	RC-rs	RMM-rv
V-al	1.00		
RC-rs		1.00	
RMM-rv			1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PARAMETRO	V-al	RC-rs	RMM-rv
V-al	1.00	3.00	
RC-rs	1/3	1.00	
RMM-rv			1.00

el (RC-rs) es 3 menos importante que el (V-al)

el (V-al) es 3 más importante que el (RC-rs)

PARAMETRO	V-al	RC-rs	RMM-rv
V-al	1.00	3.00	5.00
RC-rs	1/3	1.00	
RMM-rv	1/5		1.00

el (RMM-rv) es 5 menos importante que el (V-al)

el (V-al) es 5 más importante que el (RMM-rv)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PARAMETRO	V-al	RC-rs	RMM-rv
V-al	1.00	3.00	5.00
RC-rs	1/3	1.00	2.00
RMM-rv	1/5	1/2	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	V-al	RC-rs	RMM-rv
V-al	1.00	3.00	5.00
RC-rs	0.33	1.00	2.00
RMM-rv	0.20	0.50	1.00
Suma	1.53	4.50	8.00
1/Suma	0.652	0.222	0.125

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	V-al	RC-rs	RMM-rv
V-al	1.00	3.00	5.00
RC-rs	0.33	1.00	2.00
RMM-rv	0.20	0.50	1.00
Suma	1.53	4.50	8.00
1/Suma	0.652	0.222	0.125

$$1 \times 0.652 = 0.652$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN			
PARAMETRO	V-al	RC-rs	RMM-rv
V-al	0.652	0.667	0.625
RC-rs	0.217	0.222	0.250
RMM-rv	0.130	0.111	0.125

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	V-al	RC-rs	RMM-rv	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
V-al	0.652	0.667	0.625	0.648
RC-rs	0.217	0.222	0.250	0.230
RMM-rv	0.130	0.111	0.125	0.122
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.652 + 0.667 + 0.625) / 3 = 0.648$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
V-al	0.648	64.79%
RC-rs	0.230	22.99%
RMM-rv	0.122	12.22%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	V-al	RC-rs	RMM-rv		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
V-al	1.00	3.00	5.00	x	0.648	=	1.948
RC-rs	0.33	1.00	2.00		0.230		0.690
RMM-rv	0.20	0.50	1.00		0.122		0.367

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
1.948	÷	0.648	=	3.007
0.690		0.230		3.003
0.367		0.122		3.001

$$\lambda \max = \frac{3.007 + 3.003 + 3.001}{3} = 3.004$$

PASO 3: Hallando el índice de consistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \Rightarrow IC = \frac{3.004 - 3}{3 - 1} = 0.0018$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \Rightarrow RC = \frac{0.0018}{0.525} = 0.0035 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583

PONDERACIÓN DE LOS PARAMETROS DESCRIPTORES

PARÁMETRO: GEOLOGÍA

PASO 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno de inundación pluvial. En función del número de parámetros que permitan caracterizar las filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETRO	DESCRIPCION
Qh-al	Depósito aluvial
Ks-vi	Formación Vilquechico
Kis-ayb	Formación Ayabacas

PARAMETRO	Qh-al	Ks-vi	Kis-ayb
Qh-al			
Ks-vi			
Kis-ayb			

PASO 2: Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	Qh-al	Ks-vi	Kis-ayb
Qh-al	1.00		
Ks-vi		1.00	
Kis-ayb			1.00

La comparación de los parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia).

PARAMETRO	Qh-al	Ks-vi	Kis-ayb
Qh-al	1.00	3.00	
Ks-vi	1/3	1.00	
Kis-ayb			1.00

el (Ks-vi) es 3 menos importante que el (Qh-al)

el (Qh-al) es 3 más importante que el (Ks-vi)

PARAMETRO	Qh-al	Ks-vi	Kis-ayb
Qh-al	1.00	3.00	5.00
Ks-vi	1/3	1.00	
Kis-ayb	1/5		1.00

el (Kis-ayb) es 5 menos importante que el (Qh-al)

el (Qh-al) es 5 más importante que el (Kis-ayb)

Se continua con el mismo procedimiento de ponderacion en cada uno de los descriptores

PARAMETRO	Qh-al	Ks-vi	Kis-ayb
Qh-al	1.00	3.00	5.00
Ks-vi	1/3	1.00	3.00
Kis-ayb	1/5	1/3	1.00

PASO 3: Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	Qh-al	Ks-vi	Kis-ayb
Qh-al	1.00	3.00	5.00
Ks-vi	0.33	1.00	3.00
Kis-ayb	0.20	0.33	1.00
Suma	1.53	4.33	9.00
1/Suma	0.652	0.231	0.111

PASO 4: Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	Qh-al	Ks-vi	Kis-ayb
Qh-al	1.00	3.00	5.00
Ks-vi	0.33	1.00	3.00
Kis-ayb	0.20	0.33	1.00
Suma	1.53	4.33	9.00
1/Suma	0.652	0.231	0.111

$$1 \times 0.652 = 0.652$$

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN			
PARAMETRO	Qh-al	Ks-vi	Kis-ayb
Qh-al	0.652	0.692	0.556
Ks-vi	0.217	0.231	0.333
Kis-ayb	0.130	0.077	0.111

PASO 5: Se determina el vector priorización (ponderacion), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	Qh-al	Ks-vi	Kis-ayb	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
Qh-al	0.652	0.692	0.556	0.633
Ks-vi	0.217	0.231	0.333	0.260
Kis-ayb	0.130	0.077	0.111	0.106
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.652 + 0.692 + 0.556) / 3 = 0.633$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
Qh-al	0.633	63.33%
Ks-vi	0.260	26.05%
Kis-ayb	0.106	10.62%

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

PASO 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	Qh-al	Ks-vi	Kis-ayb		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		Vector Suma Ponderada
Qh-al	1.00	3.00	5.00	x	0.633	=	1.946
Ks-vi	0.33	1.00	3.00		0.260		0.790
Kis-ayb	0.20	0.33	1.00		0.106		0.320

PASO 2: Hallando λ max. Se determina al dividir los valores del vector suma ponderada y el vector de priorización

Vector Suma Ponderada		VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)		λ max
1.946	÷	0.633	=	3.072
0.790		0.260		3.033
0.320		0.106		3.011

$$\lambda \max = \frac{3.072 + 3.033 + 3.011}{3} = 3.039$$

PASO 3: Hallando el índice de consistencia (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \Rightarrow IC = \frac{3.039 - 3}{3 - 1} = 0.0194$$

PASO 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} \Rightarrow RC = \frac{0.0194}{0.525} = 0.0369 < 0.1 \quad \text{(OK)}$$

Nota: Los valores del índice Aleatoria (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno - Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583