

Productividad y Eficiencia en Liga Española de Fútbol. (2002/03-2009/10)

Canós Darós, Lourdes (loucada@omp.upv.es)

Universidad Politecnica de Valencia

Canós Darós, Maria Jose (Maria.J.Canos@uv.es) y Sala Garrido, R. (sala@uv.es)

Matemáticas para la Economía y la Empresa

Universitat de Valencia

RESUMEN

Se analiza en comportamiento ofensivo y defensivo de los 12 equipos que han disputado las ligas entre la 2002/03 y la 2009/2010. El análisis se realiza utilizando la metodología DEA con un modelo CCR para cada una de las ligas, análisis temporal se realiza mediante el índice de Malmquist y el método DEA-WINDOW-Analysis, llegando a la conclusión de que hay equipos que han incrementado notablemente su eficiencia ofensiva durante este periodo (básicamente por la adquisición de buenos delanteros) mientras que otros equipos han empeorado su eficiencia defensiva, pasando de ser un referente en la estrategia defensiva a ser unos de los peores equipos en este aspecto.

Palabras claves: Fútbol Español; Eficiencia Ofensiva y Defensiva; DEA; Índice de Malmquist; DEA WINDOW

Área temática: Aspectos Cuantitativos Del Fenómeno Económico

ABSTRACT

Discusses in offensive and defensive behaviour of the 12 teams that have played the links between the 2002/03 and the 2009 / 2010. The analysis is performed using the DEA methodology with a CCR model for each of the leagues and temporary analysis is performed by Malmquist index and the DEA-WINDOW, reaching the conclusion that there is method computers that have significantly increased if offensive efficiency during this period (basically for the acquisition of good strikers) while other teams have worsened his defensive efficiency, going from a reference in the defensive strategy to be one of the worst teams in this aspect

Keywords: DEA; DEA-FDH; Spanish Seaports, Ranking Units

Agradecimientos:

Ramón Sala quiere agradecer la financiación parcial de este trabajo a través del proyecto NOVEDAR (ref. CSD2007-00055) del Gobierno Español.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo analiza el comportamiento ofensivo y defensivo de los 12 equipos que han disputado las ligas entre la 2002/03 y la 2009/2010. Para poder analizar este comportamiento se ha recurrido a la metodología DEA con un modelo CCR para cada una de las ligas y esto se ha completado con un análisis temporal llegando a la conclusión que hay equipos que han incrementado notablemente su eficiencia ofensiva durante este periodo (básicamente por la adquisición de buenos delanteros) mientras que otros equipos han empeorado su eficiencia defensiva, pasando de ser un referente en la estrategia defensiva a ser unos de los peores equipos en este aspecto.

En la sección 2 se analiza la aplicación de la metodología DEA al fútbol, completando este análisis con la incorporación del índice de Malmquist y de la metodología DEA-WINDOW para estudiar la evolución temporal entre las diferentes temporadas.

Los datos utilizados han sido facilitados gratuitamente por la Empresa GECASport, y de ellos se han seleccionado una parte que puedan representar el comportamiento ofensivo y defensivo de los diferentes equipos. Finalmente se estudia los cambios en la productividad de por estos equipos durante las ocho temporadas.

2. DEA Y FÚTBOL

Como es bien conocido el fútbol es un deporte colectivo en el que se enfrentan dos equipos formados por once jugadores con el objetivo de ganar al adversario. Esto se consigue marcando más goles que el oponente a lo largo del tiempo de juego. Aunque existen diferentes modalidades de competición, las ligas nacionales se suelen articular en la mayoría de los países de forma que un conjunto de equipos (20 en el caso de la liga española) se enfrenta entre sí a lo largo de la temporada. Así, cada equipo juega dos veces contra cada uno de sus adversarios, una vez en campo propio y otra en el del oponente. De esta forma cada victoria recibe un pago de tres puntos, mientras que en

caso de derrota no se recibe ningún punto y cuando se produce un empate ambos contendientes reciben un punto (se trata, por tanto, de un juego de suma no nula). Aquel equipo que consigue más puntos es el vencedor de la competición, existiendo en cada liga diversos criterios a la hora de dirimir las igualdades de puntos al final de la temporada.

Por otra parte, existe un sistema de incentivos que hace que no sea indiferente el lugar que un equipo ocupe en la clasificación al final de la temporada. Lógicamente, si lo único relevante fuera quedar primero, los equipos que a lo largo de la temporada vieran que este objetivo es inalcanzable perderían la motivación por ganar. Por ello, los equipos mejor clasificados (6 en el caso español) reciben la compensación de poder jugar competiciones europeas en la temporada siguiente. Es de especial relevancia obtener una de las 4 primeras posiciones, ya que ello da derecho a participar –directa o en fase previa- en Champions League competición donde los ingresos por participar los equipos son elevados., Los tres últimos clasificados son penalizados descendiendo de categoría y la consiguiente pérdida de ingresos por este concepto, ya que el nivel de gasto es similar.

Las características básicas de la competición futbolística descritas en el párrafo anterior hacen que ésta sea susceptible de ser analizada como una actividad productiva más. En consecuencia, se puede utilizar la noción de “función de producción deportiva”, concepto éste que fue utilizado por primera vez por S. Rottenberg (1956) en el caso del deporte del béisbol. Posteriormente, G. W. Scully (1974) en un trabajo aparecido en la *American Economic Review* realizó una primera explotación empírica estimando funciones de producción para el mismo deporte. Estos trabajos pioneros fueron secundados por otros centrados en otras competiciones como los de T. A. Zak y otros (1979) o el F. A. Scott, J. E. Long y K. Somppi (1985) en el baloncesto, los de J. A. Schofield (1988) enfocados a la liga de cricket, los de P. J. Sloane (1971 y 1997) en el fútbol, si bien desde otra perspectiva, o los más recientes de F. Carmichael y D. Thomas (1995) o F. Carmichael, D. Thomas y R. Ward (2000) directamente centrados en la función de producción y el estudio de la eficiencia aplicados al rugby y a la liga de Fútbol Inglesa (*English Premier League*) o P. Dawson, S. Dobson y B. Gerrard, (2000).

En los últimos años se ha aplicado la metodología DEA al fútbol, en Haas (2003) o Bosca et al (2009).

Formalmente, se puede modelizar el proceso productivo del fútbol a partir de la siguiente función de producción:

$$Y_i = Y_i(X_i) \quad i = 1, 2, \dots, N$$

donde Y_i es una medida del output del fútbol para el equipo i (normalmente el porcentaje de puntos o de victorias sobre el total, o el ratio o la diferencia entre goles marcados y encajados) y X_i es un vector de inputs. La práctica habitual es aproximar los inputs que se utilizan en la función de producción con variables que midan las habilidades técnicas de los jugadores.

