



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

**EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR ALOJAMIENTO EN
MÉXICO Y LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA, 2008-2015:
UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE DE
DATOS Y EL ÍNDICE MALMQUIST**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS EN
NEGOCIOS INTERNACIONALES**

PRESENTA:

SANDRA NALLELY MORALES GARCÍA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JOSÉ CÉSAR LENIN NAVARRO CHÁVEZ

Dedicatoria

A mi hijo, quien es mi mayor motivación para ser mejor cada día,

A mis padres María Elena García y Carlos Héctor Morales, por darme el mejor ejemplo de superación y apoyarme incondicionalmente,

A mis hermanos y amigos por creer en mí.

Agradecimientos

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE), por brindarme la oportunidad de continuar con mi formación académica.

A mi director de tesis el Dr. José César Lenin Navarro Chávez quien fue clave para el desarrollo de esta investigación, le agradezco enormemente su invaluable orientación, el tiempo y los conocimientos compartidos y sobre todo su confianza en mí.

Agradezco también a la Dra. Odette Virginia Delfín Ortega por el tiempo que me dedico, por compartir su conocimiento y ayudarme a mejorar la presente investigación.

Al Dr. Plinio Hernández y al Dr. Antonio Favila quienes con sus observaciones me ayudaron a enriquecer mi trabajo de investigación.

A mis profesores y compañeros por compartir esta linda experiencia.

ÍNDICE

RELACIÓN DE TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS	6
GLOSARIO.....	8
SIGLAS.....	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
PARTE I. UN MARCO REFERENCIAL.....	20
CAPÍTULO 1. EL SECTOR ALOJAMIENTO: UN MARCO CONCEPTUAL Y REFERENCIAL.....	21
1.1 Marco conceptual turístico	21
CAPÍTULO 2. EL SECTOR ALOJAMIENTO EN LA UNIÓN EUROPEA.....	26
CAPÍTULO 3. EL SECTOR ALOJAMIENTO EN MÉXICO	33
PARTE II. EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD. DESARROLLOS TEÓRICOS.....	39
CAPÍTULO 4. LA EFICIENCIA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)	40
4.1 Conceptualización y tipos de eficiencia	40
4.2 Mediciones paramétricas y no paramétricas.....	45
4.3 Clasificación y antecedentes teóricos del Data Envelopment Analysis	50
4.4. Tratamiento de holguras o <i>slacks</i>	56
4.5 <i>Benchmarking</i>	58
4.6 <i>Bootstrap</i>	59
CAPÍTULO 5. PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES	61
5.1 Desarrollos teóricos sobre productividad	61
5.2 El índice Malmquist.....	65

PARTE III. DESARROLLO METODOLÓGICO	70
CAPÍTULO 6. EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD: REVISIÓN DE LITERATURA	71
6.1 Eficiencia: estudios de caso	71
6.2. Productividad Total de los Factores: estudios de caso	77
CAPÍTULO 7. LA EFICIENCIA DEL SECTOR ALOJAMIENTO A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE DE DATOS.....	81
7.1 Formulación del modelo DEA.....	81
7.2 DMU's del modelo DEA	82
7.3 Identificación y selección de <i>inputs</i> y <i>outputs</i> del modelo DEA.....	83
7.4 Indicadores de <i>inputs</i> y <i>outputs</i>	89
7.5 Productividad a través del índice Malmquist	90
7.6 Fuentes estadísticas y bases de datos.....	91
PARTE IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS	92
CAPÍTULO 8. EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES DEL SECTOR ALOJAMIENTO EN LA UNIÓN EUROPEA Y MÉXICO: UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE DE DATOS Y EL ÍNDICE MALMQUIST.....	93
8.1 Eficiencia técnica con el modelo DEA-VRS.....	93
8.2 Análisis <i>benchmarking</i> con rendimientos variables	95
8.3 Análisis <i>slacks</i> DEA-VRS	97
8.4 Eficiencia técnica VRS con <i>bootstrap</i>	99
8.5 Productividad Total de los Factores a partir del índice Malmquist	101
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
ANEXO 1. ANÁLISIS <i>SLACKS</i>	121

RELACIÓN DE TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Tabla 1. Motivos principales de un viaje.....	22
Tabla 2. Lista de categorías de productos característicos del turismo e industrias turísticas	23
Tabla 3. Países miembros de la Unión Europea.	26
Tabla 4. Indicadores económicos clave para las industrias turísticas, UE-28, 2015.	28
Tabla 5. Número de establecimientos por país.....	29
Tabla 6. Oferta hotelera por país, 2014.	33
Tabla 7. Ventajas y desventajas de la metodología DEA.	50
Tabla 8. Ventajas y limitaciones del índice Malmquist basado en el método DEA.....	69
Tabla 9. Revisión de literatura.....	79
Tabla 10. DMU's.....	82
Tabla 11. <i>Inputs</i> y <i>outputs</i> según la literatura.....	83
Tabla 12. <i>Inputs</i> y <i>outputs</i> de la investigación.	84
Tabla 13. Prueba de KMO y Bartlett.....	86
Tabla 14. Comunalidades	87
Tabla 15. Varianza total explicada	87
Tabla 16. Matriz de componentes.....	88
Tabla 17. Eficiencia técnica con rendimientos variables a escala, 2008-2015.....	94
Tabla 18. Análisis <i>benchmarking</i> 2008-2015.....	95
Tabla 19. <i>Bootstrap</i>	100
Tabla 20. Cambio en la eficiencia por país.	102
Tabla 21. Cambio tecnológico por país.....	103
Tabla 22. Índice Malmquist por país.....	104
Tabla 23. Productividad del sector alojamiento por país.....	107
Tabla 24. Análisis de <i>Slacks</i> 2008.....	122
Tabla 25. <i>Slacks</i> 2009.....	123
Tabla 26. <i>Slacks</i> 2010.....	124
Tabla 27. <i>Slacks</i> 2011.....	125
Tabla 28. <i>Slacks</i> 2012.....	126

Tabla 29. <i>Slacks</i> 2013.....	127
Tabla 30. <i>Slacks</i> 2014.....	128
Tabla 31. <i>Slacks</i> 2015.....	129
Figura 1. Eficiencia económica (Eficiencia global)	41
Figura 2. Modelo de eficiencia de Farrell.....	43
Figura 3. Frontera de producción y eficiencia técnica.....	44
Figura 4. Frontera de posibilidades de producción FDH.....	48
Figura 5. Comparación de fronteras de posibilidades de producción: FDH, DEA Y CCR.	49
Figura 6. Estimación de holguras o <i>slacks</i>	57
Figura 7. <i>Bootstrap</i>	60
Figura 8. Componentes del índice de productividad de Malmquist.	66
Gráfico 1. Empresas turísticas en la UE	27
Gráfico 2. Porcentaje de establecimientos hoteleros en la EU-28.....	30
Gráfico 3. Tendencias de las pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico de la UE, 2005-2016. (índice 2005=100).....	31
Gráfico 4. Destinos turísticos: pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico, 2016	32
Gráfico 5. Número de establecimientos hoteleros en México.....	34
Gráfico 6. Cuartos disponibles y cuartos ocupados en México, 2008-2016.	36
Gráfico 7. Tasa de ocupación hotelera en México, 2008-2016.	36
Gráfico 8. Empleo en el sector hotelero de México, 2004-2014.....	37
Gráfico 9. PIB generado en México por alojamiento en establecimientos tradicionales, 1993-2015.	38
Gráfico 10. Llegada de turistas a cuartos de hotel en México.....	38
Gráfico 11. Gráfico de sedimentación.....	88

GLOSARIO

Análisis de la Envolvente de Datos (DEA). Procedimiento no paramétrico de programación lineal, utilizado para evaluar la eficiencia técnica de las unidades productivas empleando múltiples *inputs* y *outputs* (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978).

Benchmarking. Se puede definir como la medida de una actuación en comparación con la de las mejores compañías de su clase, determina cómo la mejor de ellas ha logrado estos niveles de actuación y utiliza la información con base para los objetivos, estrategias y aplicación de la propia compañía (Bemowski, 1991).

Destino (destino principal) de un viaje. El destino principal de un viaje turístico es el lugar visitado que es fundamental para la decisión de realizar el viaje (OMT & ONU, 2008).

Eficiencia. El logro de las metas con la menor cantidad de recursos. (Koontz y Weihrich, 2001)

Eficiencia económica. Logro de la máxima producción al menor costo posible. (Pinzon, 2003)

Entorno habitual. Concepto clave en el turismo, se define como la zona geográfica en la que una persona realiza sus actividades cotidianas habituales (OMT & ONU, 2008)

Índice de Malmquist. Se trata de un índice que representa el crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF) de una unidad de decisión (DMU) (Malmquist, 1953).

Industrias turísticas. También conocidas como actividades turísticas son aquellas que generan principalmente productos característicos del turismo (Naciones Unidas, 2010)

Oferta turística. Es el conjunto de productos turísticos y servicios puestos a disposición del usuario en un destino determinado, para su disfrute y consumo, proporcionando una experiencia de viaje. (SECTUR, 2006)

Productividad. Relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. (Prokopenko, 1997)

Turismo. Se describe como las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por una duración inferior a un año, con cualquier finalidad principal (ocio, negocios u otro motivo personal, no relacionados con el ejercicio de una actividad remunerada en el lugar visitado) (Naciones Unidas, 2010).

Turismo nacional. Resulta de la conjunción del turismo interno más el turismo emisor y se refiere a las actividades realizadas por los visitantes residentes dentro y fuera del país de referencia como parte de sus viajes turísticos internos o emisores (OMT & ONU, 2008)

Turismo internacional. Incluye el turismo receptor y emisor, se refiere a las actividades realizadas por los visitantes residentes fuera del país de referencia y las actividades realizadas por los visitantes no residentes en el país de referencia (Unidas, 2010).

Turismo interno. Las actividades realizadas por un visitante residente en el país de referencia, como parte de un viaje turístico interno o emisor (OMT & ONU, 2008)

Turismo emisor. Las actividades realizadas por un visitante residente fuera del país de referencia, como parte de un viaje turístico emisor o de un viaje turístico interno (OMT & ONU, 2008).

Turismo receptor. Las actividades realizadas por un visitante no residente en el país de referencia, como parte de un viaje turístico receptor (OMT & ONU, 2008).

Turismo interior. Las actividades realizadas por un visitante residente en el país de referencia, como parte de un viaje turístico interno o de un viaje turístico emisor (OMT & ONU, 2008).

Visitante. Es una persona que viaja a un destino principal distinto al de su entorno habitual, por una duración inferior a un año, cuya finalidad principal que no es ser empleado por una entidad residente en el país o lugar visitado. Un visitante (interno, receptor o emisor) se clasifica como turista (visitante que pernocta) si su viaje incluye una pernoctación, o como excursionista en caso contrario (Naciones Unidas, 2010).

SIGLAS

OMT. Organización Mundial del Turismo

SECTUR. Secretaria de Turismo

INPUTS. Entradas

OUTPUTS. Salidas

FDH. Free Disposal Hull

DEA. Análisis envolvente de datos o *Data Envelopment Analysis*.

CRS. Modelo con rendimientos constantes a escala

VRS. Modelo con rendimientos variables a escala

DMU. Unidad de decisión

UE. Unión Europea

OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía

PTF. La Productividad Total de los Factores

IPM. Índice de Productividad de Malmquist

IM. Índice Malmquist

EG. Eficiencia global

EA. Eficiencia asignativa

ET. Eficiencia técnica

ES. Eficiencia de escala

ETP. Eficiencia técnica pura

SFA. Enfoque de frontera estocástica

UE. Unión Europea

USD: Dólar o moneda nacional de los Estados Unidos de América

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo determinar el nivel de eficiencia técnica y la Productividad Total de los Factores (PTF) del sector de alojamiento para visitantes en México y los países miembros de la Unión Europea en el periodo 2008-2015. Para evaluar los niveles de eficiencia del sector se utiliza la metodología no paramétrica DEA con rendimientos variables orientado al *output* y se aplicó la técnica *bootstrap* con la finalidad de robustecer los resultados. Se complementa el estudio con el análisis *benchmarking* y el análisis *slacks*. Además, se calcula el índice Malmquist el cual descompone el cambio de la productividad en dos factores: cambio en eficiencia y cambio tecnológico. Los principales resultados permiten determinar los países que muestran un comportamiento más eficiente, y los índices de variación de su productividad en el periodo, así como sus principales determinantes.

Los resultados de eficiencia con el modelo DEA-VRS original muestran ocho países eficientes durante todo el periodo analizado 2008-2015 los cuales fueron: Francia, Alemania, Italia, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, España y Reino Unido, mientras que en el modelo con la aplicación de la técnica *bootstrap* los valores de eficiencia se redujeron, por lo que ninguno de los países resultó eficiente en el periodo de estudio.

Los resultados de productividad con el índice Malmquist muestran que en general hubo un incremento en la productividad del sector durante el periodo analizado, el cual estuvo determinado por el cambio tecnológico.

Palabras clave: turismo, sector alojamiento, eficiencia, productividad, DEA, índice Malmquist.

ABSTRACT

This work aims to determine the level of technical efficiency and total productivity of factors (TFP) in the accommodation sector for visitors in Mexico and the member countries of the European Union in the 2008-2015 period. In order to evaluate the efficiency levels of the sector, the non-parametric DEA methodology was used with variable yields, *output* oriented, and the *bootstrap* technique was applied in order to strengthen the results. The study is complemented with *benchmarking* analysis and *slacks* analysis. In addition, the Malmquist index is also calculated which breaks down the change in productivity into two factors: change in efficiency and technological change. The main results allow us to determine the countries that show the most efficient behavior, and the indices of variation of their productivity during the period, as well as their main determinants.

The efficiency results with the original DEA-VRS model show eight efficient countries during the entire 2008-2015 analyzed period which were: France, Germany, Italy, Luxembourg, Malta, Netherlands, Spain and United Kingdom, while in the model with the *bootstrap* technique application, the efficiency values were reduced resulting in none of the countries being efficient in the period analyzed.

The productivity results with the Malmquist index show that in general there was an increase in the productivity of the sector during the analyzed period, which was determined by technological change.

Keywords: tourism, accommodation sector, efficiency, productivity, DEA, Malmquist index

INTRODUCCIÓN

Durante las seis últimas décadas, el turismo ha experimentado una continua expansión y diversificación, como consecuencia de diversos fenómenos (globalización, liberalización del comercio y factores demográficos, económicos y sociales, entre otros), actualmente es uno de los principales actores del comercio internacional, y una de las principales fuentes de ingresos para muchos países en desarrollo, lo que hace que nos situemos en uno de los sectores económicos de mayor envergadura y crecimiento no solo desde un punto de vista internacional sino también nacional.

Hoy en día, el turismo representa el 10% del PIB mundial, 1 de cada 10 empleos, el 7% de las exportaciones mundiales y el 30% de exportaciones en bienes y servicios (OMT, 2018).

El turismo se ha caracterizado por su crecimiento prácticamente ininterrumpido, a pesar de crisis ocasionales de diversa índole, demostrando su fortaleza y su resistencia. Las llegadas de turistas internacionales a escala mundial han pasado de 25 millones en 1950 a 278 millones en 1980, 674 millones en 2000 y 1.186 millones en 2015. El 2017 fue el octavo año consecutivo de crecimiento sostenido. Se registraron un total de 1,326 millones de llegadas de turistas internacionales en todo el mundo, alrededor de 86 millones más que en 2016 (OMT, 2018).

Un número creciente de destinos de todo el mundo se han abierto al turismo y han invertido en él, haciendo del mismo un sector clave para el progreso socioeconómico, a través de la creación de puestos de trabajo y de empresas, la generación de ingresos de exportación y la ejecución de infraestructuras.

De acuerdo con los criterios de la Organización Mundial del Turismo (OMT), el consumo que los turistas extranjeros realizan en el país de destino, al pagar por una habitación de hotel, cenar en un restaurante, etc., es considerado como una exportación a efectos de la contabilidad nacional (con diferencia que los productos y servicios turísticos no tienen que ser transportados hacia el país de origen del cliente). Como categoría mundial de exportación, el turismo ocupa el tercer puesto, tan solo por detrás de productos químicos y de combustibles, y por delante de automoción y de alimentación. En muchos países en desarrollo, el turismo es la principal categoría de exportaciones.

Europa es la región más visitada del mundo, el 2017 es el octavo año consecutivo de crecimiento sostenido, con un incremento del 8% respecto al 2016 tanto en llegadas de turistas internacionales 672 millones, como en ingresos por turismo internacional con 519 millones de USD (OMT, 2018).

En el 2017 México se posicionó en el lugar número 6 a nivel mundial por llegada de turistas Internacionales con 39.3 millones de turistas un incremento del 12% respecto al 2016. Los ingresos por turismo llegaron a los 21.33 millones de USD con un incremento del 6.5%(SECTUR, 2018b).

El turismo en México representa el 8.7% del PIB nacional. En la composición del PIB turístico, destaca la aportación de los servicios de alquiler y negocios con 21.3%; seguido por el transporte de pasajeros con el 17.0%; los bienes y artesanías con 14.6%; los servicios de alojamiento, tiempos compartidos y segundas viviendas con 13.9%; los otros servicios (incluye los servicios profesionales, de reparación y mantenimiento, médicos, entre otros) con 11.5%; los restaurantes, bares y centros nocturnos con 10.5%; el comercio con 8.4%; los servicios de esparcimiento con 1.8%; y finalmente, las agencias de viajes y tour operadores con 1.0 por ciento (SECTUR, 2018a).

Diversos factores concurren a sostener el crecimiento del turismo a largo plazo: la infraestructura, más y mejor transporte y oferta hotelera y restaurantera, desarrollo y uso de los distintos medios de comunicación y capacitación y actualización de los prestadores de servicios turísticos.

Las empresas hoteleras proporcionan un servicio básico sin el que no serían posibles el desarrollo y la expansión de las actividades turísticas, constituyendo en cualquier caso un referente para las empresas del sector.

El sector de alojamiento para visitantes ha representado un eslabón fundamental para el crecimiento del turismo en México, ya que la inversión en infraestructura impulsa el flujo de turismo nacional e internacional a los destinos del país. La oferta hotelera del país ha experimentado un crecimiento promedio anual de 3.8 por ciento en número de cuartos y de 4.5 por ciento en número de hoteles. En 2015, el total de cuartos promedio disponibles fue de 553,979 (SECTUR, 2015).

Debido a la importancia de las empresas de alojamiento dentro del sector turístico, es oportuno realizar el presente trabajo, buscando respuesta a las siguientes dos preguntas generales de investigación: ¿Cuáles fueron los principales factores que determinaron la eficiencia del sector alojamiento en México y la Unión Europea, durante el periodo 2008-2015? y ¿Cuáles fueron los

principales factores que determinaron la Productividad Total de los Factores del sector alojamiento en México y la Unión Europea, durante el periodo 2008-2015?

Por lo tanto, las aspiraciones u objetivos de la investigación son: a) Identificar cuáles fueron los principales factores que determinaron la eficiencia del sector alojamiento en México y la Unión Europea, durante el periodo 2008-2015; b) Identificar cuáles fueron los principales factores que determinaron la productividad del sector alojamiento en México y la Unión Europea, durante el periodo 2008-2015.

Los factores que en los últimos años afectan a la economía en general y al sector turístico en particular han motivado la realización del presente trabajo y el replanteamiento de modelos de eficiencia y productividad que recoja las restricciones económicas a las que se enfrenta el sector y permita evaluar la competitividad de sus empresas.

La idea más amplia sobre eficiencia la tenemos con el óptimo de Pareto, según el cual una asignación de recursos A es preferida a otra B si, y solo si, con la segunda al menos algún individuo mejora y nadie empeora, es decir, un óptimo paretiano. El cual refiere a una asignación de recursos que no puede modificarse para mejorar la situación de alguien sin empeorar la de otros (Gravelle y Rees, 2004).

Farrell (1957) centró el problema de la eficiencia en su estimación a partir de datos observados en las unidades productivas, dotando de un marco analítico al concepto neoclásico de “eficiencia paretiana”. Farrell inspirado en los trabajos de Koopmans (1951) y Debreu (1951), desarrolló el concepto de eficiencia desde el punto de vista de eficiencia técnica y eficiencia de precio o asignativa como componentes de la eficiencia global.

Debreu (1951), propuso la primera medida de eficiencia técnica basándose en un ratio de distancias, de esta forma cuantificaría la proporción en la que la situación obtenida en una economía se aleja de la óptima, es decir en la que fuera imposible aumentar la satisfacción de algún individuo sin al menos disminuir la de otro.

Debreu (1951) y Farrell (1957), introdujeron una medición de eficiencia técnica, esta medición es definida como la máxima reducción proporcional de todos los *inputs* que permiten la producción de una cantidad determinada de *output*. Un resultado igual a la unidad 1 indica que hay eficiencia técnica y un resultado menor a uno indica ineficiencia técnica.

Metodológicamente para obtener una medida de eficiencia es necesario conocer la función de producción, o bien el conjunto de datos de producción aplicado, así como la frontera eficiente. Para ello existen básicamente dos tipos de modelos: paramétricos y no paramétricos en función de que se requiera o no especificar una forma funcional que relacione los *inputs* con los *outputs*. A su vez estos pueden ser métodos estadísticos o no para estimar la frontera que en última estancia puede ser especificada como estocástica (aleatoria) o determinista (Coll & Blasco, 2006).

Los modelos de naturaleza no paramétrica utilizan técnicas de programación matemática para medir la eficiencia de las unidades de decisión. El objetivo del enfoque no paramétrico a la medición de la eficiencia productiva es definir una superficie de frontera envoltimiento para todas las observaciones de la muestra. Esta superficie está determinada por las unidades que se encuentran en él, que es la DMU eficiente. Por otra parte, las unidades que no se encuentran en esa superficie puede ser considerado como ineficiente y una puntuación ineficiencia individuo se calcularán para cada uno de ellos.

En esta categoría se encuentran dos metodologías, el modelo *Free Disposal Hull* (FDH) y el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Puede destacarse el método DEA por dos razones fundamentales: su mayor estandarización, así como que permite considerar múltiples *inputs* y *outputs*.

El modelo DEA, es un método no paramétrico de programación lineal que facilita la construcción de una superficie envolvente o frontera eficiente a partir de los datos disponibles del conjunto de unidades objeto de estudio. En los cuales se evalúa la producción respecto a las funciones de producción, donde la función de producción se entiende el máximo nivel de *output* alcanzable con una cierta combinación de *inputs*, o bien, el mínimo nivel de *inputs* necesario en la producción de un cierto nivel de *outputs* (Coelli, Prasada Rao, O'Donnell, & Battese, 1998).

En un análisis DEA se realizan dos procesos simultáneamente mediante el uso de algoritmos de programación lineal: la obtención de la frontera eficiente y la estimación de la ineficiencia. La obtención de la frontera eficiente se calcula maximizando el *output* dado el nivel de *inputs* si se utiliza orientación *output* y minimizando el *input* dado el nivel de *outputs* si se utiliza orientación *input*. La estimación de la ineficiencia depende de la orientación utilizada y se calcula como la distancia a la frontera de cada empresa evaluada, comparándose cada empresa con otra tecnológicamente similar.

Teniendo en cuenta las orientaciones una unidad será considerada eficiente si, y solo si, no es posible incrementar las cantidades de *outputs* manteniendo fijas las cantidades de *inputs* utilizadas, ni es posible disminuir las cantidades de *inputs* empleadas sin alterar las cantidades de *outputs* obtenidas (Banker, Charnes, & Cooper, 1984).

Existen cuatro principales modelos DEA el modelo con rendimientos constantes a escala (CRS), el modelo con rendimientos variables escala (VRS), el modelo aditivo y el modelo multiplicativo. A diferencia del modelo CRS, el VRS permite que cada unidad sea comparada solo con aquellas de su tamaño y no con todas las unidades presentes en el análisis.

El análisis envolvente de datos (DEA), es una metodología no paramétrica que puede utilizarse para evaluar la eficiencia técnica de las unidades productivas. Mientras que el índice de Malmquist representa el crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF) de una unidad de decisión (DMU).

La productividad es uno de los aspectos más importantes dentro de la industria de un país para ser competitivo frente a la influencia de la globalización comercial y para mejorar su nivel tecnológico. (Mercado, 1997). Es primordial comprender la importancia de la productividad de un país debido a que afecta a las tasas de inflación, el nivel de vida, el empleo, el poder político y el poder económico (Sumanth, 1993).

Con la finalidad de apreciar los cambios de la eficiencia y productividad en el tiempo se desarrolló el índice Malmquist. El cual fue propuesto por Färe *et al.* (1994) y distingue dos componentes mutuamente excluyentes y exhaustivos, cambios en la eficiencia técnica y cambios en la tecnología. El índice Malmquist bajo análisis de datos envolventes define funciones distancia orientadas a insumos que caracterizan una tecnología por la máxima contracción proporcional posible en el uso de insumos, mientras los niveles del producto se mantienen constantes; o bien orientadas a la producción, que consideran la expansión proporcional máxima del vector de producción, dados los insumos utilizados.

El índice Malmquist se define entonces como el producto de dos términos: el “movimiento de la frontera” (también conocido como “innovación”, “cambio técnico” o *Frontier-Shift*) y el “cambio de eficiencia” (*Catch-Up*). Este último se relaciona con el grado en que una DMU mejora su eficiencia relativo a sus competidores, mientras que el movimiento de la frontera refleja los

movimientos hacia mayor productividad de las DMU inicialmente eficientes, entre dos períodos de tiempo.(Ferro & Romero, 2011).

Este estudio adoptó el análisis envolvente de datos (DEA), desarrollado por Charnes *et al.* (1978), utilizando múltiples *inputs* y *outputs* para analizar la eficiencia del sector alojamiento en México y los países de la Unión Europea, además se utiliza el índice de productividad de Malmquist expresado por Färe *et al.* (1992), ya que permite descomponer los cambios de productividad en cambio de eficiencia y cambio técnico.

Las hipótesis de trabajo que se tratan de probar con esta investigación son:

El personal ocupado, el número de habitaciones disponibles, el número de noches ocupadas, el número de huéspedes y el valor agregado fueron los principales factores que incidieron en la eficiencia del sector alojamiento en México y la Unión Europea durante el periodo 2008-2015.

Dentro de los componentes de la Productividad Total de los Factores (PTF) - cambio tecnológico y eficiencia técnica- fue el cambio tecnológico el principal determinante de la productividad del sector alojamiento en México y la Unión Europea durante el periodo 2008-2015.

Se plantea la formulación de un modelo de frontera no paramétrico determinístico DEA orientado al *output* con rendimientos variables. Dicho modelo nos permite obtener la eficiencia técnica y de la misma manera, se podrá evaluar la evolución de la Productividad Total de los Factores con el cálculo del índice Malmquist.

Para las empresas de alojamiento, al igual que para otros servicios, se consideran *inputs* aquellos bienes y servicios adquiridos por la empresa, mientras que los *outputs* son los bienes o servicios que la empresa vende a otras empresas o al consumidor final (Sealey & Lindley, 1977).

En este trabajo se han empleado el valor agregado, el número de noches ocupadas y el número de huéspedes como medida de *outputs*. Los *inputs* seleccionados son: el número de trabajadores como medida del factor trabajo y el número de habitaciones disponibles como medida del factor capital.

El presente trabajo está integrado por cuatro apartados con ocho capítulos, la primera parte está conformada por tres capítulos; en los cuales se desarrolla un marco conceptual del turismo, un marco referencial del sector alojamiento en la Unión Europea y un marco referencial del sector alojamiento en México.

En la segunda parte se exponen los fundamentos teóricos sobre eficiencia y productividad, en el capítulo número cuatro se aborda la conceptualización para posteriormente hacer la revisión de la literatura sobre los modelos básicos que permiten medir la eficiencia de cualquier unidad productiva con el propósito de ofrecer una visión sencilla y aplicable sobre los conceptos más importantes. Igualmente, en el capítulo número cinco se desarrollan los aspectos teóricos sobre la productividad total de los factores (PTF), partiendo de los conceptos más importantes para posteriormente presentar el índice Malmquist como método para la estimación de la PTF.

En la tercera parte se desarrolla la propuesta metodológica compuesta en dos capítulos: en el capítulo 6 encontraremos la revisión de literatura donde analizamos algunos trabajos recientes aplicados al análisis de la eficiencia y productividad del sector hotelero o de alojamiento. En el capítulo 7 se desarrolla la propuesta metodológica sobre el análisis envolvente de datos (DEA) y el índice Malmquist que se utiliza en este estudio. En primer lugar, se abordan los fundamentos de la medición de la eficiencia y posteriormente los cambios en la productividad.

Finalmente, en la cuarta y última parte se muestran los resultados obtenidos de la aplicación del modelo no paramétrico DEA y el análisis de los cambios en la productividad mediante el índice Malmquist, y se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

PARTE I. UN MARCO REFERENCIAL

Para conocer el contexto en el que se desarrolla el presente trabajo, en este apartado se ha creado un marco de referencia. Se presentan a continuación los principales aspectos teóricos y conceptuales del turismo. Así mismo, se realiza un breve diagnóstico donde se describe la situación del sector turístico y el sector de alojamiento para visitantes en la Unión Europea y México. Además, se presenta un análisis de los principales indicadores del sector.

CAPÍTULO 1. EL SECTOR ALOJAMIENTO: UN MARCO CONCEPTUAL Y REFERENCIAL

1.1 Marco conceptual turístico

Gracias al consenso internacional realizado por diversos países y numerosas instituciones entre ellas la Organización Mundial del Turismo (OMT) se obtuvieron las *Recomendaciones internacionales para estadísticas del turismo 2008*, con el objetivo de mejorar la compatibilidad internacional. En estas *Recomendaciones* se proporcionan los conceptos básicos y las definiciones referentes al sector turístico, que deben integrar cualquier sistema nacional de estadísticas de turismo.

1.1.1 Conceptos básicos del turismo

El turismo, como fenómeno impulsado por la demanda, se refiere a las actividades que realizan los visitantes y a su adquisición de bienes y servicios. Desde la perspectiva de la oferta, el turismo es el conjunto de actividades productivas concebidas para atender principalmente a los visitantes (Naciones Unidas, 2010).

La OMT define al turismo como: “Un fenómeno social, cultural y económico relacionado con el movimiento de las personas a lugares que se encuentran fuera de su lugar de residencia habitual por motivos personales o de negocios/profesionales. Estas personas se denominan visitantes (que pueden ser residentes o no residentes).

Visitante: es la persona que viaja a un destino principal distinto al de su entorno habitual, por un periodo de tiempo inferior a un año y cuya finalidad de visita no sea la de ser empleado en el país o lugar visitados. Un visitante se clasifica como:

- Turista (si su viaje incluye una pernoctación).
- Excursionista (visitante que no pernocta en un medio de alojamiento es decir permanece menos de 24 horas en el lugar visitado).

El motivo principal de un viaje es uno de los criterios utilizados para determinar si el viaje se considera viaje turístico y si el viajero se considera visitante. Los viajes realizados por los turistas y excursionistas se pueden clasificar en las siguientes categorías (OMT & ONU, 2008)

Tabla 1. Motivos principales de un viaje

1. Motivos personales	
a. Vacaciones, recreo y ocio	b. Visitas a familiares y amigos
c. Educación y formación	d. Salud y atención medica
e. Religión/peregrinaciones	f. Compras
g. Transito	h. Otros motivos
2. Negocios y motivos profesionales	

Fuente: elaboración propia con base en las *Recomendaciones sobre el marco conceptual, 2008*

En las Recomendaciones también se definen 3 formas fundamentales de turismo:

- Turismo interno o domestico: son las actividades realizadas por los visitantes residentes que viajan dentro del territorio del país de referencia.
- Turismo receptor: engloba las actividades de los visitantes no residentes en el país de referencia.
- Turismo emisor: abarca las actividades realizadas por los visitantes residentes que viajan fuera del país de referencia.

El turismo tiene que ver con sus actividades, de las cuales algunas implican un *gasto turístico*". El *gasto turístico* hace referencia a la suma pagada por la adquisición de bienes y servicios de consumo, y de objetos valiosos, para uso propio o para regalar, durante los viajes turísticos y para los mismos (Naciones Unidas 2010).

