RICCA
Revista de Investigación en Ciencias Contables y Administrativas

Sincronización de la demanda hotelera entre destinos turísticos mediante un modelo de Ising de máxima entropía

Synchronization of hotel demand between tourist destinations using a maximum entropy Ising model

Martha Beatriz Flores Romero[1], Jennifer López-Chacón[2], Norma Laura Godinez Reyes[3]

[1] Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México · ORCID 0000-0003-4567-5485

[2] Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México · ORCID 0000-0001-5317-2496

[3] Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

Recibido: 10 de octubre de 2026

Aceptado: 25 de noviembre de 2026

Correo de contacto: martha.flores@umich.mx

© Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Vol. 15, Núm. 1, Enero-Junio de 2027, pp. 137-149 · ISSN electrónico 2448-606X

Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas
Ave. Gral. Francisco J. Múgica S/N, Edificio AII
Col. Felícitas del Río, C.P. 58030, Morelia, Michoacán
ricca.publicaciones@umich.mx · ricca.umich.mx

Resumen:

La demanda hotelera presenta variaciones estacionales que pueden generar coincidencias entre destinos durante los mismos meses del año. Este artículo propone un procedimiento basado en el modelo de Ising de máxima entropía para analizar si esas coincidencias persisten después de considerar la tendencia y la estacionalidad propias de cada destino. El procedimiento utiliza el promedio diario mensual de cuartos ocupados como indicador de demanda y clasifica cada destino según si su valor observado se sitúa por encima o por debajo del esperado. A partir de estas configuraciones mensuales, el modelo estima acoplamientos que representan asociaciones contemporáneas entre pares de destinos, condicionadas a los estados de los demás. Para una futura aplicación empírica, se plantea comparar las probabilidades asignadas por el modelo de Ising y por un modelo de independencia mediante bloques de meses reservados para la evaluación. Esta comparación permitiría determinar si los acoplamientos mejoran la descripción conjunta de las fluctuaciones hoteleras.

Palabras clave: demanda hotelera; estacionalidad turística; modelo de Ising; máxima entropía.

Códigos JEL: L83, C32, C51, C52.

Revista de Investigación en Ciencias Contables y Administrativas
(Journal of Research in Accounting and Management Science)
Vol. 15, Núm. 1, 2027

Synchronization of hotel demand between tourist destinations using a maximum entropy Ising model

Abstract:

Hotel demand varies seasonally, and destinations may experience similar changes during the same months of the year. This article proposes a method based on the maximum-entropy Ising model to examine whether these patterns persist after accounting for each destination's trend and seasonality. The method uses the average daily number of occupied rooms for each month as a measure of hotel demand and classifies each destination according to whether observed demand is above or below its expected level. The resulting monthly configurations are used to estimate couplings that represent contemporaneous associations between pairs of destinations, conditional on the states of the other destinations. For future empirical validation, the proposed protocol compares the probabilities that the Ising model and an independence model assign to observed configurations in held-out blocks of months. This comparison would assess whether including pairwise couplings improves the description of joint fluctuations in hotel demand.

Keywords: hotel demand; tourism seasonality; Ising model; maximum entropy.

JEL Codes: L83, C32, C51, C52.

1. Introducción

La demanda turística cambia a lo largo del año; los periodos vacacionales, los días festivos y las condiciones climáticas influyen en la distribución de los viajes y generan temporadas de mayor y menor actividad. Sin embargo, que dos destinos registren un aumento en la ocupación hotelera durante el mismo mes puede explicarse por el calendario que comparten. Para estudiar la sincronización entre destinos, interesa saber si ambos presentan, al mismo tiempo, una demanda superior o inferior a la esperada para ese periodo. Esta distinción permite separar las variaciones estacionales de las fluctuaciones que son objeto de análisis (Koenig-Lewis & Bischoff, 2005; Shen et al., 2009).