En la literatura económica la postura más habitual para abordar esta cuestión es suponer que algunas empresas pueden tener acceso a tecnologías más avanzadas, lo que les permitiría obtener un mayor nivel de output de un volumen dado de recursos.

Pero la productividad de dos empresas, aún teniendo acceso a la misma tecnología, puede diferir por diversas circunstancias, que van desde la calidad de gestión de sus recursos hasta la eficiencia con la que estos son organizados (es decir, en la eficacia de sus procesos productivos). Esta segunda posibilidad, conocida en la literatura como los niveles de eficiencia X , es tanto más realista para explicar las diferencias de productividad entre empresas, cuanto más homogéneo es un sector y cuanto más conocida o establecida está la tecnología que utiliza.

Adicionalmente, el análisis de la eficiencia que vamos a realizar va a tener en cuenta explícitamente otras características importantes del proceso productivo del fútbol. En primer lugar, uno de los problemas más relevantes en la interpretación de los resultados que se derivan de las estimaciones paramétricas de las funciones de producción es que las medidas del output utilizadas combinan la productividad ofensiva (producir goles) con la eficiencia defensiva (evitar recibirlos).

A su vez, en los modelos no paramétricos el análisis de eficiencia no requiere ninguna hipótesis sobre la frontera de producción, y la eficiencia de una unidad

queda definida con respecto a las restantes unidades “observadas”. Este análisis se detiene en la identificación del “mejor comportamiento” en lugar de en el “comportamiento medio”, como hace el análisis de regresión.

Por lo tanto, la hipótesis inicial en la que se basa el DEA no exige como en los modelos de frontera la especificación de los pesos comunes para los inputs, sino que los pesos individuales son precisamente las variables del modelo elegidos con el criterio de que obtengan los mejores valores de eficiencia.

Charnes, Cooper y Rhodes (1978), en su artículo inicial, ya tuvieron en consideración la dificultad de cálculo de pesos comunes para la obtención de una eficiencia relativa. Dichos autores reconocen la posibilidad del hecho de que ciertas unidades pueden valorar los inputs y outputs de forma diferente y por tanto, adoptar pesos distintos de manera que se obtengan los niveles de eficiencia más favorables.

Por lo tanto, la técnica del DEA es perfectamente aplicable al caso del fútbol, donde las DMU (equipos) presentan una serie de características diferentes en la composición de su plantilla, es decir, jugadores, que tendrán una mejor predisposición hacia un determinado número de acciones que es conveniente explotar. Piénsese, por ejemplo, en un equipo que dispone un jugador experto en lanzamientos de faltas y otro con buenos rematadores de cabeza. Mientras el primero tratará de conseguir que le hagan faltas que propicien remates a portería mediante lanzamientos de falta, el segundo incidirá en jugadas que culminen con centros al área como acción en la que tiene ventaja comparativa. Por tanto, en este caso la determinación del peso o ponderación de cada una de las acciones de los diferentes equipos es el asignado por el propio modelo para conseguir la combinación más eficiente con la que alcanzar los resultados finales.

Si bien la metodología no paramétrica presenta la ventaja de la gran flexibilidad y ausencia de errores de especificación, al no ser preciso optar por ninguna forma funcional, presenta el inconveniente de ser una técnica determinista, por lo que la presencia de observaciones atípicas puede sesgar las medidas de eficiencia obtenidas, imputando a la ineficiencia cualquier “shock” de carácter

aleatorio. Sin embargo, la medición de la eficiencia mediante técnicas estocásticas permite la existencia de desviaciones de la frontera distintas de la ineficiencia.

En estas circunstancias, la eficiencia de una unidad objetivo puede ser obtenida como solución del problema de *Maximizar la eficiencia de una unidad j_0 , restringida a la eficiencia de todas las unidades*. Las variables de este problema son los pesos, y la solución produce los pesos más favorables para la unidad j_0 y una medida de su eficiencia relativa¹.

En el caso de la producción ofensiva, el análisis de la eficiencia utilizará el modelo de DEA² con orientación output:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \theta \\ & \text{s.a.} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} \geq \theta y_{k0} \\ & \lambda_j \geq 0 \end{aligned} \tag{1}$$

donde x_{ij} , y_{kj} representan los inputs y outputs, respectivamente, para el j -ésimo equipo, $j=1, 2, \dots, n$, siendo x_{i0} el nivel de input del equipo que se está analizando, y_{k0} los outputs del mismo y θ el coeficiente de la combinación óptima para el output y_{kj} .

Para el cálculo de las eficiencias defensivas se ha seguido el método descrito en Bosca et al. (2009).

¹ Una descripción de las ventajas e inconvenientes del uso de estos modelos no paramétricos se puede encontrar en Bonilla et al. (2002).

² En los modelos DEA propuestos se asumen rendimientos constantes a escala (CRS) y no rendimientos variables a escala (VRS). La justificación de utilizar VRS reside en que la mayor incidencia de los inputs pueda incrementar (de forma creciente o decreciente) la consecución de más outputs en un partido determinado, pero en el total de liga (en casa y fuera) ese efecto queda diluido por el total de los partidos jugados y, por ello, no se considera relevante.

3. INDICE DE MALMQUIST

En primer lugar se lleva a cabo la comparación del comportamiento de los equipos a lo largo de las ocho temporadas, de forma individualizada (temporada a temporada).

Pero dada la importancia de los cambios en los equipos y su necesaria adaptación se efectúa un análisis dinámico de la eficiencia mediante el uso del Índice Malmquist de productividad. Este análisis nos permitirá conocer no sólo la existencia de diferencias significativas en el comportamiento productivo entre los diferentes equipos, sino también su evolución a lo largo del tiempo.

El uso del índice de Malmquist presenta tres ventajas importantes:

- No necesita suponer un comportamiento minimizador de costes o maximizador de ingresos.
- No necesitas datos relativos de precios o costes.
- Permite la descomposición del cambio productivo en cambio en la eficiencia técnica y cambio técnico.

No obstante, cabe preguntarse: ¿Cuál es la principal motivación para descomponer el crecimiento de la productividad en subcomponentes?. La razón fundamental es de tipo económico, es decir, buscar las fuentes del crecimiento, y en el centro de este debate están los conceptos de productividad, cambio técnico, etc.

En el ámbito de los análisis de eficiencia se considera que un equipo tiene un comportamiento eficiente cuando obtiene el máximo output (goles) dado un vector de inputs (acciones), o bien, utiliza un mínimo de inputs para producir un output determinado. En este último caso, la eficiencia técnica de una empresa puede medirse a partir del cálculo de la máxima reducción proporcional posible en el uso de factores compatible con su nivel de output.