Conforme a las tres formas de turismo definidas anteriormente se pueden definir tres categorías del gasto turístico basadas en el país de residencia de los agentes económicos:

- Gasto turístico interno: realizado por un visitante residente del país de referencia.
- Gasto turístico receptor: realizado por un visitante no residente del país de referencia, y
- Gasto turístico emisor: realizado por un visitante residente fuera del país de referencia.

1.1.2 Clasificaciones de productos y actividades productivas del turismo

Las clasificaciones hacen referencia a los productos fundamentalmente aquellos que pertenecen al gasto turístico y a las actividades productivas que constituyen la base para la definición de las industrias turísticas. Las industrias o actividades turísticas son aquellas que generan principalmente productos característicos del turismo (Recomendaciones internacionales para estadísticas del turismo, 2008).

Los productos característicos del turismo son aquellos que cumplen con uno o ambos de estos criterios:

- a) El gasto turístico en el producto debería representar una parte importante del gasto total turístico.
- b) El gasto turístico en el producto debería representar una parte importante de la oferta del producto en la economía. este criterio supone que la oferta de un producto característico del turismo se reduciría considerablemente si no hubiera visitantes.

A continuación, se presenta una lista de los principales productos e industrias turísticas:

Tabla 2. Lista de categorías de productos característicos del turismo e industrias turísticas

Productos	Industrias
1. Servicios de alojamiento para visitantes	1. Alojamiento para visitantes
2. Servicios de provisión de alimentos y bebidas	2. Actividades de provisión de alimentos y bebidas
3. Servicios de transporte de pasajeros por ferrocarril	3. Transporte de pasajeros por ferrocarril
4. Servicios de transporte de pasajeros por carretera	4. Transporte de pasajeros por carretera
5. Servicios de transporte de pasajeros por agua	5. Transporte de pasajeros por agua
6. Servicios de transporte aéreo de pasajeros	6. Transporte aéreo de pasajeros
7. Servicios de alquiler de equipos de transporte	7. Alquiler de equipos de transporte

8. Agencias de viajes y otros servicios de reservas	8. Actividades de agencias de viajes y de otros servicios de reservas
9. Servicios culturales	9. Actividades culturales
10. Servicios deportivos y recreativos	10. Actividades deportivas y recreativas
11. Bienes característicos del turismo, específicos de cada país	11. Comercio al por menor de bienes característicos del turismo, específicos de cada país
12. Servicios característicos del turismo, específicos de cada país	12. Otras actividades características del turismo, específicas de cada país

Fuente: Elaboración propia con base en *Recomendaciones internacionales para estadísticas de turismo 2008*.

La tabla anterior muestra las categorías de productos característicos del turismo y de las actividades características del turismo agrupadas en 12 categorías que son las que se utilizan en la cuenta satélite del turismo. Las primeras 10 son la parte fundamental para la comparación internacional, las otras dos categorías son específicas de cada país.

Alojamiento para visitantes

Debido a que los turistas pasan una noche fuera de su entorno habitual, necesitan un lugar en el que alojarse. Los servicios de alojamiento a corto plazo se consideran muy importantes para el turismo y muchos países estiman que los establecimientos que ofrecen dichos servicios constituyen toda una industria turística. Esta industria a su vez se agrupa en las siguientes categorías:

5510	Actividades de alojamiento para estancias cortas
5520	Actividades de campamentos, parques de vehículos recreativos y parques de caravanas
5590	Otras actividades de alojamiento
6810	Actividades inmobiliarias realizadas con bienes propios o arrendados
6820	Actividades inmobiliarias realizadas a cambio de una retribución o por contrato

Fuente: Elaboración propia con base en *Recomendaciones internacionales para estadísticas de turismo 2008*.

5510 actividades de alojamiento para estancias cortas

Esta clase comprende el suministro de alojamiento, principalmente para estancias cortas de los visitantes por días o por semanas. Se refiere a la provisión de alojamiento amueblado en habitaciones y apartamentos o unidades independientes con cocina, con o sin servicio diario o regular de limpieza y que incluyen a menudo algunos servicios adicionales como: servicios de comida y bebidas, aparcamiento, lavandería, piscina, gimnasio, instalaciones de recreo e instalaciones para conferencias y convenciones. Esta clase comprende:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| ▪ Hoteles | ▪ Pisos y bungalows |
| ▪ Centros vacacionales | ▪ Unidades utilizadas en régimen de tiempo compartido |
| ▪ Hoteles de suites/apartamentos | ▪ Casas de vacaciones |
| ▪ Moteles | ▪ Chalets y cabañas con servicio de mantenimiento y limpieza |
| ▪ Hoteles para automovilistas | ▪ Albergues juveniles y refugios de montaña |
| ▪ Casa de huéspedes | |
| ▪ Pensiones | |
| ▪ Unidades de alojamiento y desayuno | |

*No se incluyen las viviendas o apartamentos para periodos largos en general por meses o por años.

CAPÍTULO 2. EL SECTOR ALOJAMIENTO EN LA UNIÓN EUROPEA

La Unión Europea, o UE, es una unión económica y política de 28 países europeos, constituida el 1 de noviembre de 1993 por el Tratado de la Unión Europea (Tratado de Maastricht). Los Estados miembros de la UE son los siguientes (en orden alfabético):

Tabla 3. Países miembros de la Unión Europea.

1. Alemania	2. Eslovaquia	3. Hungría	4. Países Bajos
5. Austria	6. Eslovenia	7. Irlanda	8. Polonia
9. Bélgica	10. España	11. Italia	12. Portugal
13. Bulgaria	14. Estonia	15. Letonia	16. Reino Unido
17. Chipre	18. Finlandia	19. Lituania	20. República Checa
21. Croacia	22. Francia	23. Luxemburgo	24. Rumania
25. Dinamarca	26. Grecia	27. Malta	28. Suecia

Fuente: Eurostat, 2018.

De acuerdo con el *Panorama OMT del turismo internacional, 2018*, de la Organización Mundial del Turismo de las Naciones Unidas (OMT) la UE es un importante destino turístico, ya que cinco de sus Estados miembros se encuentran entre los diez principales destinos del 2017.

El turismo puede desempeñar un papel importante en el desarrollo de las regiones europeas, ya que contribuye al empleo y al crecimiento económico, así como al desarrollo en zonas rurales, periféricas y menos desarrolladas. La infraestructura creada para fines turísticos contribuye al desarrollo local, mientras que los puestos de trabajo que se crean o se mantienen pueden contribuir a contrarrestar el declive industrial o rural.

Según datos preliminares de la OMT 2018, los 28 países de la Unión Europea registraron un extraordinario aumento del 8% en las llegadas internacionales en 2017. Los destinos de la UE-28 recibieron 38 millones de llegadas más que en 2016, para llegar a 538 millones, el 40% del total mundial. Ha sido el octavo año consecutivo de crecimiento sostenido para la UE de los 28, tras la

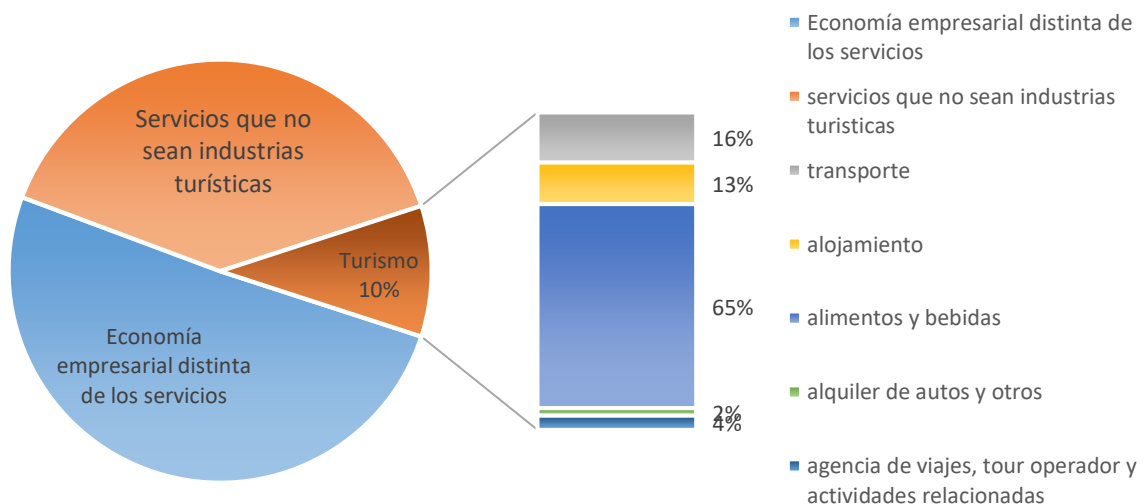
crisis financiera y económica mundial de 2009. Dentro de la UE-28, el crecimiento fue impulsado por los destinos en el sur y el Mediterráneo de Europa, que registraron un destacado crecimiento del 10% en las llegadas. Entre los otros destinos de la UE-28, los de Europa occidental (+ 7%), en Europa central y oriental (+ 6%) y en Europa septentrional (+ 5%) también registraron un crecimiento sólido.

Estos resultados robustos reflejan la demanda sostenida de viajes en todo el mundo, en línea con la mejora de la economía mundial y el rebote de los destinos que sufrieron caídas en años anteriores.

En el año 2015, una de cada diez empresas activas en la economía empresarial no financiera pertenecía al sector turístico (véase gráfico 1). Se estimaba que en 2,35 millones de empresas trabajaban 12,6 millones de personas. Las empresas pertenecientes a sectores en los que se desarrollaban actividades relacionadas con el turismo representaban un 9,1 % de las personas ocupadas en el conjunto de la economía empresarial no financiera y un 21,5 % de las personas empleadas en el sector servicios.

La aportación del sector turístico al volumen de negocios total y al valor añadido al coste de los factores fue relativamente baja, ya que las empresas del sector turístico representaron un 3,7 % del volumen de negocios y un 5,6 % del valor añadido de la economía empresarial no financiera.

Gráfico 1. Empresas turísticas en la UE



Fuente: Eurostat, 2016.

Tabla 4. Indicadores económicos clave para las industrias turísticas, UE-28, 2015.

	Número de empresas	Volumen de negocios (millones EUR)	Valor añadido al costo del factor (millones EUR)	Número de personas empleadas
Economía total del negocio no financiero	23,500,343	27.307.303	7.033.142	137,444,933
Servicios totales ⁽²⁾	11,589,214	6,443,037	2,940,083	58,840,732
Total de industrias de turismo ⁽³⁾	2,350,641	1,038,461	398,256	12,650,646
Industrias turísticas (principalmente turismo)	386,642	468,557	145,535	3,332,343
Industrias turísticas	1,963,999	569,904	252,721	9.318.303
Transporte relacionado (total)	371,032	272,441	99,695	1,976,304
Tierra transporte	356,940	115,212	59,389	1,519,499
<i>Transporte ferroviario de pasajeros, interurbano</i>	290	54,567	25,491	358,917
<i>Operación de taxi</i>	306,765	22,827	13,408	614,055
<i>Otros transportes terrestres de pasajeros</i>	49,885	37,819	20,490	546,527
Agua transporte	10,049	23,202	8,586	112,350
<i>Transporte marítimo y costero de agua para pasajeros</i>	5,949	21,202	7,751	91,390
<i>Interior pasajero agua transporte</i>	4,100	2,000	835	20,960
Transporte aéreo de pasajeros	4,043	134,026	31,721	344,455
Alojamiento	307,765	175,393	84,258	2,546,635
<i>Hoteles y alojamientos similares</i>	154,311	145,442	71,233	2,118,793
<i>Vacaciones y otros alojamientos de corta estancia</i>	137,068	20,165	8,203	330,605
<i>Zonas de acampada, parques de vehículos recreativos y parques de casas rodantes</i>	16,386	9,785	4.823	97,237
Comida y bebida (total)	1,511,310	346,572	140,444	7,412,779
<i>Restaurantes y actividades de servicio móvil de alimentos</i>	930,300	256,097	105,444	5,282,075
<i>Bebida servicio ocupaciones</i>	581,010	90,475	35,000	2.130.704
Alquiler de autos y otros (total)	55,700	73,574	41,036	204,675
<i>Alquiler y arrendamiento de automóviles y camiones</i>	41,836	71,334	40,000	171,356
<i>Alquiler y arrendamiento de bienes recreativos y deportivos</i>	13,864	2,241	1,036	33,319
Agencia de viajes, servicio de reserva de operadores turísticos y actividades relacionadas (total)	104,818	170,482	32,823	510,253
<i>Agencia de viajes y actividades de operadores turísticos</i>	74,834	159,138	29,556	441,253
<i>Otro servicio de reserva y actividades relacionadas</i>	30,000	11,344	3.267	69,000

Fuente: Eurostat, 2016

*Nota: Debido a datos no confiables a nivel de país y al redondeo, pueden ocurrir desviaciones entre total y subtotal.

Desde la perspectiva de la oferta, se calcula que en 2014 había en la EU-28 algo más de 200,000 establecimientos hoteleros activos, que en total ofrecían más de 13 millones de camas (véase la tabla 5).

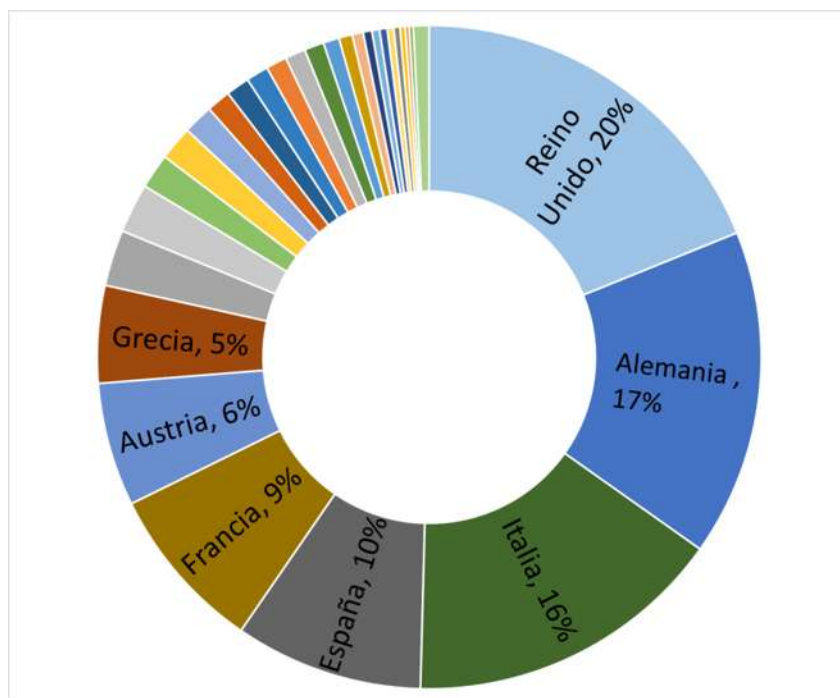
Tabla 5. Número de establecimientos por país

País	Número de Establecimientos (2014)	Número de Camas (2014)
Unión Europea (composición actual)	202,248	13,660,998
Bélgica	1,653	127,835
Bulgaria	2,166	271,526
Republica checa	5,833	306,430
Dinamarca	533	90,433
Alemania	33,997	1,763,742
Estonia	410	32,437
Irlanda	2,438	151,258
Grecia	10,123	800,022
España	19,563	1,875,912
Francia	17,336	1,274,920
Croacia	909	161,875
Italia	33,290	2,241,239
Chipre	799	85,150
Letonia	258	22,781
Lituania	421	28,459
Luxemburgo	236	14,787
Hungría	2,123	173,914
Malta	149	40,222
Países Bajos	3,561	252,115
Austria	12,839	598,742
Polonia	3,646	292,521
Portugal	2,331	309,918
Rumania	2,500	217,721
Eslovenia	647	44,567
Eslovaquia	1,397	91,663
Finlandia	785	133,785
Suecia	2,033	238,852
Reino Unido	40,272	2,018,172

Fuente: Eurostat, 2016.

Casi todos los establecimientos hoteleros de la EU-28 se concentraban en solo cuatro estados miembros de la UE, a saber, Reino Unido (20%), Alemania (17%), Italia (16%), España (10%) seguido por Francia con (9%).

Gráfico 2. Porcentaje de establecimientos hoteleros en la EU-28.

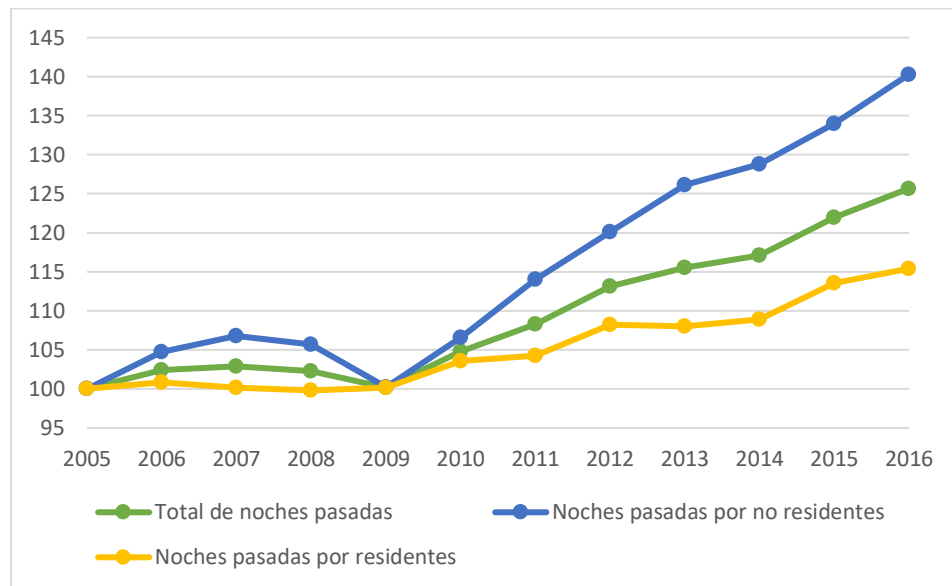


Fuente: Eurostat, 2016.

En los últimos años, las pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico han manifestado una tendencia al alza. A pesar de que, en los años 2008 y 2009 a consecuencia de la crisis económica y financiera hubo una disminución transitoria del número de pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico: el número de pernoctaciones turísticas en la UE disminuyó un 0,6 % en 2008 y un 2,1 % adicional en 2009.

Para el año 2010, el número de pernoctaciones comenzó a recuperarse y en 2016 llegó a 2,900 millones de pernoctaciones, un incremento del 3% respecto al 2015. (ver gráfico 3).

Gráfico 3. Tendencias de las pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico de la UE, 2005-2016. (índice 2005=100)



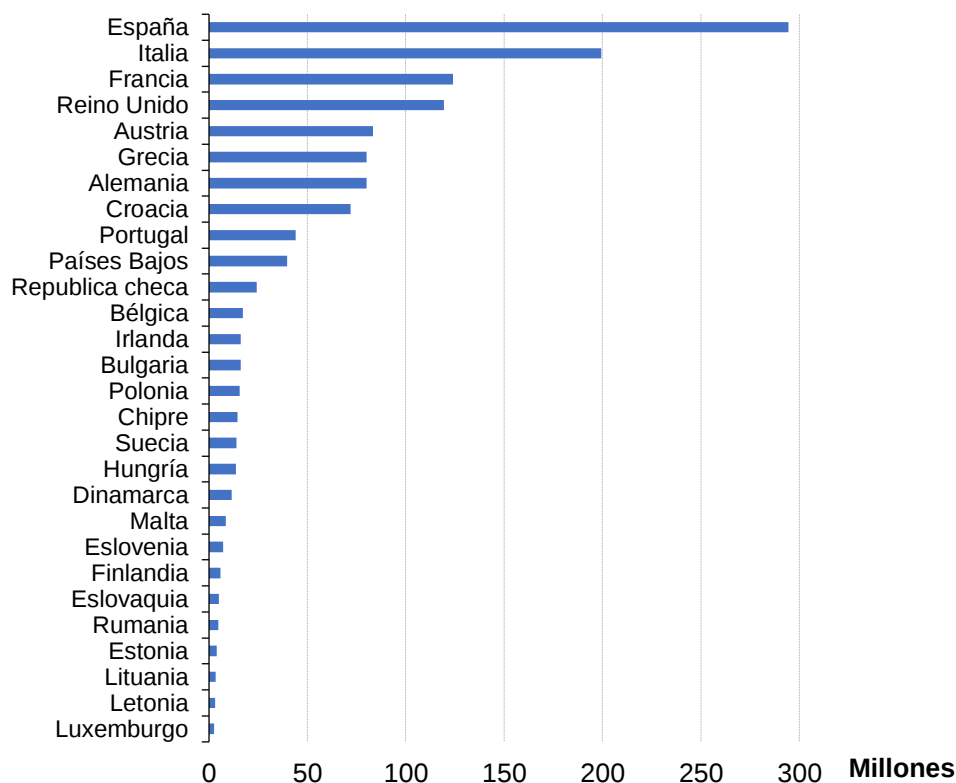
Fuente: Eurostat (tour_occ_ninat).

Europa sigue siendo la región más visitada del mundo y continúa liderando el crecimiento en términos absolutos. Sin embargo, el ritmo de crecimiento del turismo en muchas economías emergentes está superando el crecimiento en las economías avanzadas. En el largo plazo, se prevé que esta tendencia continúe, liderada principalmente por la región de Asia y el Pacífico. Las previsiones de la OMT indican que las llegadas en las economías emergentes superarán a los de las economías avanzadas en 2020 (OECD, 2016).

En 2016, España fue el destino turístico más común en la UE para no residentes (procedentes de otros países), con 295 millones de pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico, el 22.2 % del total de la UE.

En la UE, los cuatro destinos más populares para turistas no residentes fueron España, Italia (199 millones de pernoctaciones), Francia (124 millones de pernoctaciones) y el Reino Unido (119 millones de pernoctaciones, cálculo basado en datos mensuales de 2016): juntos, representaron más de la mitad (el 55.7 %) del total de pernoctaciones de no residentes en la UE. Los destinos menos frecuentes fueron Luxemburgo y Letonia.

Gráfico 4. Destinos turísticos: pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico, 2016
(millones de pernoctaciones en el país por no residentes)



Fuente: Eurostat, (tour_occ_ninat)

CAPÍTULO 3. EL SECTOR ALOJAMIENTO EN MÉXICO

El éxito del turismo ha ido de la mano del desarrollo del sector alojamiento, cuyos empresarios han invertido recursos para mejorar la calidad de la infraestructura y servicios que ofrecen a los visitantes en los diversos destinos.

Los hoteles representan un eslabón fundamental en la cadena de valor del turismo, por ello la secretaria de turismo (SECTUR), trabaja en coordinación con el sector empresarial para impulsar el desarrollo del sector alojamiento, a través de los programas “Conéctate al turismo” y “Mejora tu Hotel”.

En capacidad hotelera México, se ubicó en la octava posición en el año 2014, por debajo del Reino Unido y por arriba de Francia (véase tabla 6).

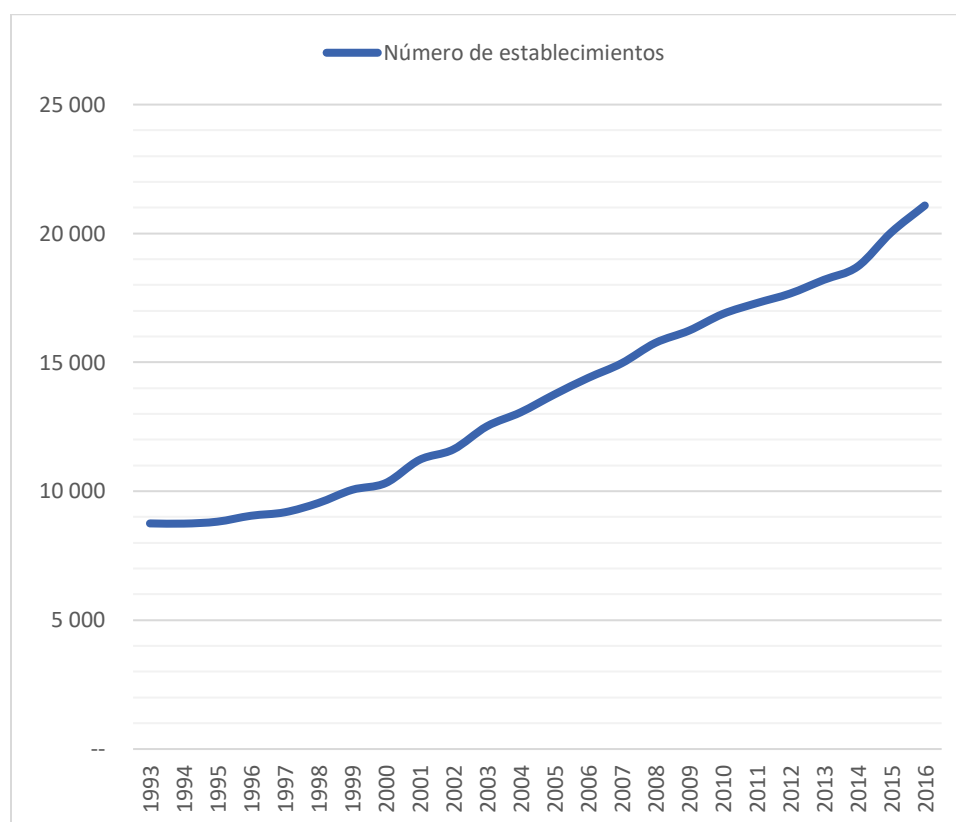
Tabla 6. Oferta hotelera por país, 2014.

Ranking	País	Establecimientos	Habitaciones	Camas	Participación
1	Estados Unidos	53,216	4,952,380	6,933,332	21.59%
2	China	11,588	1,567,988	2,351,982	6.84%
3	Japón	50,125	1,404,954	3,450,175	6.12%
4	Italia	33,290	1,090,300	2,241,239	4.75%
5	Alemania	33,512	949,900	1,832,167	4.14%
6	España	19,207	904,946	1,862,329	3.94%
7	Reino Unido	33,499	790,707	1,781,294	3.45%
8	México	18,711	692,351	1,384,702	3.02%
9	Francia	18,358	653,878	1,307,756	2.85%
10	Tailandia	13,692	550,627	825,941	2.40%
11	Indonesia	17,484	469,277	706,436	2.05%
12	Grecia	9,745	404,779	780,779	1.76%
13	Brasil	9,963	396,804	595,206	1.73%
14	Turquía	3,061	374,016	784,469	1.63%
15	Fed. de Rusia	10,714	371,796	814,913	1.62%
16	Uganda	0	328,920	354,232	1.43%
17	Vietnam	16,635	324,800	487,200	1.42%
18	Arabia Saudita	3,697	303,716	743,964	1.32%
19	Austria	12,839	291,753	598,742	1.27%
20	Malasia	4,072	262,021	393,032	1.14%
21	Argentina	15,408	254,512	676,722	1.11%
22	Perú	16,970	231,001	401,768	1.01%
23	Australia	4,204	229,646	635,130	1.00%
24	Egipto	1,261	199,753	399,506	0.87%
25	Colombia	8,855	194,680	331,381	0.85%
Otros		164,037	4,744,754	9,985,389	20.68%
Total		584,143	22,940,259	42,659,786	100.00%

Fuente: Elaboración propia con base en panorama OMT del turismo internacional, 2015.

México cuenta con un sector de alojamiento competitivo y con la capacidad para afrontar retos que el sector turístico demanda, en el siguiente gráfico se muestra la evolución de la oferta hotelera desde 1993.

Gráfico 5. Número de establecimientos hoteleros en México.



Fuente: Elaboración propia con base en cuenta satélite del turismo de México, INEGI, 2016.

La tabla siguiente nos muestra el número de establecimientos hoteleros por entidad federativa en México. El estado con más establecimientos hoteleros fue Jalisco y el estado de Quintana Roo es el estado con más número de cuartos en el año 2015.

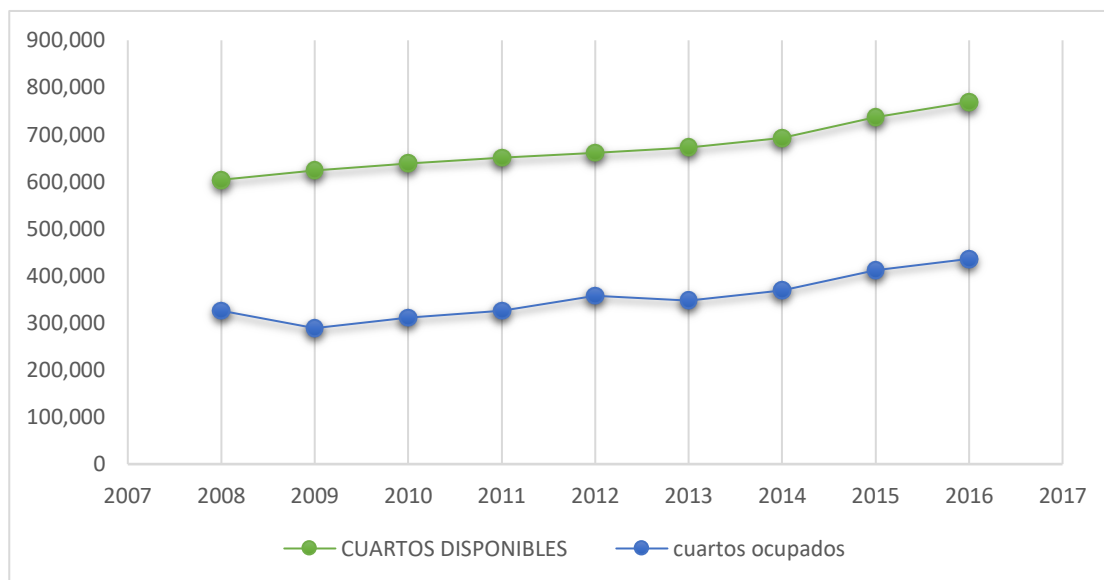
Tabla 4. Número de establecimientos de hotel por entidad federativa, 2015.

Estados	Establecimientos de Hotel	Número de Cuartos
Aguascalientes	162	6,003
Baja California	678	28,043
Baja California Sur	387	22,136
Campeche	335	8,973
Coahuila	503	14,358
Colima	208	7,564
Chiapas	966	20,917
Chihuahua	730	22,133
Ciudad de México	626	51,192
Durango	330	5,287
Guanajuato	839	26,409
Guerrero	639	30,506
Hidalgo	597	13,175
Jalisco	1,684	66,079
México	701	23,742
Michoacán	686	17,809
Morelos	529	12,645
Nayarit	658	29,434
Nuevo León	299	17,422
Oaxaca	1,336	27,111
Puebla	745	20,517
Querétaro	433	13,960
Quintana Roo	941	90,048
San Luis Potosí	377	11,545
Sinaloa	466	20,942
Sonora	518	22,353
Tabasco	461	12,479
Tamaulipas	683	26,818
Tlaxcala	335	5,075
Veracruz	1,427	41,932
Yucatán	474	12,466
Zacatecas	285	7,439

Fuente: Elaboración propia con base en SECTUR, 2015.

El número de cuartos disponibles va en aumento cada año al igual que la tasa de ocupación hotelera, como se observa a continuación.