Una parte importante de la investigación sobre demanda turística se ha dedicado a estimar y pronosticar su comportamiento mediante modelos econométricos y de series de tiempo. Estos trabajos ofrecen herramientas para representar la tendencia y la estacionalidad de cada serie. En esta propuesta, ese ajuste constituye el primer paso para responder una pregunta conjunta: ¿con qué frecuencia varios destinos se sitúan por encima o por debajo de su demanda esperada durante el mismo mes? Para responderla, primero se plantea calcular las desviaciones de cada destino respecto de su propio patrón y, después, analizar cómo se combinan esas desviaciones en el conjunto de destinos (Cleveland et al., 1990; Shen et al., 2009; Song & Li, 2008).

Desde la econofísica, el modelo de Ising ofrece una forma de representar sistemas cuyos componentes pueden encontrarse en dos estados. Su formulación mediante el principio de máxima entropía permite construir una distribución de probabilidad conjunta a partir de la frecuencia relativa de los estados de cada componente y de las asociaciones entre pares. En el ámbito económico, este enfoque se ha utilizado para estudiar cómo las interacciones por pares contribuyen a describir el comportamiento colectivo de los mercados financieros. Este antecedente da pie a explorar una representación semejante para la demanda hotelera de varios destinos (Bury, 2013; Ising, 1925; Jaynes, 1957; Shannon, 1948).

En la adaptación propuesta, cada destino se representa mediante un estado positivo cuando su demanda hotelera mensual se encuentra por encima de lo esperado y mediante un estado negativo

cuando se encuentra por debajo. La combinación de estos estados describe la situación del conjunto en un mes determinado. Los parámetros de acoplamiento permitirían examinar si, al considerar los demás destinos incluidos en el modelo, un par tiende a presentar desviaciones del mismo signo o de signos opuestos. Estos parámetros se interpretarían como asociaciones estadísticas contemporáneas. La codificación binaria conserva el sentido de cada desviación y deja fuera su magnitud, una decisión que deberá considerarse al interpretar los acoplamientos (Bury, 2013; Roudi et al., 2009; Schneidman et al., 2006).

El objetivo de este artículo es formular un procedimiento basado en el modelo de Ising de máxima entropía para analizar la sincronización de las fluctuaciones de la demanda hotelera entre destinos turísticos, una vez consideradas la tendencia y la estacionalidad de cada serie. El alcance es metodológico. Se propone un protocolo para definir los estados, estimar los acoplamientos y evaluar, en una aplicación futura, si el modelo describe mejor las configuraciones conjuntas que un modelo en el que cada destino se comporta de manera independiente. Esta comparación se realizaría en bloques de meses reservados para la evaluación, siguiendo el orden temporal de las observaciones (Roudi et al., 2009; Schneidman et al., 2006; Tashman, 2000).

2. Fundamentos teóricos y antecedentes

2.1. Estacionalidad y sincronización de la demanda hotelera

La estacionalidad turística se refiere a las variaciones que tienden a repetirse en determinados periodos del año. Su intensidad y duración pueden ser distintas entre destinos, pues dependen de factores como el clima, los periodos vacacionales y el tipo de actividades que motivan los viajes. En el caso de la demanda hotelera, estas diferencias hacen que un mismo mes pueda corresponder a temporada alta en un destino y a temporada baja en otro. Por ello, la comparación requiere tomar como referencia el comportamiento habitual de cada lugar para el periodo que se analiza (Koenig-Lewis & Bischoff, 2005; Song & Li, 2008).

Una forma de establecer esa referencia consiste en descomponer la serie mensual en tendencia, estacionalidad y un componente residual. La tendencia recoge los cambios de largo plazo, mientras que el componente estacional representa las variaciones que se repiten dentro del año. El residuo

expresa cuánto se aparta la observación del nivel estimado a partir de esos dos componentes. La elección del método de ajuste es importante para esta propuesta, porque el signo del residuo determina el estado que se asignará a cada destino en cada mes (Cleveland et al., 1990; Shen et al., 2009).

