

# Anexo 1. Índices de entropía urbana

El concepto de entropía, originalmente desarrollado dentro de la termodinámica en términos de calor y temperatura, se refiere a la cantidad de energía térmica disponible para realizar trabajo útil, dentro de un sistema dado. A mayor entropía, mayor desorden dentro del sistema y menor disponibilidad de energía útil. En un contexto ajeno a éste, Shanon (1948) publicó un desarrollo matemático que propone una expresión que mide los grados de concentración o dispersión de una variable, expresión que fue fácilmente adaptada para medir dichas características en contextos espaciales. Su interpretación mantuvo una analogía con la utilizada en la termodinámica y hoy se le conoce como entropía de Shanon. En un contexto espacial o urbano, esta expresión permite categorizar un área en términos de los patrones de concentración y/o dispersión de los elementos que la caracterizan, con la idea de que a mayor desorden de dichos elementos mayor entropía urbana.

Para el análisis de la dinámica estructural del PROAIRE 2011-2020 se definieron cuatro índices de entropía urbana, basados en cada una de las variables siguientes: población, empleo, densidad de población y densidad de empleo. Los índices pueden tomar valores que van de 0 a 1. Valores cercanos a 0 denotan una alta concentración de la variable en cuestión y valores cercanos a 1 indican una distribución más uniforme de la variable en el área considerada.

La interpretación es análoga para los cuatro índices utilizados: valores cercanos a uno indican que la población y las fuentes de empleo están muy dispersas en la ZMVM y en el caso de las densidades dichos valores representan densidades espacialmente homogéneas. Las expresiones matemáticas utilizadas para cada índice son las siguientes:

**Para la población:**

$$E_{POB} = - \sum_{i=1}^N \frac{pob_i}{POB} \frac{\ln [pob_i / POB]}{\ln N}$$

En donde:

$pob_i$  = población que habita en  $AGEB_i$

$$POB = \sum_i^N pob_i$$

$N$  = número de  $AGEB$

**Para el empleo:**

$$E_{EMP} = - \sum_{i=1}^N \frac{emp_i}{EMP} \frac{\ln [emp_i/EMP]}{\ln N}$$

En donde:

$emp_i$  = número de empleados en AGEB<sub>i</sub>

$$EMP = \sum_{i=1}^N emp_i$$

**Para la densidad de población:**

$$E_{den}^{pob} = - \sum_{i=1}^N \frac{pob_i}{Ahab_i} \frac{\ln [pob_i/Ahab_i]}{\ln N}$$

En donde:

$Ahab_i$  = área del AGEB  $i$  para uso habitacional

**Para la densidad de empleo:**

$$E_{den}^{emp} = - \sum_{i=1}^N \frac{emp_i}{Aemp_i} \frac{\ln [emp_i/Aemp_i]}{\ln N}$$

En donde:

$Aemp_i$  = área del AGEB  $i$  en la que se permiten usos en los que trabaja la gente