Para ello suponemos un proceso de producción en el que a partir de un vector de inputs $X \in \mathfrak{R}_+^N$ se obtiene un vector de outputs $Y \in \mathfrak{R}_+^M$ mediante el uso de la tecnología T, de modo que,

$$T = \{(X, Y); X \text{ puede producir } Y\} \quad (1)$$

Esta tecnología T puede también expresarse de manera equivalente desde el punto de vista de los inputs, es decir,

$$(X, Y) \in T \Leftrightarrow X \in L(Y) \quad (2)$$

donde $L(Y)$ representa el conjunto de vectores de inputs X que permiten alcanzar al menos un vector de outputs Y .

Sean K productores que utilizan un vector $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)_{(N \times 1)}$ de inputs para llevar a cabo la producción de un vector de outputs $Y = (y_1, y_2, \dots, y_M)_{(M \times 1)}$, siendo λ un vector de intensidad de variables $(K \times 1)$. Para cada empresa k se puede obtener una medida de eficiencia en input $E_k(X, Y) = \theta$ ampliamente utilizada en la literatura (Charnes et al., 1996; Cooper, Seiford y Tone, 2007) y cuya obtención exige la resolución del siguiente problema de optimización mediante programación lineal bajo rendimientos variables, siendo I el vector unitario.

$$\begin{aligned} E_k(X, Y) &= \text{Min } \theta \\ &s.a \\ \lambda X &\leq \theta X_k \\ \lambda Y &\geq Y_k \\ I\lambda &= 1 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

En otras palabras, dado el vector de output de cada empresa, se trataría de conocer en qué medida se podría minimizar el vector de inputs de cada una de ellas. Un comportamiento eficiente significaría la imposibilidad de reducir la cuantía de estos

inputs mientras que la ineficiencia iría asociada con mayores posibilidades de minimizar dichos inputs.

Por otro lado y, con el objetivo de analizar la evolución temporal de la productividad en las empresas de fuera y las de dentro del distrito se plantea la aplicación de una metodología basada en los denominados índices Malmquist (Bjurek, 1996; Coelli, Rao, y Battese, 1998). Estos índices permiten la descomposición del crecimiento de la productividad en función del progreso técnico y de las variaciones en los niveles de eficiencia técnica. Esta descomposición fue propuesta inicialmente por Caves, Christensen y Diewert (1982) y supone expresar el cambio en la productividad ocurrido entre los periodos t y $t+1$ como resultado del desplazamiento de la frontera tecnológica (cambio técnico- CT) y de las variaciones en la posición relativa con respecto a esta frontera (cambio en la eficiencia técnica-CET). A su vez, Färe, Grosskopf y Lovell (1994) propusieron una descomposición adicional en el citado índice de manera que la medida de cambio en la eficiencia técnica puede ser descompuesta en dos elementos: un cambio en la Eficiencia Técnica Pura (CETP) y un cambio en la eficiencia de escala (CEE).

De este modo el índice Malmquist de productividad en inputs basado en la tecnología del periodo t y $t+1$ (uno para cada uno de los K productores) puede formularse de la siguiente forma:

$$IM = \sqrt{\frac{E_{t+1}^t E_{t+1}^{t+1}}{E_t^t E_t^{t+1}}} = \frac{E_{t+1}^{t+1}}{E_t^t} \sqrt{\frac{E_{t+1}^t E_t^t}{E_{t+1}^{t+1} E_t^{t+1}}} \quad (4)$$

El primer término de la ecuación $\frac{E_{t+1}^{t+1}}{E_t^t}$ representa el Cambio en la Eficiencia Técnica (CET) mientras que el segundo $\sqrt{\frac{E_{t+1}^t E_t^t}{E_{t+1}^{t+1} E_t^{t+1}}}$ simboliza el Cambio Técnico

(CT). La obtención de E_t^t supone la resolución de (4):

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta \\
 & \lambda X_t \leq \theta X_{0t} \\
 & \lambda Y_t \geq Y_{0t} \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{5}$$

En el caso de E_{t+1}^{t+1} el programa a resolver es (6) mientras que E_{t+1}^t implica la resolución de (7) y E_t^{t+1} se obtiene a partir de (8).

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta \\
 & \lambda X_{t+1} \leq \theta X_{0t+1} \\
 & \lambda Y_{t+1} \geq Y_{0t+1} \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta \\
 & \lambda X_t \leq \theta X_{0t+1} \\
 & \lambda Y_t \geq Y_{0t+1} \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta \\
 & \lambda X_{t+1} \leq \theta X_{0t} \\
 & \lambda Y_{t+1} \geq Y_{0t} \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{8}$$

El Cambio en la Eficiencia Técnica (CET) $\frac{E_{t+1}^{t+1}}{E_t^t}$ se descompone en dos partes:

$$\text{Cambio en la Eficiencia Técnica Pura (CETP)} = EV_{t+1}^{t+1} / EV_t^t$$

$$\text{Cambio en la Eficiencia de Escala (CEE)} = \frac{EV_t^t / E_t^t}{EV_{t+1}^{t+1} / E_{t+1}^{t+1}}$$

La obtención de EV_t^t y de EV_{t+1}^{t+1} implica la resolución de los programas (9) y (10) respectivamente.

$$\begin{aligned}
& \text{Min } \theta \\
& \lambda X_t \leq \theta X_{0t} \\
& \lambda Y_t \geq Y_{0t} \\
& I\lambda = 1 \\
& \lambda \geq 0
\end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Min } \theta \\
& \lambda X_{t+1} \leq \theta X_{0t+1} \\
& \lambda Y_{t+1} \geq Y_{0t+1} \\
& I\lambda = 1 \\
& \lambda \geq 0
\end{aligned} \tag{10}$$

Esta descomposición del índice de Malmquist ha sido una fuente considerable de discusión en los años recientes como señalan Coelli et al (2005). Según estos autores el punto crítico principal es que si existe cambio en la eficiencia en escala, ello implica que la verdadera tecnología de producción es con rendimientos variables a escala y no rendimientos constantes, y por ello la descomposición propuesta por Färe et al. (1994) refleja los movimientos en la frontera CRS y no en la VRS. Ray y Desli (1997) refuerzan esta inconsistencia y proponen una descomposición alternativa basada en VRS y la denominan componente de cambio en escala que no es equivalente al cambio en la eficiencia en escala. Aunque este método puede presentar ventajas, presenta el inconveniente de tener dificultades computacionales propiciando infactibilidades en algunos cálculos de VRS entre diferentes periodo.

Dado que el objetivo del trabajo es evaluar el progreso técnico de los diferentes equipos de la Primera División, el hecho de utilizar la programación lineal para el cálculo de los distintos componentes del índice de Malmquist evita la necesidad de definir una forma funcional concreta además de ofrecer mayores posibilidades para la generalización de la metodología.