En este artículo, la sincronización se entiende como la tendencia de dos o más destinos a registrar desviaciones del mismo signo durante un mismo mes. Por ejemplo, dos destinos pueden tener su mayor ocupación en meses distintos y, aun así, registrar simultáneamente una demanda inferior a la esperada para sus respectivos patrones. Para evaluar esa coincidencia, el punto de comparación sería un modelo de independencia que conserve la frecuencia con que cada destino presenta desviaciones positivas y negativas. Esto importa porque dos destinos que pasan gran parte del periodo por debajo de su nivel esperado también podrían coincidir con frecuencia bajo independencia (Bury, 2013; Schneidman et al., 2006).

2.2. Entropía de Shannon y principio de máxima entropía

La entropía de Shannon cuantifica la incertidumbre asociada con una distribución de probabilidad. Si $s = (s_1, \ldots, s_n)$ representa una configuración de N destinos y cada destino puede tomar dos estados, entonces existen 2^N configuraciones posibles. La entropía de la distribución conjunta se expresa como $H(P) = -\sum_s P(s) \ln P(s)$. En este caso, la incertidumbre se refiere a cuál de las configuraciones de demanda hotelera puede presentarse en un mes (Shannon, 1948).

El principio de máxima entropía permite elegir, entre todas las distribuciones que satisfacen un conjunto de restricciones, aquella que conserva la mayor incertidumbre compatible con la información disponible. Para esta propuesta, las restricciones serían los promedios de los estados individuales, $\langle s_i \rangle$, y los promedios de los productos por pares, $\langle s_i s_j \rangle$. Los primeros caracterizan con qué frecuencia cada destino se sitúa por encima o por debajo de lo esperado. Los segundos resumen la frecuencia relativa con que dos destinos presentan estados iguales u opuestos. Estas restricciones conducen a una distribución de Ising con términos individuales y términos de interacción por pares (Jaynes, 1957; Schneidman et al., 2006).

2.3. El modelo de Ising y su aplicación al turismo

El modelo de Ising se formuló originalmente para estudiar el comportamiento de un sistema magnético cuyos elementos podían adoptar dos orientaciones. La estructura del modelo permite también representar conjuntos de variables binarias en otros ámbitos. En econofísica, Bury (2013) aplicó un modelo de interacciones por pares para describir el comportamiento conjunto de activos financieros. Para el análisis turístico se propone una correspondencia: cada destino ocupa el lugar de un elemento del sistema y su estado indica el signo de la desviación de su demanda hotelera respecto del nivel esperado (Bury, 2013; Ising, 1925).

En esta formulación, el parámetro h_i representa la inclinación del destino i hacia uno de los dos estados cuando se tienen en cuenta los acoplamientos del modelo. El parámetro J_{ij} caracteriza la asociación entre los destinos i y j al mantener fijos los estados de los demás. Un valor positivo favorece las configuraciones en las que ambos tienen el mismo signo. Un valor negativo favorece las configuraciones en las que presentan signos opuestos. Así, J_{ij} se interpreta como una asociación contemporánea condicionada al conjunto de destinos analizados (Bury, 2013; Schneidman et al., 2006).

La representación binaria facilita la comparación de destinos con escalas hoteleras distintas, ya que cada uno se evalúa respecto de su propia demanda esperada. Al mismo tiempo, una desviación pequeña y una caída pronunciada reciben el mismo estado si ambas tienen el mismo signo. Además, la capacidad del modelo para describir el comportamiento colectivo depende de cuánto expliquen las interacciones por pares. Por esta razón, la propuesta contempla un modelo de independencia como referencia para evaluar, en una aplicación futura, cuánto aporta incorporar los acoplamientos a la descripción de las configuraciones mensuales (Roudi et al., 2009; Schneidman et al., 2006).

