

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Proyecto de Extensión: Implementación de un sistema de ordenamiento territorial basado en sistemas de información geográfica para el cantón de Alvarado.

Presentado por: Ing. Sofía Acuña

### Metodología para la asignación de pesos óptimos de los indicadores

Se realizó un taller utilizando la técnica de recolección de la información mediante grupos focales la cual consiste en reunir a un grupo de expertos para discutir y evaluar acerca de un tema, en este caso fueron dos grupos expertos: el equipo técnico del Plan GAM y el equipo técnico de la Municipalidad de Alvarado. (Aigner, 2002). Debe existir un moderador, en este caso el moderador fue Sofía Acuña y los participantes fueron los expertos en el tema de Plan GAM 2013-2030 y sus indicadores: Carlos Ugalde, Sonia Vargas y Casia Soto.

Para el equipo técnico de Plan GAM se analizó que para la propuesta original de los pesos de los indicadores del Plan GAM 2013-2030 se definió un 50% para la dimensión ambiental y un 50% para el resto de las dimensiones. Entonces la primera pregunta fue, ¿Cómo se asignaron los pesos por indicadores?, esto con el fin de conocer la metodología utilizada anteriormente para este mismo fin. Para la asignación de los nuevos pesos de estos 10 indicadores, se repasaron los objetivos de cada indicador, a partir de esto se puede definir un nivel de importancia de cada uno de estos.

### **Jerarquización de los indicadores**

Se les solicitó a ambos grupos que realizaran una jerarquización de los indicadores, lo cual significa ordenarlos según su importancia, siendo 1 el indicador más importante y 10 el menos importante.

### **Obtención del valor óptimo de los 10 indicadores del Plan GAM 2013-2030**

La valorización se realizó con el método de Análisis Jerárquico propuesto por Thomas Saaty (Miller, 1956), el cual consiste en que los evaluadores especifiquen la importancia de cada uno de los criterios con respecto al resto de los criterios, lo cual genera una jerarquización con nivel de importancia global para cada uno de los criterios (Hurtado & Bruno, 2005). Para dicho fin, se utiliza una matriz donde se colocan los criterios en las filas y columnas, para lograr ser comparados entre sí, el número de filas y columnas está definido por el número de criterios a comparar (Ramírez, 2004). En este caso los criterios fueron los 10 indicadores anteriormente mencionados.

### **Calificación de los indicadores**

Para calificar la importancia de cada uno de los indicadores respecto a los otros se utilizó la escala representada en el cuadro 1, la calificación fue determinado por cada equipo técnico.

Cuadro 1. Criterios de la escala utilizados para valorar los indicadores basado en la propuesta de Thomas Saaty (Miller, 1956).

| Valor | Criterios                      |
|-------|--------------------------------|
| 9     | Absolutamente importante       |
| 7     | Demostrablemente importante    |
| 5     | Notablemente importante        |
| 3     | Ligeramente importante         |
| 1     | Igual importancia              |
| 1/3   | Ligeramente menos importante   |
| 1/5   | Notablemente menos importante  |
| 1/7   | Demostrablemente menor         |
| 1/9   | Absolutamente menor importante |

### Construcción de la matriz

En el cuadro 2 se muestra un ejemplo de la matriz construida donde: IN es el número de indicador que representó (1 a 10). Además, IN1:IN2 resulta de la calificación de IN1 con base a IN2 utilizando la escala del cuadro 1, es decir que tan importante es IN1 con respecto a IN2.

Una vez calificados todos los indicadores se procedió a calcular el autovector ( $W_i$ ) de cada indicador, luego se realizó la sumatoria de cada autovector ( $W$ ) y se procede a calcular el peso final ( $C_i$ ) para cada indicador el cual es el valor óptimo de los mismos.

#### 1. Auto vector

$$W_i = (1 \times IN1: IN2 \times IN1: IN3 \times \dots \times IN1: IN10)^{\frac{1}{10}}$$

Donde:

$W_i$ : Autovector del indicador

IN1:IN2: es el resultado de la comparación del indicador contra cada uno de los demás.

### 2. Sumatoria de los Autovectores

$$W = (W_{i1} + W_{i2} + \dots + W_{i10})$$

Donde:

W: es la sumatoria de los autovectores.