Se procede ahora a abordar una aplicación empírica basada en el uso de estas metodologías sobre los diferentes equipos.

4. WINDOW ANALYSIS

Una alternativa al índice utilizado anteriormente es el conocido como **Window Analysis** propuesto por G. Klopp en 1985, se trata de relacionar los inputs y los outputs de varias unidades a lo largo de diferentes periodos de tiempo. La amplitud de la “ventana”, es decir, el número de periodos de tiempo que entran en comparación, depende del tipo de problemas y de las combinaciones que desee realizar el analista, y por tanto el número de ventanas está por determinar. Se trata de seleccionar los periodos que intervienen en cada una de las ventanas y aplicar el modelo DEA oportuno (CCR o SBM) de forma que se obtengan diferentes valores del indicador de eficiencia, score, para cada uno de los periodos que, por supuesto, depende de la comparación de los diferentes periodos del análisis.

Sun (1988) propuso las siguientes relaciones.

n : número de DMU's

k : número de periodos

p : amplitud de la ventana ($p \leq k$)

w : número de ventanas

Así conociendo el número de unidades, el número de periodos y la amplitud:

- Numero de ventanas: $w = k - p + 1$
- Numero de DMU por ventana: $np / 2$
- Numero de DMU “diferentes” npw
- Incremento de DMU's: $n(p - 1)(k - p)$

Posteriormente Charnes y Cooper propusieron otras formulas dependiendo si el número de periodos era par o impar. Ello se puede consultar en Cooper et al. (2007)

Una conocido el número de DMU's y de periodos y determinada la amplitud de la ventana, la primera consiste en calcular los scores de los todas las DMU's del primer periodo. La segunda ventana consistiría en analizar los scores de todas las DMU's de los periodos 1 y 2 conjuntamente, y así sucesivamente hasta llegar a la máxima amplitud. En las sucesivas ventanas se va eliminando la más antigua y se incorpora la siguiente a la última considerada. Cuando ya no hay más unidades a incorporar se van eliminado las más antiguas hasta quedas solamente las DMU's del ultimo periodo.

Los resultados se presentan en formato de tabla, y se incorpora la media y/o la desviación típica como medidas representativa del conjunto, o también la media o otros estadísticos como indicadores de la estabilidad del resultado.

La tabla admite dos “visiones”, la visión horizontal (o por fila) a partir de la cual es posible determinar la tendencia o conducta del conjunto de datos. La visión vertical (o por columnas) permite examinar la estabilidad de los resultados con las sucesivas eliminaciones y reemplazos.

Como se ha descrito, este tipo de análisis resulta fácil de aplicar, pero presentan una serie de inconvenientes como:

- La no consideración de las holguras distintas de cero. Aunque esto es fácilmente subsanable utilizando otro tipo de medidas, como las SBM (Cooper et al. (2007)).
- El periodo inicial y final no aparecen en tantas ventanas como el resto de periodos. Una alternativa a ello es la propuesta de Sueyoshi (1988) de un método “*round robin*” (todos contra todos, como en las ligas de fútbol), de forma que se examina cada periodo por separado, en segundo lugar un análisis de 2 periodos, después el de tres periodos, y así sucesivamente. El problema es que vuelve cada vez más difícil ya que la final el número de combinaciones de $2^p - 1$.

5. DATOS UTILIZADOS

En principio, al igual que en cualquier otro problema económico en el que se analizan funciones o fronteras de producción, lo deseable es contar con indicadores lo más fiables posibles del flujo de servicios que proporcionan los distintos factores productivos. En el caso del fútbol, el único factor productivo es los propios jugadores, que organizados por un entrenador disputan los partidos. En consecuencia, lo deseable sería contar con indicadores precisos que midieran las habilidades concretas de los distintos jugadores que forman las plantillas o, lo que es lo mismo con indicadores del capital humano específico para jugar al fútbol de cada jugador. Aunque en algunos trabajos se ha utilizado información referida al coste económico de los jugadores para aproximar sus habilidades, ésta información es difícil de conseguir, y su certeza presenta algunas dudas. Por ello, en este trabajo hemos optado por incluir como inputs, indicadores técnicos del fútbol que entendemos ofrecen una buena aproximación a la calidad de las plantillas, a la estructura del equipo o al sistema de juego empleado. Dado que ambos niveles (ofensivo/defensivo) son relevantes se ha procedido a seleccionar, dentro de la base de datos, aquellos inputs que fueran representativos del comportamientos ofensivos y defensivos de los equipos

De esta forma, finalmente se han seleccionado los mismos 4 inputs en el caso ofensivo y defensivo, la única diferencia es que en la orientación ofensiva los realiza el equipo y en la orientación defensiva los realiza el equipo contrario.

Los inputs son:

- Remates (realizados o recibido)
- Jugadas en el Area contraria (propia) a favor (en contra)
- Centros (realizados o recibido)
- Minutos de posesión del balón (a favor o en contra).

Si analizamos las correlaciones entre el output y los diferentes inputs en el total de las 8 temporadas, estos índices son todos positivos y suficientemente significativos:

Tabla 1: Índices de Correlación

Correlaciones				
<i>Goles</i>	Remates	Jugadas Area	Centros	Posesión
Marcados	0,7810	0,7876	0,0916	0,8497
Encajados	0,1561	0,4143	0,3830	0,4645

Para la muestra solamente se han seleccionado los 12 equipos que ha permanecido en la Primera División entre las temporadas 2002/03 hasta la 2008/09. El uso de la totalidad de equipos desvirtuaría el análisis.

Los datos utilizados son los de las acciones realizadas en los partidos que han intervenido lo 12 equipos, es decir, se han desechando los restantes partidos. Pero se ha mantenido la puntuación de final de temporada, ya que si solamente se hubiera usado los puntos conseguidos entre los enfrentamientos directos entre los 12 equipos, habría sucedido que en la temporada 2005/06, el equipo que más puntos hubiera conseguido habría sido el Osasuna y con ello habría sido Campeón de Liga. .

7.- EFICIENCIA OFENSIVA Y DEFENSIVA

Para el cálculo de las eficiencias ofensivas y defensivas se ha utilizado el modelo (1), según la forma descrita en Boscá et al. (2009).

Para cada uno de los 12 equipos se ha calculado la eficiencia ofensiva, los resultados se muestran en la Tabla 2. No obstante, para una mejor visualización se han representado en el Grafico 1.

De la tabla 3, podemos extraer como primera conclusión relevante que casi todos los equipos tienen un alto score ofensivo, prueba de ello son los elevados valores medios (casi todos cercanos a 0,9). Otro dato relevante es la eficiencia “constante” del Real Madrid, que siempre tiene un comportamiento eficiente ofensivamente, pero ello no siempre garantiza ser el campeón de la Liga, como se ha demostrado a lo largo de todas las temporadas, ya que como se observa en la Tabla 2, durante las 7 temporadas

analizadas, solamente en 2 de ellas el campeón fue el Real Madrid, mientras que en cuatro lo fue el FC. Barcelona.