3. Propuesta metodológica

3.1. Unidad de análisis e indicador de demanda hotelera

La unidad de análisis será el destino-mes. Para cada destino i y mes t, se propone utilizar el promedio diario de cuartos ocupados, y_{it}, como indicador de la demanda hotelera observada. El promedio diario permite comparar meses de distinta duración. El porcentaje de ocupación se

plantea como indicador complementario en el análisis de sensibilidad, pues expresa el uso de la capacidad disponible. Esta distinción es relevante cuando cambia la oferta hotelera: un destino puede registrar más cuartos ocupados y, al mismo tiempo, un menor porcentaje de ocupación si la capacidad crece en mayor proporción (Koenig-Lewis & Bischoff, 2005; Song & Li, 2008).

En una aplicación futura, se seleccionaría un conjunto de destinos con registros mensuales comparables y un periodo común de observación. Cada fila de la base correspondería a un mes y cada columna, a un destino. Los meses con información incompleta se identificarían antes de construir las configuraciones conjuntas. Se propone conservar la secuencia del calendario durante el ajuste de cada serie y utilizar para la estimación conjunta los meses en los que se pueda determinar el estado de todos los destinos incluidos. Así, cada configuración representará observaciones del mismo periodo (Roudi et al., 2009; Shen et al., 2009).

3.2. Ajuste de la tendencia y la estacionalidad

Para establecer la demanda esperada, se propone descomponer la serie de cada destino mediante STL, con una periodicidad de 12 meses. La descomposición aditiva se expresa como $y_{it} = T_{it} + S_{it} + r_{it}$, donde T_{it} es la tendencia, S_{it} es el componente estacional y r_{it} es la desviación respecto del nivel esperado. Se obtendría así una referencia propia para cada destino y mes (Cleveland et al., 1990; Shen et al., 2009).

$$\hat{y}_{it} = \hat{T}_{it} + \hat{S}_{it}, \qquad r_{it} = y_{it} - \hat{y}_{it}.$$

El signo de r_{it} indica si la ocupación observada se sitúa por encima o por debajo de lo esperado. Por ejemplo, un destino podría registrar más cuartos ocupados en diciembre que en noviembre y obtener un residuo negativo en diciembre si el aumento habitual para ese mes es mayor que el observado. Para la validación futura, la referencia de cada mes evaluado se estimaría con información disponible hasta el mes anterior. Una opción operativa sería extrapolar la tendencia mediante un ajuste lineal local sobre sus valores recientes y reutilizar el componente estacional estimado para el mes correspondiente (Cleveland et al., 1990; Shen et al., 2009; Tashman, 2000).

3.3. Representación binaria y formulación del modelo

Cada desviación se convertiría en un estado binario. Se asignaría $s_{it} = +1$ cuando $r_{it} > 0$ y $s_{it} = -1$ cuando $r_{it} < 0$. Como regla operativa, los residuos exactamente iguales a cero se considerarían empates y el mes correspondiente quedaría fuera del ajuste conjunto. Cada mes con estados definidos para los N destinos se representaría mediante el vector $s_t = (s_{1t}, s_{2t}, \ldots, s_{nt})$. Esta codificación conserva la dirección de las desviaciones y permite comparar destinos con diferentes volúmenes de actividad hotelera (Bury, 2013; Schneidman et al., 2006).

A partir de estas configuraciones, el principio de máxima entropía permite formular una distribución conjunta que reproduzca, en el caso del ajuste sin penalización y con una solución finita, los promedios de los estados individuales y los promedios de sus productos por pares. La distribución propuesta para una configuración s se expresa de la siguiente forma (Jaynes, 1957; Shannon, 1948; Schneidman et al., 2006).

$$P(s \mid h,J) = \frac{1}{Z(h,J)} \exp\left(\sum_i h_i s_i + \sum_{i<j} J_{ij} s_i s_j \right).$$

En esta expresión, la segunda suma recorre únicamente los pares con $i < j$. El parámetro h_i corresponde al destino i, J_{ij} es el acoplamiento entre los destinos i y j, y Z es la constante que normaliza la suma de las probabilidades sobre las 2^N configuraciones posibles. La primera suma recoge la contribución de los estados individuales. La segunda incorpora las asociaciones contemporáneas por pares dentro del conjunto de destinos (Bury, 2013; Jaynes, 1957; Schneidman et al., 2006).