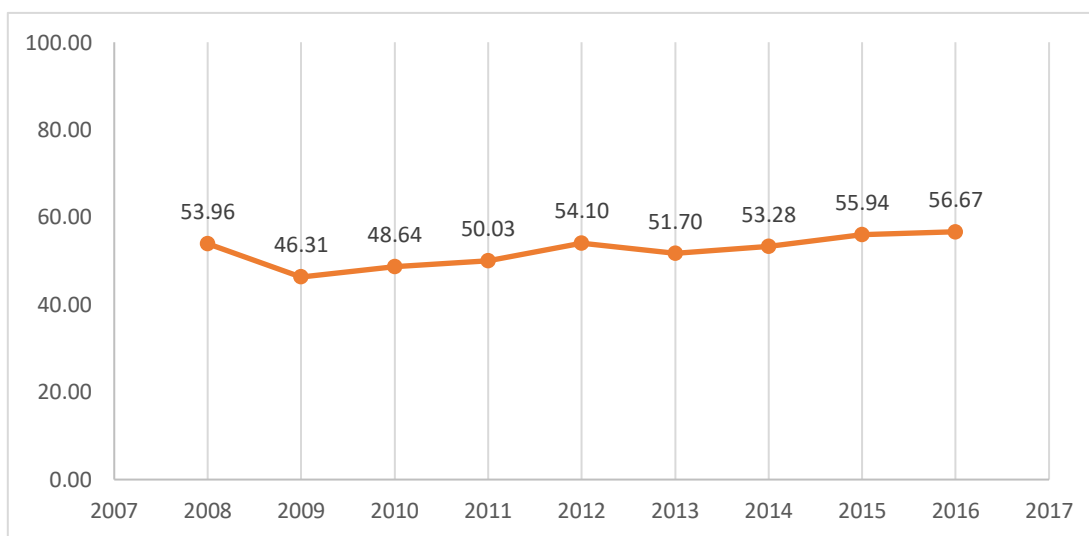
Gráfico 6. Cuartos disponibles y cuartos ocupados en México, 2008-2016.



Fuente: Elaboración propia con base en SECTUR, 2016.

En el gráfico siguiente muestra la tasa de ocupación hotelera en México, debido a la estacionalidad del sector se puede observar que el porcentaje anual es bajo, el año 2016 tiene la tasa de ocupación más alta con 56.67%.

Gráfico 7. Tasa de ocupación hotelera en México, 2008-2016.

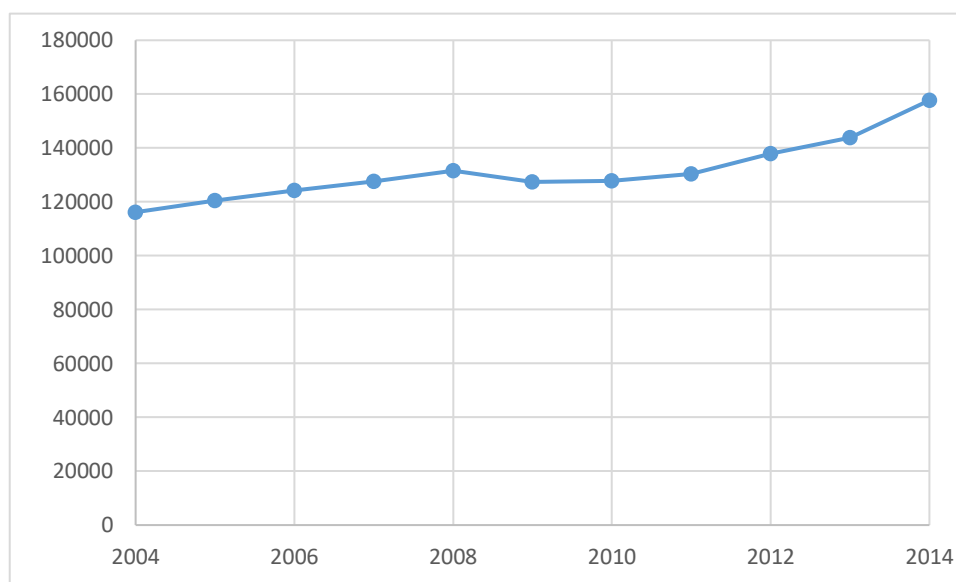


Fuente: Elaboración propia con base en SECTUR, 2016.

El sector hotelero en 2014 contó con 157.7 mil trabajadores asegurados y representa el 0.9% del total del empleo formal a nivel nacional. Considerando los salarios, para la actividad hoteles, moteles y similares en 2014 los salarios totales pagados para los trabajadores asegurados representaron 31.4 mil millones de pesos y corresponde con el 0.6% del total a nivel nacional (Domínguez & Sánchez, 2016).

En los datos agregados para 2014, 10 entidades obtuvieron aproximadamente el 60% del empleo formal para hoteles, moteles y similares. Destacando Quintana Roo (15.7%); Distrito Federal (10.4%); Jalisco (7.4%); y Guerrero (5.5%). Para estas entidades, la concentración sobre los salarios del empleo formal en Hoteles, moteles y similares es aproximadamente 70%. Las entidades con mayor participación son Quintana Roo (22.5%); Distrito Federal (11.6%); Jalisco (7.6%); y Guerrero (6.4%).

Gráfico 8. Empleo en el sector hotelero de México, 2004-2014.



Fuente: Atlas de Complejidad Económica de México. (<http://complejidad.datos.gob.mx/#/location/0>)

En el gráfico 9, se observa el comportamiento del PIB generado el sector hotelero en México, para el año 2015 se registran más de 140 millones de pesos.

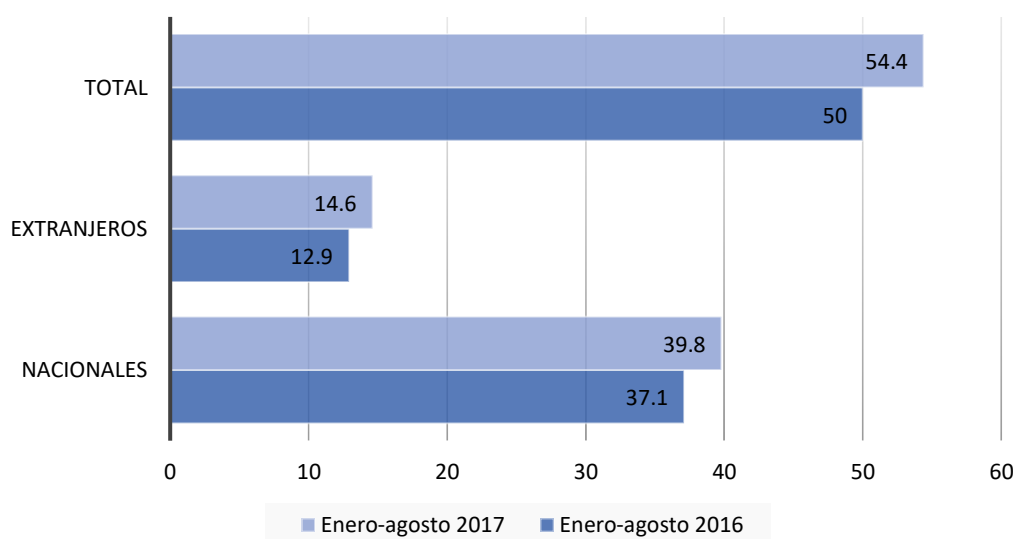
Gráfico 9. PIB generado en México por alojamiento en establecimientos tradicionales, 1993-2015.



Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2016.

En el lapso enero-agosto de 2017, la llegada de turistas nacionales a cuartos de hotel alcanzó los 39.8 millones de turistas (73.1% del total); mientras que 14.6 millones fueron turistas internacionales (26.9% del total). El total de llegadas de turistas a cuartos de hotel registró un aumento del 8.9%, respecto a enero-agosto de 2016.

Gráfico 10. Llegada de turistas a cuartos de hotel en México.



Fuente: Elaboración propia con base en SECTUR, 2017.

PARTE II. EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD.

DESARROLLOS TEÓRICOS

En este apartado se analizan las teorías que han hecho aportes al estudio de la eficiencia y productividad, centrándonos en Farrell (1957), cuyos planteamientos teóricos son esenciales para la presente investigación.

En primer lugar, se desarrollan los aspectos teóricos sobre eficiencia seguido de un análisis sobre los principales autores que han contribuido a la construcción de su rigurosidad científica y concluiremos con las opciones metodológicas para su medición. Posteriormente, toca turno a la productividad, realizando un minucioso estudio de sus fundamentos teóricos, y sobre las ventajas y desventajas del índice Malmquist, el método utilizado para su determinación.

CAPÍTULO 4. LA EFICIENCIA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)

En este apartado se exponen los fundamentos teóricos que aportan al estudio de la eficiencia, en primer lugar, debemos dejar claro el concepto de eficiencia y su tipología para posteriormente hacer una revisión de la literatura sobre los modelos básicos que nos permiten medir la eficiencia de cualquier unidad productiva o de servicios. En este sentido se pretende ofrecer una visión sencilla y aplicable de los conceptos más importantes.

4.1 Conceptualización y tipos de eficiencia

La idea más extendida sobre eficiencia quizá sea el concepto óptimo de Pareto según el cual una asignación de recursos A es preferida a otra B si, y solo si, con la segunda al menos algún individuo mejora y nadie empeora, es decir, un óptimo paretiano. El cual refiere a una asignación de recursos que no puede modificarse para mejorar la situación de alguien sin empeorar la de otros (Gravelle y Rees, 2004).

El concepto de eficiencia está relacionado con la economía de recursos. Es frecuente definir la eficiencia como la relación entre los resultados obtenidos (*Outputs*) y los recursos utilizados (*Inputs*). Dado que las empresas suelen producir múltiples *outputs* a partir de múltiples *inputs*, la eficiencia será en cualquier caso una magnitud multidimensional (Coll & Blasco, 2006).

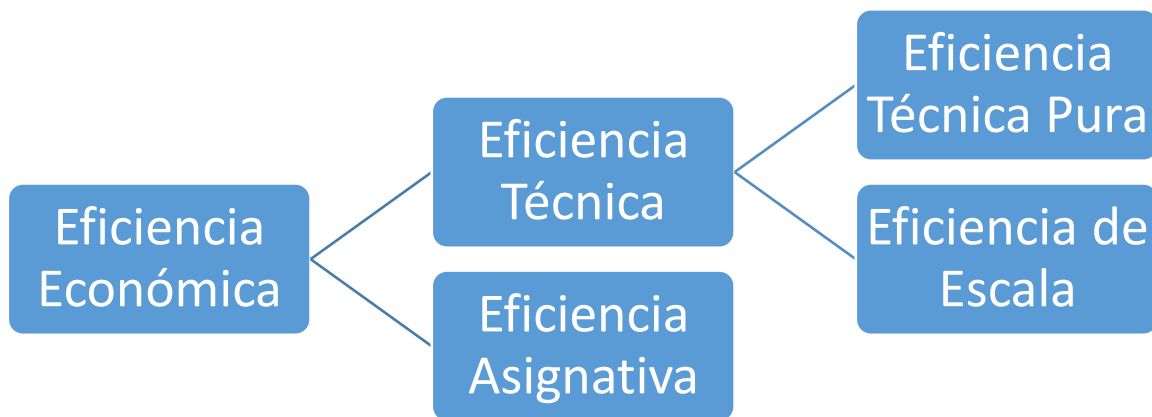
Farrell (1957) centró el problema de la eficiencia en su estimación a partir de datos observados en las unidades productivas, dotando de un marco analítico al concepto neoclásico de “eficiencia paretiana”. Farrell inspirado en los trabajos de Koopmans (1951) y Debreu (1951), desarrolló el concepto de eficiencia desde el punto de vista de eficiencia técnica y eficiencia de precio o asignativa como componentes de la eficiencia global. Así, bajo una determinada tecnología de producción, conocido como proceso de producción que utiliza determinados *inputs* para obtener un único *output*, la eficiencia técnica o productiva se consigue al obtener el nivel máximo posible de *output*. Por su parte, una empresa es eficiente en precios o asignativamente cuando combina los *inputs* en la proporción que minimiza los costes. En la primera se comparan los *inputs* y los *outputs* en unidades físicas y en la segunda se añaden

los precios de los factores de producción. La combinación de estos indicadores proporciona una medida de la eficiencia denominada “económica” o “global”(Coelli *et al.*, 2005).

A partir del trabajo de Farrell, Banker, Charnes y Cooper (1984) dividieron la eficiencia técnica (o eficiencia técnica global) en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala.

- La Eficiencia pura muestra en qué medida la unidad productiva analizada está extrayendo el máximo rendimiento de los recursos físicos a su disposición.
- La eficiencia de escala muestra si la unidad productiva analizada ha logrado alcanzar el punto óptimo de escala (Navarro, 2005).

Figura 1. Eficiencia económica (Eficiencia global)



Fuente: Elaboración propia con base en Delfin y Navarro, 2014.

4.1.2 Eficiencia Técnica

La primera definición formal de eficiencia técnica se debe a (Koopmans, 1951:460) “un vector compuesto por *inputs* y *outputs* será técnicamente eficiente si es tecnológicamente imposible aumentar un producto sin que se reduzca simultáneamente otro producto o reducir un *input* sin que simultáneamente se incremente otro *input*”.

Debreu (1951), propuso la primera medida de eficiencia técnica basándose en un ratio de distancias, de esta forma cuantificaría la proporción en la que la situación obtenida en una economía se aleja de la óptima, es decir en la que fuera imposible aumentar la satisfacción de algún individuo sin al menos disminuir la de otro.

Debreu (1951) y Farrell (1957), introdujeron una medición de eficiencia técnica, esta medición es definida como la máxima reducción proporcional de todos los *inputs* que permiten la producción de una cantidad determinada de *output*. Un resultado igual a la unidad 1 indica que hay eficiencia técnica y un resultado menor a uno indica ineficiencia técnica.

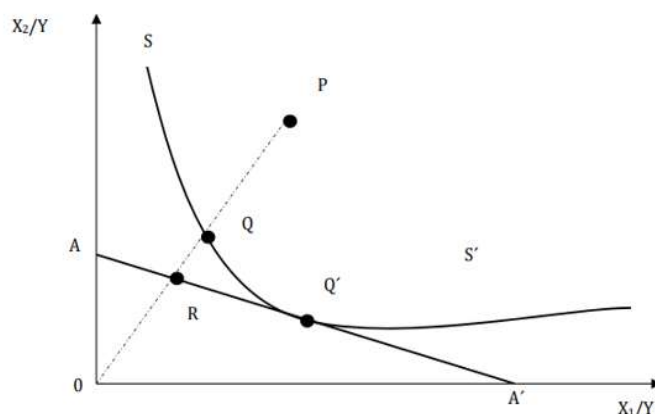
4.1.3 Eficiencia Asignativa

La eficiencia asignativa, también es conocida como la eficiencia de precios, fue introducida por Farrell (1957) y se puede calcular cuando los precios de los insumos o de los productos son conocidos. De acuerdo con la propuesta de Farrell, la eficiencia asignativa de los *inputs* se obtiene en dos etapas, primero se determina la eficiencia técnica; posteriormente se requiere calcular la eficiencia de costos, introduciendo los precios de los insumos.

La eficiencia asignativa se refiere a la capacidad de la unidad para usar los distintos *inputs* en proporciones óptimas dados sus precios relativos (Coll & Blasco, 2006).

A continuación, se representa el modelo de Farrell sobre el que se construye una curva isocuanta (curva SS') con una función de producción conocida de tipo Cobb-Douglas. Los dos *inputs* (X_1 , X_2) se ubican en los ejes como la razón de utilización de cada factor por unidad de *output* (Y), (ver figura 2).

Figura 2. Modelo de eficiencia de Farrell



Fuente: Farrell. 1957

La unidad de producción Q combina los *inputs* en la misma proporción que P, aunque obtiene OP/OQ veces más *output* que P. Por tanto, el ratio OQ/OP puede ser considerado como una medida de la eficiencia técnica de la unidad de producción P (Farrell, 1957). De acuerdo Álvarez (2001), sólo aquellas unidades de producción o explotaciones ubicadas en la isocuanta (SS'), es decir, las que operan sobre la función de producción, son eficientes desde el punto de vista técnico.

Respecto al componente asignativo de la eficiencia, sólo existe una combinación de *inputs* que minimiza el coste de producción, dados unos precios de los factores. Los precios de los *inputs* definen la recta de isocostos AA' , de pendiente negativa. Las unidades de producción que se sitúen en el punto Q' serán eficientes desde el punto de vista técnico y asignativo. Se debe señalar que P y Q tienen el mismo grado de eficiencia asignativa, aunque la primera no sea técnicamente eficiente y la segunda sí. De este modo, para medir la eficiencia asignativa se debe primero “eliminar” su ineficiencia técnica. En otras palabras, la eficiencia técnica no necesariamente implica a la eficiencia económica, pero si se alcanza la eficiencia económica, ésta sí implica a la eficiencia técnica (Toro-Mujica *et al.*, 2011).

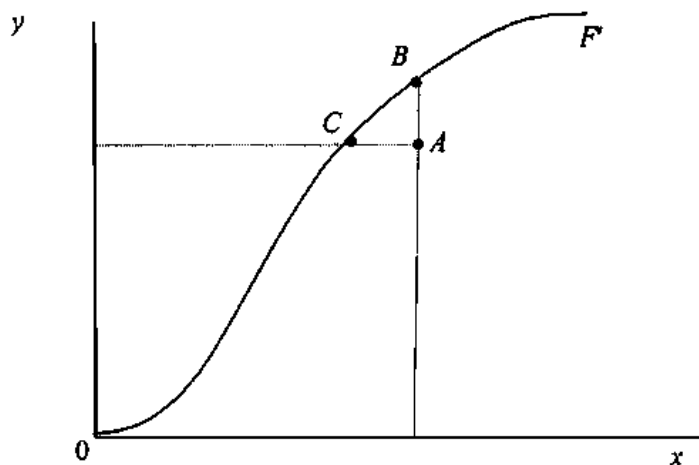
Una unidad será eficiente cuando lo sea desde la doble perspectiva: técnica y económica. En este sentido, la eficiencia económica (EE) de una unidad productiva o explotación puede ser definida como el cociente OR/OP , siendo la eficiencia total igual al producto de la eficiencia técnica y asignativa (Farrell, 1957).

Antes de continuar es pertinente diferenciar los términos eficiencia técnica y productividad ya que es común confundirlos y son comúnmente usados como sinónimos. Cuando se habla de productividad “normalmente se hace referencia al concepto de productividad media de un factor, es decir, número de

unidades de outputs producidas por cada unidad empleada del factor” (Álvarez, 2001:20) es decir la productividad hace referencia a la cantidad producida por insumo, mientras que la eficiencia técnica es solo uno de los determinantes de la productividad y se refiere a que tan bien se desempeña una unidad productiva (Sanin & Zimet, 2002).

Para ilustrar la distinción entre los términos, es útil considerar un proceso de producción simple en el que se utiliza una sola entrada (x) para producir un producto (y). La línea OF en la Figura 3 representa una frontera de producción que se puede usar para definir la relación entre la entrada y la salida. La frontera de producción representa el máximo rendimiento que se puede obtener de cada nivel de entrada, por lo tanto, refleja el estado actual de la tecnología en la industria. Las empresas de esta industria operan ya sea en esa frontera, si son técnicamente eficientes o por debajo de la frontera si no son técnicamente eficientes. El punto A representa un punto ineficiente mientras que los puntos B y C representan puntos eficientes. Una empresa que opera en el punto A es ineficiente porque técnicamente podría aumentar salida al nivel asociado con el punto B sin requerir más entrada (Coelli *et al.*, 2005).

Figura 3. Frontera de producción y eficiencia técnica.



Fuente: Coelli, O'Donnell, C. J., y Battes, G. E. (2005).

4.2 Mediciones paramétricas y no paramétricas

Metodológicamente para obtener una medida de eficiencia es necesario conocer la función de producción, o bien el conjunto de datos de producción aplicado, así como la frontera eficiente. Para ello existen básicamente dos tipos de modelos: paramétricos y no paramétricos en función de que se requiera o no especificar una forma funcional que relacione los *inputs* con los *outputs*. A su vez estos pueden ser métodos estadísticos o no para estimar la frontera que en última estancia puede ser especificada como estocástica (aleatoria) o determinista (Coll & Blasco, 2006).

4.2.1 Técnicas paramétricas

A partir de una función Cobb-Douglas, Aigner y Chu (1968), fueron los primeros en utilizar formas funcionales para estimar la eficiencia. Las aproximaciones de tipo paramétrico utilizan programación matemática o técnicas econométricas para estimar los parámetros de la frontera dándole a ésta previamente una forma funcional concreta (Álvarez, 2001; Murillo-Zamorano, 2004)

Las aproximaciones paramétricas (determinísticas y estocásticas) requieren formas funcionales que especifiquen la relación entre *inputs* y *outputs*. Se estiman los parámetros a partir de las observaciones de la realidad. (Seiford & Thrall, 1990)

Seiford y Thrall (1990) mencionan que el análisis de fronteras estocásticas permite incorporar los efectos del ruido estadístico que impregna a todo dato económico y la realización rigurosa a través de inferencia estadística de contraste de hipótesis relacionadas con la estructura de la tecnología y la significación estadística de los índices de ineficiencia.

El principal inconveniente de estos enfoques es que los parámetros no se estiman en un sentido estadístico, pero calculan utilizando técnicas de programación matemática. Esto complica la inferencia estadística en relación con los parámetros calculados, y se opone a cualquier prueba de hipótesis. (Murillo-Zamorano, 2004)

4.2.2 Técnicas no-paramétricas

Los modelos de naturaleza no paramétrica utilizan técnicas de programación matemática para medir la eficiencia de las unidades de decisión.

En este modelo las unidades de producción eficientes se unen linealmente, conformando una envolvente de posibilidades de producción para el resto de las unidades ineficientes. El segmento que une dos unidades productivas eficientes próximas entre sí constituye un límite eficiente y, a la vez, indica de qué

manera pueden combinarse los insumos para obtener un punto eficiente proyectado, correspondiente a una unidad ineficiente (Arzubi, 2003; Murillo-Zamorano, 2004).

El objetivo del enfoque no paramétrico a la medición de la eficiencia productiva es definir una superficie de frontera envolvente para todas las observaciones de la muestra. Esta superficie está determinada por las unidades que se encuentran en él, que es la DMU eficiente. Por otra parte, las unidades que no se encuentran en esa superficie puede ser considerado como ineficiente y una puntuación ineficiencia individuo se calcularán para cada uno de ellos.

En esta categoría se encuentran dos metodologías, el modelo Free Disposal Hull (FDH) y el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Puede destacarse el método DEA por dos razones fundamentales: su mayor estandarización, así como que permite considerar múltiples *inputs* y *outputs*. A diferencia de las técnicas de frontera estocástica, el Análisis Envolvente de Datos no tiene alojamiento para el ruido, y por lo tanto puede ser considerada inicialmente como una técnica no estadística, donde las puntuaciones de la ineficiencia y la superficie envolvente están 'calculadas' en lugar de estimar.

Este modelo presenta una mayor flexibilidad, adaptándose a modelos multiproducto, además de imponer condiciones menos restrictivas en lo relativo a la tecnología de referencia. Sin embargo, también presenta sus inconvenientes como son la no inclusión de términos de error que recojan los efectos de variables desconocidas. La complejidad en el análisis de sensibilidad dado que una sola unidad puede condicionar la ubicación final de la frontera debido a que puede existir una alta influencia de la frontera de *outliers*. Por último el carácter estático de la técnica que ya no existe garantía que estos resultados se mantengan estables en el tiempo (Delfin & Navarro, 2014).

4.2.2.1 Modelos FDH (Free Disposal Hull)

El modelo *Free Disposal Hull* (FDH) es un método no paramétrico propuesto por Deprins, Simar y Tulkens (1984). Su principal característica es que no imponen el supuesto de convexidad a la tecnología, sino que únicamente suponen disponibilidad gratuita de factores y productos (Deprins, Simar, & Tulkens, 1984).

Los modelos FDH tienen ciertas limitaciones:

1. Pueden calificar como técnicamente eficientes unidades con vectores asociados de *inputs-outputs* que son ineficientes desde el punto de vista de maximizaciones de beneficios (Thrall, 1999). Esta crítica está sustentada en el hecho que en los modelos FDH, las unidades consideradas eficientes

no llevan asociado un vector de precios virtuales para los *inputs* y *outputs* que suponga un beneficio asociado a dichas unidades nulo y negativo o nulo para el resto, a diferencia de los modelos DEA.

2. Los modelos FDH se basan en programas lineales mixtos, el análisis de sensibilidad clásico asociado a los programas duales queda invalido, no pudiéndose llevar a cabo estudios paralelos al realizado por Beasley (1990).
3. Como consecuencia de una menor imposición de estructura a la función de producción de los modelos FDH respecto a los DEA, es necesario disponer de un número mayor de unidades a comparar.

La metodología FDH, así como todas las metodologías no paramétricas permiten realizar un análisis de eficiencia relativa bajo dos orientaciones: orientación *input* y *output*.

La formulación matemática de modelo FDH con orientación *input* es:

$$\theta^* = \min \theta$$

Sujeto a

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0} \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0} \quad (r=1, 2, \dots, m)$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \in \{0,1\}; (j = 1, 2, \dots, N)$$

θ sin restricciones

La formulación matemática del modelo FDH con orientación *output* es:

Max ϕ

Sujeto a

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} \geq \phi y_{r0} \quad (r=1, 2, \dots, m)$$

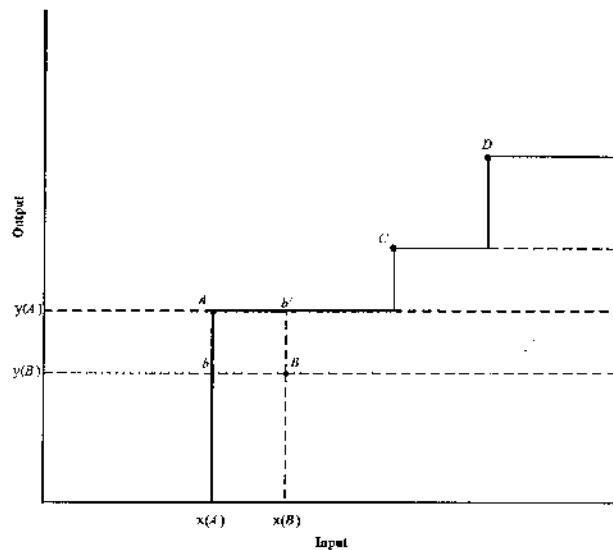
$$\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0} \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1 \quad (j=1, 2, \dots, N)$$

ϕ sin restricciones

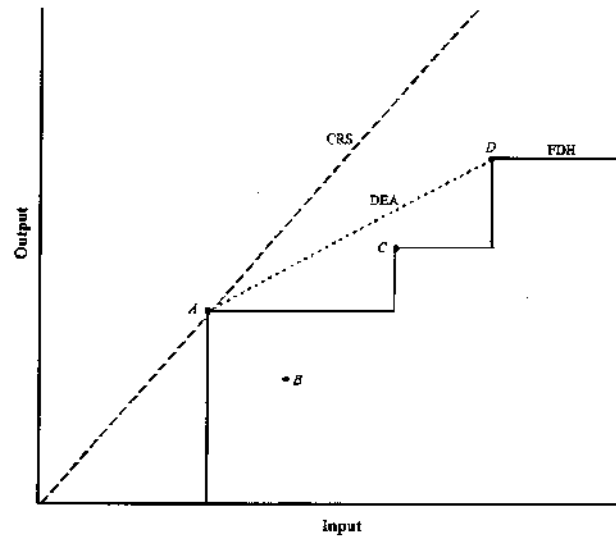
Los modelos FDH en su representación gráfica de la frontera toman una forma escalona, ya que solo permiten que las unidades que forman la frontera sean medidas de unidades realmente observadas.

Figura 4. Frontera de posibilidades de producción FDH.



Fuente: Gupta, 1997.

Figura 5. Comparación de fronteras de posibilidades de producción: FDH, DEA Y CCR.



Fuente: Gupta, 1997.

4.2.2.2 El Análisis de la Envolvente de Datos (DEA)

El modelo DEA, es un método no paramétrico de programación lineal que facilita la construcción de una superficie envolvente o frontera eficiente a partir de los datos disponibles del conjunto de unidades objeto de estudio.

La metodología DEA pertenece al grupo de los denominados métodos de frontera, en los cuales se evalúa la producción respecto a las funciones de producción, donde la función de producción se entiende el máximo nivel de *output* alcanzable con una cierta combinación de *inputs*, o bien, el mínimo nivel de *inputs* necesario en la producción de un cierto nivel de *outputs*. (Coelli *et al.*, 1998)

Este modelo presenta ciertas limitaciones; es más sensible a errores de medición, puede ser fácilmente influenciada por la presencia de observaciones atípicas que sesguen la eficiencia, no es posible aplicar test de hipótesis y funciona mal cuando el número de DMU es bajo. Sin embargo, presenta una serie de ventajas que justifican su uso en la evaluación y medición de la eficiencia técnica en numerosos sectores productivos, en la siguiente tabla se muestran algunas de las principales ventajas y desventajas de DEA (Angón, Perea, Cecilio, & Antón, 2017):

Tabla 7. Ventajas y desventajas de la metodología DEA.

Ventajas	Desventajas
1. No es necesario especificar una forma funcional de producción o costes.	1. Es sensible a datos atípicos en la muestra.
2. Flexibilidad en el uso de información, se puede utilizar variables continuas y discretas cualquier a que sea la unidad de medida.	2. Se requiere información completa.
3. Por ser un análisis no paramétrico es menos susceptible a errores de especificación.	3. Se obtienen resultados puntuales de eficiencia, sin poder analizar su precisión.
4. Fácil de comprender.	4. Cuando se comparan las unidades no es posible conocer si la diferencia se debe exclusivamente a errores en los datos, generando dudas sobre la confiabilidad de los resultados.
5. Evalúa presencia de economías a escala	5. No se pueden predecir comportamientos.

Fuente: Elaboración propia con base en Navarro, 2005.

4.3 Clasificación y antecedentes teóricos del *Data Envelopment Analysis*

El análisis envolvente de datos o Data Envelopment Analysis (DEA), es una técnica de programación matemática introducida inicialmente por (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978) basado en los trabajos preliminares de Farrell (1957), de ahí que a su modelo inicial se le denote con sus iniciales CCR. Esta técnica nació inicialmente en la investigación de operaciones para medir y comparar la eficiencia relativa de un conjunto de unidades de toma de decisiones (DMU).

En un análisis DEA se realizan dos procesos simultáneamente mediante el uso de algoritmos de programación lineal: la obtención de la frontera eficiente y la estimación de la ineficiencia. La obtención de la frontera eficiente se calcula maximizando el *output* dado el nivel de *inputs* si se utiliza orientación *output* y minimizando el *input* dado el nivel de *outputs* si se utiliza orientación *input*. La estimación de la ineficiencia depende de la orientación utilizada y se calcula como la distancia a la frontera de cada empresa evaluada, comparándose cada empresa con otra tecnológicamente similar.

Los modelos DEA se pueden clasificar en función de:

- El tipo de medida de eficiencia que proporcionan: índices radiales y no radiales.
- La orientación del modelo: orientación *input*, orientación *output* y orientación *input-output*.

- El tipo de rendimientos a escala, que caracterizan la tecnología de producción; así, la combinación de factores para obtener un conjunto de productos se puede caracterizar por la existencia de rendimientos a escala constantes o variables.

Considerando la dirección que puede tomar la medida de la eficiencia tenemos dos maneras para calcular el índice de eficiencia técnica:

Orientación *input*: la comparación entre la cantidad mínima de *inputs* necesarios para producir un determinado nivel de *outputs* y los *inputs* realmente empleados.

Orientación *output*: la comparación entre el nivel máximo de *outputs* producidos (producción real) dada una cantidad determinada de *inputs*, y el realmente alcanzado.

Teniendo en cuenta las orientaciones definidas, una unidad será considerada eficiente si y solo si, no es posible incrementar las cantidades de *outputs* manteniendo fijas las cantidades de *inputs* utilizadas, ni es posible disminuir las cantidades de *inputs* empleadas sin alterar las cantidades de *outputs* obtenidas (Banker *et al.*, 1984).

Tipos de Rendimientos a Escala

Para evaluar la eficiencia de un conjunto de unidades es necesario identificar los tipos de rendimientos a escala que caracteriza a tecnología de producción. Los rendimientos de escala se obtienen al aumentar proporcionalmente la cantidad de todos los factores de producción. Existen tres tipos de rendimientos a escala (Varian, 1999):

- Rendimientos constantes a escala. Si se incrementa la cantidad de cada uno de los factores, la producción aumenta en la misma proporción.
- Rendimientos crecientes a escala. Si se incrementa la cantidad de cada uno de los factores, la producción aumenta en una proporción mayor.
- Rendimientos decrecientes a escala. Si se incrementa la cantidad de cada uno de los factores, la producción aumenta en una menos proporción.