$W_i$ : es el autovector de cada indicador.

### 3. Peso final

$$C_i = \left( \frac{W_i}{W} \right)$$

$C_i$ : es el peso final o valor óptimo de cada indicador.

$W_i$ : es el auto vector para cada indicador.

W: es la sumatoria de los autovectores.

## Evaluación de la consistencia de los valores óptimos

Evaluar la consistencia de los valores óptimos obtenidos es importante para determinar la calidad de la decisión final, ya que valora las calificaciones asignadas por los profesionales en el transcurso del proceso, evitando calificaciones erróneas o inconsistentes que afecten el proceso posterior. En el cuadro 2 se muestra un ejemplo de la matriz con todos los resultados para mejor explicación de las fórmulas a utilizar.

Cuadro 2. Matriz para la evaluación de consistencia de criterios utilizando el Método Jerárquico para asignación de pesos.

| <b>Variables</b> | <b>IN1</b> | <b>IN2</b> | <b>...</b> | <b>IN10</b> | <b>W<sub>i</sub></b> | <b>C<sub>i</sub></b>                 |
|------------------|------------|------------|------------|-------------|----------------------|--------------------------------------|
| <b>IN1</b>       | 1          | IN1:IN2    | ...        | IN1: IN10   | W <sub>1</sub>       | C <sub>i1</sub> =W <sub>1</sub> /W   |
| <b>IN2</b>       | IN2:IN1    | 1          | ...        | IN2: IN10   | W <sub>2</sub>       | C <sub>i2</sub> =W <sub>2</sub> /W   |
| <b>...</b>       | ...        | ...        | 1          | ...         | ...                  | ...                                  |
| <b>IN10</b>      | IN10:IN1   | IN10:IN2   | ...        | 1           | W <sub>10</sub>      | C <sub>i10</sub> =W <sub>10</sub> /W |

|           |                                       |                                    |     |                                       |          |  |
|-----------|---------------------------------------|------------------------------------|-----|---------------------------------------|----------|--|
| <b>Pi</b> | <b>Pi1=1+IN2:IN1</b><br>+... IN10:IN1 | <b>Pi2=IN1:IN2+1</b><br>+ IN10:IN2 | ... | <b>Pi10=IN1:IN1+</b><br>IN2:IN10+...1 | <b>W</b> |  |
|-----------|---------------------------------------|------------------------------------|-----|---------------------------------------|----------|--|

Para cada fila se debió dividir la suma ponderada por el peso de su indicador Lamda ( $\lambda_i$ ). Posteriormente se realizó la suma del resultado anterior y este fue el máximo Lamda ( $\lambda_i$ ) y se utilizó en la fórmula de índice de consistencia (CI), la cual se presenta más adelante, además se calculó el índice de consistencia aleatorio (RCI) y utilizando el CI y el RCI se calculó la Relación de consistencia, el cual es el valor que determinó si el resultado obtenido de los valores óptimos es correcto.

4. Lamda

$$\lambda_i = \frac{C_i}{P_i}$$

Donde:

$\lambda_i$ : es la relación de la sumatoria por el peso del indicador.

$C_i$ : es el peso final por indicador.

$P_i$ : es la sumatoria vertical de las valoraciones asignadas por indicador.

$n$ : es el número de indicador.

5. Índice de consistencia

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Donde:

IC: es el índice de consistencia.

$\lambda_{máx}$ : es el valor máximo obtenido de  $\lambda_i$ .

$n$ : es la cantidad de indicadores a evaluar.

6. Índice de consistencia aleatorio

$$RIC = \frac{1,98 \times (n - 2)}{n - 1}$$

Donde:

RIC: es el índice de consistencia aleatorio.

n: es la cantidad de indicadores a evaluar.

#### 7. Relación de consistencia

$$RC = \frac{IC}{RIC}$$

Donde:

RC: es la relación de consistencia

CI: es el índice de consistencia.

RIC: es el índice de consistencia aleatorio.

Si el resultado de la relación de consistencia es mayor a 0,10 significa que hay inconsistencias en las calificaciones asignadas por lo que sería necesario modificar estas calificaciones. Por el contrario, si el valor es menor o igual a 0,10 significa que los valores obtenidos son razonables y se obtendría el valor óptimo para cada uno de los indicadores.