Tabla 2: Campeones Liga

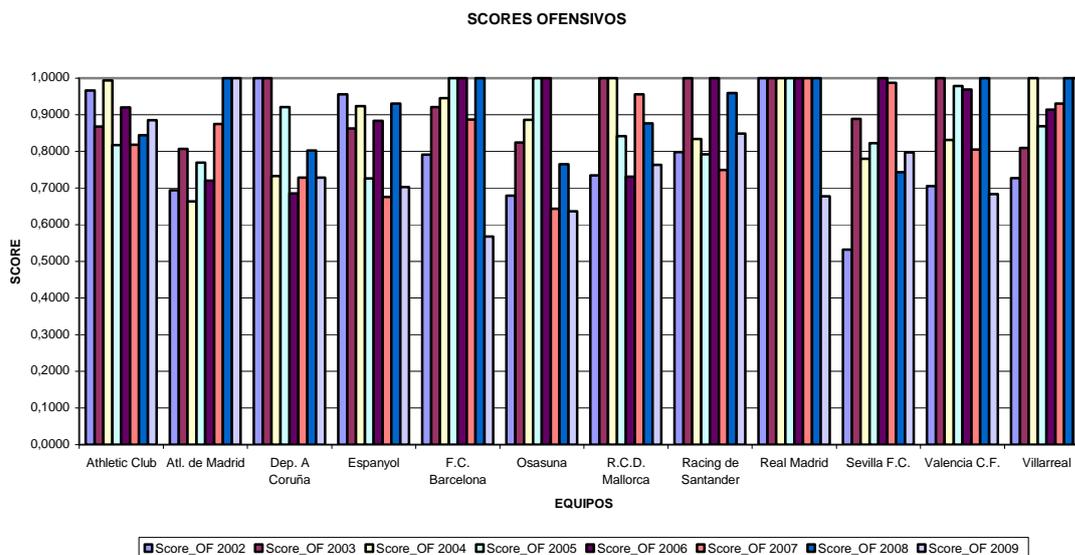
Temporadas	Campeón Liga
2002/03	Real Madrid
2003/04	Valencia C.F.
2004/05	F.C. Barcelona
2005/06	F.C. Barcelona
2006/07	Real Madrid
2007/08	Real Madrid
2008/09	F.C. Barcelona
2009/10	F.C. Barcelona

Tabla 3: Scores Ofensivos

DMU	Score_OF 2002	Score_OF 2003	Score_OF 2004	Score_OF 2005	Score_OF 2006	Score_OF 2007	Score_OF 2008	Score_OF 2009
Athletic Club	0,9657	0,8677	0,9938	0,8172	0,9199	0,8185	0,8442	0,8852
Atl. de Madrid	0,6937	0,8069	0,6633	0,7692	0,7200	0,8751	1,0000	1,0000
Dep. A Coruña	1,0000	1,0000	0,7330	0,9206	0,6855	0,7287	0,8027	0,7290
Espanyol	0,9552	0,8629	0,9238	0,7265	0,8833	0,6757	0,9301	0,7024
F.C. Barcelona	0,7916	0,9212	0,9456	1,0000	1,0000	0,8872	1,0000	0,5676
Osasuna	0,6792	0,8240	0,8864	1,0000	1,0000	0,6432	0,7653	0,6362
R.C.D. Mallor	0,7348	1,0000	1,0000	0,8414	0,7313	0,9558	0,8763	0,7631
Racing de Sai	0,7982	1,0000	0,8338	0,7921	1,0000	0,7500	0,9588	0,8489
Real Madrid	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,6772
Sevilla F.C.	0,5318	0,8889	0,7802	0,8230	1,0000	0,9868	0,7432	0,7970
Valencia C.F.	0,7056	1,0000	0,8311	0,9783	0,9687	0,8049	1,0000	0,6838
Villarreal	0,7271	0,8098	1,0000	0,8690	0,9138	0,9305	1,0000	1,0000

La gráfica 1 muestra la evaluación de las eficiencias individuales a lo largo de las ocho temporadas. La mayoría de los equipos presentan un comportamiento diverso, ascensos y descenso de la eficiencia temporadas a temporada. Quizás los únicos que presenta una tendencia ascendente más clara a lo largo de estas temporadas son el At. de Madrid y el Villarreal. Mientras que en el lado opuesto están el Ath. Bilbao y el Deportivo de la Coruña.

Gráfico 1: Scores Ofensivos

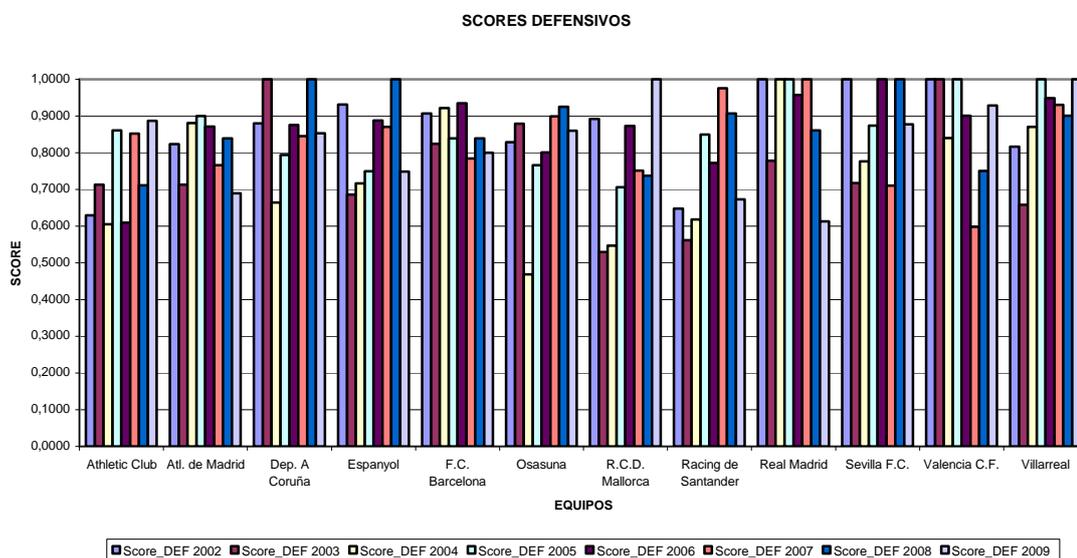


Con relación a los scores defensivos contenidos en la Tabla 4, podemos destacar que los valores medios son notablemente inferiores a los ofensivos. Asimismo, no hay ningún equipo que sea eficiente a lo largo de las ocho temporadas. Estas eficiencias máximas se las han repartido equipos como el Deportivo, Espanyol, Mallorca, Real Madrid, Sevilla, Valencia y Villarreal.