4.3.1 Modelo DEA con rendimientos constantes a escala (CCR)

El modelo desarrollado en (Charnes *et al.*, 1978), impone rendimientos constantes a escala (CCR), de tal forma que un cambio en los niveles de *inputs* conlleva a un cambio proporcional en el nivel del *output*, el cual requiere tantas optimizaciones como unidades de decisión (DMU). El modelo

DEA- CCR proporciona medidas de eficiencia radiales, *Input* u *Output* orientadas y supone convexidad, además de fuerte eliminación gratuita de *inputs* y *outputs*.

El modelo DEA-CCR puede escribirse, en términos generales en 3 formas distintas: fraccional, multiplicativa y envolvente.

4.3.1.1 Modelo DEA-CCR en su forma fraccional.

En DEA la eficiencia técnica (relativa) de cada una de las unidades se define como el cociente entre la suma ponderada de los *outputs* y la suma ponderada de los *inputs*.

El modelo DEA.CCR orientado al *input* expresado en su forma fraccional seria:

$$Max_{u,v} h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

$$\text{Sujeto a: } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j=1,2,\dots,n$$

Donde: $u_r v_i \geq 0$

1. Se consideran n unidades ($j= 1, 2, \dots, n$), cada una de las cuales utilizan los mismos *inputs* (en diferentes cantidades) para obtener los mismos *outputs* (en diferentes cantidades).
2. x_{ij} ($x_{ij} \geq 0$) representa las cantidades de *input* i ($i = 1, 2, \dots, m$) consumidos por la j -ésima unidad.
3. x_{i0} representa la cantidad de *input* i consumido por la unidad que es evaluada.
4. y_{rj} ($y_{rj} \geq 0$) representa las cantidades observadas de *output* r ($r=1, 2, \dots, s$) producidos por la j -ésima unidad.
5. y_{r0} representa la cantidad de *output* r obtenido por la unidad que es evaluada.
6. u_r ($r = 1, 2, \dots, s$) y v_i ($i= 1, 2, \dots, m$) representan los pesos o (multiplicadores) de los *outputs* e *inputs* respectivamente.

El modelo fraccional pretende obtener el conjunto óptimo de pesos o multiplicadores u_r y v_i que maximicen la eficiencia relativa, h_0 , de la unidad definida como el cociente entre la suma ponderada de los *outputs* y la suma ponderada de los *inputs*, sujeto a la restricción de que ninguna unidad puede tener una puntuación de eficiencia mayor que uno usando estos mismos pesos. Los pesos serán diferentes entre las distintas unidades (Coll & Blasco, 2006).

4.3.1.2 Modelo DEA-CCR en su forma multiplicativa.

El modelo DEA-CCR *input* orientado en forma fraccional puede ser linealizado siguiendo la transformación lineal de Charnes y Cooper (1962), se obtiene así el problema lineal equivalente conocido como modelo de forma multiplicativa que se escribe como:

$$\text{Max}_{\mu, v} \quad w_0 = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^m v \delta_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m \delta_i x_{ij} \leq 0$$

$j = 1, 2, \dots, n$

$$\mu_r \delta_i \geq \varepsilon$$

El *input* virtual ha sido normalmente a la unidad $\sum_{i=1}^m v \delta_i x_{i0} = 1$, esta se conoce como restricción de normalización. En este modelo se determinan los valores óptimos de los pesos $\mu_r \delta_i$ esto es $\mu_r^* \delta_i^*$ y debe tenerse en cuenta que cualquier múltiplo de estos valores óptimos será óptimo en el modelo Boussofiane, Dyson y Thanassoulis, 1991.

Normalmente en DEA, se hace referencia a los términos *input* virtual y *output* virtual. El primero se refiere a la suma ponderada de los *inputs* $\sum_{i=1}^m v \delta_i x_{i0} = 1$ en cuanto al *output* virtual hace referencia a la sumatoria de *output* ponderado $\sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0}$. En Boussofiane, Dyson y Thanassoulis (1991), para la unidad evaluada, los valores de los *inputs* y *outputs* virtuales expresan información sobre la importancia que una unidad atribuye a determinados *inputs* y *outputs* con objeto de obtener su máxima puntuación puntual de eficiencia. En el caso de que estuviera hablando del modelo en forma fraccional la eficiencia se definiría como el cociente entre el *output* virtual y el *input* virtual.

En consecuencia, es posible determinar la importancia de cada *input* $\delta_i^* x_{i0}$, respecto del total $\sum_{i=1}^m \delta_i^* x_{i0} = 1$, así como la contribución de cada *output* $\mu_r^* y_{r0}$ a la puntuación de eficiencia

$\sum_{r=1}^s \mu_r^* y_{r0} = w_0^*$. Estos resultados proporcionan indicación de la medida en que las variables *inputs* y *outputs* han sido usadas en la determinación de la eficiencia (Coll & Blasco, 2006).

4.3.1.3 Modelo DEA-CCR en su forma envolvente

Para todo programa lineal original (primal) existe otro programa lineal asociado, denominado programa dual, que puede ser utilizado para determinar la solución del problema primal. Existe una variable dual por cada restricción primal y una restricción dual por cada variable primal. El modelo DEA más empleado para la evaluación de eficiencia es de la forma envolvente ya que el programa lineal DEA-CCR primal *input* orientado viene definido por un número de restricciones igual a $n+1$. Sin embargo, el programa lineal DEA-CCR dual *input* orientado está sujeto a $s+m$ restricciones. Por lo tanto, como el número de unidades con las que se trabaja suele ser mucho mayor que el número total de *inputs* y *outputs*, esta es la razón por la que este modelo es generalmente el preferido para ser resuelto.

La fórmula para este modelo con orientación *input* es la siguiente:

$$\theta^* = \min_{\theta, \lambda} \theta$$

$$\text{St. } X\lambda \leq Y_i$$

$$X\lambda \leq \theta X_i$$

$$\lambda \geq 0$$

Donde θ indica la distancia en *inputs* a la envolvente de datos, es decir la media de eficiencia. X es la matriz de *inputs*, Y es la matriz de *outputs*, es el vector de pesos o intensidades, $X_i Y_i$ representan los valores de *inputs* y *outputs* respectivamente (Coll & Blasco, 2006).

4.3.2 Modelo DEA con rendimientos variables a escala (BCC)

El modelo DEA-BCC, así denominado por haber sido desarrollado por Banker, Charnes y Cooper (1989), está fundamentado en el modelo DEA-CCR, puesto que es una extensión del mismo. El modelo DEA-BCC relaja el supuesto de rendimientos constantes a escala del modelo DEA-CCR, permitiendo que la tipología de rendimiento a escala que en un momento determinado caracterice la tecnología, sea variable.

El modelo con rendimientos a escala variables se puede presentar de tres maneras diferentes: en forma fraccional, multiplicativa y envolvente.

4.3.2.1 Modelo DEA-BCC en su forma fraccional

$$\text{Max}_{u,v,k} h_0 = \frac{u^T y_0 + k_0}{v^T X_0}$$

$$\text{Sujeto a: } \frac{u^T Y_j + k_0}{v^T X_j} \leq 1 \quad (j=1,2,\dots,n)$$

$$u^t, v^t \geq I_\epsilon$$

k_0 no restringida

4.3.2.2 Modelo DEA-BCC en su forma multiplicativa

$$\text{Max}_{\mu,\delta,k} W_0 = \mu^T Y_0 + k_0$$

$$\delta^T x_0 = 1$$

Sujeto a

$$\mu^T Y + k_0 \leq \delta^T X$$

$$\mu^T, \delta^T \geq I_\epsilon$$

k_0 No restringida

4.3.2.3 Modelo DEA-BCC en su forma envolvente

En este modelo hay una restricción al programa lineal original con rendimientos constantes a escala, a la cual se le agrega una restricción: $\sum \lambda = 1$. Entonces el modelo con rendimientos variables a escala con orientación *input* queda de la siguiente forma:

$$\theta^* = \min_{\theta, \lambda} \theta$$

$$\text{Sujeto a } Y\lambda \geq Y_i$$

$$X\lambda \leq \theta X_i$$

$$N1' \lambda = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

La unidad evaluada será eficiente, si y solo si en la solución óptima $\theta^*=1$ y las variables de holguras son todas nulas es decir $S^{+*}=0$ y $S^{-*}=0$.

4.4. Tratamiento de holguras o *slacks*

Una vez que se ha obtenido un resultado de eficiencia igual a la unidad se obtienen de igual manera resultados de ineficiencia, en este sentido algunos *inputs* pueden ser reducidos o algunos *outputs* expandidos (Zhu, 2009)

Se denomina holgura o *slack* a la distancia entre el punto eficiente proyectado radialmente a la unidad de producción eficiente de referencia. Su medida dará la ineficiencia de holgura.

Para que una DMU sea considerada eficiente se deben cumplir dos condiciones:

- La eficiencia técnica debe ser 1
- Las holguras deben ser iguales a 0.

Para la penalización de holguras, se considera la reformulación de Farrell (1957) de eficiencia con orientación *input*:

$$\text{Min}_{E,\lambda} \quad E - \delta \sum_{i=1}^m z_i^- - \delta \sum_{j=1}^n z_j^+$$

Sujeto a

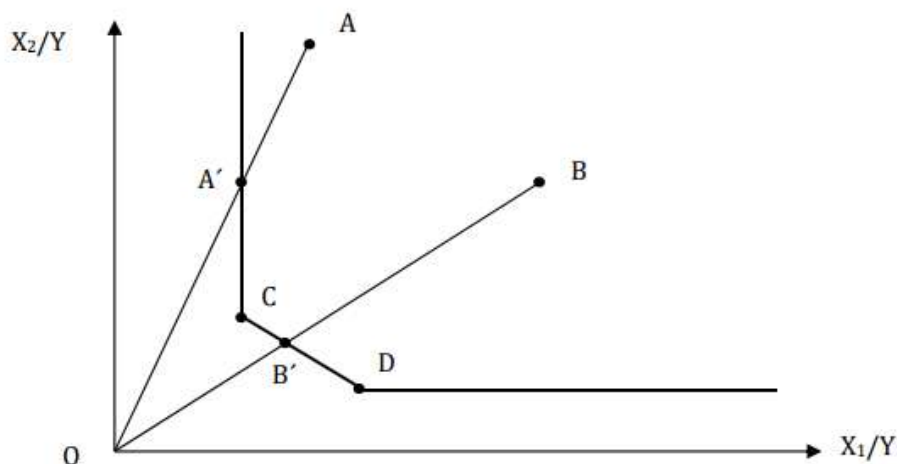
$$Ex_i^0 + z_i^- = \sum_{k=1}^K \lambda^k x_i^k \quad i=1, \dots, m$$

$$y_j^0 - z_j^+ = \sum_{k=1}^K \lambda^k y_j^k \quad j=1, \dots, n$$

$$\lambda \in \Delta^K(y), z^- \geq 0, z^+ \geq 0, E \leq 1$$

En este modelo se introdujeron variables *slacks inputs* z_i^- , $i=1, \dots, m$ que miden cualquier exceso de recursos en Ex_i^0 en comparación de la unidad de referencia. También se han introducido variables *slacks outputs* z_j^+ $j=1, \dots, n$ para medir cualquier insuficiencia de *outputs* en referencia con la unidad comparada. Finalmente introducen $\delta > 0$ como una penalización para los *slacks*. Con el termino $\delta = 0$ se retorna al programa original (Zhu, 2009).

Figura 6. Estimación de holguras o *slacks*



Fuente: Coelli, 2005.

En la figura anterior el problema de un modelo orientado a *input* en el que las DMU C y D son eficientes y por tanto definen la frontera; mientras que A y B son consideradas ineficientes con relación a C y D .

Según Farrell la eficiencia técnica de A y B se encuentra dada por OA'/OA y OB'/OB , respectivamente. Esta distancia es lo que se conoce como ineficiencia radial del *input* o exceso de *input*. Es cuestionable si el punto A' es un punto eficiente, ya que podría reducirse el consumo de X_2 , por la cantidad CA' y aun producir el mismo *output*. La distancia $A'C$ representa la holgura de la DMU A (Coelli *et al.*, 2005).

4.5 Benchmarking

Las DMU eficientes que constituyen la frontera son consideradas las mejores prácticas, y se toman como referentes respecto a las ineficientes. Esta técnica se denomina *benchmarking*, y en los últimos años ha sido ampliamente utilizada debido a las ventajas que presenta y su continua mejora.

El *benchmarking* se puede definir como la medida de una actuación en comparación con la de las mejores compañías de su clase, determina como la mejor de ellas ha logrado estos niveles de actuación y utiliza la información con base para los objetivos, estrategias y aplicación de la propia compañía (Bemowski, 1991).

El *benchmarking* es un proceso por medio del cual se realiza una comparación de rendimiento entre DMU's pares y así determinar las posiciones relativas de cada DMU, estableciendo un estándar de excelencia (Zhu, 2009).

Esta comparación se puede realizar desde varios enfoques, indicando diferentes tipos de *benchmarking* (Zairi, 2012):

- Interno. Una evaluación de prácticas dentro de una organización.
- Competitivo. Muy limitada en la aplicación real, ya que requiere competidores que admitan y cooperen en la mejora de una o ambas empresas.
- Interindustrial. Evaluaciones entre operaciones en distintas industrias.

Benchmarking significa adaptar las mejores prácticas, más que copiarlas. Implica utilizar el conocimiento de un proceso para determinar lo que es utilizable del proceso donante. De esta forma la mentalidad o cultura que rodea el *benchmarking* debe ser mejorar y exceder las dimensiones de la actuación del proceso donante (Navarro, 2005).

4.6 Bootstrap

El *bootstrap* es una herramienta estadística que fue introducida por Efron (1979), que nos proporciona una forma adecuada para analizar la sensibilidad de las medidas de eficiencia en relación con las variaciones de muestreo de la frontera. La adaptación consistente del *bootstrap* a estimaciones DEA fue formulada por primera vez por Simar y Wilson (1998).

Una de las críticas al modelo DEA es que asume que todas las distancias entre las eficiencias observadas y la frontera eficiente reflejan ineficiencia.

El principio general en el que se cimienta el *bootstrap* es principio de analogía. Este se basa en la idea de que valores empíricos son una buena representación de los desconocidos valores poblacionales. el *bootstrap*, permite generar una muestra con la que se puede aproximar la función de distribución empírica de los datos y así estimar los niveles de confianza de las eficiencias DEA.

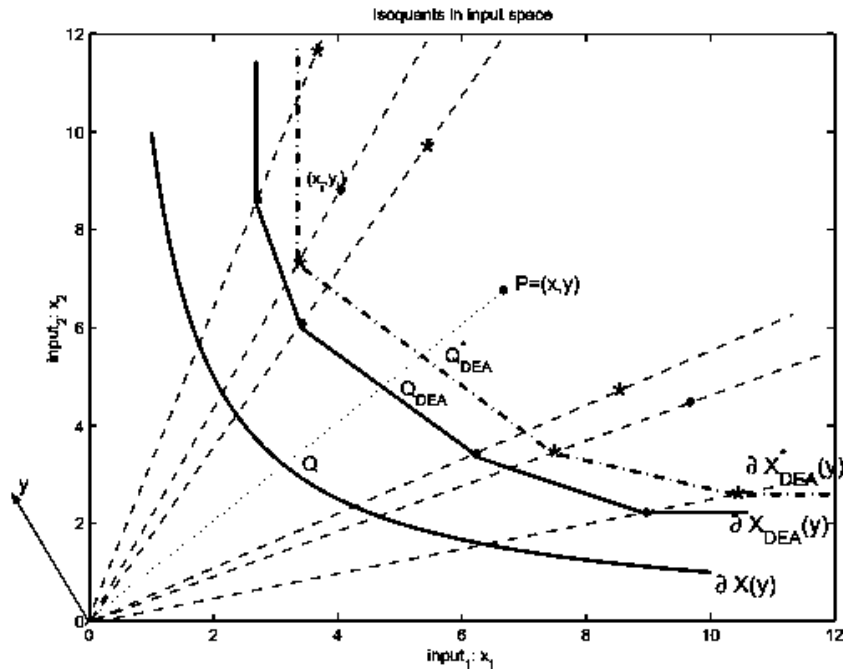
La estimación de la eficiencia técnica se efectúa, como en los demás métodos, con la muestra observada, la cual, por construcción siempre se va a situar por debajo de la función de eficiencia estimada o en la misma función. Esta peculiaridad del modelo se origina debido a que en su caracterización no se incluye una perturbación que incorpore el ruido, definido éste, como los errores de medida que la empresa no pueda controlar. Las únicas desviaciones de la frontera que son posibles en modelo definido de este modo, son las ineficiencias que sufren las empresas, las cuales son unidireccionales y, por tanto, la única causa de que a las unidades productivas no les sea posible producir óptimamente (Simar & Wilson, 2000).

El DEA, en lo que llamamos el mundo real, estima, mediante la muestra, una frontera de producción y respecto a ella obtiene las medidas de eficiencia. Esta frontera sabemos, que, por construcción, se va a situar en el interior del verdadero conjunto de posibilidades de producción. es el decir, entre la verdadera función de producción y la estimada por el DEA va a existir un sesgo. Este sesgo va a ser diferente en cada empresa y es el que vamos a aproximar con el *bootstrap*.

Es necesario generar una muestra con de la frontera obtener una estimación del verdadero valor de la función de la frontera y de esta manera poder determinar el sesgo que cada empresa puede obtener, restando a la eficiencia estimada con el DEA original la obtenida con el *bootstrap*, si repetimos este proceso varias veces tendremos infinitas fronteras *bootstrap*, que se comparan

siempre con la misma frontera verdadera. Para cada empresa, por tanto, tendremos infinitas mediciones de eficiencia *bootstrap* y si hemos estimado con propiedad el proceso generador de datos, la distribución del sesgo *bootstrap* de cada empresa debe ser similar al que se presenta en el mundo real (Simar & Wilson, 2006).

Figura 7. *Bootstrap*



Fuente: Simar y Wilson, 2006.

En la figura anterior se muestra la estimación del *bootstrap* en el modelo DEA, donde se presentan tres fronteras. La primera Q es la frontera real, la cual se desconoce, la segunda Q_{DEA}, es la que se calcula a través de modelo DEA seleccionado y la frontera Q*_{DEA}, es la frontera que se crea a través de la herramienta *bootstrap*, en este ejemplo se observa la primera muestra realizada donde se proyecta cada seudo observación X_i* y la cual se diseña idénticamente a la original. Conforme van aumentando las interacciones que se realizan, la frontera *bootstrap* se va recorriendo hasta situarse lo más cercano a la frontera real Q.

CAPÍTULO 5. PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES

En este apartado se exponen los desarrollos teóricos de la Productividad Total de los Factores (PTF), primeramente, se dan a conocer algunos conceptos básicos y posteriormente se presenta la metodología de índice de Malmquist, para estimar los cambios de la productividad.

5.1 Desarrollos teóricos sobre productividad

La productividad es uno de los aspectos más importantes dentro de la industria de un país para ser competitivo frente a la influencia de la globalización comercial y para mejorar su nivel tecnológico. (Mercado, 1997). Es primordial comprender la importancia de la productividad de un país debido a que afecta a las tasas de inflación, el nivel de vida, el empleo, el poder político y el poder económico (Sumanth, 1993).

Prokopenko dice que "en la actualidad, no sería erróneo indicar que la productividad es la única fuente mundial importante de un crecimiento económico, un progreso social y un mejor nivel de vida reales"(Prokopenko, 1999).

5.1.1 Conceptualización de productividad

La primera vez que apareció formalmente la palabra " productividad" fue en el año de 1776 en un artículo escrito por Quesnay y de ahí en adelante el término adquirió diferentes significados, cada vez más precisos en relación con lo producido y los medios utilizados para tal fin.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) plantea que la productividad consiste en la utilización eficaz y eficiente de todos los recursos y que se deben rechazar los errores más frecuentes al respecto, que se indican a continuación:

- La productividad no es solamente la eficiencia del trabajo.
- El rendimiento no solo se mide por el producto.
- La confusión entre la productividad y la eficiencia.
- La creencia de que la reducción en los costos siempre mejora la productividad.
- El mito de que la productividad sólo se puede aplicar a la producción.

También se ha dicho que, productividad es aprovechar de manera óptima los recursos a utilizar, es decir, el aprovechar eficientemente los recursos, lo que implica hacer las cosas más bien. Además,

se ha definido a la productividad como la relación entre los productos o servicios generados por una empresa, consorcio o país, y los recursos utilizados. Es decir, es la medida o evaluación de la forma en que se combinan los recursos para conseguir los resultados perseguidos. De manera que un aumento de la productividad se puede alcanzar a través de los siguientes caminos (Pedraza, 1999):

- ✓ El uso más eficiente de los insumos para incrementar la producción con la misma cantidad de recursos utilizados.
- ✓ Mantener el mismo nivel de producción con una reducción de los insumos que anteriormente se requerían.
- ✓ La combinación eficiente de los puntos anteriores.

Machuca (1995), define a "la productividad como el indicador por excelencia de la eficiencia (técnica o económica), midiendo, para un cierto periodo de tiempo, la relación entre la producción obtenida y la cantidad de factores empleada para obtenerla". Lo anterior implica que los cálculos serán complejos en la medida de la complejidad del sistema en estudio. Menciona también a la eficiencia como el cociente entre la salida útil y las entradas necesarias para conseguirla. Por lo tanto, para él la eficiencia técnica implica que los conceptos anteriores se miden en unidades físicas. Si las medidas de los valores de las entradas y salidas son expresadas en unidades monetarias se habla de la eficiencia económica.

La productividad, entendida entonces como la relación entre los recursos utilizados y los productos resultantes, abarca tres magnitudes: la económica, que tiene como relaciones el mercado, la inflación y el rendimiento de los recursos; la técnica que incluye a la eficiencia, efectividad, rentabilidad, etc. y la social que se enfoca al trabajo humano (Mercado,1997).

Lo anterior implica la existencia de varios conceptos de productividad, como, por ejemplo:

- La Productividad Total de los Factores de la producción que mide la razón entre la salida total que genera la empresa y las entradas totales que se necesitaron para producir la salida.
- La productividad parcial o marginal de un factor, que mide la participación en la productividad de cada uno de los factores que intervinieron en la elaboración de un bien.

- La productividad de factor total que es la razón de la producción (producción total menos servicios y bienes intermedios comprados) con la suma asociada a los factores trabajo y capital.

El contar con niveles de productividad elevados manifiesta el uso eficiente de los recursos para la producción, lo que se refleja en la minimización de los costos y en los precios de venta. Desde un enfoque sistémico, elevar la productividad, requiere del esfuerzo y la combinación de los recursos materiales, humanos y financieros de una empresa.

5.1.2 Conceptualización de Productividad Total de los Factores

El concepto de Productividad Total de los Factores (PTF) fue introducido por primera vez en los años cuarenta por J. Timbergen y posteriormente se han desarrollado una serie de métodos para medir la PTF por varios autores, entre los que destacan Solow (1957), Kendrick (1961), Christensen y Jorgenson entre otros (Hernández Laos, 1993).

Los métodos utilizados para la estimación de la productividad se clasifican en dos vertientes:

1. La Productividad Total de los Factores como medida de eficiencia productiva o no paramétrica.
2. La Productividad Total de los Factores como medida del cambio tecnológico o paramétrica.

La primera clasificación (no paramétrica) según autores como: Solow, Kendrick, Enrique Hernández Laos, entre otros, para que se registre un incremento de la PTF es necesario que el producto crezca es una mayor proporción que el aumento de los insumos.

Mientras que en la segunda concepción teórica (Paramétrica), dentro de la que se ubican: Diewert, Jorgenson, Christensen entre otros, concibe la PTF como el aumento de la capacidad productiva de una economía que es consecuencia del cambio tecnológico o el desplazamiento de la función de producción, lo cual lleva a una variación de la PTF.

Mediante el primer concepto, Solow (1957), introdujo la medida de la contribución del progreso técnico al crecimiento del producto per cápita cuantificada a partir de la función de producción Cobb-Douglas. Este autor estimó la función de producción de la economía estadounidense y estableció la existencia de un residuo, medido por la diferencia entre las tasas de crecimiento del producto real y las tasas ponderadas de crecimiento de los factores de producción, capital y trabajo. Define la función de producción agregada como:

$$Q = F(K, L; t)$$

donde Q = producción, K = insumo de capital, L = insumo de mano de obra; K y L representan los insumos de capital y mano de obra en unidades físicas, y t representa el tiempo y aparece en F para considerar el cambio técnico.

Por su parte, Kendrick (1961), en diferentes trabajos, ha medido la productividad de los sectores agrícola, manufacturero, comercial, financiero, de transporte y de servicios públicos en Estados Unidos tomando como punto de partida una función de producción del tipo $Q = f(X_1, \dots, X_n)$, donde Q es igual al valor agregado y $(X_1, \dots, X_n)$ es igual a «n» factores tangibles que se utilizan en la producción. Este autor construyó un índice de la PTF con el que cuantificó la productividad de la industria manufacturera de Estados Unidos para el periodo 1889-1957. Para Kendrick, la PTF es una relación entre el producto real y los insumos:

Productividad total de capital y mano de obra = producción / mano de obra + capital

En donde insumo de mano de obra = horas-hombre ajustadas según los cambios en la calidad de la mano de obra; insumo de capital = inventario neto de estructuras + equipo en las plantas + inventarios + capital de trabajo + terrenos (Delfín Ortega & Navarro Chávez, 2015).

A partir del trabajo de Solow se realizaron varios estudios empíricos. Färe, Grosskopf y Roos (1998) también estudian la productividad y el índice de Malmquist. Los trabajos empíricos de Färe (1994); Johnson y Kuosmanen (2012); Lee (2013), y Wang (2014), entre distintos autores, revelan, que es posible estudiar la productividad de los agentes económicos empleando métodos no paramétricos o semiparamétricos. Por ejemplo, el análisis envolvente de datos es una metodología no paramétrica que puede utilizarse para evaluar la eficiencia técnica de las unidades productivas y estimar el índice de Malmquist.

5.1.2. Medición de la Productividad Total de los Factores Productividad

Total de los Factores (PTF) a través del índice Malmquist

Una manera de medir la PTF es a través de la elaboración de índices donde destacan: el índice de Fisher (1922), el índice de Törnqvist (1936) y el índice de Malmquist (1953). El índice Malmquist, permite la descomposición en el cambio productivo en mejoras de eficiencia técnica y en cambios en la tecnología; además permite describir una tecnología multiinsumo y multiproducto sin la

necesidad de especificar un objetivo de comportamiento, tal como la minimización de costos o la maximización de beneficios (Coelli *et al.*, 1998).

5.2 El índice Malmquist

El concepto de índice de productividad de Malmquist (IPM) fue introducido por Malmquist (1953), y estudiado en un contexto no paramétrico por una diversidad de autores. Se trata de un índice que representa el crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF) de una unidad de decisión (DMU).

El Índice de productividad de Malmquist, refleja el progreso en eficiencia de conformidad con los cambios tecnológicos en el tiempo, que se manifiesta como desplazamiento de la propia frontera bajo un marco de múltiples insumos y productos. Bajo este enfoque, las observaciones fuera de la frontera reflejan los períodos en los cuales la utilización de los recursos resulta menos eficiente en comparación con las prácticas empleadas durante los mejores años. La distancia entre la frontera y los puntos de producción representa la ineficiencia técnica. Las funciones distancia o medidas de eficiencia técnica, permiten cuantificar la ineficiencia técnica en un plan de producción, mediante la comparación de las cantidades de insumos y de productos que necesita una unidad que es técnicamente eficiente con los que utiliza una unidad ineficiente. (Caves, *et al.*, 1982)

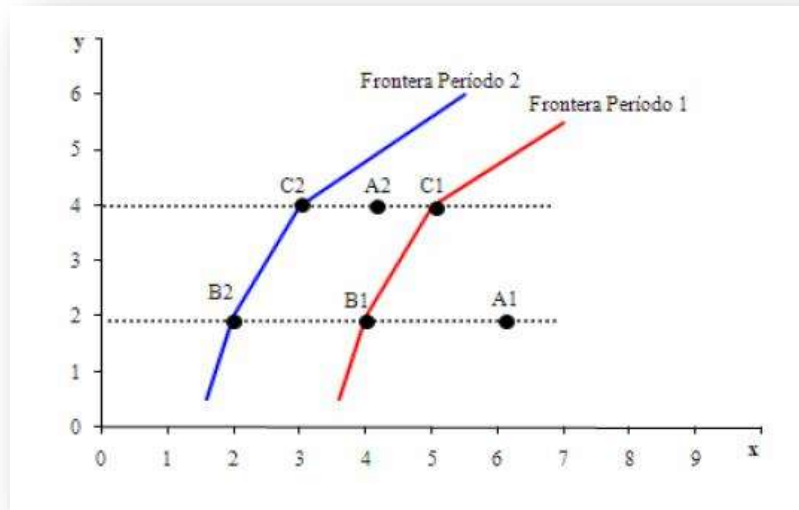
En el índice que elaboraron Caves y colaboradores (1982), se eliminaba la posibilidad de que las empresas pudieran manifestar comportamientos ineficientes. Sin embargo, el trabajo posterior de Fare, Grosskopf, Lindgren y Roos (1989) y Färe *et al.*, (1994), plantea la posibilidad de descomponer los avances en productividad a través del índice Malmquist relacionándolo con las medidas de eficiencia de Farrell en un contexto DEA no paramétrico.

El Índice Malmquist bajo análisis de datos envolventes define funciones distancia orientadas a insumos que caracterizan una tecnología por la máxima contracción proporcional posible en el uso de insumos, mientras los niveles del producto se mantienen constantes; o bien orientadas a la producción, que consideran la expansión proporcional máxima del vector de producción, dados los insumos utilizados.

El IPM se define entonces como el producto de dos términos: el “Movimiento de la Frontera” (también conocido como “Innovación”, “cambio técnico” o *Frontier-Shift*) y el “Cambio de eficiencia” (*Catch-Up*). Este último se relaciona con el grado en que una DMU mejora su eficiencia

relativo a sus competidores, mientras que el Movimiento de la Frontera refleja los movimientos hacia mayor productividad de las DMU inicialmente eficientes, entre dos períodos de tiempo.(Ferro & Romero, 2011).

Figura 8. Componentes del índice de productividad de Malmquist.



Fuente: Ferro y Romero, 2011.

Supongamos que para una DMU los insumos y productos (x_t , y_t) observados en $t=1$ y $t=2$ son, respectivamente, los puntos $A1 = (6, 2)$ y $A2 = (4, 4)$ para el caso de un insumo y un producto. Los niveles de eficiencia relativa son 0.667 para el primer período ($B1/A1$) y 0.75 para el segundo período ($C2/A2$). Así, en $t=2$ la DMU ha mejorado su nivel de eficiencia con respecto a la frontera. Asimismo, como se observa en el gráfico anterior, la frontera también se ha movido en el tiempo. Para medir este efecto es preciso trasladar el punto de referencia $B1$ a $B2$ sobre la frontera del período 2. Entonces, la convergencia hacia la frontera correspondiente a $A1$ es evaluada por $[(B1/A1) / (B2/A1)]$, y similarmente para $A2$. Para computar el efecto innovación total se toma un promedio geométrico de ambas convergencias. Finalmente, el IPM es la multiplicación de los efectos de cambio de eficiencia y cambio técnico.

La construcción del índice de Malmquist implica elaborar las funciones de distancia, en concreto, midiendo la distancia de una unidad productiva en dos periodos de tiempo determinados, tales como:

$$D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \inf\{\theta: (x^{t+1}, y^{t+1})/\theta \in S^t\}$$

La distancia de la función mide el máximo cambio proporcional que se requiere de *outputs* para hacer (x^{t+1}, y^{t+1}) factible en relación con la tecnología en t . En este sentido se puede definir la distancia de la función que mide el máximo cambio proporcional en un *output* requerido para hacer x^t, y^t , en relación con la tecnología de $t + 1$, el cual lo nombran $D^{t+1}(x^t, y^t)$.