3.4. Estimación e interpretación de los acoplamientos

Para una primera aplicación con pocos destinos, se propone estimar los parámetros mediante máxima verosimilitud, calculando Z mediante la enumeración de todas las configuraciones posibles. Si la escasez de configuraciones observadas produce estimaciones inestables, se consideraría la regularización de los acoplamientos. Para conjuntos más amplios, se podría recurrir a regresiones logísticas condicionales con penalización ℓ_1 para seleccionar las conexiones. Si se usa

este último enfoque para evaluar probabilidades conjuntas, se deberá construir una matriz simétrica de acoplamientos y normalizar la distribución resultante (Bury, 2013; Ravikumar et al., 2010; Roudi et al., 2009).

Un J_{ij} positivo indicaría que, dados los estados de los demás destinos, el modelo favorece la coincidencia de signos para ese par. Un J_{ij} negativo favorecería signos opuestos. El tamaño del acoplamiento se interpretaría dentro del conjunto analizado, dado que las asociaciones estimadas pueden depender de los destinos incluidos y de factores que afecten a varios de ellos al mismo tiempo. El modelo describiría coincidencias en el mismo mes. El orden en que los destinos reaccionan ante una caída de la demanda requeriría incorporar explícitamente rezagos temporales (Bury, 2013; Roudi et al., 2009; Schneidman et al., 2006).

El procedimiento se completaría con un modelo de referencia que fija todos los J_{ij} en cero y estima la probabilidad de cada estado a partir de las frecuencias individuales. Con esta referencia se podría evaluar si incorporar acoplamientos mejora la probabilidad asignada a las configuraciones observadas en meses reservados. El protocolo de validación definiría cómo hacer esa comparación respetando el orden temporal de las observaciones (Schneidman et al., 2006; Tashman, 2000).

4. Protocolo de validación futura

En una aplicación futura, la evaluación se realizaría con bloques de meses ordenados cronológicamente. En cada bloque, los parámetros del modelo se estimarían con las configuraciones disponibles antes del periodo de evaluación. Para clasificar el estado de cada destino en un mes reservado, la demanda observada se compararía con una referencia calculada con información disponible hasta el mes anterior. El mismo procedimiento se aplicaría a los meses de ajuste y de evaluación, de modo que la definición de los estados fuera comparable a lo largo de la serie (Cleveland et al., 1990; Shen et al., 2009; Tashman, 2000).

La comparación se haría entre el modelo de Ising y un modelo de independencia. Ambos se ajustarían con los mismos meses y se evaluarían sobre las mismas configuraciones. En el modelo de independencia, la probabilidad de una configuración se obtendría multiplicando las probabilidades

individuales de los estados observados en cada destino. En el modelo de Ising, esa probabilidad incorporaría también los acoplamientos por pares. Como criterio de comparación se propone la pérdida logarítmica promedio, calculada como el promedio de $-\ln P(s_t)$ en los meses reservados. Un valor menor indicaría que el modelo asignó, en conjunto, mayores probabilidades a las configuraciones observadas (Roudi et al., 2009; Schneidman et al., 2006; Tashman, 2000).

Para examinar la estabilidad de la comparación, se propone repetir el análisis con el porcentaje de ocupación como indicador complementario y con un ajuste estacional alternativo, como una regresión con tendencia e indicadores para cada mes del año. También se revisaría si el signo de los acoplamientos principales se conserva entre bloques de ajuste. Si la ventaja del modelo de Ising aparece únicamente en determinados periodos o cambia al modificar el indicador, su aporte se interpretaría dentro de esas condiciones (Bury, 2013; Roudi et al., 2009; Shen et al., 2009).