Tabla 4: Scores Defensivos

DMU	Score_DEF 2002	Score_DEF 2003	Score_DEF 2004	Score_DEF 2005	Score_DEF 2006	Score_DEF 2007	Score_DEF 2008	Score_DEF 2009
Athletic Club	0,6293	0,7132	0,6055	0,8606	0,6095	0,8518	0,7116	0,8868
Atl. de Madrid	0,8239	0,7128	0,8806	0,8998	0,8710	0,7660	0,8394	0,6897
Dep. A Coruña	0,8801	1,0000	0,6645	0,7943	0,8754	0,8452	1,0000	0,8527
Espanyol	0,9310	0,6862	0,7162	0,7500	0,8875	0,8706	1,0000	0,7489
F.C. Barcelona	0,9072	0,8244	0,9215	0,8395	0,9344	0,7841	0,8390	0,7999
Osasuna	0,8288	0,8788	0,4687	0,7663	0,8008	0,8988	0,9256	0,8598
R.C.D. Mallor	0,8920	0,5295	0,5473	0,7064	0,8731	0,7512	0,7372	1,0000
Racing de Sai	0,6482	0,5621	0,6180	0,8493	0,7719	0,9761	0,9071	0,6731
Real Madrid	1,0000	0,7783	1,0000	1,0000	0,9574	1,0000	0,8613	0,6128
Sevilla F.C.	1,0000	0,7175	0,7762	0,8740	1,0000	0,7108	1,0000	0,8773
Valencia C.F.	1,0000	1,0000	0,8402	1,0000	0,9007	0,5982	0,7500	0,9291
Villarreal	0,8165	0,6582	0,8705	1,0000	0,9483	0,9303	0,9012	1,0000

Gráfico 2: Scores Defensivos



6.- PRODUCTIVIDAD MALMQUIST

Una vez analizada la eficiencia individual de cada uno de los equipos en las diferentes temporadas, se ha procedido a realizar una análisis dinámico de las ocho temporadas, comparando la evolución desde el año inicial (2002) hasta el final (2008). Para ello se ha recurrido al uso del índice de Malmquist de la ecuación (5).

La Tabla 5 recoge los cambios en la eficiencia ofensiva de cada uno de los equipos. Se han resaltado los equipos del At. de Madrid ya que ha mejorado mucho, tanto en eficiencia como en productividad y con ello alcanza el mayor valor del índice de Malmquist. Una explicación plausible de ello ha sido la contratación de buenos delanteros.

Tabla 5: Cambios en eficiencia, progreso técnico e Índice de Malmquist en Orientación Ofensiva

	CE	PT	MLI
Ath. Bilbao	0,916651	0,955492	0,875853
Atl. de Madrid	1,441585	1,023235	1,475080
Dep. A Coruña	0,729026	0,983436	0,716950
Espanyol	0,788314	0,979664	0,772282
F.C. Barcelona	0,751510	0,859008	0,645553
Osasuna	1,051370	1,018948	1,071292
R.C.D. Mallorca	1,052795	0,951418	1,001649
Racing de Santander	1,143888	0,868715	0,993713
Real Madrid	0,711252	0,790587	0,562307
Sevilla F.C.	1,619904	0,833558	1,350284
Valencia C.F.	1,002266	0,928133	0,930236
Villarreal	1,375366	0,989710	1,361213

Por el contrario, el Deportivo de la Coruña, ha empeorado notablemente su capacidad ofensiva, en especial su eficiencia. Ello puede deberse, fundamentalmente, que los delanteros del equipo han dejado de realizar bien su labor y por el traspaso de algunos de ellos a otros equipos.

Si analizamos la orientación defensiva, la Tabla 6 nos muestra los cambios en la eficiencia y el cambio técnico de los diferentes equipos

Tabla 6: Cambios en eficiencia, progreso técnico e Índice de Malmquist en Orientación Defensiva

defensivo	CE	PT	MLI
Ath. Bilbao	1,27098	0,96655	1,22846
Atl. de Madrid	0,74386	1,08219	0,80500
Dep. A Coruña	1,05573	1,06151	1,12068
Espanyol	0,94234	1,12877	1,06369
F.C. Barcelona	1,10235	1,10131	1,21402
Osasuna	1,20661	1,04069	1,25571
R.C.D. Mallorca	0,99410	1,10919	1,10264
Racing de Santander	1,06410	1,04356	1,11045
Real Madrid	0,85275	1,07964	0,92066
Sevilla F.C.	0,74887	1,00279	0,75095
Valencia C.F.	0,85981	0,94984	0,81669
Villarreal	0,82444	1,08211	0,89213

Analizando individualmente cada uno de ellos, merecen un comentario especial, el Osasuna ya que es uno de los pocos equipos que ha mejorado su eficiencia, mientras que el caso del Valencia CF es especialmente relevante, ya que si se observa su evolución en los últimos años, esta es claramente descendente.

El Valencia fue en las temporadas 2002/03 y 2003/04 el mejor equipo defensivamente, hasta llegar a considerarse una unidad influyente en el resultado de todos los demás equipos. Fue el equipo que menos goles recibía en esas temporadas, con un buen bloque defensivo. La retirada de algunos jugadores, así como el cambio de entrenadores ha supuesto este descenso del nivel de eficiencia del equipo.

7.- PRODUCTIVIDAD WINDOW ANALYSIS

Para realizar el análisis DEA WINDOW una de las decisiones importante es determinar la amplitud de la ventana, en este caso y dado que hay 8 temporadas se ha considerado conveniente fijar en 4 esta amplitud. Las Tablas 7 y 8 recoge los valores de cada una de las ventanas

Con el fin de simplificar el análisis se han representado en un grafico los equipos más representativos en función de los resultados alcanzados en el epígrafe 6, de forma que podemos observar que los resultados son prácticamente los mismos.