Por su parte, Caves *et al.* (1982) definen el índice de productividad Malmquist con la siguiente expresión:

$$M_{CCD}^t = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}$$

En esta fórmula, la tecnología en un periodo t es la referencia tecnológica. Alternativamente, el índice Malmquist de productividad puede obtenerse basándose en la tecnología existente en el periodo posterior $t + 1$, como se observa en la siguiente expresión:

$$M_{CCD}^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)}$$

Con la finalidad de evitar la elección de un punto de referencia arbitrario, se especifica el índice Malmquist para el cambio en la productividad basada en resultados como la media geométrica de los 2 índices de productividad de Malmquist de tipo Caves, Christensen y Diewert:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$$

El índice propuesto por Färe *et al.* resulta más adecuado para estudiar largos periodos de tiempo y permite abordar el cambio tecnológico. En consecuencia, con su propuesta consiguen que la tecnología de referencia cambie con el tiempo.

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$$

donde la relación fuera de los corchetes mide el cambio en la eficiencia relativa entre los años t y $t + 1$. La media geométrica de las 2 relaciones dentro de los corchetes captura el cambio en la tecnología entre los 2 periodos evaluados x^t y x^{t+1} , como se observa a continuación:

$$\text{Cambio en la eficiencia} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}$$

$$\text{Cambio tecnológico} = \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$$

El primer elemento se relaciona con el cambio en la posición relativa respecto a la frontera tecnológica que resulta de la gestión del propio proceso productivo, y concretamente de la capacidad para incorporar el progreso tecnológico en su función de producción. Por su parte, la segunda fuente de productividad considera la existencia de progreso técnico y hace referencia a un conjunto de innovaciones y cambios en las técnicas que desplazan la frontera de producción obteniéndose, así, un *output* mayor sin variar la cantidad de *inputs* utilizados o el mismo nivel de producción con un consumo más reducido de factores.

El cambio de la eficiencia técnica, medida como cociente entre las eficiencias entre los períodos que se consideran, si el cociente es > 1 revela una mejora en la eficiencia en el periodo t a $t + 1$, si es < 1 la eficiencia ha empeorado y si es $= 1$ la eficiencia se ha mantenido. Por su parte, el cambio tecnológico, si este adopta un valor > 1 indica que ha habido progreso tecnológico, si es < 1 , que hay regresión tecnológica, y si es $= 1$, la tecnología se ha mantenido.

Así, la multiplicación entre estos 2 cocientes da como resultado el índice Malmquist. Un resultado superior a la unidad indica que se ha producido un incremento en la productividad entre 2 periodos (t y $t + 1$) debido a mejoras en la eficiencia o mejoras en la tecnología. Por el contrario, resultados

menores a la unidad, significan que hay una reducción en la productividad entre ambos periodos, y un resultado = 1 significa que la productividad se ha mantenido (Delfín Ortega & Navarro Chávez, 2015).

Tabla 8. Ventajas y limitaciones del índice Malmquist basado en el método DEA

Ventajas	Desventajas/ Limitaciones
1. Permite trabajar con múltiples <i>inputs</i> y <i>outputs</i>, medidos en diferentes sistemas de unidades. 2. A diferencia de los métodos econométricos no impone el uso de formas funcionales explícitas para la tecnología. 3. Se puede descomponer en cambio técnico y cambio en eficiencia	1. Es sensible a errores de medición. 2. La exclusión de variables relevantes puede dar lugar a la identificación de ineficiencias (espurias). 3. Se estiman muy bien las eficiencias o ineficiencias relativas, pero no absolutas. 4. No distingue entre el «ruido» y la ineficiencia técnica, cualquier desviación de la frontera sería considerado como «ineficiente».

Fuente: Schuschny, 2007.

PARTE III. DESARROLLO METODOLÓGICO

En este apartado se abordan los aspectos metodológicos sobre el Análisis Envolvente de Datos (DEA) y el índice Malmquist con el cual se obtendrá la eficiencia técnica y cambio productivo del sector de alojamiento para visitantes en México y en los países miembros de la unión europea. A demás se plantea la descripción del modelo a desarrollar, la selección de las variables y los indicadores para cada una de ellas y las fuentes de información estadísticas analizadas para la recopilación de los datos.

CAPÍTULO 6. EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD:

REVISIÓN DE LITERATURA

En los últimos veinte años los análisis de eficiencia y productividad han experimentado un importante desarrollo en la investigación económica dado el interés que supone para los empresarios y profesionales del sector privado y del sector público el profundizar en el conocimiento de la economía de los recursos productivos intentando evaluar la relación existente entre los recursos utilizados (*inputs*) y los resultados obtenidos (*outputs*). Pueden encontrarse trabajos recientes aplicados a diversos sectores en diferentes regiones y países.

6.1 Eficiencia: estudios de caso

El análisis de la eficiencia de las empresas hoteleras está limitado a un pequeño número de estudios. Entre los primeros, Baker y Riley (1994) proponen el uso de ratios para analizar el desempeño de la industria de alojamiento, Wijeyasinghe (1993) propone un método para calcular el nivel de ocupación que representa el principio de rentabilidad y estima un indicador de eficiencia hotelera para realizar una adecuada gestión de la empresa (Maria Pilar Alberca Oliver, 2014).

Sin embargo, el análisis de ratios no puede tratar con múltiples *inputs* y *outputs* que caracterizan el funcionamiento de del sector hotelero. Recientemente, se han desarrollado nuevas técnicas que tienen la capacidad de comparar la eficiencia de las organizaciones de servicios, el análisis envolvente de datos (DEA) y el enfoque de frontera estocástica basada en la regresión (SFA) se han aplicado en algunos estudios para superar el problema de múltiples entradas y salidas.(Anderson, Fish, Xia, & Michello, 1999).

El primer trabajo que estudia las empresas hoteleras mediante un modelo frontera es el de Morey y Dittman (1995), reunieron datos de entrada-salida para 54 hoteles de una cadena nacional, utilizaron múltiples *inputs* (gastos de habitación, costos de energía, los sueldos, los gastos no salariales de la propiedad, los gastos de publicidad, gastos fijos marcados para el trabajo administrativo) y como medida de *outputs* (los ingresos totales del nivel de servicio ofrecido, cuota de mercado, tasa de crecimiento) y descubrieron que los gerentes operaban al 89% de eficiencia.

Después del trabajo de Morey y Dittman (1995), los trabajos que analizan las empresas hoteleras se han caracterizado por la utilización de técnicas frontera (Hu, Chiu, Shieh, & Huang, 2010).

(Anderson *et al.*, 1999) empleó una técnica de frontera estocástica para estimar la eficiencia gerencial de 48 hoteles en los Estados Unidos en 1994. Definieron los *inputs* como número de empleados equivalentes a tiempo completo, el número de habitaciones, gastos totales, gastos totales de alimentos y bebidas, y otros gastos, mientras se define el *output* como el ingreso total generado a partir de habitaciones, juegos, comida y bebidas, y otros. Los resultados fueron que la industria hotelera operaba con un nivel de eficiencia del 89%. En particular, la eficiencia promedio se estimó en 89.4%, con los hoteles más y menos eficientes funcionando con niveles de eficiencia de 92.1% y 84.3%, respectivamente.

(Tsaur, 2001) utilizó datos de 53 hoteles turísticos internacionales en Taiwán, con metodología DEA para evaluar la eficiencia operativa. los *inputs* empleados fueron: total de gastos de operación, número de empleados, número de habitaciones, y espacio total y como *outputs* empleó: total de ingresos, número de habitaciones ocupadas y promedio del valor de producción por empleado. Los resultados indican que el puntaje promedio de eficiencia operativa fue de 0.8733, lo que implica que los gerentes en promedio podrían reducir sus costos de insumos en 12.67% si operaran en la frontera eficiente. Sin embargo, el 71.7% de los hoteles turísticos internacionales en Taiwán revelan una relativa ineficiencia, lo que subraya el hecho de que la eficiencia operativa debe ser reforzada.

(Hwang & Chang, 2003), adoptó DEA para medir la eficiencia administrativa relativa de 45 hoteles internacionales en Taiwán. Al mismo tiempo, el enfoque de productividad de Malmquist para medir los cambios en la eficiencia, los *inputs* utilizados fueron: número de empleados, número de habitaciones, el área de piso total del número de dormitorios y los gastos de operación. y como *outputs*: ingresos por habitaciones, ingresos de alimentos y bebidas, otros ingresos. concluyen que existen diferencias en la eficiencia de las empresas hoteleras dependiendo del estilo directivo.

(Carlos P. Barros & Alves, 2004), empleó una frontera de costo estocástica en la industria hotelera de Portugal. Utilizó datos de panel durante 1999-2001 para estimar una función de costo Cobb-Douglas generalizada estocástica con tres entradas y dos salidas. Los tres precios de entrada (precio de la mano de obra, precio del capital y precio de la comida) y dos salidas (ventas y noches

ocupadas), Además, se utilizó una variable ficticia para explicar la distinción entre Posadas históricas y Posadas regionales. Los resultados de la investigación fueron en el mejor de los casos, mixtos, ya que los puntajes de eficiencia fueron bajos y no variaron el tiempo, el autor sugirió una alteración de los procedimientos de gestión para permitir un aumento en la eficiencia, con base en un marco de ambiente de gobernanza.

Más tarde (Carlos Pestana Barros, 2005) realiza un estudio de eficiencia de los hoteles individuales pertenecientes a la cadena estatal portuguesa, Posadas de Portugal, mediante el análisis de envolvimiento de datos (DEA), Los *inputs* se miden por 7 indicadores. El trabajo se mide por el número de empleados equivalentes a tiempo completo y por el costo de la mano de obra. El capital se mide por el número de habitaciones, la superficie de la posada en metros cuadrados, el valor en libros de las instalaciones, los costos operativos y los costos externos. El estudio mide la producción por 3 indicadores: ventas, el número de invitados y el número agregado de noches gastadas.

(Wang, Hung, & Shang, 2006) Este estudio utiliza el análisis envolvente de datos (DEA) para evaluar la eficiencia de 49 hoteles turísticos internacionales en Taiwán. El estudio maneja cinco medidas diferentes: eficiencia global (EG), eficiencia asignativa (EA), eficiencia técnica (ET), eficiencia de escala (ES) y eficiencia técnica pura (ETP). Además, se evalúan los determinantes de eficiencia hotelera usando el modelo de regresión Tobit. Utilizaron las siguientes variables de entrada: número de empleados a tiempo completo, número de habitaciones y área total de comedor. Las variables de salida fueron ingresos por habitación, comida y bebidas y otros ingresos. Los resultados muestran que el 'hotel de la ciudad' es un entorno operativo desfavorable. Los resultados de la regresión de Tobit indican que la proporción de viajeros individuales extranjeros, la función de transacción en línea y la franquicia están relacionadas con un mejor rendimiento de los hoteles turísticos internacionales en Taiwán.

Wang *et al.* (2007) Utilizaron un enfoque de frontera estocástica de una etapa para medir la eficiencia relativa de hoteles turísticos internacionales en Taiwán durante 1992-2002 e investigar los determinantes de la eficiencia técnica. También agregaron el índice de productividad de Malmquist. Utilizaron las siguientes cuatro entradas, salarios, el área total de alimentos y bebidas, el número de habitaciones y otros gastos operativos, y los siguientes tres productos, el número de habitaciones ocupadas, los ingresos por alimentos y bebidas y otros ingresos operativos. Sus

resultados empíricos revelaron que la política gubernamental de aumentar el tiempo de vacaciones de fin de semana ha fomentado los viajes domésticos y la expansión de la industria hotelera.

Chen (2007) utilizó una frontera estocástica para analizar la rentabilidad de 55 hoteles turísticos internacionales en Taiwán. Usó tres entradas (mano de obra, alimentos y bebidas y materiales) y una salida (los ingresos totales) para medir la eficiencia del hotel. En los resultados revelan que los hoteles en Taiwán están en promedio operando al 80% de eficiencia. Además, el factor de tipo de operación afecta significativamente la eficiencia del hotel, por lo que la eficiencia de los hoteles de la cadena es más alta que la de los hoteles independientes.

(Chen, 2009), este estudio modifica el modelo de análisis de involucramiento de datos para evaluar el rendimiento de una empresa, se seleccionaron cinco entradas (número de empleados, total superficie de pisos, habitaciones de huéspedes, gastos de operación y gastos de depreciación) y cinco productos (tasa de ocupación, tasa de satisfacción del huésped, número de invitados, ingresos por habitación y otros ingresos). Este documento muestra que podemos utilizar los resultados disponibles del modelo modificado para calcular fácilmente las eficiencias de las unidades de negocio.

(Alonso de Magdaleno, M.I. Fernandez Barcala, M. Gonzalez Diaz, 2009), utilizando DEA, lo aplicaron a la cadena líder en España, Sol Meliá con los 5 *inputs* (Activo, consumo de mercaderías y materias, gastos de explotación, gastos de personal y número de habitaciones) y los 2 *outputs* (ventas e ingresos de explotación). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la cadena analizada logra en todos los establecimientos en unos altos niveles de eficiencia. Este trabajo permite concluir que la forma contractual no contribuye a la eficiencia de los establecimientos en el caso de Sol Meliá. Más bien parece depender de otras variables técnicas que del tipo de contrato establecido.

(Hu *et al.*, 2010), se utiliza en este estudio el enfoque de frontera estocástica (SFA) para estimar simultáneamente los puntajes de eficiencia de costos y los factores de ineficiencia de costos para 66 hoteles turísticos internacionales en Taiwán durante 1997-2006. Se define un modelo con tres salidas (ingresos por habitaciones, ingresos de alimentos y bebidas y otros ingresos de operación) y tres entradas (Gasto de la mano de obra, gasto de alimentos y bebidas y otros gastos de operación). Este modelo también tiene en cuenta cinco variables ambientales, incluida la variable ficticia de

los hoteles ubicados en áreas no metropolitanas, la variable dummy de hoteles de la cadena, el número de guías turísticas, la distancia mínima desde cada hotel al aeropuerto internacional de Taiwán y la distancia mínima de cada hotel al aeropuerto internacional de Kaohsiung. Los resultados empíricos muestran que los hoteles turísticos internacionales en Taiwán están en promedio operando con una eficiencia de costos del 91.15%. también se observa que los sistemas de cadena, las guías turísticas y el transporte internacional pueden mejorar significativamente la eficiencia de costos de los hoteles turísticos internacionales en Taiwán.

(Carlos Pestana Barros, Botti, Peypoch, & Solonandrasana, 2011), En este artículo en la primera etapa, se estima la eficiencia técnica de los grupos hoteleros portugueses de 1998 a 2005 mediante el Análisis de envoltorio de datos (DEA), con tres entradas (trabajadores de tiempo completo, valor contable de los bienes y costos operacionales) y dos salidas (ventas y número de huéspedes. En la segunda etapa, se usa el modelo *bootstrap* de Simar y Wilson para iniciar las puntuaciones de la DEA con una regresión truncada con la finalidad de establecer qué hoteles tienen el rendimiento más eficiente, esto puede servir para ayudar a mejorar el rendimiento de los hoteles menos eficientes, ya que saber cuáles son las mejores prácticas es una buena noticia para los gerentes y las instituciones.

(Huang, Mesak, Hsu, & Qu, 2011), analizan la eficiencia hotelera en China, y mediante DEA y un modelo de regresión Tobit utiliza los siguientes *inputs*: Número total de empleados de tiempo completo, Número total de habitaciones por región, Activos totales en el sector hotelero regional, y los siguientes *outputs*: Ingresos totales y tasa de ocupación promedio. Los resultados de la investigación indican que la industria hotelera china se aproxima a una operación eficiente en general, Además, el estudio introduce una nueva matriz bidimensional basada en la eficiencia para evaluar la competitividad ventaja de diferentes regiones del sector hotelero chino.

En España se han realizado algunos trabajos para analizar la eficiencia del sector, como el trabajo de Alonso de Magdaleno *et al.* (2009) utilizando Análisis envoltorio de datos (DEA), aplicándolo a la cadena líder en España, Sol Meliá (Maria Pilar Alberca Oliver, 2014).

(María Pilar Alberca Oliver, Parte Esteban, & Such Devesa, 2011) en este trabajo analizan la eficiencia nacional y regional y la Productividad Total de los Factores de los hoteles españoles mediante DEA y utiliza el índice Malmquist para estimar el cambio productivo en el periodo 2000-

2005. Los *inputs* seleccionados fueron (Gastos de personal, activo fijo neto, consumos realizados, otros gastos de explotación), y los *outputs* (ventas netas y otros ingresos de explotación). Los resultados obtenidos ponen en manifiesto un exceso de capacidad en el sector que provoca una eficiencia media en torno al 75-80 por ciento, y una evolución desfavorable de la productividad total de los factores con una disminución total acumulada de un 2,3 por ciento en el periodo, que puede relacionarse a nivel agregado con la situación de la sobreoferta que vive el sector.

(María Pilar Alberca Oliver, Parte Esteban, Muñoz Merchante, & Such Devesa, 2012), donde se evalúa la incidencia del destino turístico en la competitividad del segmento de hoteles de ciudad mediante el análisis DEA. Este trabajo determina los niveles de eficiencia y la evolución de la productividad total de los factores de las empresas hoteleras españolas a nivel regional y nacional por medio del índice Malmquist. En esta investigación se utilizaron 3 entradas (número de empleados, Activo fijo o inmovilizado y consumos realizados), y una salida (ventas netas). Los resultados obtenidos muestran que las empresas hoteleras con una clara orientación al segmento de ciudad y una estacionalidad más baja, tienen un mejor comportamiento que la media española tanto en niveles de eficiencia como en la evolución menos desfavorable de los índices productividad.

(Alberca & Parte, 2012), estima la eficiencia nacional y regional y la productividad total de los factores de los hoteles españoles. La metodología frontera no paramétrica DEA se ha empleado para evaluar los niveles de eficiencia con los que operan las empresas hoteleras y los índices de Malmquist para estimar el cambio productivo acaecido en el periodo 2001-2008. Utilizando tres entradas (número de empleados, activo fijo y consumos realizados) y una salida (ventas netas). Los principales resultados permiten determinar las comunidades autónomas que presentan un comportamiento más eficiente, que resultan más competitivas y los índices de variación de su productividad en el periodo, así como sus principales determinantes: los cambios en la eficiencia y el cambio técnico.

Finalmente, (Maria Pilar Alberca Oliver, 2014), estima empíricamente la eficiencia sectorial de las empresas hoteleras españolas en la primera mitad de la década con datos microeconómicos y su relación con el resultado económico y la dimensión de la empresa. Con metodología no paramétrica DEA se obtienen los índices de eficiencia a nivel global e individual para cada una de las empresas hoteleras analizadas, y su evolución en el periodo. En un análisis de segunda etapa se aplica un

modelo de análisis de la varianza, que permite concluir que las empresas más eficientes son las de menor dimensión y aquellas que obtienen resultados económicos positivos.

6.2. Productividad Total de los Factores: estudios de caso

En los últimos años se han publicado trabajos a nivel internacional, que estudian la importancia de la eficiencia como fuente de crecimiento de la productividad utilizando técnicas de frontera.

El sector servicios no ha sido una excepción en este tipo de investigaciones, sin embargo la revisión de la literatura pone de manifiesto las escasas contribuciones teóricas y empíricas en el marco de las empresas del sector hotelero (Chen, 2007; Barros *et al.*, 2011). En el caso de la estimación del cambio productivo realizado mediante la aproximación de los índices de Malmquist pocos investigadores han aplicado DEA a medir el cambio de eficiencia de los hoteles, algunos de los trabajos encontrados son: el trabajo de Shiu-Nan Hwang (2003), Wang *et al.* (2007), Alberca, Parte (2011), y Alberca, Parte, Muñoz (2012).

(Hwang & Chang, 2003), utiliza el análisis envolvente de datos (DEA), desarrollado por Charnes *et al.* (1978), y el índice de productividad de Malmquist expresado por Färe *et al.* (1992), para medir el cambio de eficiencia de 45 hoteles de 1994 a 1998. Los resultados indican que hubo 20 hoteles con un cambio de eficiencia mayor a 1. Esto significa que, en los últimos 4 años, la eficiencia gerencial de 20 hoteles ha ido mejorando. Hubo 25 hoteles con un cambio de eficiencia de menos de 1. Esto significa que la eficiencia gerencial de 25 hoteles ha disminuido.

Los coeficientes de correlación, mostró que el cambio de eficiencia se correlaciona positivamente con la eficiencia relativa en 1998, el cambio en la tecnología y el aumento de la eficiencia. Sin embargo, el cambio en la eficiencia está correlacionado negativamente con la eficiencia relativa en 1994.

Wang *et al.* (2007) agregaron el índice de productividad de Malmquist para estimar el rango y la causa del cambio de productividad.

Alberca *et al.* (2011) analizan la productividad total de los factores de los hoteles españoles mediante el índice Malmquist para estimar el cambio productivo en el periodo 2000-2005. Los

resultados obtenidos ponen en manifiesto un exceso de capacidad en el sector que provoca una evolución desfavorable de la productividad total de los factores.

Alberca, Parte, Muñoz (2012) Este trabajo determina la evolución de la productividad total de los factores de las empresas hoteleras españolas a nivel regional y nacional por medio del índice Malmquist. Los resultados muestran que las empresas hoteleras con una clara orientación al segmento de ciudad y una estacionalidad más baja, tienen un mejor comportamiento que la media española en la evolución menos desfavorable de los índices productividad.

Finalmente, Alberca, Parte (2012) estima la productividad total de los factores de los hoteles españoles a través de los índices de Malmquist para estimar el cambio productivo en el periodo 2001-2008. Los principales resultados permiten determinar los cambios en la eficiencia y el cambio técnico.

La revisión de la literatura permitió conocer los trabajos donde utilizaron la metodología DEA y la técnica del índice Malmquist en el sector hotelero o de alojamiento, esta revisión nos permite en primer lugar identificar los *inputs* y *outputs* que se utilizan en los diferentes trabajos, y además nos ayuda en la construcción de la hipótesis de esta investigación. En segundo lugar, se analiza el desarrollo de la metodología DEA para medir la eficiencia y como calcular el índice Malmquist para obtener la PTF. En la tabla 9 se muestra un resumen de las investigaciones revisadas.

Tabla 9. Revisión de literatura.

AUTOR(ES)	AÑO	DOCUMENTO	METODOLOGIA	INPUTS	OUTPUTS
Morey, R.C., Dittman, D.A.	1995	Evaluating a hotel GM's performance: a case study in <i>benchmarking</i>	<i>Benchmarking</i>	Gastos de habitación, costos de energía, los sueldos, los gastos no salariales de la propiedad, los gastos de publicidad, gastos fijos marcados para el trabajo administrativo	Los ingresos totales del nivel de servicio ofrecido, cuota de mercado, tasa de crecimiento
Anderson <i>et al.</i>	1999	Measuring efficiency in the hotel industry: A stochastic frontier approach	DEA Y FRONTERA ESTOCASTICA	Número de empleados equivalentes a tiempo completo, el número de habitaciones, gastos totales, gastos totales de alimentos y bebidas, y otros gastos,	El ingreso total generado a partir de habitaciones, juegos, comida y bebidas, y otros.
Anderson <i>et al.</i>	2000	Hotel industry efficiency: an advanced linear programing examination.	DEA	Número de empleados de tiempo completo, número de cuartos, total de gastos de comida y bebida, total de gastos relacionados con hospedaje y otros gastos	Total de ingresos
Tsaur	2001	The operating efficiency of international tourist hotels in Taiwan.	DEA	Total de gastos de operación, número de empleados, número de habitaciones, y espacio total	Total de ingresos, número de habitaciones ocupadas y promedio del valor de producción por empleado.
Shiuh-Nan Hwang, Te-Yi Chang	2003	Using data envelopment analysis to measure hotel managerial efficiency change in Taiwan	DEA, índices de Malmquist	Número de empleados, Habitaciones, de entrada, el área de piso total de los números de dormitorios y los gastos de operación.	Ingresos por habitaciones, ingresos de alimentos y bebidas, otros ingresos.
Carlos Pestana Barros	2004	A stochastic cost frontier in the Portuguese hotel industry.	SFA	Costo operacional, precio de la mano de obra, valor en libros de las instalaciones, costo de alimentos.	Ventas totales, número de noches ocupadas.
Carlos Pestana Barros	2005	Measuring Efficiency in the Hotel Sector	DEA	Factor trabajo: Número de empleados de tiempo completo, costo de la mano de obra; Capital: número de habitaciones, a superficie en metros cuadrados, valor en libros de las instalaciones, costos operacionales, costos externos.	Ventas, nuero de huéspedes, número de noches gastadas.
Fei-Ching Wang, Wei-Ting Hung & Jui-Kou Shang.	2006	Measuring pure managerial efficiency of international tourist hotels in Taiwan	DEA	Número de empleados, número de habitaciones y superficie total	Ingresos por habitaciones, ingresos derivados de alimentos y bebidas y otros ingresos
Wang <i>et al.</i>	2007	Productivity and efficiency analysis of international tourist hotels in Taiwan: an application of the stochastic frontier approach.	SFA, Índice Malmquist.	Salarios, área de alimentos y bebidas, número de habitaciones, otros gastos operativos.	Número de habitaciones ocupadas, ingresos de alimentos y bebidas, otros ingresos.
Tien-Hui Chen	2009	Performance measurement of an enterprise and business units with an application to a Taiwanese hotel chain	DEA	Número de empleados, superficie total del suelo, número de habitaciones, gastos de operación, y gastos de depreciación.	Tasa de ocupación, tasa de satisfacción del huésped, número de huéspedes, ingresos por habitación, y otros ingresos.

AUTOR	AÑO	DOCUMENTO	METODOLOGIA	INPUTS	OUTPUTS
Alonso de Magdaleno, M.I., Fernández Barcala, M., González Díaz, M.	2009	Análisis de eficiencia en el sistema hotelero español: una aplicación al caso de sol Meliá	DEA	Activo, consumo de mercaderías y materias, gastos de explotación, gastos de personal y número de habitaciones.	Ventas, ingresos de explotación
J.L. Hu <i>et al.</i>	2010	A stochastic cost efficiency analysis of international tourist hotels in Taiwan	SFA	Gasto de la mano de obra, gasto de alimentos y bebidas y otros gastos	Ingresos por habitaciones, ingresos de alimentos y bebidas, ingresos de operación.
Manuela Pulina	2010	An investigation into the relationship between size and efficiency of the Italian hospitality sector: A window DEA approach	DEA	Costo de mano de obra	Ingresos por ventas, valor agregado
Barros	2011	Managerial efficiency and hospitality industry: the Portuguese case	DEA	Trabajadores de tiempo completo, valor contable de los bienes y costos operacionales	Ventas y número de huéspedes
Yinghua Huang, Hani I. Mesak, Maxwell K. Hsu, Hailin Qu.	2011	Dynamic efficiency assessment of the Chinese hotel industry.	DEA, Regresión Tobit	Número total de empleados de tiempo completo, Número total de habitaciones por región, Activos totales en el sector hotelero regional.	Ingresos totales, tasa de ocupación promedio.
Alberca Oliver, Parte Esteban, Such Devesa.	2011	Evaluación del rendimiento de las empresas hoteleras con medidas de eficiencia y productividad: análisis frontera no paramétrico.	DEA, Índice Malmquist	Gastos de personal, activo fijo neto, consumos realizados, otros gastos de explotación.	Ventas netas, otros ingresos de explotación.
Alberca, Parte, Muñoz	2012	La incidencia del destino turístico en la eficiencia y la productividad de las empresas hoteleras: El caso de España y los hoteles de la comunidad de Madrid	DEA, índices de Malmquist	Número de empleados/Trabajo, Activo fijo o inmovilizado/ Capital y consumos realizados	Ventas netas
Alberca, Parte	2012	Evaluación de la eficiencia y la productividad en el sector hotelero español: un análisis regional.	DEA	Número de empleados, activo fijo y consumos realizados	Ventas netas
Ricardo Oliveira, María Isabel Pedro, Rui Cunha Marques	2012	Efficiency and its determinants in Portuguese hotels in the Algarve	DEA	Número de empleados, número de habitaciones, la capacidad de alimentos y bebidas, y otros costos	Ingreso Total
Pilar Alberca-Oliver	2014	¿Incide el resultado contable y la dimensión empresarial en la eficiencia de las empresas hoteleras?	DEA, Análisis de varianza.	Gastos de personal, activo fijo neto, consumos realizados, otros gastos de explotación.	Ventas netas

Fuente: Elaboración propia con base en los autores antes mencionados.

CAPÍTULO 7. LA EFICIENCIA DEL SECTOR ALOJAMIENTO A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE DE DATOS

En el presente capítulo se describe el modelo DEA a utilizar, se presentan las DMU's y se muestra el proceso para la selección de *inputs* y *outputs* que se utilizan para el cálculo de la eficiencia del sector de alojamiento para visitantes.

Recordemos que el análisis envolvente de datos (DEA) es un instrumento apto para evaluar la eficiencia relativa de las unidades de decisión o unidades empresariales (Chiang, Tsai, & Wang, 2004).

7.1 Formulación del modelo DEA

Como lo mencionamos anteriormente el modelo DEA puede ser orientado al *input* y orientado al *output*, en esta investigación se busca maximizar el *output* para un nivel dado de *inputs*, por lo tanto, se realizará un modelo con orientación *output*.

Se propone desarrollar un modelo de rendimientos variables a escala (VRS) es decir que cada unidad analizada será comparada con aquellas de su tamaño y no con todas las unidades presentes en el problema. La formulación matemática del modelo con orientación *output* es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \emptyset \\
 & \text{s.a} \\
 & \left(\sum_{j=1}^I \lambda_j y_{rj} \right) - s_r^+ = \emptyset y_{r0} \quad r = 1 \dots m \\
 & \left(\sum_{j=1}^I \lambda_j x_{ij} \right) - s_i^- = x_{i0} \quad i = 1 \dots m \\
 & \lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0 ; \emptyset \text{ libre de signo}
 \end{aligned}$$

Donde se supone la existencia de n DMUs, cada una de las cuales puede aplicar m *inputs* para producir s *outputs*, asignándole al vector X_{ij} la cantidad de *input* i utilizado por la DMU j , mientras que el vector Y_{rj} representa la cantidad de *output* r producido por la DMU j . La variable (λ_j) indica

el peso de la DMU_z en la construcción de la unidad virtual de referencia respecto de la DMU_j , que puede ser obtenida por la combinación lineal del resto de DMU 's. Si dicha unidad virtual no puede ser conseguida, entonces la DMU , para la que resuelve el sistema, se considerará eficiente. El escalar (ϕ) representa la mayor expansión radial de todos los *outputs* producidos por la unidad evaluada, variando su rango entre 1 y ∞ , de forma que tomará valor unitario cuando la unidad sea eficiente y valores superiores a 1 cuando sea ineficiente (Navarro, 2005).

7.2 DMU's del modelo DEA

Es importante mencionar las DMU's que se van a utilizar en la investigación y señalar que la selección de las unidades a evaluar debe cumplir con el requisito de ser al menos el doble que la suma entre el número total de *inputs* y *outputs* (Navarro, 2005). En este trabajo las DMU's son 26 países de la Unión Europea y México por lo que se tendrán 27 unidades a evaluar, mientras que la suma de *inputs* y *outputs* es de 6 (véase tabla 11).

Tabla 10. DMU's

	DMU's	
	1. Alemania	2. Austria
Países de la unión europea	3. Bélgica	4. Bulgaria
	5. Chipre	6. Croacia
	7. Dinamarca	8. Eslovaquia
	9. Eslovenia	10. España
	11. Estonia	12. Finlandia
	13. Francia	14. Grecia
	15. Hungría	16. Italia
	17. Luxemburgo	18. Malta
	19. Países Bajos	20. Polonia
	21. Portugal	22. Reino Unido
	23. Republica Checa	24. Rumania
	25. Suecia	
México	26. México	

Fuente: Elaboración propia.

7.3 Identificación y selección de *inputs* y *outputs* del modelo DEA

La aplicación de Metodología DEA requiere la selección de *inputs* y *outputs*, que representan la transformación de los recursos (Perrigot *et al.*, 2009). Las variables *inputs* y *outputs* pueden seleccionarse de acuerdo a diferentes criterios: La revisión de la literatura previa, la experiencia en la formulación, y la disponibilidad de los datos (Hwang y Chang, 2003). En este trabajo la selección de las variables está determinada por la previa revisión de la literatura sobre la eficiencia y productividad en el sector alojamiento y por la disponibilidad de los datos.