5. Conclusiones

El procedimiento propuesto permite formular la sincronización de la demanda hotelera como una pregunta sobre las desviaciones respecto del comportamiento esperado de cada destino. Al considerar primero la tendencia y la estacionalidad, la comparación se centra en establecer si varios destinos registran, durante un mismo mes, una demanda superior o inferior a la esperada. El modelo de Ising reúne estas desviaciones en una distribución conjunta y permite representar las asociaciones contemporáneas entre pares de destinos (Bury, 2013; Jaynes, 1957; Shen et al., 2009).

La aportación de esta propuesta consiste en establecer un procedimiento reproducible para determinar si los acoplamientos por pares aportan información sobre el comportamiento conjunto de los destinos. En una aplicación futura, esa aportación se examinaría comparando las probabilidades asignadas por ambos modelos a las configuraciones observadas en meses reservados. La interpretación se limitaría a la dirección de las desviaciones y a las asociaciones estadísticas entre los destinos incluidos, pues la codificación binaria prescinde de la magnitud de las fluctuaciones (Roudi et al., 2009; Schneidman et al., 2006; Tashman, 2000).

6. Declaraciones

Financiamiento: esta investigación no recibió financiamiento específico de organismos públicos, comerciales o sin fines de lucro.

Conflicto de interés: la coautora M. Beatriz Flores Romero es directora y editora de la Revista de Investigación en Ciencias Contables y Administrativas. No participó en la gestión editorial, en la asignación de dictaminadores ni en la decisión sobre este manuscrito, que correspondió al Comité Editorial. Su firma en la carta de aceptación se limita a comunicar formalmente esa decisión.

Uso de inteligencia artificial: las autoras no declararon el uso de herramientas de inteligencia artificial en la elaboración del manuscrito.

7. Referencias

Bury, T. (2013). Market structure explained by pairwise interactions. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 392(6), 1375–1385. https://doi.org/10.1016/j.physa.2012.10.046

Cleveland, R. B., Cleveland, W. S., McRae, J. E., & Terpenning, I. (1990). STL: A seasonal-trend decomposition procedure based on loess. Journal of Official Statistics, 6(1), 3–73.

Ising, E. (1925). Beitrag zur Theorie des Ferromagnetismus [Contribución a la teoría del ferromagnetismo]. Zeitschrift für Physik, 31, 253–258. https://doi.org/10.1007/BF02980577

Jaynes, E. T. (1957). Information theory and statistical mechanics. Physical Review, 106(4), 620–630. https://doi.org/10.1103/PhysRev.106.620

Koenig-Lewis, N., & Bischoff, E. E. (2005). Seasonality research: The state of the art. International Journal of Tourism Research, 7(4–5), 201–219. https://doi.org/10.1002/jtr.531

Ravikumar, P., Wainwright, M. J., & Lafferty, J. D. (2010). High-dimensional Ising model selection using ℓ1-regularized logistic regression. The Annals of Statistics, 38(3), 1287–1319. https://doi.org/10.1214/09-AOS691

Roudi, Y., Nirenberg, S., & Latham, P. E. (2009). Pairwise maximum entropy models for studying large biological systems: When they can work and when they can't. PLOS Computational Biology, 5(5), Article e1000380. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000380

Schneidman, E., Berry, M. J., II, Segev, R., & Bialek, W. (2006). Weak pairwise correlations imply strongly correlated network states in a neural population. Nature, 440(7087), 1007–1012.

https://doi.org/10.1038/nature04701

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, 27(3–4), 379–423, 623–656. https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x

Shen, S., Li, G., & Song, H. (2009). Effect of seasonality treatment on the forecasting performance of tourism demand models. Tourism Economics, 15(4), 693–708. https://doi.org/10.5367/000000009789955116

Song, H., & Li, G. (2008). Tourism demand modelling and forecasting—A review of recent research. Tourism Management, 29(2), 203–220. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2007.07.016

Tashman, L. J. (2000). Out-of-sample tests of forecasting accuracy: An analysis and review. International Journal of Forecasting, 16(4), 437–450. https://doi.org/10.1016/S0169-2070(00)00065-0