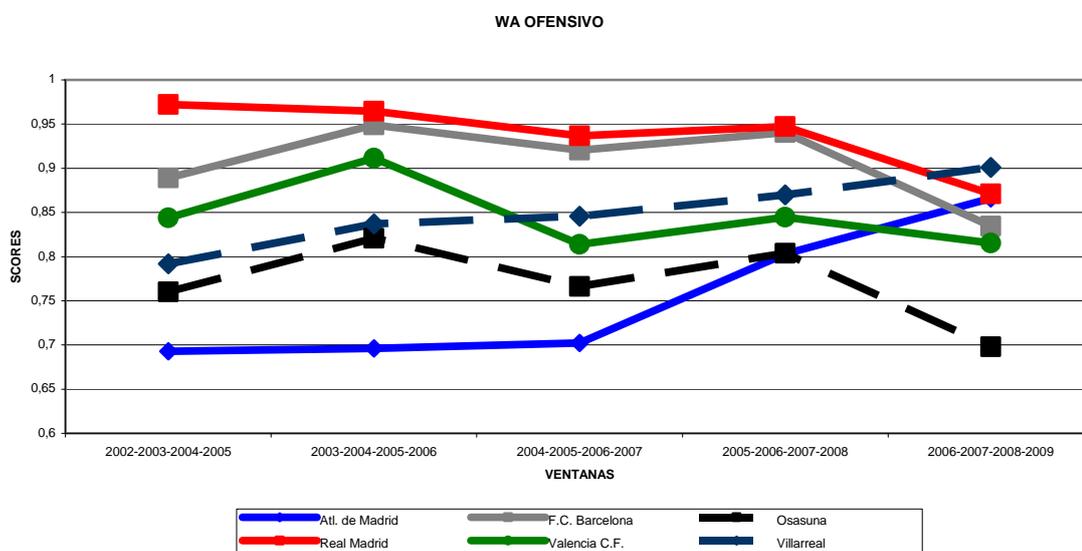
Tabla 7: Scores de eficiencia **ofensiva** según DEA WINDOWS para dos temporadas.

	2002-2003- 2004-2005	2003-2004- 2005-2006	2004-2005- 2006-2007	2005-2006- 2007-2008	2006-2007- 2008-2009
Ath. Bilbao	0,8358051	0,81318475	0,77209432	0,79368326	0,80991204
Atl. de Madrid	0,69294593	0,69595212	0,70210378	0,80314355	0,86592829
Dep. A Coruña	0,83458298	0,73969589	0,66349734	0,74405891	0,69417551
Espanyol	0,77137276	0,79764255	0,73585296	0,75437337	0,74547609
F.C. Barcelona	0,88917761	0,94901759	0,92068498	0,94027028	0,83462501
Osasuna	0,76009021	0,82073471	0,76632071	0,80362422	0,69802189
R.C.D. Mallor	0,84221932	0,82363655	0,80359626	0,81460905	0,78936216
Racing de Sa	0,81228365	0,81130948	0,73073231	0,81433794	0,83948173
Real Madrid	0,97218861	0,9645198	0,93666973	0,9471479	0,87109941
Sevilla F.C.	0,7319224	0,83867983	0,83021019	0,79839842	0,81607227
Valencia C.F.	0,84387949	0,91163725	0,81377372	0,8447611	0,8151893
Villarreal	0,7920252	0,83720859	0,84584732	0,87004632	0,90108504

Tabla 8: Scores de eficiencia **defensiva** según DEA WINDOWS para dos temporadas.

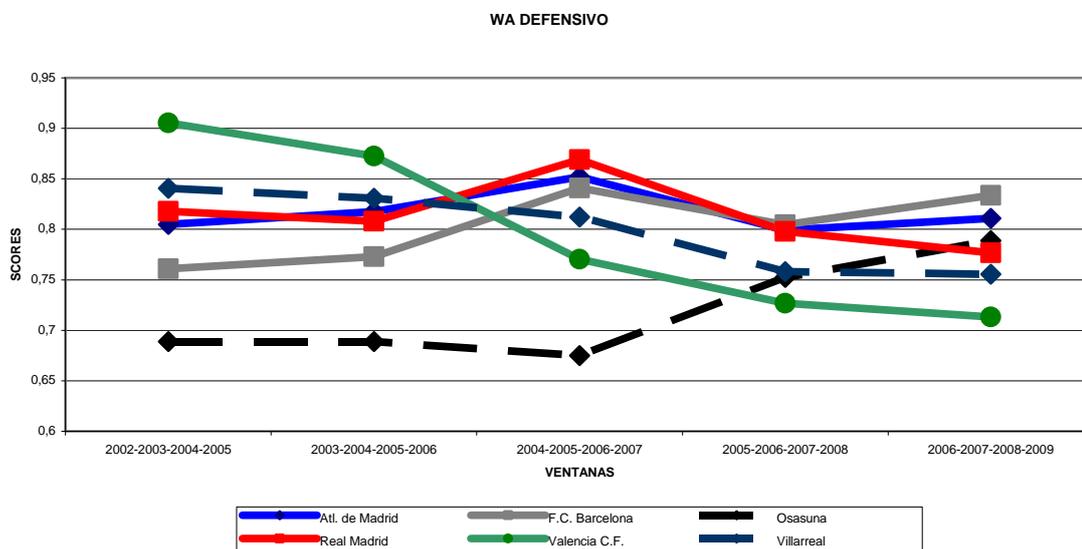
	2002-2003- 2004-2005	2003-2004- 2005-2006	2004-2005- 2006-2007	2005-2006- 2007-2008	2006-2007- 2008-2009
Ath. Bilbao	0,70038082	0,68061958	0,71671859	0,72936869	0,71347037
Atl. de Madrid	0,80503519	0,81751029	0,85197968	0,7992893	0,710906
Dep. A Coruña	0,83206611	0,81644281	0,76134097	0,81564546	0,81214554
Espanyol	0,77265909	0,75589294	0,80158085	0,84540987	0,76899669
F.C. Barcelona	0,76084974	0,77291709	0,8409863	0,80458525	0,833642
Osasuna	0,68872589	0,68885457	0,67507153	0,75236383	0,78883141
R.C.D. Mallor	0,66701313	0,65364262	0,69800204	0,7188181	0,78204926
Racing de Sa	0,63911664	0,66528085	0,76460277	0,81342102	0,75787116
Real Madrid	0,81786275	0,80789174	0,86907638	0,79783898	0,77686682
Sevilla F.C.	0,78319276	0,79675293	0,79567231	0,83210634	0,8375411
Valencia C.F.	0,90529539	0,87244689	0,7704794	0,72669647	0,71310942
Villarreal	0,84064564	0,83085213	0,81227891	0,75794644	0,75571124

Gráfico 3: Evolución eficiencia ofensiva



En el gráfico 3 podemos observar el importante crecimiento de la eficiencia por parte del At. de Madrid y la caída de la misma en el caso del Osasuna

Gráfico 4: Evolución eficiencia defensiva



En el gráfico 4 también se constata la fuerte caída de la eficiencia del Valencia CF, pasando de ser la referencia defensiva en el periodo 2002-03 a ser el peor.

Como puede comprobarse la alternativa de usar el índice de Malmquist o el DEA Window es prácticamente una decisión del analista, ya que los resultados son casi idénticos

6. CONCLUSIONES

La medición de los cambios en la eficiencia temporal de los equipos de la liga española solamente puede hacerse para aquellos equipos que han participado en todas la temporadas analizadas.