De acuerdo con la revisión de literatura los trabajos previos sobre eficiencia en el sector de alojamiento con metodología DEA, utilizan los *inputs* y *outputs* que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 11. *Inputs* y *outputs* según la literatura.

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Gastos de operación	Ingresos totales / Ventas totales
Gastos de publicidad	Valor de la producción por empleado
Gastos de mano de obra	Numero de noches ocupadas/gastadas
Activos fijos netos	Tasa de ocupación promedio
Número de empleados	Número de habitaciones ocupadas
Número de habitaciones disponibles	Numero de huéspedes
Gastos de depreciación	Ingresos por habitaciones
Gastos de alimentos y bebidas	Ingresos por alimentos y bebidas
Valor contable de los bienes	Ingresos de operación
	Productividad laboral

Fuente: Elaboración propia.

En este trabajo se seleccionaron tres *outputs* los cuales son valor agregado, el número de noches ocupadas, y el número de huéspedes. Los *inputs* seleccionados son el número de empleados como medida del factor trabajo, y el número habitaciones disponibles que representan el factor capital.

Tabla 12. *Inputs y outputs* de la investigación.

VARIABLES		DIMENSIÓN OPERACIONAL	
<i>Inputs</i>			
Empleados	Número de empleados de tiempo completo		
Habitaciones disponibles.	Número de habitaciones que el establecimiento tiene disponibles para acomodar a los huéspedes.		
<i>Outputs</i>			
Valor agregado	Magnitudes Monetarias en millones de USD		
Noches ocupadas	Una noche es cada noche que un huésped / turista (residente o no residente) realmente pasa (duerme o se queda) en un establecimiento de alojamiento turístico.		
Huéspedes	Número de personas (turistas) que llegan a un establecimiento de alojamiento turístico.		

Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista de la literatura de eficiencia hotelera es habitual utilizar del número de trabajadores en lugar de su equivalente monetario (Anderson *et al.*, 1999; Tsaur, 2001; Carlos Pestana Barros, 2005; Hwang & Chang, 2003; Wang *et al.*, 2006; Chen, 2009; Carlos Pestana Barros *et al.*, 2011; Huang *et al.*, 2011; María Pilar Alberca Oliver *et al.*, 2012; Alberca & Parte, 2012; Oliveira, Pedro, & Marques, 2013).

7.3.1 Análisis factorial

La selección de *inputs* y *outputs* se realizó mediante la revisión de literatura de los trabajos que se centran en el estudio de la eficiencia en el sector hotelero o de alojamiento, mediante el análisis de la envolvente de datos (DEA), y posteriormente se realizó un análisis factorial para dar sustento a las variables.

El análisis factorial es una técnica de reducción de la dimensionalidad de los datos. Su objetivo principal consiste en buscar el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de información en los datos.

Esta técnica de reducción de datos sirve para encontrar grupos homogéneos de variables a partir de un conjunto de variables. Estos grupos se forman con las variables que se correlacionan mucho entre ellas. El análisis factorial tiene las siguientes cuatro fases características: el cálculo de una matriz de correlaciones entre todas las variables, la extracción de los factores comunes, la rotación de los factores para facilitar su interpretación y la estimación de las puntuaciones factoriales para cada individuo (Álvarez Cáceres, 2000).

La primera fase es la matriz de correlaciones la cual está construida con todas las variables cuantitativas que entran en el análisis. El análisis factorial tendrá sentido si existen altas correlaciones entre las variables, ya que esto indica la existencia de factores comunes. Existen varios indicadores para analizar la matriz de correlación:

La medida de adecuación muestral KMO propuesta por (Kaiser-Meyer-Olkin). El índice KMO se utiliza para comparar las magnitudes de los coeficientes de correlación parcial de forma que cuanto más pequeño es su valor mayor será el valor de los coeficientes de correlación parciales y por lo tanto menos apropiado será realizar un análisis factorial.

El estadístico KMO varía entre 0 y 1, Kaiser-Meyer-Olkin proponen para realizar el análisis factorial que:

$KMO \geq 0.75$	Bien
$KMO \geq 0.5$	Aceptable
$KMO < 0.5$	Inaceptable

La prueba de esfericidad de Bartlett contrasta la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones observada es en realidad una matriz de identidad. Si el nivel de significancia (*Sig.*) es mayor a .05 no podemos rechazar la hipótesis nula de esfericidad y por lo tanto las variables no están correlacionadas y no se puede asegurar que el modelo sea el adecuado para explicar los datos por lo que se debería reconsiderar la aplicación de un análisis factorial. Por el contrario si se obtiene un valor de significancia bajo, *Sig.* < .05 podemos decir la matriz de datos es válida para continuar con el proceso de análisis factorial (De la Fuente Fernández, 2011).

En este caso podemos asegurar que el modelo factorial es significativo para explicar los datos ya que la prueba de esfericidad de Bartlett es menor a .05 y la medida KMO es de .737 por lo que es apropiado seguir con el análisis factorial (véase tabla 14).

Tabla 13. Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.737
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	254.884
	Gl	10
	Sig.	.000

Fuente: Elaboración propia con base en cálculos realizados en SPSS.

La tabla de comunidades se realiza calculando para cada variable la correlación múltiple al cuadrado entre una variable y las restantes incluidas en el análisis. La comunalidad representa el coeficiente de correlación lineal múltiple de cada variable con los factores. Se asume que si una variable está muy relacionada con las otras tendrá que compartir su información en un factor común. En el análisis factorial la estimación inicial de la comunalidad y la cantidad de varianza que cada variable comparte con las demás a través de factores comunes, rara vez coincide (De la Fuente Fernández, 2011). En este caso las comunalidades son muy altas, lo que implica que todas las variables seleccionadas están muy bien representadas en el modelo (véase tabla 15).

Tabla 14. Comunalidades

	Inicial	Extracción
Noches	1	0.975
Huéspedes	1	0.951
Habitaciones	1	0.952
Valor Agregado	1	0.947
Trabajadores	1	0.92
Método de extracción: análisis de componentes principales.		

Fuente: Elaboración propia con base en cálculos realizados en SPSS.

La tabla de varianza total explicada nos ofrece un listado de los autovalores de la matriz de varianzas-covarianzas y del porcentaje de varianza que representa cada uno. Los autovalores expresan la cantidad de la varianza total que esta explicada por cada factor. Se pueden extraer tantos factores como autovalores mayores a 1 tiene la matriz analizada. En este caso hay un autovalor mayor a 1 por lo que se extrae 1 factor que consigue explicar el 94.9% de la varianza de los datos (véase tabla 16).

Tabla 15. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	4.745	94.904	94.904	4.745	94.904	94.904
2	0.104	2.086	96.99			
3	0.089	1.781	98.772			
4	0.053	1.062	99.834			
5	0.008	0.166	100			

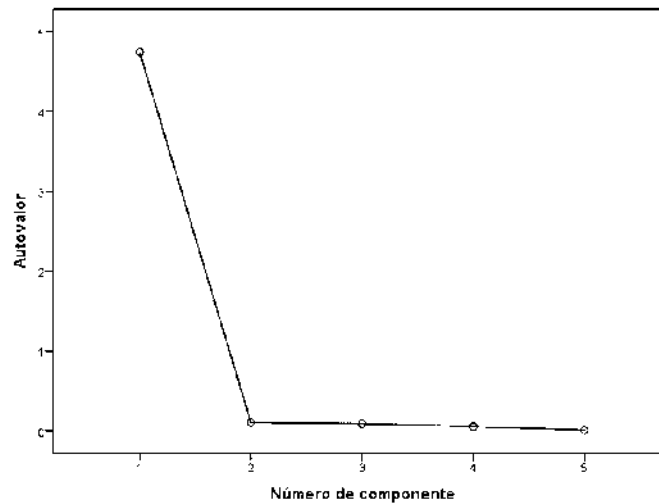
*Método de extracción: análisis de componentes principales.

Fuente: Elaboración propia con base en cálculos realizados en SPSS.

El gráfico de sedimentación sirve para determinar el número óptimo de factores o componentes, es simplemente la representación gráfica del tamaño de los autovalores. Si un autovalor se aproxima a cero esto significa que el factor correspondiente a ese autovalor es incapaz de explicar una cantidad relevante de varianza total y, por lo tanto, se considera un componente o factor residual y

carente de sentido en el análisis. En este caso se debe extraer solo el primer componente. (véase gráfico 10).

Gráfico 11. Gráfico de sedimentación



Fuente: programa SPSS.

En la matriz de componentes podemos observar que el componente número 1 está estructurado por las 5 variables elegidas (véase tabla 17).

Tabla 16. Matriz de componentes

	Componente
	1
Noches	0.987
Huéspedes	0.975
Habitaciones	0.976
VA	0.973
Trabajadores	0.959

*Método de extracción: análisis de componentes principales.

Fuente: Elaboración propia con base en cálculos realizados en SPSS.

7.4 Indicadores de *inputs* y *outputs*

Los indicadores que explican el comportamiento de las variables son:

Outputs:

1. **Producción (Ingresos Totales): Se mide con el Producto Interno Bruto** (se define como el total de la producción valuada a precios básicos, menos el consumo intermedio que se registra a precios de comprador. Se le denomina bruto porque no se le han deducido las asignaciones correspondientes al consumo de capital fijo. El valor agregado bruto, también se obtiene mediante la adición de remuneración de asalariados, impuestos sobre la producción netos de subsidios y el excedente bruto de operación. A la suma del valor agregado que se genera en todas las actividades económicas durante un ejercicio, se le denomina producto interno bruto.)

Se utiliza: El valor agregado al costo del factor es el ingreso bruto de las actividades operativas después del ajuste por subsidios operativos e impuestos indirectos. Es un indicador en el dominio de las estadísticas estructurales de las empresas.

2. **Noches pasadas por residentes y no residentes:**

Una noche es cada noche que un huésped / turista (residente o no residente) realmente pasa (duerme o se queda) en un establecimiento de alojamiento turístico.

Las pernoctaciones se calculan por país de residencia del huésped y por mes. Normalmente, la fecha de llegada es diferente de la fecha de salida, pero las personas que llegan después de la medianoche y se van el mismo día están incluidas en las pernoctaciones. Una persona no debe estar registrada en dos o más establecimientos de alojamiento al mismo tiempo.

3. **Numero de huéspedes o llegadas de residentes y no residentes:**

Una llegada se define como una persona (turista) que llega a un establecimiento de alojamiento turístico. Estadísticamente, no hay mucha diferencia si, en lugar de las llegadas, se cuentan las salidas. No se aplica un límite de edad: los niños se cuentan como los adultos, incluso en el caso de que las pernoctaciones de los niños sean gratuitas. Las llegadas se registran por país de

residencia del huésped y por mes. Las llegadas de visitantes del mismo día que pasan solo unas pocas horas durante el día (sin pernoctar, la fecha de llegada y salida son las mismas) en el establecimiento están excluidas de las estadísticas de alojamiento.

Inputs:

1. **Número De Empleados:** Los empleados que trabajan y que reciben una compensación en forma de salarios, honorarios, propinas, pago por resultados o pago en especie; (a tiempo completo es decir 35 horas o más).
2. **Número De Habitaciones:** El número de habitaciones existentes es el número que el establecimiento tiene disponible para acomodar invitados (visitantes durante la noche), excluyendo habitaciones usadas por no turistas (por ejemplo, empleados que trabajan para el establecimiento).

7.5 Productividad a través del índice Malmquist

Una forma de medir PTF es mediante de la elaboración de índices. En el presente trabajo se utiliza el índice Malmquist, con la finalidad de analizar la evolución de la productividad en el sector alojamiento para visitantes en México y los países miembros de la Unión Europea. El índice Malmquist permite la descomposición en el cambio productivo en mejoras de eficiencia técnica y en cambios en la tecnología (Coelli *et al.*, 1998)

En primer lugar, se construye una función de producción no paramétrica a través del análisis de la envolvente de datos (DEA), con la cual se calcula la eficiencia técnica global, donde se trabajan los modelos de rendimientos de escala constantes (CRS) y de rendimientos de escala variables (VRS) con orientación *output*, debido a que se pretende analizar la posibilidad de maximizar los *outputs* con los insumos que se tienen.

Posteriormente se calcula el índice de productividad Malmquist, donde se muestra el cambio en eficiencia y el cambio tecnológico. A su vez, el cambio en la eficiencia se descompone en cambio en la eficiencia técnica pura y cambio en la eficiencia de escala. De esta manera se medirá la

variación de la productividad en el periodo 2008-2015 que han tenido las unidades de toma de decisión (DMU).

7.6 Fuentes estadísticas y bases de datos

Para obtener los indicadores que conforman la función de producción se recurre a las siguientes fuentes:

- 1) Estadísticas del turismo de EUROSTAT.
- 2) Estadísticas del turismo de la Secretaría de Turismo (SECTUR).
- 3) Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- 4) Organización Mundial del Turismo.
- 5) Banco Mundial.
- 6) Balanza Internacional de Pagos.
- 7) OECD.Stat

PARTE IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este apartado se muestran los resultados del cálculo de la eficiencia técnica del sector alojamiento de México y los países de la Unión Europea, utilizando el modelo DEA-VRS con orientación *output*, igualmente se exponen los resultados de la Productividad Total de los Factores mediante el índice Malmquist.

CAPÍTULO 8. EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES DEL SECTOR ALOJAMIENTO EN LA UNIÓN EUROPEA Y MÉXICO: UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE DE DATOS Y EL ÍNDICE MALMQUIST

En este capítulo se analizan los resultados de eficiencia y productividad obtenidos a través del análisis de la envolvente de datos y el índice Malmquist. con el objetivo de determinar los niveles de eficiencia de cada DMU, así como los cambios en la Productividad Total de los Factores del periodo 2008-2015. En primer lugar, se presentan los resultados de la eficiencia técnica que se obtuvieron al utilizar la metodología DEA con rendimientos variables, también se realiza el análisis *benchmarking* y de *slacks*. Posteriormente, se aplica la técnica *bootstrap* con la finalidad de robustecer los resultados, y finalmente, se realizan los cálculos de Productividad Total de los Factores a través del índice Malmquist donde se observa el cambio en la eficiencia y el cambio tecnológico.

8.1 Eficiencia técnica con el modelo DEA-VRS

Los resultados de eficiencia técnica se obtuvieron utilizando un modelo con rendimientos variables a escala con orientación *output* donde se analizaron 26 DMU's, con 2 *inputs* y 3 *outputs*, adicionalmente se realizaron los análisis *benchmarking* y *slacks*.

Los resultados del modelo DEA-VRS con orientación *output*, nos muestran los países que resultaron eficientes durante todo el periodo 2008-2015 – obtuvieron valores iguales a 1- los cuales fueron: Francia, Alemania, Italia, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, España y Reino Unido. Mientras que, Austria, Suecia, México, Estonia y Finlandia fueron eficientes solo para algunos años, pero no tuvieron continuidad.

El resto de los países tuvieron niveles más bajos de eficiencia durante el periodo; sin embargo, los más ineficientes fueron Bulgaria, Eslovaquia, y Rumania. En el caso particular de México, fue eficiente para algunos años y solamente en los años 2008 y 2014 fue ineficiente (véase tabla 17).

Tabla 17. Eficiencia técnica con rendimientos variables a escala, 2008-2015

DMU	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Alemania	1	1	1	1	1	1	1	1
Austria	1	1	0.998326	1	1	0.998349	1	1
Bélgica	0.859248	0.741475	0.875796	0.918953	0.75805	0.744103	0.700513	0.774362
Bulgaria	0.426949	0.393621	0.404732	0.461307	0.463942	0.497174	0.462661	0.439498
Chipre	0.978436	0.925413	0.908038	1	0.943744	0.876783	0.818885	0.801879
Croacia	0.771977	0.783331	0.765654	0.776961	0.795693	0.781808	0.750285	0.761246
Dinamarca	0.999773	0.979327	0.910336	0.946817	0.886064	0.948449	0.950851	0.943596
Eslovaquia	0.567924	0.495726	0.478977	0.514604	0.489856	0.529356	0.478818	0.51565
Eslovenia	0.800728	0.829157	0.777421	0.780166	0.768524	0.756894	0.742287	0.774498
España	1	1	1	1	1	1	1	1
Estonia	1	0.989117	1	1	1	1	1	1
Finlandia	1	1	1	1	1	1	0.850837	0.941256
Francia	1	1	1	1	1	1	1	1
Grecia	0.733803	0.77337	0.745056	0.808186	0.737728	0.838498	0.688684	0.740549
Hungría	0.693891	0.677743	0.663352	0.67446	0.721328	0.752461	0.773047	0.788482
Italia	1	1	1	1	1	1	1	1
Luxemburgo	1	1	1	1	1	1	1	1
Malta	1	1	1	1	1	1	1	1
Países Bajos	1	1	1	1	1	1	1	1
Polonia	0.722633	0.709705	0.694693	0.71421	0.729397	0.752525	0.761937	0.77622
Portugal	0.955307	0.950428	0.907098	0.906299	0.896717	0.936412	0.971664	0.999934
Reino Unido	1	1	1	1	1	1	1	1
Republica Checa	0.719525	0.695298	0.698175	0.705669	0.694811	0.698037	0.69713	0.711421
Rumania	0.498856	0.436662	0.376981	0.427284	0.424495	0.423654	0.429577	0.457171
Suecia	1	1	0.945435	1	1	0.828613	0.792535	0.820037
México	0.896533	1	1	1	1	1	0.961141	1

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA.

8.2 Análisis *benchmarking* con rendimientos variables

El análisis *benchmarking* nos ayuda a identificar los países que se pueden tomar como referencia para aquellos otros que no fueron eficientes y que tienen características similares (Delfin & Navarro, 2014). Los resultados muestran que los tres países que se toman como referencia mayor número de veces son Malta, Países Bajos y Francia. De los años 2008-2013 el país más referenciado fue Malta y para los años 2014 y 2015 fueron los Países Bajos los más referenciados. Debemos mencionar que estos países fueron eficientes todos los años del periodo de estudio. En el caso particular de México, para el año 2008, se tomó como referentes a estos países: Francia, Países Bajos y Reino Unido, y para el año 2014 fueron: Francia, Países Bajos, Italia y Reino Unido, siempre el Reino Unido con mayor grado de asociación (véase tabla 18).

Tabla 18. Análisis *benchmarking* 2008-2015

PAÍS	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Alemania	P11(1.0)	P11(1.0)	P11(1.0)	P11(1.0)	P11(1.0)	P11(1.0)	P11(1.0)	P11(1.0)
Austria	P1(1.0)	P1(1.0)	P10(0.14); P14(0.12); P17(0.74)	P1(1.0)	P1(1.0)	P10(0.18); P14(0.08); P17(0.73)	P1(1.0)	P1(1.0)
Bélgica	P14(0.01); P15(0.37); P17(0.29); P24(0.16); P9(0.16)	P15(0.20); P16(0.16); P17(0.64)	P14(0.005); ; P15(0.33); P17(0.40); P9(0.26)	P15(0.17); P16(0.19); P17(0.14); P24(0.40); P9(0.10)	P15(0.06); P16(0.12); P17(0.48); P9(0.35)	P15(0.039); ; P16(0.08); P17(0.59); P8(0.28)	P16(0.16); P17(0.62); P8(0.22)	P15(0.34); P16(0.11); P17(0.55)
Bulgaria	P10(0.17); P16(0.83)	P10(0.16); P16(0.84)	P10(0.16); P16(0.84)	P10(0.16); P16(0.84)	P10(0.17); P16(0.83)	P10(0.003); ; P16(0.89); P23(0.11)	P16(0.87); P17(0.009); ; P23(0.12)	P16(0.83); P17(0.06); P23(0.11)
Chipre	P1(0.04); P16(0.63); P17(0.06); P9(0.27)	P15(0.12); P16(0.58); P17(0.30)	P14(0.001); ; P16(0.73); P17(0.27)	P5(1.0)	P16(0.69); P17(0.24); P9(0.07)	P10(0.015); ; P16(0.84); P17(0.15)	P16(0.84); P17(0.14); P23(0.01)	P16(0.86); P17(0.13); P23(0.011)
Croacia	P10(0.097); P16(0.90)	P10(0.09); P16(0.91)	P10(0.09); P16(0.91)	P10(0.096); ; P16(0.90)	P10(0.095); ; P16(0.90)	P10(0.079); ; P16(0.82); P17(0.10)	P16(0.72); P17(0.24); P23(0.04)	P16(0.75); P17(0.2); P23(0.045)
Dinamarca	P15(0.64); P16(0.05); P17(0.32)	P15(0.68); P17(0.32)	P15(0.46); P16(0.18); P17(0.31); P8(0.05)	P15(0.43); P17(0.21); P24(0.02); P5(0.34)	P15(0.30); P16(0.38); P17(0.32)	P15(0.44); P16(0.26); P17(0.31)	P15(0.42); P16(0.28); P17(0.30)	P15(0.32); P16(0.39); P17(0.29)
Eslovaquia	P10(0.03); P16(0.89); P17(0.07)	P10(0.04); P16(0.95); P17(0.002)	P10(0.03); P16(0.9); P17(0.06)	P16(0.74); P17(0.21); P8(0.04)	P16(0.74); P17(0.24); P8(0.018)	P16(0.63); P17(0.22); P8(0.15)	P16(0.72); P17(0.21); P8(0.07)	P16(0.75); P17(0.22); P8(0.022)
Eslovenia	P15(0.27); P16(0.47); P17(0.09); P8(0.16)	P15(0.39); P16(0.51); P17(0.09)	P15(0.38); P16(0.49); P17(0.09); P8(0.04)	P15(0.34); P16(0.50); P17(0.09); P8(0.07)	P15(0.37); P16(0.48); P17(0.09); P8(0.05)	P15(0.33); P16(0.44); P17(0.08); P8(0.16)	P15(0.21); P16(0.41); P17(0.07); P8(0.32)	P15(0.12); P16(0.39); P17(0.065); ; P8(0.42)
España	P23(1.0)	P23(1.0)	P23(1.0)	P23(1.0)	P23(1.0)	P23(1.0)	P23(1.0)	P23(1.0)

Estonia	P8(1.0)	P15(0.91); P16(0.03); P17(0.07)	P8(1.0)	P8(1.0)	P8(1.0)	P8(1.0)	P8(1.0)	P8(1.0)
Finlandia	P9(1.0)	P9(1.0)	P9(1.0)	P9(1.0)	P9(1.0)	P9(1.0)	P15(0.48); P16(0.02); P17(0.44); P8(0.06)	P15(0.60); P16(0.01); P17(0.38)
Francia	P10(1.0)	P10(1.0)	P10(1.0)	P10(1.0)	P10(1.0)	P10(1.0)	P10(1.0)	P10(1.0)
Grecia	P14(0.34); P15(0.61); P9(0.045)	P14(0.3); P15(0.39); P17(0.31)	P14(0.34); P15(0.66)	P14(0.33); P15(0.67)	P14(0.29); P9(0.71)	P14(0.21); P17(0.79)	P1(0.58); P14(0.19); P17(0.23)	P1(0.91); P14(0.09)
Hungría	P10(0.08); P16(0.92)	P10(0.08); P16(0.92)	P10(0.09); P16(0.91)	P10(0.09); P16(0.91)	P10(0.08); P16(0.91)	P10(0.075) ; P16(0.92); P23(0.006)	P16(0.64); P17(0.34); P23(0.02)	P16(0.63); P17(0.34); P23(0.022)
Italia	P14(1.0)	P14(1.0)	P14(1.0)	P14(1.0)	P14(1.0)	P14(1.0)	P14(1.0)	P14(1.0)
Luxemburgo	P15(1.0)	P15(1.0)	P15(1.0)	P15(1.0)	P15(1.0)	P15(1.0)	P15(1.0)	P15(1.0)
Malta	P16(1.0)	P16(1.0)	P16(1.0)	P16(1.0)	P16(1.0)	P16(1.0)	P16(1.0)	P16(1.0)
México	P10(0.25); P17(0.12); P25(0.62)	P26(1.0)	P26(1.0)	P26(1.0)	P26(1.0)	P26(1.0)	P10(0.22); P14(0.16); P17(0.17); P25(0.45)	P26(1.0)
Países Bajos	P17(1.0)	P17(1.0)	P17(1.0)	P17(1.0)	P17(1.0)	P17(1.0)	P17(1.0)	P17(1.0)
Polonia	P10(0.07); P16(0.39); P17(0.53)	P10(0.075) ; P16(0.35); P17(0.57)	P10(0.09); P16(0.36); P17(0.55)	P10(0.10); P16(0.37); P17(0.52)	P10(0.13); P16(0.50); P17(0.36)	P10(0.13); P16(0.49); P17(0.38)	P16(0.01); P17(0.95); P23(0.03)	P16(0.01); P17(0.95); P23(0.04)
Portugal	P10(0.17); P16(0.83)	P10(0.17); P16(0.83)	P10(0.18); P16(0.82)	P10(0.19); P16(0.81)	P10(0.19); P16(0.81)	P10(0.048) ; P16(0.86); P23(0.095)	P16(0.68); P17(0.21); P23(0.11)	P16(0.68); P17(0.21); P23(0.11)
Reino Unido	P25(1.0)	P25(1.0)	P25(1.0)	P25(1.0)	P25(1.0)	P25(1.0)	P25(1.0)	P25(1.0)
Republica Checa	P10(0.16); P16(0.84)	P10(0.16); P16(0.84)	P10(0.16); P16(0.84)	P10(0.16); P16(0.84)	P10(0.12); P16(0.35); P17(0.52)	P10(0.15); P16(0.82); P23(0.029)	P16(0.47); P17(0.45); P23(0.08)	P16(0.46); P17(0.46); P23(0.08)
Rumania	P10(0.17); P16(0.83)	P10(0.17); P16(0.83)	P10(0.18); P16(0.8)	P10(0.17); P16(0.83)	P10(0.18); P16(0.82)	P10(0.12); P16(0.84); P23(0.04)	P16(0.39); P17(0.54); P23(0.07)	P16(0.36); P17(0.57); P23(0.074)
Suecia	P24(1.0)	P24(1.0)	P17(0.81); P9(0.19)	P24(1.0)	P24(1.0)	P17(0.97); P9(0.03)	P10(0.001) ; P17(0.99)	P17(0.99); P8(0.004)

P1 Austria, **P2** Bélgica, **P3** Bulgaria, **P4** Croacia, **P5** Chipre, **P6** Republica checa, **P7** Dinamarca, **P8** Estonia, **P9** Finlandia, **P10** France, **P11** Alemania, **P12** Grecia, **P13** Hungría, **P14** Italia, **P15** Luxemburgo, **P16** Malta, **P17** Países bajos, **P18** Polonia, **P19** Portugal, **P20** Rumania, **P21** Eslovaquia, **P22** Eslovenia, **P23** España, **P24** Suecia, **P25** Reino unido, **P26** México.

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA.

8.3 Análisis *slacks* DEA-VRS

El análisis *slacks* nos permite observar donde se podría hacer una reducción en los *inputs* o un incremento en los *outputs*. Sin embargo, en este caso no necesariamente tenemos que reducir la cantidad de habitaciones o despedir a los trabajadores, si no buscar soluciones y estrategias para aprovechar eficientemente los recursos con los que cuenta cada país en el sector alojamiento.

En la tabla 24 del anexo 1 tenemos el análisis *slacks* para el año 2008, donde se observa que fueron 10 los países que no aprovecharon de una manera eficiente la fuerza de trabajo (trabajadores) en el sector de alojamiento para visitantes, los cuales son: Bulgaria con 4,587 trabajadores, Croacia con 7,605 trabajadores, Dinamarca con 1,694 trabajadores, Eslovaquia con 12,935 trabajadores, Eslovenia con 3,147 trabajadores, Hungría con 13,179 trabajadores, Polonia con 49,746 trabajadores, Portugal con 21,581 trabajadores, Republica Checa con 5,908 y Rumania con 9,661 trabajadores. Respecto a las habitaciones disponibles solo México no aprovecho este recurso de manera eficiente ya que tuvo una sobre oferta de 55,831 habitaciones, en la tabla también se muestra que para lograr ser más eficiente México debía aumentar el número de noches pasadas un 7.4%.

En relación con los *outputs* el que más debió incrementarse es el número de huéspedes la tabla 24 nos muestra las cantidades que cada país debió aumentar para lograr ser más eficientes.

Para el año 2009 (tabla 25 anexo 1) son 12 los países de la Unión Europea que están desaprovechando el recurso humano los mismos países que en 2008 y se suman Bélgica y Estonia. El número de trabajadores desaprovechados cambia para algunos países suben otros bajan sin embargo se ve un claro problema de aprovechamiento de la fuerza de trabajo en el sector. Respecto al número de habitaciones disponibles solo Grecia tuvo un problema con el aprovechamiento de este recurso. En este periodo el valor agregado fue *output* que se debió incrementar más para lograr mayor eficiencia.

El análisis *slacks* para el año 2010 (tabla 26 del anexo 1) nos muestra 10 países de la Unión Europea que tienen trabajadores desaprovechados, son los mismos países que en el año 2008, y son países que en su mayoría deben aumentar su valor agregado. En este año hubo 3 países que de acuerdo con los resultados debían reducir el número de habitaciones disponibles: Bélgica con 6,476, Grecia 14,835 y Suecia 16,180.

Para los años 2011 y 2012 (tablas 27 y 28 del anexo 1), con relación a los *inputs* se puede ver que el número de trabajadores debe reducirse en 9 países de la Unión Europea, mientras que en el número de

habitaciones solo Grecia tuvo una sobreoferta de cuartos. Respecto a los *outputs* se observa que el número de huéspedes y el valor agregado son los que deben incrementarse para lograr mayor eficiencia.

El análisis *slacks* para el año 2013 (tabla 29, anexo 1) muestra igualmente problema en el *input* número de trabajadores en 10 países, respecto a las habitaciones para este periodo Suecia y Grecia tuvieron sobreoferta. En relación con los *outputs* Suecia es el único país que debe incrementar el número de noches vendidas. En términos generales, los países con niveles de eficiencia más bajos deben incrementar el valor agregado.

En el año 2014 los resultados muestran 13 países de la Unión Europea con exceso de trabajadores. Los países que deben reducir mayormente el número de trabajadores son: Polonia con un excedente de 56,787 trabajadores, Eslovaquia con 20,959 y Rumania con 20, 357. En este periodo, ninguna de las DMU's estudiadas tuvo sobreoferta de habitaciones. Respecto a los *outputs* solo Suecia y México deben aumentar el número de noches ocupadas. Los países que deben incrementar el número de huéspedes son: Croacia, Dinamarca, Chipre y Grecia. En este mismo periodo el *output* que más debería incrementarse en 11 países de la UE fue el valor agregado (véase tabla 30, anexo 1).

Para el último año de estudio, el análisis *slacks* del año 2015 nos dice que el *input* que más debe reducirse es el número de trabajadores, ya que hay 12 países con excedente. Los países con mayor desaprovechamiento de personal son: Polonia, Eslovaquia y Hungría. En cuestión de habitaciones hay sobreoferta en tres países: Finlandia, Bélgica y Grecia. En relación con los *outputs* el valor agregado debe incrementarse en 11 países de la UE, los que necesitan mayor incremento son Polonia, Rumania, República Checa, Grecia y Hungría (véase tabla 31, anexo 1).

En términos generales, en muchos de los países de la UE para el periodo analizado 2008-2015 hubo un exceso de trabajadores, lo cual nos lleva a concluir que el personal está siendo desaprovechado dentro de las empresas del sector. También, se observa en los resultados, que los países con exceso de trabajadores son los mismos durante todo el periodo de estudio. Respecto a los *outputs* el que más debe incrementarse es el valor agregado.

En el caso de México, en relación con los *inputs* no presentó problemas con el número de trabajadores. Para el año 2008 tuvo sobreoferta de habitaciones, pero, en los siguientes años utilizó eficientemente sus recursos y es hasta el año 2014 que debe incrementar el *output* número de huéspedes, mientras que, para el año 2015 vuelve a ser eficiente.