El análisis individualizado de cada una de las temporadas en las dos vertientes (ofensiva y defensiva) presentan notables diferencias, en primer lugar destacar que la mayoría de los equipos presentan mayores eficiencias ofensivas que defensivas. Pero es de destacar que los equipos más eficientes en este análisis no son los que han ganado las ligas de cada una de las temporadas. La razón, es que al restringir el análisis a los equipos comunes, se han eliminado a 8 en cada una de ellas, y por esos la eficiencia relativa se mide con relación a los 12 equipos pero con todos los que forman la liga real, por esos, podría darse el caso de que en la temporada 2005/06 el campeón de esta mini liga de 12 equipos hubiera sido el Osasuna. No obstante, al ser los equipos más representativos de la categoría si que puede establecerse una comparativa de su comportamiento.

Para medir la productividad temporal de los equipo se ha recurrido tanto al índice de Malmquist como al DEA Windows, de manera que ambas metodologías presentan unos resultados muy similares. De los dos análisis se puede observar que sigue existiendo una preponderancia ofensiva, es decir, casi todos los equipos han mejorado ofensivamente y que todos han empeorado defensivamente.

Conviene resaltar los dos casos más representativos de ambas orientaciones. Así el At. de Madrid ha sido el que más ha mejorado su eficiencia ofensiva en los últimos años con la contratación de buenos delanteros.

El otro caso reseñable es el Valencia en la vertiente defensiva, ha pasado de ser una referencia defensiva para todos los equipos a ser uno de los peores equipos en esta faceta. La marcha de algunos defensas con la despedida del entrenador han propiciado un cambio en la faceta defensiva que se nota claramente en la evolución temporal.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Banker, R. D.** (1993), Maximum Likelihood, Consistency and Data Envelopment Analysis: A Statistical Foundation, *Management Science*, 39(10), 1265-1273.
- **Bjurek, H.** (1996): “The Malmquist Total Factor Productivity Index,” *Scandinavian Journal of Economics* 98:2, 303-13.
- **Bonilla, M; Casasus, T., Medal, A. and Sala, R** (2002), Traffic in Spanish ports: an efficiency analysis, *International Journal of Transport Economics*, 29, 215-230.
- **Bosca, J.E. , Liern, V. , Martínez, A. and Sala, R.** (2005), Eficiència ofensiva i defensiva en la lliga espanyola de futbol. *Revista Economica de Catalunya*. Vol 51. 82-92. (In Catalan)
- **Boscá. J.E.; Liern. V.; Martinez. A and Sala. R.**(2009). Increasing offensive or defensive efficiency? An analysis of Italian and Spanish football. *Omega*. **37**. 63-78.
- **Carmichael, F. and Thomas, D.** (1995), Production and efficiency in team sports: an investigation of rugby league football, *Applied Economics*, 27, 859-869.
- **Carmichael, F. and Thomas, D.** (2005), Home-Field effect and team performance: Evidence from English premiership football, *Journal of Sports economics*, 6, 246-281.
- **Carmichael, F., Thomas, D. and Ward, R.** (2000), Team Performance: The Case of English Premiership Football, *Managerial and Decision Economics*, 21, 31-45.
- **Caves, D.W., Christensen, L.R. y Diewert, W.E.** (1982): “Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers”, *Economic Journal* 92 (365), pp. 73-86.

- **Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E.** (1978), Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- **Clarke, S.R., and Norman, J. M.** (1995), Home ground advantage of individual clubs in English soccer, *The Statistician*, 44, 509-521.
- **Coelli, T., Rao, D.S. and Battese, G.E.** (1998): *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer. Boston.
- **Coelli, T.J., Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J., Battese, G.** (2005): *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis (2ª Edición)* Springer. New York. USA
- **Cooper, W.W., Seiford L.M. and Tone, K.** (1999): *Data Envelopment Analysis*. Kluwer. Boston.
- **Cooper, W.W., Seiford L.M. and Tone, K.** (2007): *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS A Comprehensive Text with Models, Applications, references and DEA-Solver Software*. Springer. New York
- **Dawson, P., Dobson, S. and Gerrard, B.** (2000), Stochastic Frontiers and the Temporal Structure of Managerial Efficiency in English Soccer, *Journal of Sports Economics*, vol. 1, nº 4, 341-362.
- **Färe, R., Grosskopf, S. y Lovell, C.A.K.** (1994): *Production Frontiers*, Cambridge University Press.
- **Haas, D. J.** (2003). Technical Efficiency in the Major League Soccer, *Journal of Sports Economics*, 04-03, 203-215.
- **Klopp, G.** (1985), "The Analysis of the Efficiency of Production System with Multiple Inputs and Outputs" (Chicago: University of Illinois at Chicago, Industrial and Systems Engineering College. Cited by [13]
- **León, T, Liern, V. Ruiz, J. L., and Sirvent, I.** (2002), A Possibilistic Programming Approach to the Assessment of Efficiency with DEA Models, *Fuzzy Sets and Systems*, 139, 407-419.
- **Nevill, A. M., Newell, S. M., and Gale, S.** (1996), Factors associated with home advantage in English and Scottish soccer matches, *Journal of sports Science*, 14, 181-186.

- **Ray. S., and Desli, E.** (1997): “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries: Comment”, *American Economic Review*, 87(5):1033-1039.
- **Rottenberg, S.** (1956), The baseball player’s labor-market, *Journal of Political Economy*, 64, 242-258.
- **Schofield, J.A.** (1988), Production functions in the sports industry: An empirical analysis of professional cricket, *Applied Economics*, 20, 177-193.
- **Scott. F.A.; Long. J.E. and Somppi. K.**(1985)Salary vs marginal revenue product under monopsony and competition: The case of professional basketball. *Atlantic Economic Journal*. 13. 50-59.
- **Scully, G W.** (1974), Pay and Performance in Major League Baseball, *American Economic Review*, 64, 915-930.
- **Sloane, P.J.** (1971), The economics of professional football, the football club as a utility maximiser, *Scottish Journal of Political Economy*, 8, 121-146.
- **Sloane, P.J. ed.** (1997), The economic of sport, *Economic Affairs*, 17, Special issue.
- **Sueyoshi, T** (1992), "Comparisons and Analyses of Managerial Efficiency and Returns to Scale of Telecommunication Enterprises by using DEA/WINDOW," (in Japanese) *Communications of the Operations Research Society of Japan* 37, pp.210-219.
- **Sun, D.B.** (1988), "Evaluation of Managerial Performance in Large Commercial Banks by Data Envelopment Analysis," Ph.D. dissertation. Graduate School of Business, University of Texas, Austin, TX. Cited by [13]
- **Zak, T. A., Huang, C.J. and Siegfried, J.J.** (1979), Production efficiency: the case of professional basketball, *Journal of Business*, 52, 379-392.