8.4 Eficiencia técnica VRS con *bootstrap*

En este apartado se tienen los resultados obtenidos con la aplicación de la técnica *bootstrap* a los modelos DEA con rendimientos variables con orientación *output* para los años 2008-2015. Esta técnica se aplica con la finalidad de darle mayor robustez a los resultados ya que entre la verdadera función de producción y la estimada con DEA existe un sesgo. Este sesgo es el que se aproxima con el *bootstrap*, por lo que se genera una muestra para estimar el verdadero valor de la función de la frontera y así poder determinar el sesgo que cada DMU pueda tener. En este caso se aplicaron 2000 muestras.

En la tabla 19 tenemos los resultados de la eficiencia técnica con *bootstrap* para el periodo 2008-2015 y los promedios por país y por año. Se puede observar a nivel general que ninguna de las DMU's fue eficiente durante el periodo de estudio. Para todos los años los países con niveles de eficiencia más bajos fueron Bulgaria, Rumania y Eslovaquia esto mismo sucede en los resultados con el modelo DEA original. Por otro lado, en términos generales para el modelo con *bootstrap* los países con valores de eficiencia más elevados fueron: Austria, Portugal y México lo cual no pasa en el modelo original.

En el caso particular de México, los resultados del modelo DEA original y del modelo con *bootstrap* están cerca, ya que, el promedio de eficiencia del primer modelo fue de 90% y en el segundo obtuvo una puntuación de eficiencia promedio del 98%.

En la Unión Europea el promedio de eficiencia del periodo de estudio fue del 73% con la aplicación del *bootstrap* y el promedio con el modelo original DEA fue del 85%.

En el año 2014 se obtuvieron los niveles más bajos de eficiencia con una puntuación del 73.8% a nivel general y el peor año para México fue en 2008 con 83%

Tabla 19. *Bootstrap*

DMU/País	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media
Alemania	0.897	0.845	0.857	0.863	0.832	0.839	0.799	0.821	0.844
Austria	0.936	0.932	0.922	0.912	0.906	0.924	0.908	0.894	0.917
Bélgica	0.806	0.693	0.821	0.863	0.694	0.692	0.652	0.715	0.742
Bulgaria	0.414	0.384	0.394	0.449	0.451	0.482	0.444	0.426	0.431
Chipre	0.929	0.875	0.847	0.943	0.892	0.821	0.760	0.752	0.852
Croacia	0.749	0.758	0.735	0.749	0.766	0.752	0.719	0.733	0.745
Dinamarca	0.921	0.907	0.835	0.890	0.818	0.895	0.885	0.879	0.879
Eslovaquia	0.543	0.475	0.455	0.489	0.462	0.502	0.451	0.488	0.483
Eslovenia	0.749	0.774	0.720	0.722	0.708	0.705	0.688	0.728	0.724
España	0.865	0.882	0.869	0.873	0.880	0.873	0.852	0.867	0.870
Estonia	0.936	0.933	0.881	0.869	0.871	0.884	0.896	0.916	0.898
Finlandia	0.929	0.915	0.940	0.911	0.869	0.926	0.778	0.886	0.894
Francia	0.812	0.795	0.787	0.822	0.806	0.797	0.783	0.824	0.803
Grecia	0.688	0.717	0.684	0.759	0.686	0.782	0.634	0.693	0.705
Hungría	0.670	0.656	0.637	0.652	0.697	0.726	0.747	0.765	0.694
Italia	0.832	0.815	0.784	0.815	0.807	0.830	0.791	0.822	0.812
Luxemburgo	0.774	0.737	0.726	0.758	0.745	0.764	0.703	0.743	0.744
Malta	0.819	0.837	0.802	0.828	0.815	0.812	0.780	0.819	0.814
México	0.832	0.941	0.931	0.923	0.915	0.913	0.864	0.914	0.904
Países Bajos	0.826	0.830	0.827	0.834	0.825	0.869	0.808	0.824	0.830
Polonia	0.687	0.677	0.654	0.677	0.690	0.718	0.724	0.739	0.696
Portugal	0.932	0.922	0.877	0.881	0.870	0.909	0.936	0.967	0.912
Reino Unido	0.885	0.880	0.888	0.902	0.848	0.863	0.796	0.805	0.859
Republica Checa	0.697	0.675	0.674	0.680	0.664	0.671	0.670	0.688	0.677
Rumania	0.485	0.425	0.363	0.414	0.409	0.410	0.416	0.441	0.420
Suecia	0.895	0.911	0.878	0.876	0.893	0.761	0.717	0.755	0.836
Media	0.789	0.777	0.761	0.783	0.762	0.774	0.738	0.766	0.769

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA

8.5 Productividad Total de los Factores a partir del índice Malmquist

El índice Malmquist sobre la base de los modelos DEA evalúa la variación de la eficiencia a lo largo del tiempo y nos permite medir el cambio en la productividad en diversos momentos.

El índice Malmquist está constituido por dos componentes: uno el cambio en la eficiencia técnica y el otro el cambio en la frontera de eficiencia a lo largo del tiempo (cambio tecnológico). Un aumento en el primer componente es interpretado como una evidencia de la recuperación de la producción en relación con la frontera eficiente, mientras que la segunda parte revela una mejora en la innovación tecnológica. Consecuentemente la productividad puede estar determinada por el progreso tecnológico y por el cambio en la eficiencia técnica, que pueden actuar en sentidos opuestos, anularse uno al otro, o actuar en el mismo sentido, sumándose.

En la tabla número 20 son representados los resultados relativos a la variación en la eficiencia en los periodos 2008-2015. En términos generales revisando los promedios por año, solo en dos periodos (2010-2011 y 2014-2015) hubo un aumento en la eficiencia (valores mayores a 1) y se puede observar que la media general es de 0.99 lo cual indica que no hubo un aumento en la eficiencia durante el periodo de estudio.

En el caso de México hubo un aumento en la eficiencia con un promedio del 2.4%, sin embargo, no tiene una tendencia de crecimiento ya que algunos años aumenta y en otros baja, en el periodo 2008-2009 obtuvo su mayor aumento con un 11% y su peor periodo fue 2009-2010 con una disminución en la eficiencia del 5.3%.

En la UE hubo 9 países que aumentaron su eficiencia, pero solo a través de aumentos pequeños, los países con mayor aumento fueron: Francia con un promedio del 7.2% que a pesar de que, en algunos años bajo mucho sus niveles de eficiencia, en otros se recuperó, Grecia con 3%, Hungría con 1.9% y Polonia con 1%. Por el lado contrario, Alemania fue el país con mayor disminución en su eficiencia ya que solo en el periodo 2010-2011 tuvo un aumento del 11.3% y los otros años bajo su nivel de eficiencia obteniendo un promedio de disminución del 3.5%, seguido de Malta con una disminución del 3.1% y Suecia con un decremento del 3%.

Los países que mantuvieron su nivel de eficiencia, es decir que obtuvieron valores iguales a 1, -no aumentan ni disminuyen su eficiencia- durante todo el periodo de estudio fueron: España y Luxemburgo. Sin embargo, Dinamarca, Portugal, Austria, Estonia y Bulgaria también obtienen promedios generales iguales a 1.

Tabla 20.Cambio en la eficiencia por país.

DMU/País	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	MEDIA CE
Alemania	0.940	0.978	1.113	0.940	0.914	0.906	0.967	0.965
Austria	0.994	0.945	1.001	0.987	1.052	1.043	1.030	1.007
Bélgica	0.807	1.212	1.062	0.816	0.952	0.931	1.087	0.981
Bulgaria	0.934	1.028	1.140	1.006	1.066	0.930	0.955	1.008
Chipre	0.946	0.981	1.101	0.944	0.929	0.934	0.979	0.973
Croacia	0.989	0.966	1.011	1.023	0.954	1.006	1.038	0.998
Dinamarca	0.974	0.880	1.039	0.924	1.128	1.044	1.022	1.002
Eslovaquia	0.871	0.950	1.096	0.908	1.035	0.897	1.097	0.979
Eslovenia	1.023	0.905	0.994	0.916	0.970	1.039	1.098	0.992
España	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Estonia	0.998	0.944	0.999	0.987	1.053	1.042	1.030	1.007
Finlandia	0.989	1.011	1.000	1.000	1.000	0.851	1.106	0.994
Francia	0.774	1.244	1.318	0.958	0.355	1.274	1.577	1.072
Grecia	1.011	1.031	1.153	0.752	1.200	0.895	1.174	1.031
Hungría	0.977	0.977	1.018	1.069	1.041	1.029	1.020	1.019
Italia	1.057	0.899	1.006	0.973	0.971	0.962	1.086	0.993
Luxemburgo	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Malta	1.000	0.942	1.061	1.000	0.793	0.931	1.057	0.969
México	1.109	0.947	0.999	0.987	1.053	1.001	1.072	1.024
Países Bajos	0.921	1.011	1.027	0.962	1.012	0.997	1.051	0.997
Polonia	0.982	0.979	1.028	1.021	1.032	1.013	1.019	1.010
Portugal	0.970	0.968	1.004	0.988	1.051	1.039	1.030	1.007
Reino Unido	0.877	1.052	0.957	0.913	1.152	0.974	1.036	0.995
Republica Checa	0.966	1.004	1.011	0.985	1.005	0.999	1.021	0.999
Rumania	0.875	0.863	1.133	0.993	0.998	1.014	1.064	0.992
Suecia	1.057	0.850	1.064	0.973	0.805	0.920	1.124	0.970
Media	0.963	0.983	1.051	0.963	0.982	0.987	1.067	0.999

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA

En la tabla número 21 se muestran los resultados relativos al índice de variación de la tecnología de la producción el cual mide los cambios en la frontera de eficiencia, es decir los cambios tecnológicos de un periodo a otro.

Los promedios generales muestran que hubo progreso tecnológico en 5 de los siete periodos analizados y que solo en 2008-2009 y 2014-2015 hubo un retroceso tecnológico. Para la Unión Europea el promedio del progreso tecnológico es de 2.7% y en el caso de México obtuvo un progreso tecnológico general del 3.7 % ya que para algunos años logro un progreso del 10% y en 2008-2009 un retroceso del 8%.

Revisando los resultados generales observamos que los cuatro países que obtuvieron mayor progreso tecnológico fueron Alemania con 8.4%, Malta con 8.1, Suecia con 6.8 y Francia con 6.7%. Aunque en la mayoría de los países hubo progreso tecnológico, Rumania obtuvo un promedio igual a 1 lo que indica que se mantuvo y Dinamarca tuvo un retroceso tecnológico del 1.2% y Croacia retrocedió ligeramente en un 0.2%

Tabla 21. Cambio tecnológico por país

DMU/País	2008- 2009	2009- 2010	2010- 2011	2011- 2012	2012- 2013	2013- 2014	2014- 2015	Media CT
Alemania	1.145	0.994	0.978	1.119	1.088	1.176	1.087	1.084
Austria	0.953	1.090	0.984	1.019	0.995	0.987	0.988	1.002
Bélgica	1.163	1.026	0.919	1.121	0.978	1.025	0.996	1.033
Bulgaria	0.938	1.045	1.026	0.996	1.003	1.038	1.022	1.010
Chipre	0.988	1.113	0.999	1.008	1.021	1.020	1.027	1.025
Croacia	0.937	1.057	1.044	0.982	0.965	0.999	1.004	0.998
Dinamarca	0.914	0.972	1.021	1.084	0.899	0.929	1.096	0.988
Eslovaquia	0.914	1.090	0.991	1.064	1.039	1.045	1.001	1.021
Eslovenia	0.912	1.117	1.043	1.094	1.034	1.000	0.968	1.024
España	0.929	1.062	1.064	0.981	1.017	1.029	1.024	1.015
Estonia	0.881	1.221	1.139	1.002	0.930	0.966	0.992	1.019
Finlandia	1.116	0.987	1.030	1.138	1.098	1.084	0.905	1.051
Francia	1.138	0.882	0.828	1.068	2.073	0.758	0.724	1.067
Grecia	1.064	1.118	0.914	1.176	1.013	0.994	0.878	1.022
Hungría	0.911	1.057	1.035	1.001	1.002	1.017	1.026	1.007
Italia	0.936	1.254	0.972	1.015	1.055	1.076	0.894	1.029
Luxemburgo	1.000	1.000	1.047	1.034	1.000	1.000	1.000	1.012
Malta	0.859	1.244	0.972	1.000	1.262	1.261	0.967	1.081
México	0.920	1.104	1.101	1.105	1.005	1.061	0.965	1.037
Países Bajos	1.089	1.023	0.922	1.138	1.163	1.103	0.929	1.052
Polonia	0.931	1.013	0.995	1.038	0.984	1.009	1.049	1.003
Portugal	0.956	1.038	1.023	0.998	0.986	1.030	1.029	1.009
Reino Unido	0.987	0.965	1.090	1.265	0.852	1.150	0.993	1.043
Republica Checa	0.939	1.031	1.019	0.976	0.996	1.042	1.029	1.005
Rumania	0.949	1.026	1.031	0.977	0.991	1.019	1.010	1.000
Suecia	1.035	1.040	0.985	1.082	1.197	1.100	1.034	1.068
Media	0.981	1.060	1.007	1.057	1.063	1.035	0.986	1.027

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA

En la tabla número 22 se presenta el índice de productividad de Malmquist en el periodo 2008-2015. Los resultados obtenidos sugieren que por término medio la productividad del sector aumento durante el periodo considerado, obteniendo un aumento en la productividad de 1.8%.

Revisando los promedios generales se observa que en seis de los siete periodos analizados se obtuvieron índices mayores a uno, lo cual indica que hubo un aumento en la productividad del sector; siendo el periodo 2010-2011 el más productivo con una tasa de crecimiento media anual del 5.5%, mientras que, en 2008-2009 hay un índice menor a uno lo que indica que bajo la productividad del sector 5.8%, posiblemente como resultado de la crisis financiera internacional de dicho periodo.

Tabla 22. Índice Malmquist por país

DMU/País	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013	2015-2014	Promedio
Alemania	1.076	0.971	1.088	1.052	0.994	1.065	1.051	1.043
Austria	0.948	1.030	0.985	1.005	1.046	1.030	1.018	1.009
Bélgica	0.939	1.242	0.977	0.915	0.931	0.954	1.082	1.006
Bulgaria	0.876	1.074	1.170	1.001	1.069	0.965	0.976	1.019
Chipre	0.935	1.092	1.100	0.951	0.949	0.953	1.006	0.998
Croacia	0.927	1.021	1.056	1.005	0.921	1.005	1.043	0.997
Dinamarca	0.890	0.856	1.061	1.001	1.013	0.970	1.120	0.987
Eslovaquia	0.797	1.036	1.086	0.966	1.076	0.937	1.098	0.999
Eslovenia	0.933	1.011	1.037	1.002	1.003	1.039	1.063	1.013
España	0.929	1.062	1.064	0.981	1.017	1.029	1.024	1.015
Estonia	0.879	1.152	1.138	0.989	0.979	1.006	1.022	1.024
Finlandia	1.104	0.998	1.030	1.138	1.098	0.923	1.002	1.042
Francia	0.881	1.098	1.090	1.023	0.737	0.965	1.141	0.991
Grecia	1.075	1.152	1.054	0.885	1.215	0.890	1.031	1.043
Hungría	0.890	1.033	1.054	1.071	1.043	1.047	1.047	1.026
Italia	0.990	1.128	0.978	0.988	1.024	1.035	0.970	1.016
Luxemburgo	1.000	1.000	1.047	1.034	1.000	1.000	1.000	1.012
Malta	0.859	1.172	1.031	1.000	1.001	1.174	1.022	1.037
México	1.020	1.045	1.099	1.090	1.058	1.062	1.035	1.059
Países Bajos	1.003	1.034	0.947	1.095	1.177	1.099	0.976	1.047
Polonia	0.914	0.991	1.023	1.060	1.016	1.022	1.069	1.013
Portugal	0.927	1.004	1.027	0.987	1.037	1.071	1.060	1.016
Reino Unido	0.866	1.015	1.043	1.156	0.981	1.120	1.028	1.030
Republica Checa	0.908	1.035	1.029	0.961	1.000	1.041	1.050	1.004
Rumania	0.831	0.886	1.168	0.971	0.989	1.033	1.075	0.993
Suecia	1.094	0.884	1.048	1.053	0.964	1.012	1.162	1.031
Promedio	0.942	1.039	1.055	1.015	1.013	1.017	1.045	1.018

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA

Se puede comprobar que no todos los países contribuyeron al aumento en la productividad del sector. Con ayuda de la tabla número 23 se puede realizar un análisis más detallado sobre las variaciones de la Productividad Total de los Factores de cada país y sus determinantes.

En año 2008 al 2009, solo 6 países de los 26 estudiados aumentaron su productividad siendo Finlandia el país con el máximo incremento obtenido (10.4%) como resultado de su progreso tecnológico del (11%). En el caso particular de México su incremento en la productividad (2%) se debe a una mayor eficiencia ya que es el país con mayor aumento en la eficiencia (10%), pero por otro lado tuvo un retroceso tecnológico del 8.1%. Los 3 países que alcanzaron un menor índice de productividad fueron Eslovaquia, Rumania y Malta. En el caso de Malta se debe a que fue el país que sufrió un mayor retroceso tecnológico con un 14.06%.

Conforme a los resultados obtenidos con el índice Malmquist para el periodo 2010-2009, se puede observar que hubo 19 países con un aumento en su productividad, los países con mayor índice de productividad fueron Bélgica siendo el país con mayor incremento (24%), esto debido a que alcanzo una mayor eficiencia de 21% y también tuvo un pequeño progreso tecnológico (2%). Malta tuvo un incremento de productividad del 17.2% como resultado de su progreso tecnológico del 24.4%, Grecia con un incremento de productividad del 15.2% determinado sobre todo por el progreso tecnológico del 11.8%. Igualmente, Estonia obtuvo un índice Malmquist de 15.2% generado por el progreso tecnológico del 22%, e Italia es el país que obtuvo el mayor progreso tecnológico (25%), lo que le permitió sobreponerse al decremento de eficiencia que tuvo en este periodo y alcanzar un índice Malmquist de 12.8%. Francia es el país con menor cambio tecnológico sin embargo es el país con mayor cambio en eficiencia (24%) lo que incremento su productividad en 9.8%. En el caso de México, para este periodo tuvo un ligero aumento en la productividad (4.5%) como resultado del progreso tecnológico del 10% ya que en este periodo tuvo un decremento en la eficiencia.

En el periodo 2011-2010, los resultados del índice Malmquist muestran 22 países con un aumento en su productividad este aumento se explica principalmente por una mayor eficiencia de casi todas las unidades estudiadas. El país con un mayor índice de productividad es Bulgaria con 17 %, resultado de una mayor eficiencia (13.9%) y un ligero avance tecnológico (2.6%). Por el lado contrario Italia, Bélgica y Países bajos obtuvieron los índices de productividad más bajos debido a que sufrieron un retroceso tecnológico. En el caso particular de México, se posiciona dentro de los 5 países con mayor índice de productividad con 9.9% como resultado de un avance tecnológico del 10%.

Del año 2011 al 2012, los resultados obtenidos muestran 16 DMU's con un aumento en su productividad siendo Reino Unido el país con el mayor incremento (15.5%), le siguen Finlandia (13.8), países bajos (9.5) y México

(9%) estos índices de productividad fueron determinados por el progreso tecnológico que tuvo cada país en este periodo. Por el lado contrario, hay 10 países que bajaron su productividad siendo Grecia el más bajo de todos con un decremento del 12% debido a su baja eficiencia.

En el periodo 2013-2012, 16 países mejoraron su productividad, en el periodo anterior Grecia fue el país que sufrió mayor decremento en su productividad y para este periodo es el país con mayor productividad con un índice Malmquist de 21.5% explicado por un aumento en su eficiencia de 20%. Los Países Bajos tuvieron un avance tecnológico del 16.3 %, lo que aumento su productividad en un 17.7%. Francia tuvo el mayor avance tecnológico registrado en todo el periodo de estudio con progreso del 107%, sin embargo, es el país con menor productividad como resultado de una disminución en su eficiencia de casi el 65%.

Para 2014-2013 hubo 17 países con mayor productividad, los mejores tres índices de este periodo fueron Malta con un incremento de 17%, Reino Unido con 12% y Países Bajos con 9.9 %, todos los aumentos en la PTF estuvieron determinados por el progreso tecnológico. El país con menor productividad fue Grecia, con una disminución del 11% ya que bajo su eficiencia y sufrió un retroceso tecnológico. En el caso de Francia en este periodo aumento su eficiencia más del 27% siendo el país con mayor incremento, pero, sufrió un retroceso tecnológico del 24% lo que provocó una disminución en la productividad de 4%. México obtuvo un aumento en la productividad del 6.2 % como resultado del progreso tecnológico de 6.1% que tuvo en este año.

El índice Malmquist para el periodo 2014-2015, nos muestra solo 3 países con una pequeña disminución en la productividad los cuales son Italia con un decremento del 3% y Países bajos con 2% debido a un retroceso tecnológico y finalmente Bulgaria con una disminución del 2% producto de una baja eficiencia. Las 23 DMU's restantes tuvieron un aumento en su productividad, los mejores índices fueron Suecia (16%) ya que aumento su eficiencia en 12.4% al igual que tuvo un ligero avance tecnológico de 3%. Francia tuvo un aumento en su productividad del (14%) ya que, fue el país con mayor incremento en eficiencia con casi 58%, sin embargo, fue el país con mayor retroceso tecnológico (27 %) y Dinamarca con un índice Malmquist de 12 % determinado tanto por el progreso tecnológico (9.6%) como por una mayor eficiencia técnica de 2.2%.

En el caso particular de México, durante todo el periodo analizado de 2008-2015 obtuvo índices Malmquist mayores a 1 lo que nos indica que hubo un aumento en la productividad del sector alojamiento. La media de crecimiento es de 5.9%, determinada principalmente por el progreso tecnológico (véase tabla 23).

Tabla 23. Productividad del sector alojamiento por país

DMU	DMU/País	2009-2008			2010-2009			2011-2010			2012-2011			2013-2012			2014-2013			2015-2014		
		CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM
P11	Alemania	0.940	1.145	1.076	0.978	0.994	0.971	1.113	0.978	1.088	0.940	1.119	1.052	0.914	1.088	0.994	0.906	1.176	1.065	0.967	1.087	1.051
P1	Austria	0.994	0.953	0.948	0.945	1.090	1.030	1.001	0.984	0.985	0.987	1.019	1.005	1.052	0.995	1.046	1.043	0.987	1.030	1.030	0.988	1.018
P2	Bélgica	0.807	1.163	0.939	1.212	1.026	1.242	1.062	0.919	0.977	0.816	1.121	0.915	0.952	0.978	0.931	0.931	1.025	0.954	1.087	0.996	1.082
P3	Bulgaria	0.934	0.938	0.876	1.028	1.045	1.074	1.140	1.026	1.170	1.006	0.996	1.001	1.066	1.003	1.069	0.930	1.038	0.965	0.955	1.022	0.976
P5	Chipre	0.946	0.988	0.935	0.981	1.113	1.092	1.101	0.999	1.100	0.944	1.008	0.951	0.929	1.021	0.949	0.934	1.020	0.953	0.979	1.027	1.006
P4	Croacia	0.989	0.937	0.927	0.966	1.057	1.021	1.011	1.044	1.056	1.023	0.982	1.005	0.954	0.965	0.921	1.006	0.999	1.005	1.038	1.004	1.043
P7	Dinamarca	0.974	0.914	0.890	0.880	0.972	0.856	1.039	1.021	1.061	0.924	1.084	1.001	1.128	0.899	1.013	1.044	0.929	0.970	1.022	1.096	1.120
P21	Eslovaquia	0.871	0.914	0.797	0.950	1.090	1.036	1.096	0.991	1.086	0.908	1.064	0.966	1.035	1.039	1.076	0.897	1.045	0.937	1.097	1.001	1.098
P22	Eslovenia	1.023	0.912	0.933	0.905	1.117	1.011	0.994	1.043	1.037	0.916	1.094	1.002	0.970	1.034	1.003	1.039	1.000	1.039	1.098	0.968	1.063
P23	España	1.000	0.929	0.929	1.000	1.062	1.062	1.000	1.064	1.064	1.000	0.981	0.981	1.000	1.017	1.017	1.000	1.029	1.029	1.000	1.024	1.024
P8	Estonia	0.998	0.881	0.879	0.944	1.221	1.152	0.999	1.139	1.138	0.987	1.002	0.989	1.053	0.930	0.979	1.042	0.966	1.006	1.030	0.992	1.022
P9	Finlandia	0.989	1.116	1.104	1.011	0.987	0.998	1.000	1.030	1.030	1.000	1.138	1.138	1.000	1.098	1.098	0.851	1.084	0.923	1.106	0.905	1.002
P10	Francia	0.774	1.138	0.881	1.244	0.882	1.098	1.318	0.828	1.090	0.958	1.068	1.023	0.355	2.073	0.737	1.274	0.758	0.965	1.577	0.724	1.141
P12	Grecia	1.011	1.064	1.075	1.031	1.118	1.152	1.153	0.914	1.054	0.752	1.176	0.885	1.200	1.013	1.215	0.895	0.994	0.890	1.174	0.878	1.031
P13	Hungría	0.977	0.911	0.890	0.977	1.057	1.033	1.018	1.035	1.054	1.069	1.001	1.071	1.041	1.002	1.043	1.029	1.017	1.047	1.020	1.026	1.047
P14	Italia	1.057	0.936	0.990	0.899	1.254	1.128	1.006	0.972	0.978	0.973	1.015	0.988	0.971	1.055	1.024	0.962	1.076	1.035	1.086	0.894	0.970
P15	Luxemburgo	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.047	1.047	1.000	1.034	1.034	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
P16	Malta	1.000	0.859	0.859	0.942	1.244	1.172	1.061	0.972	1.031	1.000	1.000	1.000	0.793	1.262	1.001	0.931	1.261	1.174	1.057	0.967	1.022
P26	México	1.109	0.920	1.020	0.947	1.104	1.045	0.999	1.101	1.099	0.987	1.105	1.090	1.053	1.005	1.058	1.001	1.061	1.062	1.072	0.965	1.035
P17	Países Bajos	0.921	1.089	1.003	1.011	1.023	1.034	1.027	0.922	0.947	0.962	1.138	1.095	1.012	1.163	1.177	0.997	1.103	1.099	1.051	0.929	0.976
P18	Polonia	0.982	0.931	0.914	0.979	1.013	0.991	1.028	0.995	1.023	1.021	1.038	1.060	1.032	0.984	1.016	1.013	1.009	1.022	1.019	1.049	1.069
P19	Portugal	0.970	0.956	0.927	0.968	1.038	1.004	1.004	1.023	1.027	0.988	0.998	0.987	1.051	0.986	1.037	1.039	1.030	1.071	1.030	1.029	1.060
P25	Reino Unido	0.877	0.987	0.866	1.052	0.965	1.015	0.957	1.090	1.043	0.913	1.265	1.156	1.152	0.852	0.981	0.974	1.150	1.120	1.036	0.993	1.028
P6	Republica Checa	0.966	0.939	0.908	1.004	1.031	1.035	1.011	1.019	1.029	0.985	0.976	0.961	1.005	0.996	1.000	0.999	1.042	1.041	1.021	1.029	1.050
P20	Rumania	0.875	0.949	0.831	0.863	1.026	0.886	1.133	1.031	1.168	0.993	0.977	0.971	0.998	0.991	0.989	1.014	1.019	1.033	1.064	1.010	1.075
P24	Suecia	1.057	1.035	1.094	0.850	1.040	0.884	1.064	0.985	1.048	0.973	1.082	1.053	0.805	1.197	0.964	0.920	1.100	1.012	1.124	1.034	1.162

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA

CONCLUSIONES

En este trabajo se determinó el nivel de eficiencia técnica y la Productividad Total de los Factores (PTF) del sector de alojamiento para visitantes en México y en los países de la Unión Europea durante el periodo 2008-2015. En el cálculo de la eficiencia se desarrolló un modelo DEA con rendimientos variables a escala y con orientación al *output*. Mientras que, para obtener la Productividad Total de los Factores se utilizó el índice Malmquist.

Con la finalidad de darle mayor robustez a los resultados de eficiencia y productividad se instrumentó la técnica del *bootstrap*. Se consideró, además, el análisis *benchmarking* con el objetivo de comparar el rendimiento entre DMU's estableciendo un estándar de excelencia. También se realizó el análisis *slacks* para conocer en qué proporción los *inputs* y *outputs* deben ser ajustados.

Se estableció el uso de la metodología frontera no paramétrica DEA para evaluar los niveles de eficiencia con los que opera cada DMU, ya que aporta importantes ventajas entre ellas la sencillez de su interpretación y su alto grado de flexibilidad ya que permite utilizar múltiples *inputs* y *outputs* que no requieren homogeneidad, es decir, que pueden estar expresados en cualquier unidad de medida.

Las DMU's que se utilizaron en esta investigación fueron 25 países de la Unión Europea y México, utilizando como *inputs* el número de trabajadores del sector y el número de habitaciones disponibles y como *outputs* el número de noches ocupadas, el número de huéspedes y el valor agregado del sector. La selección de dichos *inputs* y *outputs* se hizo con base a la revisión de literatura y la disponibilidad de los datos. Asimismo, se realizó un análisis factorial el cual nos muestra como las variables elegidas conforman un solo componente que consigue explicar el 94.9% de la varianza de los datos.

En los resultados obtenidos con la aplicación del modelo DEA con rendimientos variables se tiene un nivel promedio global de eficiencia en la Unión Europea de 85%. Sobresalieron Francia, Alemania, Italia, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, España y Reino Unido que fueron eficientes en todo el periodo 2008-2015. Rumania, Bulgaria y Eslovaquia fueron los países con los niveles de eficiencia técnica más bajos.

Los resultados DEA VRS para México muestran un nivel de eficiencia promedio de 98%. Solo en 2008 y 2014 obtuvo resultados menores a la unidad.

En el análisis *benchmarking* DEA-VRS del año 2008 al 2013, Malta fue el país que se tomó como referencia mayor número de veces. Para los años 2014 y 2015 los países más referenciados fueron los Países Bajos. En el caso de México, para los años 2008 y 2014 tuvo como referentes a Francia, Países Bajos, Italia y Reino Unido. Sin embargo, fue el Reino Unido el país que tiene mayor grado de asociación.

Con relación al análisis de las variables *slacks* DEA VRS, los resultados obtenidos para el periodo 2008-2015, muestran de 10 a 13 que no están aprovechando la mano de obra. Esto es, casi el 50% de los países de la UE con un excedente de trabajadores, estos países son: Bulgaria, Bélgica, Croacia, Dinamarca, Estonia, Eslovaquia, Eslovenia, Hungría, Polonia, Portugal, República Checa y Rumania. En relación con el *input* -habitaciones disponibles- Grecia presentó un problema de sobreoferta durante casi todo el periodo de estudio.

México no presentó problemas con el uso eficiente de los trabajadores durante el periodo de estudio. Con relación al *input* -número de habitaciones disponibles- tuvo una sobreoferta de aproximadamente el 9% para el año 2008. No obstante, de 2009 a 2013 se aprovecharon de forma eficiente los recursos.

De acuerdo con el análisis *slacks* para los años 2008 y 2014, México necesitaba un incremento en el *output* -noches vendidas- para ser eficiente, no es así para el año 2015 en el cual fue eficiente.

Al instrumentar la técnica *bootstrap* en el modelo DEA-VRS, ninguno de los países resultó eficiente para los años considerados 2008-2015. Los países que presentan mejor actuación sin ser eficientes fueron: Austria, Portugal y México, a pesar de que en el modelo original DEA no fueron los países más eficientes. Por el lado contrario, los países con niveles más bajos de eficiencia fueron: Rumania, Bulgaria y Eslovaquia al igual que en los resultados con el modelo DEA original.

El general los resultados de eficiencia en ambos modelos fueron muy cercanos, para la UE el promedio de eficiencia técnica fue del 73% con la aplicación del *bootstrap* y el promedio con el modelo original DEA fue del 85%. En el caso de México, el promedio de eficiencia al instrumentar la técnica *bootstrap* fue del 90% y en los resultados del modelo DEA original fue de 98%.

En cuanto a la medición de la Productividad Total de los Factores se utilizó el índice Malmquist, el cual descompone el cambio de la productividad en cambio en eficiencia y cambio tecnológico.

Los resultados del índice Malmquist para México nos indican que su PTF aumentó año con año obteniendo un promedio de crecimiento del 6%, su mayor incremento fue en el periodo 2010-2011 con 10%. Este aumento en la productividad del sector estuvo determinado, sobre todo, por el progreso tecnológico.

En la UE de acuerdo con los promedios generales del IM, 18 de 25 países tuvieron un incremento en la PTF, estos aumentos van 1% al 4.7%. Los países con mayor aumento en la PTF fueron: los Países bajos con un índice Malmquist promedio de 4.7, determinado por sus avances tecnológicos, Grecia con 4.3 como resultado tanto de una mejor eficiencia técnica como por su progreso tecnológico, y finalmente, Alemania con un índice de productividad promedio del 4.3 generado por el progreso tecnológico.

En el año 2008 la Unión Europea sufrió una disminución en la productividad de casi el 7%, siendo Eslovaquia el país más afectado con una disminución del 20% en su productividad. Del lado contrario, el periodo con mayor aumento en la PTF en la UE fue en 2011-2010 con 5.3% debido a que 21 países obtuvieron valores mayores a la unidad.

El periodo donde hubo mayor progreso tecnológico en la UE fue en 2013-2012 con 6.6%, siendo Francia el país con mayor progreso con 107%. Para los siguientes periodos Francia tuvo un retroceso tecnológico del 25% para 2014 y del 28% para 2015.

Francia fue el país con mayor aumento de eficiencia técnica, con incrementos que van entre el 24% y 57.7% logrando una media del 7.2%. En 2012-2013 sufrió un decremento de eficiencia técnica de casi el 65% el mayor decremento de todo el periodo de estudio. A consecuencia de todas estas variaciones, Francia sufrió una disminución en la productividad del sector.

A nivel general en la UE hubo una disminución en la eficiencia técnica del 4.4% y un progreso tecnológico del 2.7%.

A través de los resultados de esta investigación podemos concluir que es el cambio tecnológico antes que la eficiencia técnica quien explicó las variaciones en la PTF. En este sentido, podemos confirmar la hipótesis planteada en este trabajo, según la cual: *Dentro de los componentes de la Productividad Total de los Factores (PTF) - cambio tecnológico y eficiencia técnica- fue el cambio tecnológico el principal determinante de la productividad del sector alojamiento en México y la Unión Europea durante el periodo 2008-2015.*

RECOMENDACIONES

Con base en los resultados de la investigación se presentan algunas recomendaciones orientadas al mejoramiento de la eficiencia y la productividad del sector alojamiento en México y la Unión Europea y se proponen algunas futuras líneas de investigación.

De acuerdo con el análisis *slacks*, en varios países de la Unión Europea hay un exceso de mano de obra, lo que afecta directamente la eficiencia y productividad en las empresas del sector alojamiento. Es por esta razón que se recomienda mejorar las competencias profesionales de los trabajadores, basándose en una mano de obra más calificada, con la finalidad de aprovechar mejor sus capacidades y mejorar su productividad.

Asimismo, en el análisis *slacks* se observan algunos países que presentan una sobreoferta de habitaciones y algunos países donde se requiere incrementar el número noches vendidas, el número de huéspedes y sobre todo los ingresos –valor agregado–, para lo cual, se recomienda el desarrollo oportuno de estrategias encaminadas a estimular la demanda de turistas.

En línea con lo anterior en esta investigación se plantean las siguientes acciones dirigidas a incrementar el flujo de visitantes tanto nacionales como extranjeros y a seguir fortaleciendo su presencia en el mercado turístico:

- Se sugiere mejorar la promoción turística y efectuar iniciativas para reducir el problema de la estacionalidad en el sector turístico.
- Diversificar el mercado turístico internacional: explorar mercados emergentes y potenciales.
- Diversificar la oferta turística: ofrecer y crear mayor diversidad de lugares y atracciones para todo tipo de turismo (salud, educativo, cultural, etc.).
- Aumentar el interés de las personas por viajar y conocer su propio país.

- Reforzar y promover la importancia de la calidad en las empresas turísticas: mejorar la imagen y percepción como un destino turístico sustentable y de calidad en los mercados mundiales.

En cuanto a la Productividad Total de los Factores en el sector alojamiento de acuerdo con los resultados, las recomendaciones van en dirección a generar un mayor progreso tecnológico, por lo que se sugiere la integración y la adaptación a las nuevas tecnologías de la información y promover la utilización adecuada de las TIC's por parte del sector público y privado ya que son determinantes para la competitividad.

Futuras líneas de investigación:

Del trabajo realizado en la presente investigación se desprenden las siguientes futuras líneas de investigación:

- a. Realizar mediciones de eficiencia económica, para continuar con el análisis del comportamiento del sector, ampliando la información financiera e incorporando los precios.
- b. Emplear métodos paramétricos, tales como la metodología de frontera estocástica que permitan reforzar los resultados hasta ahora obtenidos con la metodología DEA.
- c. Llevar a cabo investigaciones de eficiencia en otros subsectores del sector turístico, a través del análisis de la envolvente de datos (DEA), con la finalidad de complementar un mejor conocimiento sobre los determinantes de la eficiencia del sector.
- d. Analizar el impacto que tienen las nuevas plataformas digitales en el sector turístico y de alojamiento. (las aplicaciones móviles, el uso de las redes sociales, los sistemas de compra online, etc.)
- e. Generar investigaciones en el campo del turismo sustentable, con el objetivo de brindar información e implementar acciones hacia la sustentabilidad en infraestructura hotelera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberca Oliver, M. P. (2014). ¿Incide el resultado contable y la dimensión empresarial en la eficiencia de las empresas hoteleras? *Affects the Accounting and the Business Dimension in the Efficiency of the Hotel Industry?*, 12(2), 299–314. Retrieved from http://www.pasosonline.org/Publicados/12214/PS0214_03.pdf
- Alberca Oliver, M. P., Parte Esteban, L., Muñoz Merchante, Á., & Such Devesa, M. J. (2012). La incidencia del destino turístico en la eficiencia y la productividad de las empresas hoteleras: El Caso de España y los hoteles de la Comunidad de Madrid. *Estudios y Perspectivas En Turismo*, ISSN 0327-5841, ISSN-e 1851-1732, Vol. 21, Nº. 1, 2012, Págs. 159-179, 21(1), 159–179.
- Alberca Oliver, M. P., Parte Esteban, L., & Such Devesa, M. J. (2011). Evaluación del rendimiento de las empresas hoteleras con medidas de eficiencia y productividad: análisis frontera no paramétrico. *Papeles de Economía Española*, (128), 266–280. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3691736>
- Alberca, P., & Parte, L. (2012). Evaluación de la eficiencia y la productividad en el sector hotelero español: un análisis regional. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 19(2), 102–111. <https://doi.org/10.1016/J.IEDEE.2012.10.004>
- Alonso de Magdaleno, M.I. Fernandez Barcala, M. Gonzalez Diaz, M. (2009). ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN EL SISTEMA HOTELERO ESPAÑOL: UNA APLICACIÓN AL CASO DE SOL MELIÁ., 15, 33–54.
- Álvarez, A. (2001). Concepto y medición de la eficiencia productiva. In *La medición de la eficiencia y la productividad*. Madrid: Pirámide.
- Álvarez Cáceres, R. (2000). *Estadística multivariante y no paramétrica con SPSS: aplicación a las ciencias de la salud*. Ediciones Díaz de Santos.
- Anderson, R. I., Fish, M., Xia, Y., & Michello, F. (1999). Measuring efficiency in the hotel industry: A stochastic frontier approach. *International Journal of Hospitality Management*, 18(1), 45–57. [https://doi.org/10.1016/S0278-4319\(98\)00046-2](https://doi.org/10.1016/S0278-4319(98)00046-2)

- Angón, E., Perea, J., Cecilio, B., & Antón, G. (2017). La evaluación de la eficiencia técnica como herramienta para la mejora de la sustentabilidad : Caso práctico en sistemas pastoriles. In IBADER (Ed.). Lugo, Galicia: Ibader.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Barros, C. P. (2005). MEASURING EFFICIENCY IN THE HOTEL SECTOR, 32(2), 456–477. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2004.07.011>
- Barros, C. P., & Alves, F. P. (2004). Productivity in the tourism industry. *International Advances in Economic Research*, 10(3), 215–225. <https://doi.org/10.1007/BF02296216>
- Barros, C. P., Botti, L., Peypoch, N., & Solonandrasana, B. (2011). Managerial efficiency and hospitality industry: The Portuguese case. *Applied Economics*, 43(22), 2895–2905. <https://doi.org/10.1080/00036840802600145>
- Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica*. <https://doi.org/10.2307/1913388>
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(79\)90229-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(79)90229-7)
- Chen, T. (2009). International Journal of Hospitality Management Performance measurement of an enterprise and business units with an application to a Taiwanese hotel chain, 28, 415–422. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2008.10.010>
- Chiang, W.-E., Tsai, M.-H., & Wang, L. S.-M. A DEA Evaluation of Taipei Hotels, 31 Annals of Tourism Research § (2004). Pergamon. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160738304000271>
- Coelli, T. J., Prasada Rao, D. S., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (1998). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Boston: Kluwer Academic Publisher.

<https://doi.org/10.1007/b136381>

- Coelli, T. J., Prasada Rao, D. S., O'Donnell, C. J., Battese, G. E., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis* (2a., Vol. 41). Estados Unidos de America: Springer Science. <https://doi.org/10.2307/2531310>
- Coll, V., & Blasco, O. M. (2006). *Evaluacion De La Eficiencia Mediante El Analisis Envolverte De Datos Introducción a Los Modelos Básicos* (edición el). Universidad de Valencia.: Universidad de Valencia. Retrieved from <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006c/197/>
- De la Fuente Fernández, S. (2011). *Análisis Factorial*. Retrieved from <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANTE/FACTORIAL/analisis-factorial.pdf>
- Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*. <https://doi.org/10.2307/1906814>
- Delfin, O., & Navarro, J. C. L. (2014). *La eficiencia de los puertos en México*. (Primera). Morelia, México.: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Delfín Ortega, O., & Navarro Chávez, J. C. L. (2015). Productividad total de los factores en las terminales de contenedores en los puertos de México: Una medición a través del índice Malmquist. *Contaduría y Administración*, 60(3), 663–685. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.05.011>
- Deprins, D., Simar, L., & Tulkens, H. (1984). Measurement labour efficiency in post offices. In P. P. and H. T. M. Marchand (Ed.), *The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurement*. (p. 243–268.). North-Holland, Amsterdam.
- Domínguez, M. ., & Sánchez, J. C. (2016). *VISUALIZACIÓN DEL TURISMO EN EL ATLAS DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA DE MÉXICO* (No. 2016–1). Retrieved from www.datatur.sectur.gob.mx
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*., 84(1), 66–83.

- Eurostat. (2015). Tourism statistics - Statistics Explained. Retrieved January 11, 2017, from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Tourism_statistics
- Eurostat. (2016). Tourism industries - economic analysis - Statistics Explained. Retrieved April 4, 2018, from https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Tourism_industries_-_economic_analysis
- Eurostat. (2016). Tourism statistics - annual results for the accommodation sector - Statistics Explained. Retrieved June 10, 2017, from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Tourism_statistics__annual_results_for_the_accommodation_sector
- Eurostat. (2016). *Tourism Satellite Accounts in Europe 2016 edition*. Luxembourg. <https://doi.org/10.2785/666986>
- Eurostat. (2017). *Tourism statistics Early adopters of big data? 2017 edition*. Luxembourg. <https://doi.org/10.2785/762729>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ferro, G., & Romero, C. A. (2011). Comparación de medidas de cambio De productividad. Las aproximaciones de Malmquist Y Luenberger en una aplicación al mercado de seguros., 1–20. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00597946/document>
- Gravelle, H., & Rees, R. (2004). *Microeconomics*. (P. Hall, Ed.) (3rd ed.). Harlow, England: Pearson Education.
- Gupta, S., Honjo, K., & Verhoeven, M. (1997). *The Efficiency of Government Expenditure: Experiences from Africa*. Washington DC.
- Hernández Laos, E. (1993). Evolución de la productividad total de los factores en la economía mexicana (1970-1989). *Cuadernos Del Trabajo*, 1.
- Hu, J., Chiu, C., Shieh, H., & Huang, C. (2010). A stochastic cost efficiency analysis of international tourist hotels in Taiwan., 29, 99–107. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2009.06.005>
- Huang, Y., Mesak, H. I., Hsu, M. K., & Qu, H. (2011). Dynamic efficiency assessment of the

- Chinese hotel industry., 65, 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2011.07.015>
- Hwang, S.-N., & Chang, T.-Y. (2003). Using data envelopment analysis to measure hotel managerial efficiency change in Taiwan. *Tourism Management*, 24(4), 357–369. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(02\)00112-7](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(02)00112-7)
- INEGI. (2016). Cuenta satélite del turismo de México 2015 Preliminar Año base 2008. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (n.d.). Retrieved from <http://www.inegi.org.mx/>
- Koopmans, T. C. (1951). An analysis of production as an efficient combination of activities. In T. C. Koopmans (Ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation* (pp. 33–97). New York: Cowles Commission for Research in Economics, Monograph 13.
- Machuca, J. A. et al. (1995). *Dirección de Operaciones*. (McGraw-Hill, Ed.). Madrid, España.
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadística*, 4(2), 209–242. <https://doi.org/10.1007/BF03006863>
- Mercado Ramirez, E. (1997). *Productividad base de la competitividad*. México: Editorial Limusa.
- Murillo-Zamorano, L. R. (2004). Economic efficiency and frontier techniques. *Journal of Economic Surveys*, 18(1), 33–45. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2004.00215.x>
- Navarro, J. C. L. (2005). *La eficiencia del sector eléctrico en México*. Morelia, México.: Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- OCDE. (2016). *OCDE Estudios en Turismo Estudio de Política Turística de México*. Retrieved from
- OMT. (2018). *Panorama OMT del turismo internacional- Edición 2018*. Madrid. <https://doi.org/https://doi.org/10.18111/9789284419890>
- OMT, & ONU. (2008). *Cuenta satélite de turismo : Recomendaciones sobre el marco conceptual 2008. Cuenta satélite de turismo : Recomendaciones sobre el marco conceptual 2008*. Madrid,

- Luxemburgo / Nueva York/ París. <https://doi.org/10.18111/9789213612392>
- OMT. (2018). European Union Tourism Trends. <https://doi.org/10.18111/9789284419470>
- Pedraza Rendón, O. H. (1999). Un enfoque sistémico sobre los factores determinantes de la productividad. *Revista Economía y Sociedad*, 0, 151–175. Retrieved from http://www.economiaysociedad.umich.mx/ojs_ecosoc/index.php/ecosoc/article/view/235/22
- OMT. (n.d.). Entender el turismo: Glosario Básico. Retrieved October 8, 2018, from <http://media.unwto.org/es/content/entender-el-turismo-glosario-basico>
- OMT. (2018). European Union Tourism Trends. <https://doi.org/10.18111/9789284419470>
- OMT. (2014). Compendio estadístico del turismo 2010-2014.
- Prokopenko, J. (1999). *La Gestión de la Productividad*. México: Editorial Limusa.
- Sanin, M. E., & Zimet, F. (2002). Estimacion de una frontera de eficiencia tecnica en el mercado de seguros uruguayo. *Uruguay*. Retrieved from www.bcu.gub.uy/autoriza/peiees/jor/2003/iees03j3310803.pdf.
- Schuschny, A. (2007). *El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe* (Estudios estadísticos y prospectivos No. 46). Santiago de Chile.
- SECTUR. (2015). Secretaria de Turismo. Retrieved from <https://www.gob.mx/sectur/>
- SECTUR. (2018a). *Resultados de la Actividad Turística 2018*. Retrieved from [https://www.datatur.sectur.gob.mx/RAT/RAT-2018-12\(ES\).pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/RAT/RAT-2018-12(ES).pdf)
- SECTUR. (2018b). *Visión Global del Turismo a México*. Retrieved from <https://www.datatur.sectur.gob.mx/Documentos/compartidos/VisionGlobalTurismoAMexAbr2018.pdf>
- Seiford, L. M., & Thrall, R. M. (1990). Recent developments in DEA. The mathematical programming approach to frontier analysis. *Journal of Econometrics*, 46(1–2), 7–38. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(90\)90045-U](https://doi.org/10.1016/0304-4076(90)90045-U)

- Simar, L., & Wilson, P. W. (2000). A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. *Journal of Applied Statistics*, 27(6), 779–802. <https://doi.org/10.1080/02664760050081951>
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2006). Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: Recent Developments and Perspectives. *Journal of Productivity Analysis*, 13, 49–78.
- Sumanth, D. (1993). *Ingeniería y Administración de la Productividad*. México: McGraw-Hill.
- Toro-Mujica, P., García, A., Gómez-Castro, A. G., Acero, R., Perea, J., Rodríguez-Estevez, V., ... Vera, R. (2011). Technical efficiency and viability of organic dairy sheep farming systems in a traditional area for sheep production in Spain. *Small Ruminant Research*, 100(2–3), 89–95. <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2011.06.008>
- Tsaur, S. (2001). The operating efficiency of international tourist hotels in Taiwan. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 6(1), 73–81. <https://doi.org/10.1080/10941660108722090>
- Unidas, N. (2010). *Recomendaciones Internacionales para Estadísticas de Turismo 2008*. Retrieved from https://unstats.un.org/unsd/publication/Seriesm/SeriesM_83rev1s.pdf
- Varian, H. R. (1999). *Microeconomía Intermedia: Un Enfoque Actual* (5a.). Baelona: Antoni Bosch.
- Wang, F. C., Hung, W. T., & Shang, J. K. (2006). Measuring the cost efficiency of international tourist hotels in Taiwan. *Tourism Economics*, 12(1), 65–85. <https://doi.org/10.5367/000000006776387150>
- Zhu, J. (2009). *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking, Data Envelopment Analysis with Spreadsheets*. Springer, Cham.

ANEXO 1. ANÁLISIS *SLACKS*

Tabla 24. Análisis de Slacks 2008							
DMU	DMU	Score	Habitaciones disponibles	Trabajadores	Noches	Huéspedes	Valor agregado
1	Alemania	1	0	0	0	0	0
2	Austria	1	0	0	0	0	0
3	Bélgica	0.859248	0	0	0	0	0
4	Bulgaria	0.426949	0	-4.586633	0	8019.698502	1347.466264
5	Chipre	0.978436	0	0	0	2839.136404	0
6	Croacia	0.771977	0	-7.605369	0	5009.271567	226.132818
7	Dinamarca	0.999773	0	-1.694241	0	210.930366	0
8	Eslovaquia	0.567924	0	-12.935393	0	0	518.477856
9	Eslovenia	0.800728	0	-3.146759	0	0	0
10	España	1	0	0	0	0	0
11	Estonia	1	0	0	0	0	
12	Finlandia	1	0	0	0	0	
13	Francia	1	0	0	0	0	0
14	Grecia	0.733803	0	0	0	5817.130651	245.40428
15	Hungría	0.693891	0	-13.179454	0	348.345556	534.167372
16	Italia	1	0	0	0	0	0
17	Luxemburgo	1	0	0	0	0	0
18	Malta	1	0	0	0	0	0
19	México	0.896533	-55831.18532	0	9723.218265	0	0
20	Países Bajos	1	0	0	0	0	0
21	Polonia	0.722633	0	-49.745747	0	0	855.297095
22	Portugal	0.955307	0	-21.581454	0	6531.837009	568.586734
23	Reino Unido	1	0	0	0	0	0
24	Republica Checa	0.719525	0	-5.907856	0	3915.886941	1031.49826
25	Rumania	0.498856	0	-9.660964	0	5103.906508	607.716852
26	Suecia	1	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA

Tabla 25. *Slacks* 2009

DMU	DMU	Score	Habitaciones disponibles	Trabajadores	Noches	Huéspedes	Valor agregado
1	Alemania	1	0	0	0	0	0
2	Austria	1	0	0	0	0	0
3	Bélgica	0.741475	0	-0.622116	0	0	263.825579
4	Bulgaria	0.393621	0	-6.992936	0	7019.174873	1100.020022
5	Chipre	0.925413	0	0	0	3689.607993	305.56133
6	Croacia	0.783331	0	-3.858247	0	4536.801455	102.224026
7	Dinamarca	0.979327	0	-4.102998	138.914911	486.349586	0
8	Eslovaquia	0.495726	0	-13.683039	0	0	348.950712
9	Eslovenia	0.829157	0	-2.680342	0	0	11.877462
10	España	1	0	0	0	0	0
11	Estonia	0.989117	0	-2.053367	0	0	284.627508
12	Finlandia	1	0	0	0	0	0
13	Francia	1	0	0	0	0	0
14	Grecia	0.77337	-27101.09415	0	0	7801.652003	0
15	Hungría	0.677743	0	-8.076333	0	714.868083	556.788382
16	Italia	1	0	0	0	0	0
17	Luxemburgo	1	0	0	0	0	0
18	Malta	1	0	0	0	0	0
19	México	1	0	0	0	0	0
20	Países Bajos	1	0	0	0	0	0
21	Polonia	0.709705	0	-45.009699	0	0	904.230595
22	Portugal	0.950428	0	-17.113179	0	6035.047932	436.535952
23	Reino Unido	1	0	0	0	0	0
24	Republica Checa	0.695298	0	-6.755765	0	4255.067018	1042.400863
25	Rumania	0.436662	0	-11.576814	0	4904.732718	831.336852
26	Suecia	1	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA.

Tabla 26. Slacks 2010

DMU	DMU	Score	Habitaciones disponibles	Trabajadores	Noches	Huéspedes	Valor agregado
1	Alemania	1	0	0	0	0	0
2	Austria	0.998326	0	0	0	13436.08512	350.352644
3	Bélgica	0.875796	-6475.550675	0	0	0	0
4	Bulgaria	0.404732	0	-5.884218	0	7584.350676	1252.769938
5	Chipre	0.908038	0	0	0	3444.903732	238.568676
6	Croacia	0.765654	0	-4.909976	0	4592.984944	103.5534
7	Dinamarca	0.910336	0	-0.246717	0	0	0
8	Eslovaquia	0.478977	0	-13.366394	0	0	408.262008
9	Eslovenia	0.777421	0	-5.759095	0	0	0
10	España	1	0	0	0	0	0
11	Estonia	1	0	0	0	0	0
12	Finlandia	1	0	0	0	0	0
13	Francia	1	0	0	0	0	0
14	Grecia	0.745056	-14834.91255	0	0	6532.81865	946.100765
15	Hungría	0.663352	0	-7.549802	0	612.622033	648.834708
16	Italia	1	0	0	0	0	0
17	Luxemburgo	1	0	0	0	0	0
18	Malta	1	0	0	0	0	0
19	México	1	0	0	0	0	0
20	Países Bajos	1	0	0	0	0	0
21	Polonia	0.694693	0	-38.227379	0	0	976.476635
22	Portugal	0.907098	0	-16.152692	0	5979.69812	691.440884
23	Reino Unido	1	0	0	0	0	0
24	Republica Checa	0.698175	0	-3.684869	0	3980.409252	1192.302052
25	Rumania	0.376981	0	-5.734241	0	4157.277788	1034.045257
26	Suecia	0.945435	-16180.1017	0	1441.699275	0	425.20968

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA.

Tabla 27. Slacks 2011

DMU	DMU	Score	Habitaciones disponibles	Trabajadores	Noches	Huéspedes	Valor agregado
1	Alemania	1	0	0	0	0	0
2	Austria	1	0	0	0	0	0
3	Bélgica	0.918953	0	0	0	0	0
4	Bulgaria	0.461307	0	-4.807646	0	8006.124694	1362.053118
5	Chipre	1	0	0	0	0	0
6	Croacia	0.776961	0	-8.355716	0	4777.41811	181.874722
7	Dinamarca	0.946817	0	0	0	2386.221608	0
8	Eslovaquia	0.514604	0	-13.166024	0	0	400.460692
9	Eslovenia	0.780166	0	-4.738241	0	0	0
10	España	1	0	0	0	0	0
11	Estonia	1	0	0	0	0	0
12	Finlandia	1	0	0	0	0	0
13	Francia	1	0	0	0	0	0
14	Grecia	0.808186	-34667.01238	0	0	7286.295219	564.727922
15	Hungría	0.67446	0	-13.247712	0	656.658536	709.88073
16	Italia	1	0	0	0	0	0
17	Luxemburgo	1	0	0	0	0	0
18	Malta	1	0	0	0	0	0
19	México	1	0	0	0	0	0
20	Países Bajos	1	0	0	0	0	0
21	Polonia	0.71421	0	-42.041244	0	0	965.029191
22	Portugal	0.906299	0	-20.789512	0	6787.309439	810.211113
23	Reino Unido	1	0	0	0	0	0
24	Republica Checa	0.705669	0	-2.460045	0	4137.649138	1264.598469
25	Rumania	0.427284	0	-7.776529	0	3594.463785	1083.3063
26	Suecia	1	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA.

Tabla 28. *Slacks* 2012

DMU	DMU	Score	Habitaciones disponibles	Trabajadores	Noches	Huéspedes	Valor agregado
1	Alemania	1	0	0	0	0	0
2	Austria	1	0	0	0	0	0
3	Bélgica	0.75805	0	0	0	0	30.015033
4	Bulgaria	0.463942	0	-4.481974	0	8464.399103	1283.627943
5	Chipre	0.943744	0	0	0	3727.797479	198.913544
6	Croacia	0.795693	0	-10.535385	0	4746.231793	76.890973
7	Dinamarca	0.886064	0	-0.44471	0	3476.691847	0
8	Eslovaquia	0.489856	0	-15.604685	0	0	583.727519
9	Eslovenia	0.768524	0	-4.15245	0	0	0
10	España	1	0	0	0	0	0
11	Estonia	1	0	0	0	0	0
12	Finlandia	1	0	0	0	0	0
13	Francia	1	0	0	0	0	0
14	Grecia	0.737728	-45019.62827	0	0	10855.13723	570.613197
15	Hungría	0.721328	0	-16.272758	0	656.755394	703.209457
16	Italia	1	0	0	0	0	0
17	Luxemburgo	1	0	0	0	0	0
18	Malta	1	0	0	0	0	0
19	México	1	0	0	0	0	0
20	Países Bajos	1	0	0	0	0	0
21	Polonia	0.729397	0	-52.53411	0	0	1081.763984
22	Portugal	0.896717	0	-13.083679	0	7082.728384	930.24452
23	Reino Unido	1	0	0	0	0	0
24	Republica Checa	0.694811	0	0	0	6919.135461	2194.869597
25	Rumania	0.424495	0	-4.575523	0	3567.741587	1270.651661
26	Suecia	1	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA.

Tabla 29. Slacks 2013

DMU	DMU	Score	Habitaciones disponibles	Trabajadores	Noches	Huéspedes	Valor agregado
1	Alemania	1	0	0	0	0	0
2	Austria	0.998349	0	0	0	15620.05994	103.789801
3	Bélgica	0.744103	0	-1.0598	0	0	0
4	Bulgaria	0.497174	0	-0.188868	0	0	600.209963
5	Chipre	0.876783	0	0	0	3222.114502	69.313893
6	Croacia	0.781808	0	-9.050779	0	4944.149911	0
7	Dinamarca	0.948449	0	-1.396084	0	3698.3117	0
8	Eslovaquia	0.529356	0	-18.353538	0	0	441.370013
9	Eslovenia	0.756894	0	-3.08003	0	0	0
10	España	1	0	0	0	0	0
11	Estonia	1	0	0	0	0	0
12	Finlandia	1	0	0	0	0	0
13	Francia	1	0	0	0	0	0
14	Grecia	0.838498	-80085.42141	0	0	15410.25886	2147.442793
15	Hungría	0.752461	0	-16.454938	0	0	706.800121
16	Italia	1	0	0	0	0	0
17	Luxemburgo	1	0	0	0	0	0
18	Malta	1	0	0	0	0	0
19	México	1	0	0	0	0	0
20	Países Bajos	1	0	0	0	0	0
21	Polonia	0.752525	0	-51.536969	0	0	1414.38812
22	Portugal	0.936412	0	-16.737631	0	0	240.13473
23	Reino Unido	1	0	0	0	0	0
24	Republica Checa	0.698037	0	0	0	2408.406875	1469.222824
25	Rumania	0.423654	0	-10.051037	0	0	1125.129346
26	Suecia	0.828613	-5082.388349	0	1256.708135	0	219.753971

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA.

Tabla 30. *Slacks* 2014

DMU	DMU	Score	Habitaciones disponibles	Trabajadores	Noches	Huéspedes	Valor agregado
1	Alemania	1	0	0	0	0	0
2	Austria	1	0	0	0	0	0
3	Bélgica	0.700513	0	-1.748068	0	0	77.068921
4	Bulgaria	0.462661	0	-1.266165	0	0	835.861056
5	Chipre	0.818885	0	-0.048873	0	2591.721346	0
6	Croacia	0.750285	0	-16.067453	0	2397.84875	0
7	Dinamarca	0.950851	0	-1.582608	0	1147.821931	0
8	Eslovaquia	0.478818	0	-20.959049	0	0	560.555438
9	Eslovenia	0.742287	0	-3.583594	0	0	0
10	España	1	0	0	0	0	0
11	Estonia	1	0	0	0	0	0
12	Finlandia	0.850837	0	0	0	0	978.360214
13	Francia	1	0	0	0	0	0
14	Grecia	0.688684	0	0	0	12437.65427	1765.102251
15	Hungría	0.773047	0	-18.585951	0	0	964.710345
16	Italia	1	0	0	0	0	0
17	Luxemburgo	1	0	0	0	0	0
18	Malta	1	0	0	0	0	0
19	México	0.961141	0	0	11731.99901	0	0
20	Países Bajos	1	0	0	0	0	0
21	Polonia	0.761937	0	-56.786989	0	0	1878.191793
22	Portugal	0.971664	0	-17.087454	0	0	462.783643
23	Reino Unido	1	0	0	0	0	0
24	Republica Checa	0.69713	0	-6.723529	0	0	1654.769775
25	Rumania	0.429577	0	-20.357424	0	0	1402.684498
26	Suecia	0.792535	0	-2.236531	863.218965	0	367.461695

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA.

Tabla 31. Slacks 2015							
DMU	DMU	Score	Habitaciones disponibles	Trabajadores	Noches	Huéspedes	Valor agregado
1	Alemania	1	-0	-0	0	0	0
2	Austria	1	-0	-0	0	0	0
3	Bélgica	0.774362	-5336.529278	-0	0	0	237.011973
4	Bulgaria	0.439498	-0	-0.343671	0	0	963.409292
5	Chipre	0.801879	-0	-0.359227	0	2543.862571	0
6	Croacia	0.761246	-0	-12.114126	0	1962.612256	0
7	Dinamarca	0.943596	-0	-1.857222	0	917.245096	0
8	Eslovaquia	0.51565	-0	-22.67029	0	0	653.584004
9	Eslovenia	0.774498	-0	-4.225539	0	0	0
10	España	1	-0	-0	0	0	0
11	Estonia	1	-0	-0	0	0	0
12	Finlandia	0.941256	-6510.039814	-0	0	0	947.671821
13	Francia	1	-0	-0	0	0	0
14	Grecia	0.740549	-39720.02978	-0	0	10088.33193	1652.575447
15	Hungría	0.788482	-0	-20.023637	0	0	1043.391541
16	Italia	1	-0	-0	0	0	0
17	Luxemburgo	1	-0	-0	0	0	0
18	Malta	1	-0	-0	0	0	0
19	México	1	-0	-0	0	0	0
20	Países Bajos	1	-0	-0	0	0	0
21	Polonia	0.77622	-0	-59.902327	0	0	2097.108805
22	Portugal	0.999934	-0	-13.770957	0	0	457.368206
23	Reino Unido	1	-0	-0	0	0	0
24	Republica Checa	0.711421	-0	-4.338553	0	0	1853.108889
25	Rumania	0.457171	-0	-6.116279	0	0	1857.60161
26	Suecia	0.820037	-0	-3.056869	595.512417	0	464.739826

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA

