

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

**Análisis de eficiencia de los jugadores de la NBA  
mediante la metodología DEA**

Autor: Sergio Ricor Collado

Tutor: Antonio Plácido Moreno Beltrán

**Dep. Organización Industrial y Gestión de  
Empresas I**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2019





Trabajo Fin de Grado  
Grado en Ingeniería de Organización  
Industrial

# **Análisis de eficiencia de los jugadores de la NBA mediante la metodología DEA**

Autor:

Sergio Ricor Collado

Tutor:

Antonio Plácido Moreno Beltrán

Profesor Contratado Doctor

Dep. Organización Industrial y Gestión de  
Empresas I

Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



Trabajo Fin de Grado: Análisis de eficiencia de los jugadores de la NBA mediante la metodología DEA

Autor: Sergio Ricor Collado

Tutor: Antonio Plácido Moreno Beltrán

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal



# Agradecimientos

---

En primer lugar quiero agradecer a mi tutor a lo largo de este arduo proyecto, al Prof. Dr. D. Antonio Plácido Moreno Beltrán, si tengo algo claro, es que sin sus esfuerzos y al tiempo que ha invertido en mí, me habría resultado imposible completar esta investigación. Cuando este documento eran unas meras páginas en blanco resultaba imaginable como se podría convertir en algo de lo que me siento orgulloso a día de hoy.

Deseo agradecer también a mis padres, más allá de la vida universitaria, por todo el impacto que han tenido en mi vida estudiantil. Cómo me han ayudado a superar todos mis defectos y cualquier piedra que he encontrado en el camino.

Gracias también a todas aquellas personas que he tenido la suerte de poder conocer a lo largo de este periodo universitario, que me han formado cómo lo que soy actualmente. Gracias a todos mis amigos cercanos que sin su apoyo no habría llegado ni a la mitad de donde estoy ahora mismo.

Este documento no ha sido un mero paso, lo considero un gran paso para un nuevo futuro. Gracias a él he podido adaptar mi forma de pensar y de actuar al enfrentarme a los múltiples problemas que surgen.





# Resumen

---

En este proyecto se pretende llevar a cabo una investigación de la eficiencia de los jugadores de la liga de baloncesto más famosa del mundo, la NBA. Para ello se tomaran jugadores de las tres diferentes posiciones y se analizaran mediante DEA, buscando los jugadores más eficientes para cada una de ellas y para aquéllos que no son tan eficientes qué aspectos tienen que mejorar para maximizar sus resultados.

La NBA sigue asombrando con sus increíbles ingresos y resultados en audiencia a lo largo de la historia. No es de extrañar las grandes sumas monetarias que se mueven en el intercambio y compra de estos jugadores llegando a tener un gran papel el análisis de sus estadísticas a la hora de saber la calidad de un jugador.

En la actualidad, muchas academias siguen apostando por sus jugadores más jóvenes y es el trabajo de los ojeadores analizar a los jugadores de los equipos más pequeños para introducirlos a las grandes ligas. Gracias a esta metodología se facilita el estudio de los jugadores y su análisis con sólo la aportación de sus datos de juego.

Con este estudio no sólo se pretende dar una visión al lector de los mejores jugadores de la mejor liga de baloncesto, sino también se busca mostrar ciertos jugadores que sin tener unos resultados extraordinarios rinden a un nivel excelente y permitirles unas mayores oportunidades para lograr e incluso mejorar los resultados de los jugadores estrella.



# Abstract

---

The objective of this project is to carry out an investigation of the efficiency of the players of the most famous basketball league in the world, the NBA. For this players will be taken from the three different positions and analysed by DEA, looking for the most efficient players for each position and those not so efficient that aspects have to improve to maximize their results.

The NBA continues to amaze with its incredible revenue and audience results throughout history. It is not surprising the large monetary sums that move in the exchange and purchase of these players coming to have a great role analysing their statistics when it comes to knowing the quality of a player.

At present, many academies are still betting on their younger players and it is the job of scouts to analyse the players of the smaller teams to introduce them to the big leagues. Thanks to this methodology the study of the players and their analysis is facilitated with the mere contribution of their game data.

This study not only aims to give the reader a vision of the best players in the best basketball league, but also seeks to show certain players that without extraordinary results perform at an excellent level and allow them greater opportunities to achieve and even improve the results of the star players.



# ÍNDICE

---

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>7</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>11</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>13</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>15</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>17</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES</b> .....	<b>19</b>
<b>1 OBJETO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>21</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	21
1.2 ALCANCE DEL PROYECTO .....	21
1.3 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	21
<b>2 ANÁLISIS POR ENVOLTURA DE DATOS</b> .....	<b>23</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	23
2.2 INTRODUCCIÓN HISTÓRICA DE LA METODOLOGÍA .....	23
2.3 CONCEPTOS BÁSICOS.....	23
2.4 MODELOS DEA.....	26
2.4.1 Modelo RATIO.....	28
2.4.2 Modelo CCR-INPUT.....	28
2.4.3 Modelo CCR-OUTPUT .....	29
2.4.4 Modelo BBC-INPUT.....	30
2.4.5 Modelo BBC-OUTPUT .....	32
2.4.6 Modelo basado en holguras (SBM) .....	32
2.5 TIPOS DE SALIDAS .....	33
2.5.1 Entradas y salidas no deseadas.....	34
2.5.2 Salidas negativas.....	34
2.6 APLICACIONES DEL ANÁLISIS POR ENVOLTURA DE DATOS .....	34
2.6.1 Sector educativo.....	34
2.6.2 Sector financiero .....	35
2.6.3 Sector industrial privado.....	35
2.6.4 Sector público / sector servicios .....	35
2.6.5 Sector deportivo.....	35
<b>3 SECTOR Y ÁREA DE INTERÉS</b> .....	<b>37</b>
3.1 INTRODUCCIÓN.....	37
3.2 INTRODUCCIÓN HISTÓRICA DEL BALONCESTO Y LA NBA.....	37
3.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA .....	38
3.4 MARKETING Y TECNOLOGÍA.....	40
3.5 ESTRATEGIA DE EXPANSIÓN GLOBAL .....	41
<b>4 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO Y DATOS</b> .....	<b>43</b>
4.1 INTRODUCCIÓN.....	43
4.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO .....	43
4.2.1 Datos .....	43
4.2.2 Variables.....	45
4.2.3 Modelo matemático.....	50
<b>5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>55</b>

5.1 INTRODUCCIÓN.....	55
5.2 RESULTADOS.....	55
5.2.1 <i>Holguras</i> .....	56
5.2.2 <i>Jugadores más eficientes</i> .....	59
5.2.3 <i>Jugadores dominantes</i> .....	63
<b>6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO DE TABLAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO DE PROGRAMACIÓN LINGO.....</b>	<b>89</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

---

<b>TABLA 1.</b> VALOR DE LOS EQUIPOS EN 2012 .....	38
<b>TABLA 2.</b> VALOR DE LOS EQUIPOS EN 2018 .....	38
<b>TABLA 3.</b> TOPE SALARIAL .....	39
<b>TABLA 4.</b> DMUS POSICIÓN GUARD.....	43
<b>TABLA 5.</b> DMUS POSICIÓN FORWARD.....	44
<b>TABLA 6.</b> DMUS POSICIÓN CENTER .....	45
<b>TABLA 7.</b> ACTORES DEL MODELO Y VARIABLES .....	51
<b>TABLA 8.</b> DATOS POSICIÓN CENTER.....	55
<b>TABLA 9.</b> HOLGURAS POSICIÓN CENTER .....	56
<b>TABLA 10.</b> RESUMEN HOLGURAS GUARD .....	57
<b>TABLA 11.</b> RESUMEN HOLGURAS FORWARD .....	58
<b>TABLA 12.</b> RESUMEN HOLGURAS CENTER .....	59
<b>TABLA 13.</b> JUGADORES EFICIENTES GUARD VRS.....	60
<b>TABLA 14.</b> JUGADORES EFICIENTES GUARD CRS.....	61
<b>TABLA 15.</b> JUGADORES EFICIENTES FORWARD VRS.....	61
<b>TABLA 16.</b> JUGADORES EFICIENTES FORWARD CRS.....	62
<b>TABLA 17.</b> JUGADORES EFICIENTES CENTER VRS .....	62
<b>TABLA 18.</b> JUGADORES EFICIENTES CENTER CRS .....	63
<b>TABLA 19.</b> JAMES HARDEN.....	64
<b>TABLA 20.</b> LEBRON JAMES.....	64
<b>TABLA 21.</b> ANTHONY DAVIS .....	64
<b>TABLA 23.</b> DATOS GUARD .....	71
<b>TABLA 24.</b> HOLGURA PARA GUARD CON VRS.....	73
<b>TABLA 25.</b> HOLGURAS PARA GUARD SIN VRS .....	75
<b>TABLA 26.</b> DATOS FORWARD .....	78
<b>TABLA 27.</b> HOLGURAS PARA FORWARD CON VRS .....	80
<b>TABLA 28.</b> HOLGURAS PARA FORWARD SIN VRS.....	82
<b>TABLA 29.</b> DATOS CENTER .....	85
<b>TABLA 30.</b> HOLGURAS PARA CENTER CON VRS.....	86
<b>TABLA 31.</b> HOLGURAS PARA CENTER SIN VRS .....	87





# ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>ILUSTRACIÓN 1.</b> CONCEPTOS PREVIOS .....	27
<b>ILUSTRACIÓN 2.</b> REPRESENTACIÓN GRÁFICA CRSINPUT .....	29
<b>ILUSTRACIÓN 3.</b> REPRESENTACIÓN GRÁFICA CRSOUTPUT .....	30
<b>ILUSTRACIÓN 4.</b> REPRESENTACIÓN GRÁFICA BBCINPUT .....	31
<b>ILUSTRACIÓN 5.</b> REPRESENTACIÓN GRÁFICA BBCOUTPUT .....	32
<b>ILUSTRACIÓN 6.</b> EVOLUCIÓN DE LOS ESPECTADORES.....	41
<b>ILUSTRACIÓN 7.</b> POSICIONES DE LOS JUGADORES.....	46



# ÍNDICE DE ECUACIONES

---

<b>ECUACIÓN 1.</b> PRODUCTIVIDAD INDIVIDUAL .....	23
<b>ECUACIÓN 2.</b> PRODUCTIVIDAD GLOBAL .....	24
<b>ECUACIÓN 3.</b> ENTRADA Y SALIDA VIRTUAL .....	25
<b>ECUACIÓN 4.</b> PRODUCTIVIDAD MÚLTIPLE .....	25
<b>ECUACIÓN 5.</b> EFICIENCIA RELATIVA .....	25
<b>ECUACIÓN 6.</b> EFICIENCIA DESGLOSADA .....	25
<b>ECUACIÓN 7.</b> EFICIENCIA GLOBAL .....	26
<b>ECUACIÓN 8.</b> CONJUNTO DMUS CRS.....	26
<b>ECUACIÓN 9.</b> CONJUNTO DMUS VRS .....	27
<b>ECUACIÓN 10.</b> MODELO RATIO .....	28
<b>ECUACIÓN 11.</b> RESTRICCIÓN DE LAS DMUS EFICIENTES .....	28
<b>ECUACIÓN 12.</b> MODELO CRSINPUT .....	29
<b>ECUACIÓN 13.</b> MODELO CCROUTPUT .....	30
<b>ECUACIÓN 14.</b> MODELO BCCINPUT .....	31
<b>ECUACIÓN 15.</b> MODELO BBCOUTPUT .....	32
<b>ECUACIÓN 16.</b> MODELO SBMINPUT .....	33
<b>ECUACIÓN 17.</b> MODELO SMBOUTPUT .....	33
<b>ECUACIÓN 18.</b> SALIDA NEGATIVA .....	34
<b>ECUACIÓN 19.</b> RESTRICCIÓN PARA VARIABLES NEGATIVAS .....	48
<b>ECUACIÓN 20.</b> FO GUARD.....	51
<b>ECUACIÓN 21.</b> FO FORWARD.....	52
<b>ECUACIÓN 22.</b> FO CENTER .....	52
<b>ECUACIÓN 23.</b> FO GLOBAL.....	52
<b>ECUACIÓN 24.</b> RESTRICCIONES DENTRO DE LA FO .....	52
<b>ECUACIÓN 25.</b> RESTRICCIONES GENÉRICAS .....	53
<b>ECUACIÓN 26.</b> RESTRICCIONES GUARD .....	53
<b>ECUACIÓN 27.</b> RESTRICCIONES FORWARD .....	54
<b>ECUACIÓN 28.</b> RESTRICCIONES CENTER.....	54
<b>ECUACIÓN 29.</b> RESTRICCIÓN VRS .....	54



# 1 OBJETO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

---

## 1.1 Introducción

En este capítulo, una vez vistas unas ideas previas, se establecen las limitaciones del modelo a través del alcance del proyecto y se proporciona una introducción al formato y contenido que seguirá el documento. La estructura del documento sirve de guía para los distintos temas que se van a tratar más allá del objeto de investigación.

## 1.2 Alcance del proyecto

Para este proyecto se ha optado por delimitar los jugadores analizados a aquéllos que cumplen una serie de restricciones, de manera que se pueda extraer una mayor cantidad de información por cada jugador y centrar el análisis.

Las restricciones seguidas para limitar el proyecto han sido principalmente dos, un número de partidos jugados y el número de minutos jugados por partidos, eliminando aquellos jugadores que han tenido una baja participación en la liga. También se han limitado los datos obtenidos a la temporada 2017-2018, la cual resulta ser la última temporada que a día de hoy que puede ser analizada, dándole un mayor grado de interés al ser datos recientes.

Por último cada modelo jugador cuenta con un total de una entrada y varias salidas que varían según la posición del jugador teniendo un mínimo de seis y un máximo de nueve.

## 1.3 Estructura del documento

Tras haber definido los objetivos y el alcance de este documento, en los siguientes capítulos se realiza una introducción a la metodología utilizada para la realización de los modelos, el análisis por envoltura de datos (DEA). En este capítulo también se agregan una serie de conceptos previos para una mayor comprensión de los diferentes modelos y sus estructuras.

En el tercer capítulo se da una breve introducción histórica al baloncesto americano y se hace un gran enfoque a la importancia que ha tenido la NBA en la economía. Se compara el valor del mercado de los diferentes equipos y su crecimiento a lo largo de la historia. Por último se hace una breve referencia a la estrategia de mercado seguida por la NBA para su crecimiento.

En el cuarto capítulo se introduce el modelo utilizado y en él se muestran los distintos jugadores que componen cada posición sujetos de estudio. Las distintas entradas y salidas del modelo adjuntándole una explicación de las mismas. Por último, pero no menos importante, el modelo matemático, descompuesto para cada caso junto a las restricciones.

En el quinto capítulo se encuentran los resultados del documento, donde se analizan de manera global todas las holguras obtenidas para las distintas posiciones. Se hace también un análisis de los mejores jugadores para cada posición quedando completado uno de los objetivos principales de este documento.

En el sexto y último capítulo, tras haber realizado los resultados se realiza unas conclusiones sobre los datos obtenidos en el apartado anterior y una serie de sugerencias para una posible futura ampliación de este documento junto algunas propuestas.



# 2 ANÁLISIS POR ENVOLTURA DE DATOS

---

## 2.1 Introducción

En estos apartados se presenta la metodología DEA (Data Envelopment Analysis) o análisis por envoltura de datos, dándose los conceptos fundamentales para la comprensión de la metodología. También se introducirán los modelos básicos y los modelos DEA más usados.

## 2.2 Introducción histórica de la metodología

El método DEA fue presentado originalmente por el inglés Farrell en el año 1957 y nos definía una frontera tecnológica empírica de producción en su trabajo “Measuring the efficiency of decision making units”, pero no fue hasta el año 1978 cuando se aplicaron estas ideas por primera ocasión por parte de Charnes, Cooper y Rhodes. Éstos sentaron los fundamentos matemáticos de la teoría moderna del método de la frontera de DEA.

Existen una serie de modelos principales, los cuales se desarrollarán con posterioridad. El primero, es el modelo CCR, definido por Charnes, Cooper y Rhodes. El segundo, el modelo BBC definido por Charnes, Cooper y Banker, en 1984. Éstos son los dos modelos principales. A raíz de los mismos surgen muchas derivaciones centradas en distintos criterios.

## 2.3 Conceptos básicos

La metodología DEA es usada para la evaluación de unidades productivas o DMUs (Decision Making Unit) a través de una serie de entradas y salidas, dicho de otra manera, utiliza las entradas para obtener una serie de salidas. Es una forma de evaluar o medir cómo se están aprovechando los recursos (entradas). La expresión matemática que nos aporta Farrell en 1957 nos define esta relación como el siguiente cociente:

$$Productividad = \frac{Salida}{Entrada} = \frac{Producción creada}{Recursos consumidos}$$

**Ecuación 1.** Productividad individual

En este proyecto, se tratará con los conceptos de productividad y eficiencia, ya que DEA, tiene como objetivo final la medida de la eficiencia de las diferentes DMUs, y aportar para cada una de ellas cual el objetivo a alcanzar para ser eficientes.

Esta ecuación nos resulta útil cuando la unidad que queremos analizar tiene la capacidad de modificar los recursos que se implican en el proceso, bien la cantidad de producto creada o la cantidad de recursos consumidos. Por esto mismo se les llama a estas unidades productivas DMUs.

Esta metodología ofrece información de cada unidad de decisión, dando la opción de explorar los orígenes de la eficiencia (o ineficiencia) de todas ellas. El objetivo principal es extraer cierta conclusión que permita mejorar la producción ya sea aumentando las salidas o reduciendo las entradas.

Podemos destacar su enfoque no paramétrico, aportando mucha generalidad. Nos permite el estudio a pesar de desconocer ciertos parámetros de la población en estudio.

Este modelo nos aporta una gran flexibilidad a la hora de la toma de las variables de entrada y salida, nos permite comprar diferentes unidades productivas sin que éstas estén totalmente definidas y asociadas entre sí.

Uno de los puntos débiles de esta metodología es la necesidad de un número concreto de DMUs y esto nos restringe el número de entradas y salidas, debiendo ser el triple de la suma de entradas y salidas.

Otro inconveniente es la importancia de la decisión del modelo adecuado para el objeto de estudio, ya que tiene una gran sensibilidad sobre los resultados que se obtienen.

Como se ha mencionado anteriormente, DEA puede funcionar sin definir al completo alguna unidad de decisión, de igual manera que nos aporta gran flexibilidad es un problema si se llega a una situación donde existen demasiadas estimaciones puntuales, éstas pueden llevar a la distorsión de los resultados.

Al margen de lo comentado anteriormente las dificultades no están tanto en la hora de la elección de las unidades productivas, sino en las variables por las cuales se ven afectadas en mayor medida teniendo en cuenta la necesidad de un carácter cuantitativo y no cualitativo. Es decir, cuáles son los recursos de los que disponen estas unidades productivas y cuál es la producción que viene asociada a éstos.

El primer paso de esta metodología consiste en la identificación de las unidades productivas a medir en el modelo, teniendo en cuenta todos los factores que afectan a esta unidad productiva.

A continuación, una vez definida las unidades productivas se proceden al análisis de todas las entradas y salidas del modelo. Existe un alto grado de dificultad a la hora de la medición de las mismas y muchas de ellas no son fácilmente mensurables.

Por lo tanto, se requiere un estudio previo de las causas por las cuales se elegirán estas entradas y salidas y no otras, definiendo de igual manera el criterio para la medición de las mismas.

A la hora de analizar las DMUs, no resulta interesante separar las variables como vemos en la Ecuación 1. Productividad individual, ésta proporciona un resultado de la productividad de manera individual, una entrada una salida. Resulta obvio que la mayoría de las investigaciones requieren múltiples recursos, para ello utilizaremos la siguiente ecuación para el cálculo de la productividad:

$$Productividad = \frac{Suma\ ponderada\ de\ salidas}{Suma\ ponderada\ de\ entradas}$$

**Ecuación 2.** Productividad global

En la Ecuación 2. Productividad global, agregamos un concepto que no se ha mencionado anteriormente, el analista debe enfrentarse a la tesitura de agregar una serie de pesos a las diferentes entradas y salidas, dicho de otra manera, tendrá que aplicar cierta ponderación.

El analista debe enfrentarse a la dificultad de agrupar ciertos recursos y resultados con distinta naturaleza. Para solucionar esta incidencia, aparecen los conceptos de entrada y salida virtual, entradas y salidas escalares que mediante el peso que se ha mencionado anteriormente para obtener un resultado adimensional y por tanto indiferente de la escala utilizada. Por lo tanto, definiendo la variable  $x_{ij}$  a la cantidad de recurso “i” usado por la unidad “j”, y como  $y_{kj}$  a la cantidad resultado “k” que produce la misma unidad, se obtiene las siguientes ecuaciones:

$$Entrada\ virtual_j = \sum_{i=1}^m u_{ij} x_{ij}$$



$$Salida\ virtual_j = \sum_{k=1}^p v_{kj} y_{kj}$$

**Ecuación 3.** Entrada y salida virtual

En la Ecuación 3. Entrada y salida virtual, “m” representa el número de entradas y “p” el de salidas para cada DMU analizada. Los términos que aparecen multiplicando a las variables  $u_{ij}$  y  $v_{kj}$  son los pesos mencionados anteriormente, tanto para entradas como para salidas.

Con estos conceptos recogidos en las anteriores ecuaciones podemos llegar a definir la productividad como:

$$Productividad_j = \frac{\sum_{k=1}^p v_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m u_{ij} x_{ij}}$$

**Ecuación 4.** Productividad múltiple

Cuando se procede al cálculo de la productividad de una determinada DMU, se obtienen unos resultados en los cuales no se ve reflejado el aprovechamiento de los recursos de los que se disponen y los resultados que se obtienen. Para ello cuando se calcula la productividad se compara con la de otras unidades semejantes, dando así un resultado de la productividad más útil.

Al plantearse la opción de compararlo con las diferentes DMUs surge la ecuación de eficiencia relativa:

$$Eficiencia_j = \frac{Productividad_j}{Productividad_o} = \frac{Salida\ virtual_j / Entrada\ virtual_j}{Salida\ virtual_o / Entrada\ virtual_o}$$

**Ecuación 5.** Eficiencia relativa

Donde el subíndice j indica la unidad objeto de estudio, y el subíndice o la unidad que se toma como valor de referencia para llevar a cabo el estudio.

Aplicando lo visto anteriormente en la Ecuación 4. Productividad múltiple, quedará la ecuación de eficiencia de la siguiente manera:

$$Eficiencia_j = \frac{\frac{\sum_{k=1}^p v_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m u_{ij} x_{ij}}}{\frac{\sum_{k=1}^p v_{kjo} y_{kjo}}{\sum_{i=1}^m u_{ijo} x_{ijo}}}$$

**Ecuación 6.** Eficiencia desglosada

Debido a esta ecuación podemos llegar a la conclusión que aquella unidad cuya eficiencia sea igual a la unidad se encontrará dentro del grupo de DMUs eficientes, mientras que aquellas cuya eficiencia sea inferior a la unidad serán ineficientes.

Dependiendo de la unidad de referencia que tomemos se pueden distinguir distintos tipos de eficiencias:

- *Eficiencia global*, cuando se toma como unidad de referencia, es decir, las variables con subíndice “o”, la mayor productividad entre todas las unidades posibles. Ésta debe ser siempre menor o igual a la unidad.

- *Eficiencia técnica*, cuando se toma como unidad de referencia la de mayor productividad entre todas las unidades posibles de su tamaño. Acabamos de mencionar el término tamaño como nuevo concepto a la hora de comprar las diferentes DMUs. El tamaño hace referencia al orden de magnitud que toman los valores de las variables de entrada y salida del modelo sujeto de análisis.
- *Eficiencia de escala*, la cual viene denotada como el cociente de las dos eficiencias anteriores. La eficiencia global entre la eficiencia técnica.

Destacar que la eficiencia de escala define que, si una unidad tiene como valor de la misma igual a la unidad, implica que las anteriores eficiencias, es decir, la eficiencia global y la eficiencia técnica coinciden en su valor. Por lo tanto, se puede afirmar que la DMU evaluada tiene igual tamaño que aquella con mayor productividad. Esta unidad tiene la característica de tamaño de escala más productivo MPPS (Most Productive Scale Size).

A modo de conclusión, se puede afirmar que la unidad que se toma de referencia y se muestra en el denominador es eficiente, por lo tanto, el concepto que se utilizará de aquí en adelante para la definición de los modelos, es:

$$Eficiencia_j = \frac{\sum_{k=1}^p v_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m u_{ij} x_{ij}}$$

**Ecuación 7.** Eficiencia global

## 2.4 Modelos DEA

Desde el inicio de la metodología DEA, han surgido diversos modelos buscando solventar las opciones que se presentan, antes de definir los mismos se presentarán algunos conceptos previos necesarios para la comprensión de los modelos.

Se procede a analizar cuatro conceptos necesarios para el posterior análisis, los cuales son, el retorno de escala constante, retorno de escala variable, orientación de entrada y orientación de salida.

- Se denomina *retorno de escala constante* (CRS), al hecho de que cualquier unidad productiva puede llegar a ser eficiente sin importancia de su tamaño. Debido a considerar que todas las DMUs pueden alcanzar la eficiencia consideraremos la ecuación de eficiencia global vista anteriormente en el apartado 2.3. Se toma como referencia aquella unidad productiva con valor de la eficiencia igual a la unidad.

$$T_{CRS} = \{(\vec{x}, \vec{y}) : \exists \vec{\lambda} \geq 0, \vec{\lambda}X \leq \vec{x}; \vec{\lambda}Y \geq \vec{y}\}$$

**Ecuación 8.** Conjunto DMUs CRS

Donde  $\vec{\lambda}$  es un vector con mismo número de componentes como unidades productivas tenga el problema sujeto de investigación. Definir también X e Y que son las matrices producidas por las diferentes entradas y salidas del modelo respectivamente. Estas matrices tienen tantas filas como DMUs existan en el problema. X tiene tantas columnas como entradas tenga el problema e Y tiene tantas columnas como salidas tenga el problema en cuestión.

- Se denomina *retorno de escala variable* (VRS), al hecho de que algunas unidades productivas no puedan llegar a ser eficientes debido a su tamaño. Debido a esto varía la eficiencia que toma como referencia en este apartado, se usa la eficiencia técnica, definida en el apartado anterior 2.3.

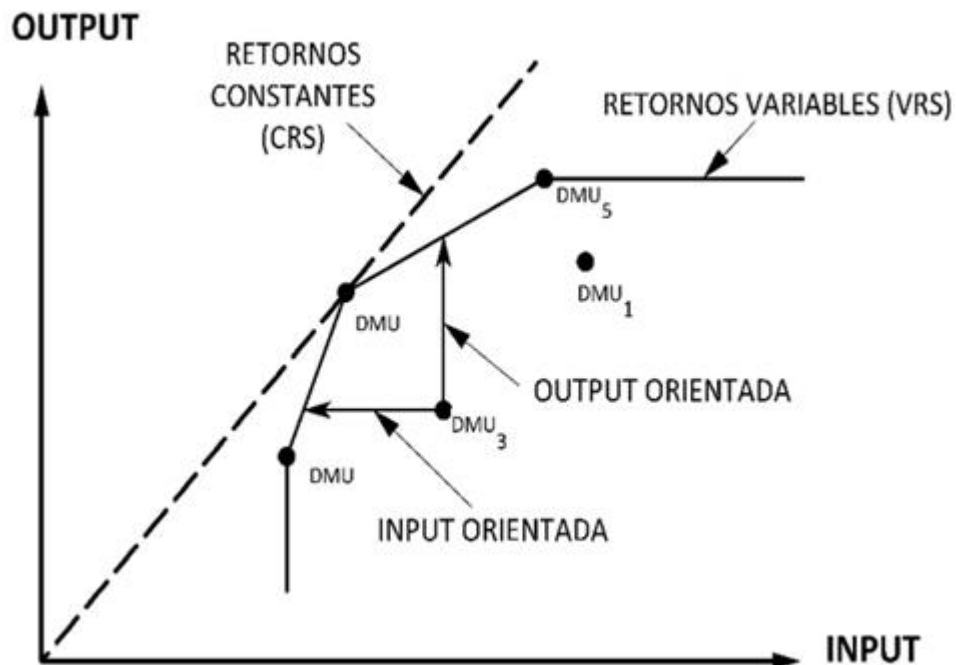
$$T_{VRS} = \{(\vec{x}, \vec{y}) : \exists \vec{\lambda} \geq 0, \vec{\lambda}X \leq \vec{x}; \vec{\lambda}Y \geq \vec{y}; \vec{\lambda}\vec{e}^T = 1\}$$

**Ecuación 9.** Conjunto DMUs VRS

A diferencia del conjunto CRS, en esta ecuación las componentes del vector  $\vec{\lambda}$  deben sumar la unidad, definida por la ecuación  $\vec{\lambda}\vec{e}^T = 1$ .

- Se denomina *orientación de entrada* (Input), al hecho de conseguir que una unidad productiva llegue a la eficiencia a través de reducir la cantidad de recurso consumido manteniendo los resultados obtenidos. Es decir, reducimos los recursos del eje “x”.
- Se denomina *orientación de salida* (Output), al hecho de conseguir que una unidad productiva llegue a la eficiencia a través de aumentar los resultados obtenidos manteniendo los recursos consumidos. Es decir, aumentamos los resultados del eje “y”.

Una vez definidos todos los conceptos expndremos un gráfico para la explicación de los mismos:



**Ilustración 1.** Conceptos previos

En la ilustración, conceptos previos, podemos apreciar los distintos conceptos definidos anteriormente. Encontramos las dos fronteras definidas por las DMUs eficientes en cada retorno de escala.

Si se observa el retorno de escala constante (CRS), podemos ver una sola DMU en la frontera entre todas ellas, dando solo una unidad productividad eficiente.

De igual manera observando el retorno de escala variable (VRS), aparecen otras dos DMUs más que en un principio no resultaban eficientes con la anterior tecnología lo son ahora (tienen distinto tamaño). Si una unidad productiva es eficiente en CRS también lo será en VRS.

Destacar que ambos tipos de retorno de escala no están fijados antes de definir el problema, vienen implícitos junto con los diferentes datos aportados por las variables del problema en cuestión, de manera matemática estas regiones quedan definidas por  $T_{CRS}$  y  $T_{VRS}$ .

Por último, contemplar que la DMU número tres es sujeto de análisis, para examinar los diferentes tipos de

orientaciones existentes. Si la DMU en cuestión quisiera llegar a ser eficiente según la tecnología VRS puede optar por dos opciones ya definidas anteriormente, orientación de entrada y salida.

#### 2.4.1 Modelo RATIO

Este modelo nos aporta la libertad de aportar los pesos a las diferentes entradas y salidas del problema. En el caso que consideraremos en este trabajo, eficiencia de los jugadores de la NBA, no se valorará de igual manera los puntos anotados con respecto a los bloqueos realizados. Cada una de las entradas y salidas tendrán un por ciento pero que variaremos a gusto del interesado con unas restricciones.

Como se ha mencionado, se procede a expresar estos pesos de forma matemática en las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar} \left[ e_j = \frac{\sum_{k=1}^p v_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m u_{ij} x_{ij}} \right] \\ \text{s.a.} & \\ & \frac{\sum_{k=1}^p v_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m u_{ij} x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & y_{kj} \geq \varepsilon \quad k = 1, 2, \dots, p \\ & u_{ij} \geq \varepsilon \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

**Ecuación 10.** Modelo RATIO

Siendo  $\varepsilon$  un número real estrictamente positivo y tomando el valor menor que cualquier número real positivo. Debido a esto obliga a que las restricciones donde aparece esta constante no sean nulas. La variable bajo estudio se la denota con un subíndice “J”.

Como podemos observar en las ecuaciones, busca los pesos que hacen máxima la eficiencia  $e_j$  de la DMU objeto de estudio.

La primera restricción limita las eficiencias de las diferentes DMUs a la unidad. Tiene un segundo objetivo y es que cuando la función objetivo intente darle ciertos pesos a las distintas entradas y salidas, al multiplicarlo por éstas no superen la unidad al buscar maximizar la función objetivo. De esta misma manera si una unidad productiva no consigue ser eficiente, aun eligiendo los mejores pesos posibles para ella misma, implica que hay otra que ya es eficiente con esos pesos.

Una vez recorrido los  $n$  problemas planteados en las ecuaciones, se obtiene un subconjunto  $r$ , formado por aquellas DMUs con valor de la eficiencia igual a la unidad. Es decir, cumplen con la siguiente restricción:

$$\frac{\sum_{k=1}^p v^*_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m u^*_{ij} x_{ij}} = 1 \quad r \in K$$

**Ecuación 11.** Restricción de las DMUs eficientes

Si del conjunto  $r$ , hay alguna DMU que no cumple con esta restricción será considerada no eficiente, obteniendo así el valor de la eficiencia inferior a la unidad.

#### 2.4.2 Modelo CCR-INPUT

El modelo anterior cuenta con expresiones no lineales dándole una mayor complejidad, para solucionarlo se opta por convertir el modelo en uno lineal sustituyendo los cocientes que aparecen en el modelo por expresiones lineales. Al hacer esta conversión queda el problema con  $n+1$  restricciones y un total de  $s+m$  cotas. Al utilizar este modelo se linealiza las ecuaciones en el primal, pero lo más comúnmente aceptado es analizar los resultados en el dual. Quedando el modelo definido por las ecuaciones matemáticas como:

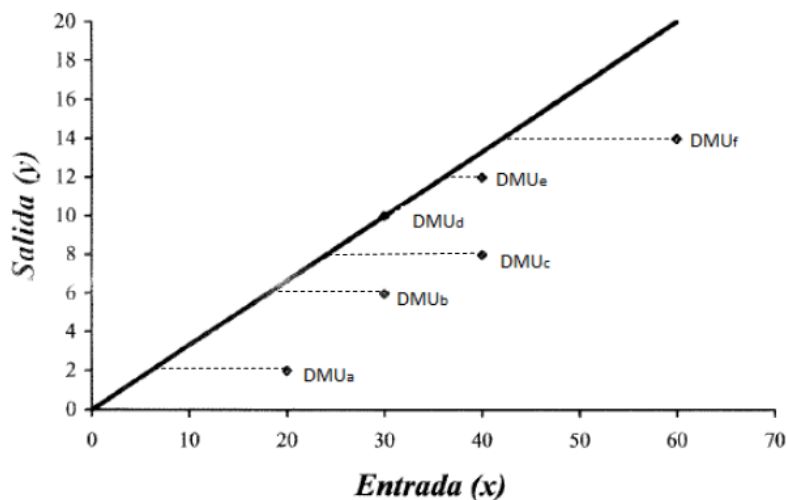
$$\begin{aligned}
 & \text{Minimizar } \theta_j - \varepsilon \left[ \sum_{k=1}^s h^+_k + \sum_{i=1}^m h^-_i \right] \\
 \text{s.a.} \quad & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = \theta_j x_{ij} - h^-_i \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = y_{kj} + h^+_k \quad k = 1, 2, \dots, s \\
 & \lambda_j, h^-_i, h^+_k \geq 0 \\
 & \theta_j \text{ libre}
 \end{aligned}$$

**Ecuación 12.** Modelo CRSInput

Este modelo matemático queda dividido en dos secciones, fase I y fase II. Éstas se realizan en distintos pasos siendo en una la función objetivo  $\theta_j$  y en la otra  $-\varepsilon[\sum_{k=1}^s h^+_k + \sum_{i=1}^m h^-_i]$ .

Denominaremos unidad virtual a aquella que no forma parte de las unidades productivas observadas pero que pertenece a la tecnología que será considerada en el problema. Podría entenderse como una unidad productiva no existente, pero cualquier unidad productiva podría llegar a ser modificando sus entradas y salidas.

Gráficamente si suponemos una entrada y una única salida, el modelo matemático queda definido de la siguiente manera:



**Ilustración 2.** Representación gráfica CRSInput

En la ilustración, representación gráfica CRSInput, podemos observar una DMU eficiente  $DMU_d$ , la línea que parte del origen hasta esta DMU son todos los puntos con igual eficiencia que la  $DMU_d$ . A esta línea se le considera frontera eficiente y todos los puntos de ella tienen la misma eficiencia que la DMU en cuestión. En DEA se considera a esta línea una frontera que envuelve a todas las unidades del problema.

La proyección de entrada de cada DMU viene reflejada en la recta a través de la línea discontinua, ése es el valor al que debería tender cada DMU para ser eficiente. Como se ha mencionado anteriormente esto supone una reducción de los recursos consumidos manteniendo los mismos resultados.

### 2.4.3 Modelo CCR-OUTPUT

De igual manera que en el modelo anterior CCR-INPUT, el problema viene comúnmente expresado en su forma dual y las ecuaciones matemáticas que lo describen son las siguientes:

$$\text{Minimizar } \gamma_j - \varepsilon \left[ \sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_i^- \right]$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = x_{iJ} - h_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

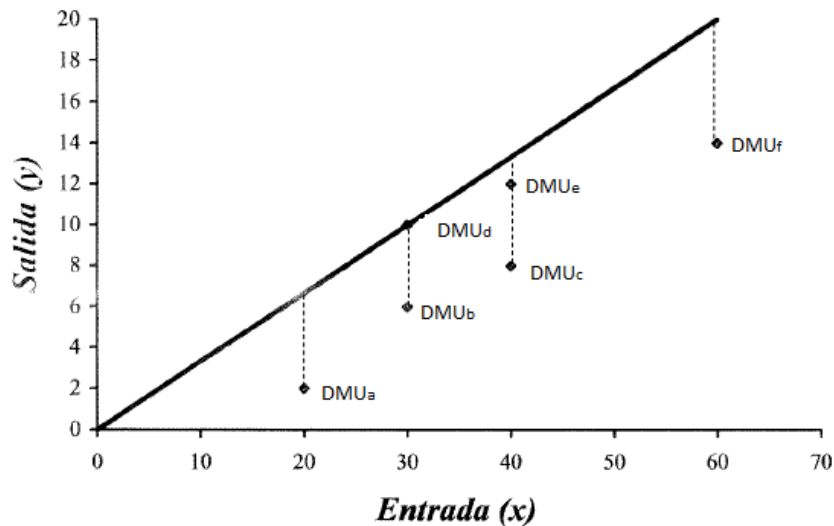
$$\sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = \gamma_j y_{kJ} + h_k^+ \quad k = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0$$

$$\gamma_j \text{ libre}$$

**Ecuación 13.** Modelo CCROutput

De forma análoga se lleva a cabo el modelo en dos fases dividiendo la función objetivo en dos partes. Gráficamente si suponemos una entrada y una salida, el modelo matemático queda definido de la siguiente forma:



**Ilustración 3.** Representación gráfica CRSOutput

#### 2.4.4 Modelo BBC-INPUT

Estos modelos se difieren de los anteriores debido a la existencia de retornos de escala variables, esto se refiere a la relación entre el aumento de la producción y el aumento de los factores productivos simultáneamente.

De igual manera que los dos anteriores modelos CCR-INPUT y CCR-OUTPUT partimos del modelo RATIO linealizado y agregamos alguna restricción o variables que muestren al modelo que cada unidad productiva tiene que ser comparada con aquellas de su mismo tamaño y no con todas las unidades productivas presentes en el problema.

Se introduce un nuevo término para este modelo, el cual es, “peer group”, nombraremos como tal al conjunto de unidades productivas que se encuentren en el mismo segmento con igual pendiente de la frontera eficiente.

De igual manera a los otros modelos el problema viene expresado en su forma dual con las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$\text{MIN } \theta_j - \varepsilon \left[ \sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_i^- \right]$$

s.a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = \theta_j x_{ij} - h_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = y_{kj} + h_k^+ \quad k = 1, 2, \dots, s$$

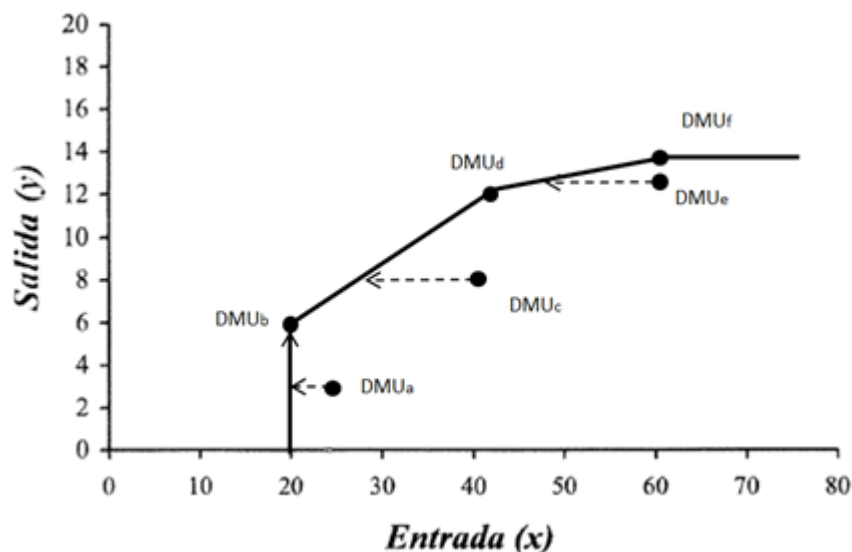
$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$h_i^-, \lambda_j, h_k^+ \geq 0$$

$$\theta_j \text{ libre}$$

**Ecuación 14.** Modelo BCCInput

La restricción adicional mencionada anteriormente viene en el modelo matemático expresado como  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ . Gráficamente si suponemos una entrada y una salida, el modelo matemático queda definido de la siguiente forma:



**Ilustración 4.** Representación gráfica BCCInput

La frontera eficiente queda definida por las DMU<sub>b</sub>, DMU<sub>d</sub> y DMU<sub>f</sub>. Las observaciones que podemos obtener de esta representación es que las unidades a, d y f son eficientes en distintos tamaños. La unidad e y c para ser eficientes sólo necesitan una reducción de la variable entrada.

Interesante volver a mencionar el término comentado con anterioridad, “peer group”, la unidad productiva e, puede establecerse que su “peer group” está formado por las unidades productivas d y f. Ésta tiene un retorno de escala variable decreciente, al proyectarlo sobre la frontera eficiente, ésta debe tender a parecerse a la unidad productiva d. En paralelo a las unidades c y e, la unidad productiva a no sólo necesita una mejora en la entrada, también debe sufrir un incremento en la salida para llegar a alcanzar el valor de eficiencia deseado, el cual se encuentra en la DMU<sub>b</sub>.

### 2.4.5 Modelo BBC-OUTPUT

De igual manera que en el modelo anterior BBC-INPUT queda todo igualmente definido sólo que cambiando la orientación, siendo ésta de salida actualmente. Quedando definidas las ecuaciones matemáticas de la siguiente forma:

$$\text{MIN } \gamma_j + \varepsilon \left[ \sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_i^- \right]$$

s.a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = x_{ij} - h_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = \gamma_j y_{kj} + h_k^+ \quad k = 1, 2, \dots, s$$

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

$$\lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0$$

$\gamma_j$  libre

Ecuación 15. Modelo BBCOutput

Gráficamente si suponemos una entrada y una salida, el modelo matemático queda definido de la siguiente forma:

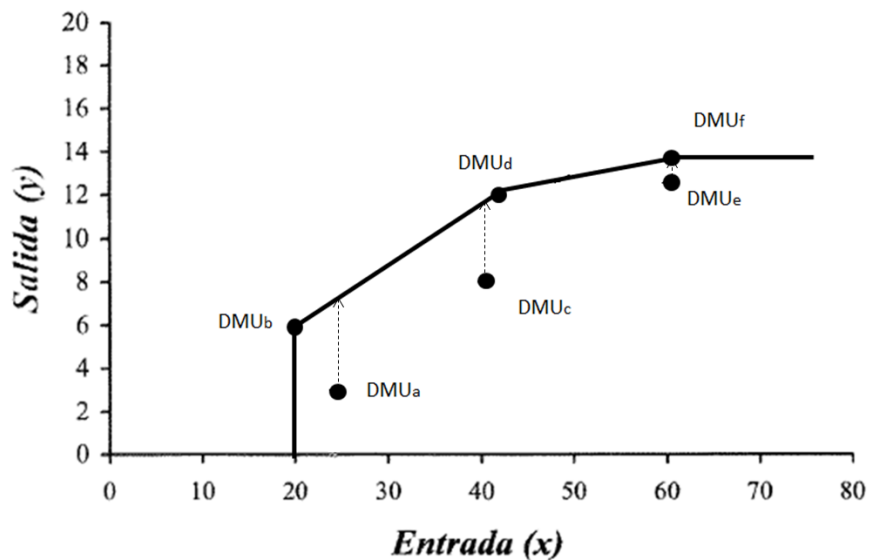


Ilustración 5. Representación gráfica BBCOutput

La frontera eficiente en este modelo queda definida por las mismas DMUs que en el modelo anterior, b,d y f. La variación que sufre este modelo con respecto al anterior es que las unidades tienen a ser eficientes aumentando la salida y no disminuyendo la entrada.

El peer group en este caso de la DMU<sub>a</sub> y la DMU<sub>c</sub>, son las DMU<sub>b</sub> y DMU<sub>d</sub>.

### 2.4.6 Modelo basado en holguras (SBM)

El modelo basado en holguras o en inglés Slacks-Based model no radiales, dejan de lado el concepto de cambios



proporcionales en las entradas y salidas, tratando directamente con las holguras del modelo.

Estos modelos están configurados para cumplir con una serie de condiciones.

La primera condición es unidades invariables, es decir, las medidas que deben usarse en el modelo deben permanecer invariantes con respecto a las unidades de los datos del problema.

La segunda condición que cumple es ser monótono, es decir, la medida que deben usarse en las unidades productivas debe ser constante y disminuir en cada holgura en la entrada y salida del modelo.

De igual manera que se ha definido anteriormente, este modelo podemos verlo desde dos enfoques. Enfoque de entrada y de salida. Quedando definido cada modelo matemático en el primal para la entrada y salida por la siguiente notación:

$$\begin{aligned}
 & \text{MIN } 1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}} \\
 \text{s.a} \quad & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, \dots, s \\
 & \lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0
 \end{aligned}$$

**Ecuación 16.** Modelo SBMInput

Se nota el resultado de la función objetivo como  $\rho_1^*$ . Quedando definido para la salida de con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 & \text{MAX } 1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}} \\
 \text{s.a} \quad & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, \dots, s \\
 & \lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0
 \end{aligned}$$

**Ecuación 17.** Modelo SMBOutput

En este caso el resultado de la función objetivo es igual a la inversa de la eficiencia, es decir, el resultado es igual a  $\frac{1}{\rho_0^*}$ .

Tanto para entrada y salida una DMU es considerada eficiente si el valor de la  $\rho_1^*$  en el caso de entrada y  $\rho_0^*$  en el caso de salida igual a la unidad.

## 2.5 Tipos de salidas

En DEA podemos encontrar varios tipos de variables pero en este apartado solo se hablará de las entradas y salidas no deseadas y las salidas negativas que son las que tienen un impacto directo en nuestro modelo.

### 2.5.1 Entradas y salidas no deseadas

Las entradas y salidas no discrecionales son aquellas salidas que no permitimos que varíen en el modelo, es decir, ya porque no nos interesan que mejoren, porque nos afecta negativamente al modelo o porque son las que definen el tamaño de la variable.

Estas variables tienen un trato diferente al resto y se puede optar por varias opciones a la hora de afrontarlas.

La primera y la que se tomará posteriormente en el modelo es ignorarlas y no tenerlas en cuenta en la función objetivo.

Una segunda opción sería tratarlas como variables normales e incluirlas en la función objetivo.

### 2.5.2 Salidas negativas

Estas salidas deben ser tratadas de manera diferente al resto, hay varios métodos para poder usarlas sin ningún problema en nuestro modelo de los cuales se explicara el más significativo.

Vamos a hacer la suposición que la variable puede tomar tanto valores negativos como positivos. Se procederá a crear una columna paralela, la cual será la que proporcione los datos que posteriormente serán utilizados en el modelo. Se tomará el mayor valor positivo que pueda alcanzar la variable y debemos restarle a este máximo el valor que tome la DMU en cada posición.

La restricción matemática queda representada de la siguiente manera:

$$P_{r0}^+ = \max_j(y_{rj}) - y_{r0} \quad r = 1, \dots, s$$

**Ecuación 18.** Salida negativa

De esta manera se obtiene una nueva lista de datos en la cual el que tenga valor cero es la de mayor valor y la que tome un valor mayor es aquella que antiguamente era más negativa.

## 2.6 Aplicaciones del análisis por envoltura de datos

En este apartado se puede observar las diferentes aplicaciones que han surgido a lo largo de los años desde la aparición de la metodología DEA. Ya sea para calcular la eficiencia relativa de las unidades productivas o para obtener una visión global de la comparativa entre las diferentes unidades productivas y ver cuál sería el camino a seguir.

A continuación, se muestran distintas aplicaciones a lo largo del año en diferentes sectores, con esto se pretende dar al lector una visión ampliada de las distintas opciones que se disponen al usar la metodología en cuestión.

### 2.6.1 Sector educativo

En el campo de la enseñanza se pueden encontrar entre otras muchas las siguientes aplicaciones:

- Evaluación de la eficiencia del aprendizaje basado en la web en multinacionales: un estudio de caso sobre la industria financiera. Shieh y Yeh (2014)
- Integración del proceso de jerarquía analítica y análisis de involucimiento de datos para la evaluación y optimización de la productividad del personal en un gran banco industrial. Azadeh et al. (2009)
- Estimación de la eficiencia bancaria en la República Checa: análisis dinámico por envoltura de datos. Řepková (2013)

### **2.6.2 Sector financiero**

En el campo financiero se pueden encontrar entre otras muchas las siguientes aplicaciones:

- Análisis sobre la eficiencia de los bancos comerciales que cotizan en China basados en la DEA. Chen y Lui (2017).
- Medición de la eficiencia de los bancos comerciales de China basados en el análisis por envoltura de datos. Ye (2012)
- Eficiencia técnica en bancos saudíes. George et al. (2011)

### **2.6.3 Sector industrial privado**

En el campo industrial entre otras muchas se encuentran las siguientes aplicaciones:

- Evaluación del efecto de nacionalización y privatización: un caso de la industria bancaria india. Babu y Ashok (2018)
- Evaluación de las eficiencias de los bancos: un enfoque de análisis por envoltura de datos. Mishra et al. (2012)
- Un estudio empírico para calcular la eficiencia de los bancos indios durante los períodos previos y posteriores a la recesión con la ayuda del análisis por envoltura de datos. Banerjee. (2018)

### **3.6.4 Sector público / sector servicios**

En el campo público entre otras muchas se encuentran las siguientes aplicaciones:

- Servicios bancarios basados en TI: evaluación de la eficiencia operativa y de beneficios en las sucursales bancarias. Meepadung et al. (2009)
- Un estudio de investigación del desempeño operacional y la calidad del servicio de los bancos del sector público de la India. George y Chattopadhyay (2012).
- Evaluar el desempeño de las cajas de ahorros suecas según la eficiencia del servicio. Bergendahl y Lindblom (2008).

### **3.6.5 Sector deportivo**

En el campo deportivo entre otras muchas se encuentran las siguientes aplicaciones:

- Midiendo el desempeño de los países en los Juegos Olímpicos de Verano en Río 2016). Flegl y Andrade (2018).
- Midiendo la eficiencia de las universidades en Corea usando el enfoque dea y clustering. Choi y Ahn (2014).
- Clasificación de sucursales bancarias utilizando DEA y modelos de regresión multivariante. Mavi et al.(2015).



# 3 SECTOR Y ÁREA DE INTERÉS

---

## 3.1 Introducción

En estos apartados se quiere presentar los aspectos más característicos del baloncesto, desde sus comienzos, centrándolo en el sector económico.

Esto servirá de base para el análisis de los datos en la hora de selección de los mismos. Con esta información se pretende abarcar todos los conceptos básicos de la temática del trabajo. La información que prosigue ha sido obtenida principalmente del siguiente sitio web: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle//tfg-bou-mar.pdf>

## 3.2 Introducción histórica del baloncesto y la NBA

En 1891, James Naismith, el considerado el inventor del baloncesto, quería crear algún deporte para sus alumnos que pudieran entrenar durante la estación de invierno en interior. Todas las actividades existentes hasta la época eran monótonas y no resultaban atractivas para los jóvenes.

James Naismith tenía claro que buscaba crear un deporte en el cual fuera necesaria la condición física, pero con la mínima violencia posible al tomar como referencia la agresividad de sus alumnos. A raíz de estos considero como norma principal que los jugadores no pudieran correr con el balón, tenía clara la idea del balón pero le faltaba un desarrollo mayor.

Conforme con las declaraciones de James Naismith la idea del baloncesto le surgió del juego popular de su niñez “pato sobre una roca”, el cual consistía en derribar o golpear un objeto colocado sobre una roca lanzándole una piedra. Éste encargó unas cajas para practicar el juego pero solo consiguió unas cestas de melocotones, las cuales colgó a cierta altura, en concreto a 3.05 metros, en el interior del gimnasio.

Dividió a sus alumnos en dos equipos de nueve jugadores cada uno. Este deporte llamó la atención de los mismos y a cada partido que jugaban asistían más interesados en la práctica del deporte. Al poco tiempo fue aprobado como juego y se publicaron las 13 reglas creadas por James extendiendo su práctica a lo largo de todo el país.

Los comienzos de la NBA surgen en el año 1946 unos meses después de la terminación de la segunda guerra mundial, se buscaba una distracción para la población americana. Por aquella época sólo tenía como grandes deportes el hockey y el boxeo, pero ninguno de ellos conseguía una gran fama entre los aficionados. Surgió la idea que el baloncesto podría ser el deporte que capturaría a una mayor población, con esta idea se inicia el primer proyecto profesional, la asociación americana de baloncesto (BAA). En la cual sólo estaban incluidas 11 ciudades en un comienzo.

Después de la inauguración de la BAA no se vieron los resultados esperados al tener los recursos requeridos pero no la perspicacia y talento deportivo para atraer al público. Por esta época ya habían muchas ligas consolidadas que contaban con talento como la liga nacional de baloncesto (NBL). Para mejorar la BAA los propietarios de la misma optan por alistar a los mejores jugadores universitarios.

La primera temporada tomó un gran renombre, se dividió en tres etapas: temporada regular, playoffs y fase final. A raíz de este éxito muchos equipos fueron entrando en los sucesivos años a la liga.

No fue hasta 1954 cuando se crea la regla referente a la posesión del balón por los equipos. Hasta entonces el deporte resultaba algo aburrido y monótono. Los equipos no conseguían pasar de los cien puntos. A partir de la implementación de la misma los resultados de los encuentros terminaban con muchos más puntos dándole un mayor

interés al juego.

En 1956 los Boston Celtics ficharon de la universidad de San Francisco al jugador Bill Russel, jugador estrella gracias al cual empezó la etapa de los Celtics. Este equipo se volvió un ganador consiguiendo un total de 11 campeonatos en 13 años.

### 3.3 Importancia económica

Los datos económicos que se mueven en la NBA aumentan año tras año, se tomarán como referencia los referentes a la temporada 2011-2012. Esta liga tiene un total de treinta equipos los cuales suman un valor total superior a los 11.700 millones de dólares y unos ingresos superiores a los 3.900 millones de dólares. En 2012 el valor e ingresos de los 19 equipos que actualmente tienen el mayor valor en mercado son los siguientes:

**Tabla 1.** Valor de los equipos en 2012

	Equipos	Valor actual	Ingresos
1	New York Knicks	\$780 Millones	\$244 Millones
2	Los Angeles Lakers	\$900 Millones	\$208 Millones
3	Golden State Warriors	\$450 Millones	\$139 Millones
4	Chicago Bulls	\$600 Millones	\$185 Millones
5	Boston Celtic	\$482 Millones	\$146 Millones
6	Brooklyn Nets	\$357 Millones	\$89 Millones
7	Houston Rockets	\$453 Millones	\$150 Millones
8	Los Angeles Clippers	\$324 Millones	\$108 Millones
9	Dallas Mavericks	\$497 Millones	\$166 Millones
10	Miami Heat	\$457 Millones	\$158 Millones
11	San Antonio Spurs	\$418 Millones	\$139 Millones
12	Sacramento Kings	\$300 Millones	\$104 Millones
13	Washington Wizards	\$328 Millones	\$109 Millones
14	Cleveland Cavaliers	\$329 Millones	\$149 Millones
15	Portland Trail Blazers	\$370 Millones	\$132 Millones
16	Phoenix Suns	\$395 Millones	\$136 Millones
17	Oklahoma City Thunder	\$348 Millones	\$126 Millones
18	Orlando Magic	\$385 Millones	\$136 Millones
19	Utah Jazz	\$335 Millones	\$120 Millones

A lo largo de los años los equipos han ido aumentando el valor de los equipos y los ingresos obtenidos, en 2018 los 19 equipos con mayor valor vienen reflejados en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Valor de los equipos en 2018

	Equipos	Valor actual	Ingresos
1	New York Knicks	\$3600 Millones	\$426 Millones
2	Los Angeles Lakers	\$3300 Millones	\$371 Millones
3	Golden State Warriors	\$3100 Millones	\$359 Millones
4	Chicago Bulls	\$2600 Millones	\$359 Millones
5	Boston Celtic	\$2500 Millones	\$257 Millones
6	Brooklyn Nets	\$2300 Millones	\$273 Millones

7	Houston Rockets	\$2200 Millones	\$296 Millones
8	Los Angeles Clippers	\$2150 Millones	\$257 Millones
9	Dallas Mavericks	\$1900 Millones	\$233 Millones
10	Miami Heat	\$1700 Millones	\$253 Millones
11	San Antonio Spurs	\$1550 Millones	\$250 Millones
12	Sacramento Kings	\$1375 Millones	\$240 Millones
13	Washington Wizards	\$1350 Millones	\$222 Millones
14	Cleveland Cavaliers	\$1325 Millones	\$280 Millones
15	Portland Trail Blazers	\$1300 Millones	\$223 Millones
16	Phoenix Suns	\$1280 Millones	\$218 Millones
17	Oklahoma City Thunder	\$1250 Millones	\$222 Millones
18	Orlando Magic	\$1225 Millones	\$211 Millones
19	Utah Jazz	\$1200 Millones	\$221 Millones

Como se puede apreciar sólo el valor de los 4 primeros equipos ya es superior al valor de la suma de todos los equipos en la temporada 2011-2012

Estos ingresos son principalmente procedentes de cuatro fuentes:

- Derechos televisivos: En la temporada 2016 se llegó a un acuerdo con Disney en un contrato que ronda los 24.000 millones, el cual durará hasta 2025. Este contrato ha supuesto una subida salarial en los jugadores de gran magnitud, se habla de manera genérica de un incremento en el tope salarial de unos 26 millones de dólares.
- Mercado del equipo: Éste no supone un impacto tan notable como los derechos televisivos pero aún así, mueve grandes cantidades monetarias. Trata de los ingresos procedentes del mercado de cada equipo, estando limitado a la ciudad de procedencia y los seguidores a nivel global.
- Ingresos por la gestión: Cuando se habla de la gestión económica, se hace referencia a la venta de entradas, publicidad, abonos, etc. Todos estos son ingresos referentes a la gestión del estadio.
- Gestión de la marca: Consiste en buscar la máxima rentabilidad y valor para la marca.

Uno de los limitantes que no permitían mover dinero hacia los jugadores era el límite salarial establecido en la temporada 1984. Este era de 3.6 millones de \$, experimentando un crecimiento a lo largo de los años. A continuación se muestra una tabla con la evolución del tope salarial a lo largo de los años.

**Tabla 3.** Tope salarial

Temporada	Tope Salarial
2011-2012	\$58 Millones
2012-2013	\$58 Millones
2013-2014	\$58 Millones
2014-2015	\$63 Millones
2015-2016	\$70 Millones
2016-2017	\$94 Millones
2017-2018	\$99 Millones
2018-2019	\$101 Millones

La fecha tope para establecer el tope salarial de cada temporada está establecida el 1 de julio de cada año. Este tope estuvo congelado durante muchos años hasta 2014 debido a la crisis económica global. Este límite está establecido por el *Basketball Related Income* (BRI).

El límite salarial seguía una evolución lineal hasta el año 2016 donde se estableció el acuerdo con Disney ya mencionado anteriormente, el cual supuso un incremento de un 30%.

A pesar de estos valores del tope salarial un equipo puede superar este límite ya que no es una limitación imperativa, para evitar que esto ocurra existe un impuesto llamado impuesto de lujo a los equipos que sobrepasen una cantidad variable cada año. En el caso del año 2017 el impuesto de lujo se estableció en 119.26 millones de \$. En la temporada 2017-2018 se estableció un margen de maniobra de 5 millones de \$ sobre el impuesto de lujo.

Este impuesto esta invariable desde la temporada 2013-2014, el cual se establece de la siguiente manera:

- Si un equipo supera con un gasto entre 0 y 5 millones de \$ debe pagar 1,5\$ por cada \$ superado.
- Si un equipo supera con un gasto entre 5 y 10 millones de \$ debe pagar 1,75\$ por cada \$ superado.
- Si un equipo supera con un gasto entre 10 y 15 millones de \$ debe pagar 2,5\$ por cada \$ superado.
- Si un equipo supera con un gasto entre 15 y 20 millones de \$ debe pagar 3,25\$ por cada \$ superado.
- De aquí en adelante por cada 5 millones de \$ que se gasten ha de pagarse +0,5 \$ por cada \$ superado.

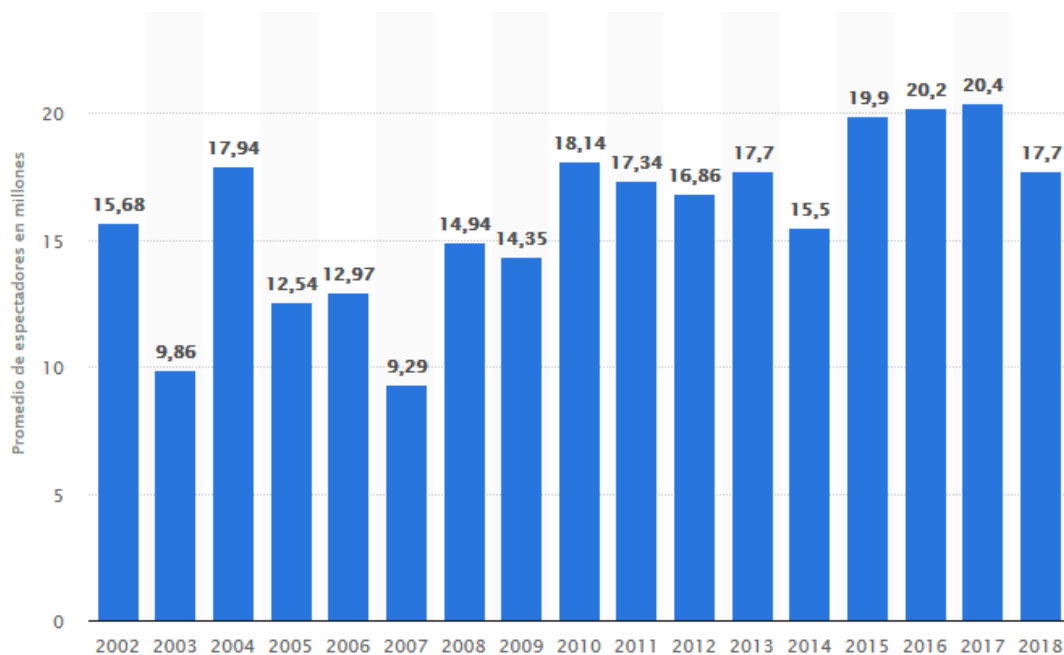
Gracias a este impuesto se mantienen los equipos dentro de unos márgenes competitivos igualándose entre ellos lo más posible.

### **3.4 Marketing y tecnología**

El marketing representa un papel mucho más importante del que podemos establecer, gracias a él se ha podido difundir a lo largo de todo el mundo la NBA.

La audiencia de la NBA tiene unos datos impresionantes, en el año 2017, 1 de cada 7 personas vio en algún momento un partido. De igual manera en redes sociales, la cual está siendo de los medios con más influencia en los jóvenes y personas de mediana edad es la liga con mayores seguidores, teniendo entre *Facebook*, *Twitter*, *Instagram* y otras muchas un total de 1,3 mil millones de *followers*.





**Ilustración 6.** Evolución de los espectadores

En la ilustración se puede apreciar la evolución a lo largo de los espectadores de la NBA, cabe destacar que no ha sufrido unos incrementos exponenciales como muchos otros deportes. De manera contraria ésta se ha mantenido siempre constante gracias a los esfuerzos en convertirla en una liga internacional.

Gracias a la inversión en tecnología se ha fomentado su crecimiento a nivel mundial, una gran implementación fue la *NBA replay centre*, lo cual está siendo implementado en la actualidad en el fútbol con el nombre de BAR. Esta tecnología permitía procesar imágenes de una duración de 32 segundos aproximadamente y enviarlas a los árbitros de pista. En caso de jugadas dudosas podrían ser consultadas y juzgar de manera posterior, estas imágenes llegan desde un total de 15 perspectivas diferentes dando así un resultado totalmente justo salvo en escasas ocasiones.

Entre otras innovaciones tecnológicas podemos encontrar la *NBA InPlay*, la cual consiste en un sistema donde los espectadores pueden seleccionar a un jugador durante un partido y obtener puntos según su rendimiento, repartiendo recompensas a aquellos que consigan un mayor número de puntos. Otra tecnología implementada es la *NBA league pass*, que permite ver cualquier partido en cualquier dispositivo pagando una cuota.

### 3.5 Estrategia de expansión global

Esta estrategia se basa en dos puntos principales:

- Presentación de jugadores con renombre internacional: La NBA apostó por introducir jugadores de otras ligas buscando captar una mayor audiencia, el mayor ejemplo se encuentra en la introducción del jugador chino *Yao Mingo* el cual ayudó a captar mucha atención del mercado asiático. Debido a esto los Rockets tuvieron un tercio de audiencia de la NBA por partido, no sólo por los espectadores. Los Houston Rockets sufrieron un aumento en el valor de mercado del equipo el cual le supuso un incremento de unos 350 millones de \$. Paso de 85 millones de \$ a 439 millones de \$. Gracias a este evento muchos equipos fijaron sus miradas en otras ligas buscando imitar el ejemplo de los Rockets.
- Retransmisión a lo largo de todo el globo: Sobre la temporada 2005-2006, los partidos se emitieron en un total de 215 países y en 43 idiomas diferentes. No conformes con esto, la NBA llevó a cabo

iniciativas como jugar partidos oficiales en distintos países para dar la posibilidad a los fans extranjeros de poder presenciar un partido en directo.

Gracias a esta estrategia la NBA ha podido establecer unas bases muy sólidas a lo largo del tiempo y por las cuales actualmente tiene un mercado en auge.

# 4 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO Y DATOS

## 4.1 Introducción

En este apartado se refleja la conclusión a la que se ha llegado tras haber meditado las distintas opciones referentes a los distintos modelos DEA existentes y cuál era más propio para el entorno que se encuentra. A continuación se presentan todos los datos, variables y modelo matemático utilizados para la resolución y obtención de unos resultados.

## 4.2 Descripción del modelo

Para poder llevar a cabo este estudio se han tenido que recopilar datos de todos los equipos pertenecientes a la liga de baloncesto de Estados Unidos, la NBA.

### 4.2.1 Datos

Los datos referentes a todos los jugadores de cada posición han sido obtenidos a través de las páginas oficiales de la NBA. Para cada posición hay un número muy elevado de jugadores por lo tanto se ha tenido que reducir la lista. Se han tomado los datos referentes a la temporada 2017-2018. Estos datos se han limitado a únicamente la temporada regular y están todos medidos por partido jugado.

Para cada posición varían las distintas DMUs tomadas, estas DMUs organizadas por posiciones son las que prosiguen:

#### Guard

Tabla 4. DMUs posición *guard*

Nombres	Nombres	Nombres	Nombres
Dennis Schroder	Wesley Matthews	Brandon Ingram	JJ Redick
Kent Bazemore	J.J. Barea	Kentavious Caldwell-Pope	Ben Simmons
D'Angelo Russell	Yogi Ferrell	Lonzo Ball	Marco Belinelli
Allen Crabbe	Gary Harris	Tyreke Evans	Devin Booker
Spencer Dinwiddie	Jamal Murray	Dillon Brooks	Josh Jackson
Caris LeVert	Will Barton	Andrew Harrison	Elfrid Payton
Joe Harris	Devin Harris	Goran Dragic	Troy Daniels
Kyrie Irving	Reggie Jackson	Tyler Johnson	Damian Lillard
Jaylen Brown	Reggie Bullock	Dwyane Wade	CJ McCollum
Terry Rozier	Ish Smith	Wayne Ellington	Shabazz Napier
Marcus Smart	Stephen Curry	Eric Bledsoe	Evan Turner
Kemba Walker	Klay Thompson	Malcolm Brogdon	Buddy Hield
Jeremy Lamb	James Harden	Jimmy Butler	Bogdan Bogdanovic
Nicolas Batum	Chris Paul	Jeff Teague	De'Aaron Fox
Kris Dunn	Eric Gordon	Jamal Crawford	Garrett Temple
Justin Holiday	Gerald Green	Jrue Holiday	Patty Mills

Jerian Grant	Trevor Ariza	E'Twaun Moore	Manu Ginobili
LeBron James	Victor Oladipo	Rajon Rondo	Danny Green
Rodney Hood	Bojan Bogdanovic	Tim Hardaway Jr.	DeMar DeRozan
Jordan Clarkson	Darren Collison	Courtney Lee	Kyle Lowry
George Hill	Lance Stephenson	Emmanuel Mudiay	CJ Miles
Kyle Korver	Lou Williams	Russell Westbrook	Fred VanVleet
JR Smith	Austin Rivers	Evan Fournier	Donovan Mitchell
Dennis Smith Jr.	Avery Bradley	D.J. Augustin	Ricky Rubio
John Wall	Milos Teodosic	Mario Hezonja	Bradley Beal

Para todas ellas se han utilizado las mismas variables tanto de entrada como de salida que serán definidas en el siguiente apartado. Destacar que en la posición de *guard* hay un gran número de jugadores por lo que el tamaño de la muestra es de 100 DMUs.

### Forward

**Tabla 5.** DMUs posición *forward*

Nombres	Nombres	Nombres	Nombres
Anthony Davis	Nikola Mirotic	Taj Gibson	JaMychal Green
LeBron James	Lauri Markkanen	Caris LeVert	Denzel Valentine
Giannis Antetokounmpo	Otto Porter Jr.	Gerald Green	Wilson Chandler
Kevin Durant	Dario Saric	Marco Belinelli	CJ Miles
LaMarcus Aldridge	Jaylen Brown	Dirk Nowitzki	Trey Lyles
Kristaps Porzingis	Zach Randolph	Thaddeus Young	Jae Crowder
Paul George	Bojan Bogdanovic	Kelly Oubre Jr.	Mario Hezonja
Blake Griffin	Taurean Prince	Trevor Ariza	Marvin Williams
Khris Middleton	Rondae Hollis-Jefferson	Nicolas Batum	Ryan Anderson
T.J. Warren	Jayson Tatum	Domantas Sabonis	Al-Farouq Aminu
Tyreke Evans	Jonathon Simmons	Kelly Olynyk	Michael Kidd-Gilchrist
Harrison Barnes	Marcus Morris	Rudy Gay	Anthony Tolliver
Tobias Harris	DeMarre Carroll	Joe Ingles	Mike Scott
Evan Fournier	Allen Crabbe	Markieff Morris	Larry Nance Jr.
Andrew Wiggins	Bobby Portis	Reggie Bullock	Stanley Johnson
Kevin Love	Michael Beasley	Frank Kaminsky	Skal Labissiere
Aaron Gordon	Josh Jackson	Draymond Green	Danny Green
Tim Hardaway Jr.	Al Horford	Montrezl Harrell	Dwight Powell
JJ Redick	Josh Richardson	Dillon Brooks	Jerami Grant
Carmelo Anthony	Wesley Matthews	Ersan Ilyasova	Garrett Temple
Julius Randle	Robert Covington	Joe Harris	JR Smith
Kyle Kuzma	Serge Ibaka	Jeff Green	Evan Turner
Brandon Ingram	E'Twaun Moore	James Johnson	David Nwaba
Ben Simmons	Derrick Favors	John Collins	Kyle Anderson
Will Barton	Justin Holiday	Greg Monroe	Doug McDermott

Para todos los jugadores se han obtenido las mismas variables de entrada y salida. En este caso en la posición de *forward* hay también un gran número de jugadores por lo cual se han utilizado un total de 100 DMUs.

## Center

**Tabla 6.** DMUs posición *center*

Nombres	Nombres
John Collins	Bam Adebayo
Dewayne Dedmon	John Henson
Mike Muscala	Tyler Zeller
Jarrett Allen	Karl-Anthony Towns
Al Horford	Anthony Davis
Greg Monroe	DeMarcus Cousins
Dwight Howard	Kristaps Porzingis
Frank Kaminsky	Enes Kanter
Robin Lopez	Kyle O'Quinn
Kevin Love	Steven Adams
Dirk Nowitzki	Nikola Vucevic
Dwight Powell	Marreese Speights
Nikola Jokic	Joel Embiid
Mason Plumlee	Alex Len
Andre Drummond	Jusuf Nurkic
Clint Capela	Willie Cauley-Stein
Myles Turner	Skal Labissiere
Domantas Sabonis	Kosta Koufos
DeAndre Jordan	Pau Gasol
Montrezl Harrell	Jonas Valanciunas
Julius Randle	Serge Ibaka
Brook Lopez	Jakob Poeltl
Marc Gasol	Rudy Gobert
Hassan Whiteside	Derrick Favors
Kelly Olynyk	Marcin Gortat

Para todos los jugadores se han obtenido las mismas variables de entrada y salida. Destacar que para la posición de *center* hay un número inferior que para el resto de posiciones por lo tanto se han tomado únicamente 50 DMUs.

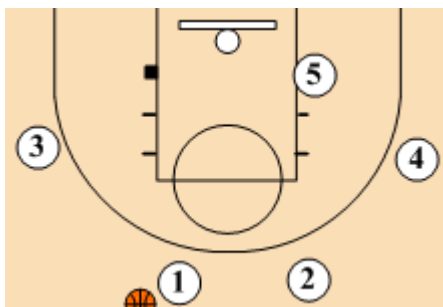
### **4.2.2 Variables**

Cada modelo de lingo representa una posición dentro del campo, en concreto tenemos tres posiciones, cada posición tiene un término en el baloncesto europeo a pesar de no ser exactamente la misma función:

*Guard*, esta posición se descompone en dos más específicas, *point guard* y *shooting guard*, siendo en el baloncesto español reconocido como base y escolta respectivamente. El *point guard*, o más conocido como el número uno, suele ser el jugador con un mayor conocimiento táctico, mayor habilidad para el pase y un mejor bote. Estos también tienen la labor de ser el entrenador en cancha, es decir, saber analizar la situación y sacar el mejor provecho de la misma. Los jugadores de la NBA tienen fama por su altura. La posición del base en media suele tener la menor altura del equipo. En una zona más abierta tenemos al *shooting guard*, también conocido como el número dos. Éste tiene casi la misma función que el base y debe tender a mover la pelota y crear juego. La habilidad más relevante de éste, como su propio nombre indica, es realizar tiros a larga distancia. Con estos tiros busca terminar la jugada desde la línea de tres puntos, suelen ser los mejores defensores y con sus movimientos buscan abrir huecos en la defensa enemiga.

*Forward*, el cual representa a las posiciones de *small forward* y *power forward*, en el baloncesto español viene reconocido como alero y ala-pívot respectivamente. La labor del *small forward*, también conocido como el número tres, es mantener el control de la zona media de la canasta, creando presión y abriéndose a los laterales para posibles pases exteriores. Suelen ser jugadores muy versátiles con gran movilidad. Una de las habilidades por las que pueden ser conocidos es el acierto en tiros libres y el conocimiento del juego en el interior de la zona de tres puntos. Sin embargo, el *power forward*, también conocido como el número cuatro, tiene una labor más defensiva y similar a la del central. Juega en una posición la cual le permite anotar tanto puntos bajo canasta como tiros de media distancia siendo habitualmente uno de los mayores anotadores de los equipos.

*Center*, éste viene representado por el pívot. Como se puede deducir es el número cinco. En la cancha suelen ocupar la posición más cercana al aro, siendo los encargados de los rebotes y los bloqueos. Habitualmente los jugadores que ocupan esta posición suelen ser los más altos del equipo, pero últimamente jugadores que tienen como posición de ala-pívot pueden rotar a ésta sin problema alguno.



**Ilustración 7.** Posiciones de los jugadores

Así mismo, quedando definida cada posición, es más fácil de explicar las variables y el porqué de su elección. Este proyecto consta de seis simulaciones, éstas constan de las tres posiciones habladas anteriormente donde cada posición se divide en dos simulaciones con retorno de escala y sin retorno de escala. Por lo tanto tenemos un total de tres conjuntos de variables, a pesar de esto muchas de ellas se repiten a lo largo de las distintas posiciones y se definirán sólo en la primera posición que aparezcan.

### Guard

➤ Variables de entrada:

- ❖ Minutos por partido: es la única variable de entrada del sistema y como su nombre indica es el número de minutos que juega cada jugador de media por partido. La decisión de la variable de entrada ha sido complicada, esta variable permite dividir los distintos jugadores en distintos tamaños en el caso de estar con retorno de escala variable. Partimos de la base que esta variable no puede verse alterada ya que se realiza la suposición que los jugadores no están permitidos aumentar ni disminuir el número de minutos jugados.

➤ Variables de salida:

- ❖ Puntos por partido: son los puntos en promedio por partido que anota cada jugador. Es una variable con gran relevancia ya que en el juego el ganador se determina por el número de puntos anotados, siendo así la variable de salida más importante. Esta variable tiene permitido aumentar su valor manteniendo siempre los minutos jugados constantes.

- ❖ Tiros de campo encestandos: el número de tiros de campo anotados engloba tanto a los tiros de dos como los tiros de tres, esto ocurre cuando un jugador lanza la pelota a la canasta y anota. Esta variable ha sido seleccionada para darle un mayor peso a las anotaciones al no utilizar pesos en el modelo. De esta manera se valora más las anotaciones que cualquier otra estadística. Esta variable tiene permitido aumentar para aumentar la eficiencia del jugador.
- ❖ Tiros triples encestandos: esta variable tiene en cuenta únicamente los tiros anotados desde el exterior de la línea de tres puntos, tiene una gran relevancia ya que los jugadores que juegan en la posición de *guard* se caracterizan por ser hábiles en el movimiento del balón y en la capacidad de anotar tiros a largas distancias. Debido a esto se ha querido destacar sobre los tiros de campo, los tiros triples encestandos de igual manera que la anterior variable, puede aumentar su valor para mejorar la eficiencia del jugador.
- ❖ Tiros libres encestandos: los tiros libres no están contenido dentro de los tiros de campo ya que sólo se realizan cuando se comete una falta sobre el tirador, estos tienen una gran importancia en el juego. Son puntos sin ninguna defensa y los jugadores de la NBA son conocidos por su alto porcentaje de acierto en estos tipos de tiros. Esta variable tiene permitido aumentar su valor en el modelo.
- ❖ Asistencias: otra de las estadísticas más importantes de los jugadores pertenecientes a esta posición, consiste en pasar el balón a un compañero y que anote en un breve periodo de tiempo. Los *guard* deben ser capaces de dirigir el juego realizando aberturas y proporcionando asistencias a sus compañeros para facilitarles las anotaciones. Esta variable tiene permitido aumentar su valor para mejorar la eficiencia de los jugadores.
- ❖ Corte de jugada: puede que el nombre de la variable guíe a error, esta variable hace mención cuando un equipo pierde la posesión de la pelota ante el otro equipo sin llegar a tirar a canasta. Esto se puede deber a varios motivos como realizar pasos, pisar fuera de la línea y otra serie de fallos. De igual manera tiene permitido aumentar su valor.
- ❖ Robos: consiste en cualquier jugada donde la posesión pase de un equipo al otro mientras se encuentra en juego el balón exceptuando los bloqueos y rebotes, los cuales no se tendrán en cuenta para esta posición pero se verán destacados en otras posiciones. Esta variable tiene permitido aumentar su valor.
- ❖ Faltas personales: una falta es cometida cuando se realiza un contacto ilegal con el rival, cada jugador puede acumular un máximo de cinco faltas por partidos. Se ha realizado la consideración que esta variable está directamente influenciada por el estilo de juego que tiene el jugador dando a entender que una reducción de la misma podría reducir los resultados obtenidos. Debido a esto esta variable no buscará reducirse a menos que sea totalmente necesario.
- ❖ Plus minus: consiste en el impacto directo en el marcador que tiene el jugador cuando sale a la cancha, es decir, la diferencia en el marcador que se crea cuando está el jugador jugando. Se puede intuir que esta variable puede tomar valores negativos por lo que debemos tratarla como tal aplicándole un cambio para poder introducirla en la función objetivo. Esta variable al igual que el resto tiende a aumentar su valor.

$$RangoPlusminus_j = \max(Plusminus_j) - Plusminus_j$$

### Ecuación 19. Restricción para variables negativas

Esta restricción aparece en el artículo de J A Sharp, W Meng & W Liu (2007). Esta restricción permite solventar el problema de valores negativos, quedando una nueva columna definida que tendrá un uso posterior en el modelo matemático.

#### Forward

##### ➤ Variables de entrada:

- ❖ Minutos por partido: es la única variable de entrada del sistema y como su nombre indica es el número de minutos que juega cada jugador de media por partido. La decisión de la variable de entrada ha sido complicada, esta variable permite dividir los distintos jugadores en distintos tamaños en el caso de estar con retorno de escala variable. Partimos de la base que esta variable no puede verse alterada ya que se realiza la suposición que los jugadores no están permitidos aumentar ni disminuir el número de minutos jugados.

##### ➤ Variables de salida:

- ❖ Puntos por partido: son los puntos en promedio por partido que anota cada jugador. Es una variable con gran relevancia ya que en el juego el ganador se determina por el número de puntos anotados, siendo así la variable de salida más importante. Esta variable tiene permitido aumentar su valor manteniendo siempre los minutos jugados constantes.
- ❖ Tiros de campo encestandos: el número de tiros de campo anotados engloba tanto a los tiros de dos como los tiros de tres, esto ocurre cuando un jugador lanza la pelota a la canasta y anota. Esta variable ha sido seleccionada para darle un mayor peso a las anotaciones al no utilizar pesos en el modelo. De esta manera se valora más las anotaciones que cualquier otra estadística. Esta variable tiene permitido aumentar para aumentar la eficiencia del jugador.
- ❖ Tiros libres encestandos: los tiros libres no están contenido dentro de los tiros de campo ya que sólo se realizan cuando se comete una falta sobre el tirador, estos tienen una gran importancia en el juego. Son puntos sin ninguna defensa y los jugadores de la NBA son conocidos por su alto porcentaje de acierto en estos tipos de tiros. Esta variable tiene permitido aumentar su valor en el modelo.
- ❖ Rebotes: se realiza un rebote cuando un jugador obtiene la pelota después de haber sido lanzada a canasta y no anotar. Notar la gran importancia que tiene los rebotes en un partido ya que permite al equipo atacante volver a formar la jugada y en el caso del equipo defensor evitar que el contrincante sume puntos. Al igual que las anteriores variables ésta tiene permitido aumentar su valor.
- ❖ Asistencias: consiste en pasar el balón a un compañero y que anote en un breve periodo de tiempo. Esta variable tiene permitido aumentar su valor.
- ❖ Faltas personales: una falta es cometida cuando se realiza un contacto ilegal con el rival, cada jugador puede acumular un máximo de cinco faltas por partidos. Se ha realizado la consideración que esta variable está directamente influenciada por el estilo de juego que tiene el jugador dando a entender que una reducción de la misma podría reducir los resultados obtenidos. Debido a esto esta variable no buscará reducirse a menos que sea totalmente necesario.



- ❖ Plus minus: consiste en el impacto directo en el marcador que tiene el jugador cuando sale a la cancha, es decir, la diferencia en el marcador que se crea cuando está el jugador jugando. Se puede intuir que esta variable puede tomar valores negativos por lo que debemos tratarla como tal aplicándole un cambio para poder introducirla en la función objetivo. Esta variable al igual que el resto tiende a aumentar su valor.

$$RangoPlusminus_j = \max(Plusminus_j) - Plusminus_j$$

**Ecuación 19.** Restricción para variables negativas

Esta restricción aparece en el artículo de J A Sharp, W Meng & W Liu (2007). Esta restricción permite solventar el problema de valores negativos, quedando una nueva columna definida que tendrá un uso posterior en el modelo matemático.

### Center

#### ➤ Variables de entrada:

- ❖ Minutos por partido: es la única variable de entrada del sistema y como su nombre indica es el número de minutos que juega cada jugador de media por partido. La decisión de la variable de entrada ha sido complicada, esta variable permite dividir los distintos jugadores en distintos tamaños en el caso de estar con retorno de escala variable. Partimos de la base que esta variable no puede verse alterada ya que se realiza la suposición que los jugadores no están permitidos aumentar ni disminuir el número de minutos jugados.

#### ➤ Variables de salida:

- ❖ Puntos por partido: son los puntos en promedio por partido que anota cada jugador. Es una variable con gran relevancia ya que en el juego el ganador se determina por el número de puntos anotados, siendo así la variable de salida más importante. Esta variable tiene permitido aumentar su valor manteniendo siempre los minutos jugados constantes.
- ❖ Tiros de campo encestandos: el número de tiros de campo anotados engloba tanto a los tiros de dos como los tiros de tres, esto ocurre cuando un jugador lanza la pelota a la canasta y anota. Esta variable ha sido seleccionada para darle un mayor peso a las anotaciones al no utilizar pesos en el modelo. De esta manera se valora más las anotaciones que cualquier otra estadística. Esta variable tiene permitido aumentar para aumentar la eficiencia del jugador.
- ❖ Tiros libres encestandos: los tiros libres no están contenido dentro de los tiros de campo ya que sólo se realizan cuando se comete una falta sobre el tirador, estos tienen una gran importancia en el juego. Son puntos sin ninguna defensa y los jugadores de la NBA son conocidos por su alto porcentaje de acierto en estos tipos de tiros. Esta variable tiene permitido aumentar su valor en el modelo.
- ❖ Rebotes: se realiza un rebote cuando un jugador obtiene la pelota después de haber sido lanzada a canasta y no anotar. Notar la gran importancia que tiene los rebotes en un partido ya que permite al equipo atacante volver a formar la jugada y en el caso del equipo defensor evitar que el contrincante sume puntos. Al igual que las anteriores variables ésta tiene permitido aumentar su valor.

- ❖ Bloqueos: consiste en evitar el tiro de un contrincante bloqueando el balón con las manos. Los jugadores que pertenecen a esta posición son reconocidos por su altura sobre todo los que ocupan la posición de debajo del aro, gracias a esto pueden realizar los bloqueos con más facilidad que el resto de jugadores. Esta variable tiene permitido aumentar su valor.
- ❖ Faltas personales: una falta es cometida cuando se realiza un contacto ilegal con el rival, cada jugador puede acumular un máximo de cinco faltas por partidos. Se ha realizado la consideración que esta variable está directamente influenciada por el estilo de juego que tiene el jugador dando a entender que una reducción de la misma podría reducir los resultados obtenidos. Debido a esto esta variable no buscará reducirse a menos que sea totalmente necesario.
- ❖ Plus minus: consiste en el impacto directo en el marcador que tiene el jugador cuando sale a la cancha, es decir, la diferencia en el marcador que se crea cuando está el jugador jugando. Se puede intuir que esta variable puede tomar valores negativos por lo que debemos tratarla como tal aplicándole un cambio para poder introducirla en la función objetivo. Esta variable al igual que el resto tiende a aumentar su valor.

$$RangoPlusminus_j = \max(Plusminus_j) - Plusminus_j$$

**Ecuación 19.** Restricción para variables negativas

Esta restricción aparece en el artículo de J A Sharp, W Meng & W Liu (2007). Esta restricción permite solventar el problema de valores negativos, quedando una nueva columna definida que tendrá un uso posterior en el modelo matemático.

#### 4.2.3 Modelo matemático

Tras haber barajado las distintas opciones referentes a los modelos se ha llegado a la conclusión que el modelo SBM *slack based model*, se adapta de manera gratificante para los datos, éste nos proporciona unas holguras con las cuales pueden analizar los mismos y comparar los resultados de manera efectiva.

Como se ha comentado anteriormente realizaremos seis simulaciones diferentes, todas ellas aplicando el modelo SBM donde tres de ellas se realizarán con retorno de escala variable y otras tres de ellas sin retorno de escala. Para la obtención de los datos se utiliza el programa Lingo el cual aportándole las variables necesarias, unas restricciones y la función objetivo, nos devuelve los resultados para saber qué jugador resulta más eficiente. Este programa tiene una serie de restricciones muy específicas a la hora de aportarle los datos directamente de un Excel, salvando este paso se realiza toda la resolución del modelo de manera directa.

La programación realizada en Lingo viene reflejada en el anexo de programación, al final del documento, donde se puede ver todo lo que se refleja a continuación con un lenguaje matemático específico para el programa.

Dependiendo del caso que estemos considerando el número de jugadores varía entre 50 y 100 jugadores. Siendo 50 en la posición de *center* y 100 en las posiciones de *guard* y *forward*.

El modelo comienza con la definición de las distintas variables y sus correspondientes slack, todas aquellas variables que se han definido anteriormente con posibilidad de aumento tienen su correspondiente variable de slack que sigue la denotación de “slacknombrevariable”. Un ejemplo práctico es la variable “Asistencias” cuyo slack es “slackAsistencias”. Esta variable devuelve el valor el programa.

También se define una variable lambda la cual nos devuelve una matriz de rango jugador por jugador. En la diagonal esta variable toma valor de unidad cuando el jugador es eficiente, en caso contrario el jugador se

proyectará en el resto, teniendo un cierto porcentaje de proyección sobre otros jugadores. Cuando un jugador se proyecta sobre otro toma valor cero en su diagonal y los datos en su fila deben sumar el valor de unidad. Multiplicando los porcentajes con los que se reflejan en los otros jugadores por sus estadísticas y sumando todos los resultados se obtienen los datos que debería tomar el jugador para ser eficaz.

➤ Actores y restricciones

**Tabla 7.** Actores del modelo y variables

Jugadores	
Minutos	slackMinutos
Puntos	slackPuntos
TirosCampo	slackTirosCampo
TirosTriples	slackTirosTriples
TirosLibres	slackTirosLibres
Asistencias	slackAsistencias
Corte	slackCorte
Robos	slackRobos
Faltas	slackRebotes
Plusminus	slackPlusminus
Rebotes	RangoPlusminus
Bloqueos	slackBloqueos
Jugadores x Jugadores	
Lambda	

En este modelo existen dos tipos de actores, las pertenecientes al primer bloque en la ilustración anterior son de tamaño vector de dimensión jugadores mientras que el segundo bloque son variables de tamaño matriz y tiene tamaño jugador por jugador.

Según qué posición se esté modelando se utilizarán las variables mencionadas en el apartado 4.2.2. De igual manera ocurre para la función objetivo, según qué caso se desee modelar, ésta variará sus componentes.

➤ Función Objetivo

Guard

$$\frac{1}{\rho_0^*} = \max\left[1 + \frac{1}{8} \times \left(\frac{\text{slackPuntos}_j}{\text{Puntos}_0} + \frac{\text{slackTirosCampo}_j}{\text{TirosCampo}_0} + \frac{\text{slackTirosLibres}_j}{\text{TirosLibres}_0} + \frac{\text{slackTirosTriples}_j}{\text{TirosTriples}_0} + \frac{\text{slackAsistencias}_j}{\text{Asistencias}_0} + \frac{\text{slackCorte}_j}{\text{Corte}_0} + \frac{\text{slackPlusminus}_j}{\text{RangoPlusminus}_0} + \frac{\text{slackRobos}_j}{\text{Robos}_0}\right)\right]$$

**Ecuación 20.** FO guard

Forward

$$\frac{1}{\rho_0^*} = \max\left[1 + \frac{1}{6} \times \left(\frac{\text{slackPuntos}_j}{\text{Puntos}_0} + \frac{\text{slackTirosCampo}_j}{\text{TirosCampo}_0} + \frac{\text{slackTirosLibres}_j}{\text{TirosLibres}_0} + \frac{\text{slackAsistencias}_j}{\text{Asistencias}_0} + \frac{\text{slackPlusminus}_j}{\text{RangoPlusminus}_0} + \frac{\text{slackRebotes}_j}{\text{Rebotes}_0}\right)\right]$$

**Ecuación 21.** FO forward

Center

$$\frac{1}{\rho_0^*} = \max\left[1 + \frac{1}{6} x\left(\frac{slackPuntos_j}{Puntos_0} + \frac{slackTirosCampo_j}{TirosCampo_0} + \frac{slackTirosLibres_j}{TirosLibres_0} + \frac{slackBloqueos_j}{Bloqueos_0} + \frac{slackPlusminus_j}{RangoPlusminus_0} + \frac{slackRebotes_j}{Rebotes_0}\right)\right]$$

**Ecuación 22.** FO center

En cada modelo, como se ha comentado anteriormente, varía la función objetivo según las variables que se están evaluando. Destacar que estas ecuaciones devuelven el inverso del valor que se desea buscar, debido a esto en la hoja de resultados debemos invertirla.

Estas funciones objetivos proporcionan el valor de un único jugador, siendo así, se realizará para todos los jugadores y posteriormente se maximizará la suma de los mismos.

$$\max\left(\sum_{j=1}^n \frac{1}{\rho_j^*}\right)$$

**Ecuación 23.** FO global

Donde n es el número de jugadores en cada caso. Dentro de la función objetivo existen una serie de restricciones que se comentan a continuación, evitando una función objetivo larga y engorrosa.

Solo se tendrá en cuenta en las distintas funciones objetivos los siguientes dividendos cuando se cumpla la condición asignada.

$$\frac{slackPlusminus_j}{RangoPlusminus_0} \quad \text{si } RangoPlusminus_j > 0$$

$$\frac{slackTirosTriples_j}{TirosTriples_0} \quad \text{si } TirosTriples_j > 0$$

**Ecuación 24.** Restricciones dentro de la FO

Estas condiciones aparecen por motivos especiales, en la primera al poder la variable Plusminus tomar valores tanto negativos como positivos se ha tenido que realizar la conversión mencionada anteriormente en el apartado 4.2.2 en la definición de la variable Plus minus. Se puede apreciar que en el caso en el que el jugador tenga el máximo valor de la columna el resultado tomará valor cero. Siendo así, se estaría dividiendo en la función objetivo entre cero dando un error en el cálculo. Debido a esto aparece la restricción que sólo permite introducir este dividendo en el caso de RangoPlusminus >0.

En la segunda restricción recordar lo mencionado anteriormente, la variable TirosTriples hace referencia al número aciertos en tiros triples, tras varias simulaciones obteniendo errores se detectó un dato que daba un error en la función objetivo debido a que un jugador no ha anotado ningún tiro de tres puntos en toda la temporada. Esto hacía que en la función objetivo hubiera un dividendo dividido entre cero. Debido a esto se ha creado una restricción para solventar este error.

Por último queda definir las restricciones del modelo, muchas de ellas se repiten entre los diferentes casos y varían

un par de ellas, estas restricciones permiten acotar las soluciones del problema.

➤ Restricciones

*Genéricas*

Estas restricciones aparecen en todos los modelos.

$$\begin{aligned}
 \text{Minutos}_o &\geq \sum_{j=1}^n \text{Minutos}_j \lambda_j \\
 \text{Puntos}_o &= \sum_{j=1}^n \text{Puntos}_j \lambda_j - \text{slackPuntos} \\
 \text{TirosCampo}_o &= \sum_{j=1}^n \text{TirosCampo}_j \lambda_j - \text{slackTirosCampo} \\
 \text{TirosLibres}_o &= \sum_{j=1}^n \text{TirosLibres}_j \lambda_j - \text{slackTirosLibres} \\
 \text{Plusminus}_o &= \sum_{j=1}^n \text{Plusminus}_j \lambda_j - \text{slackPlusminus} \\
 \text{Faltas}_o &\leq \sum_{j=1}^n \text{Faltas}_j \lambda_j
 \end{aligned}$$

**Ecuación 25.** Restricciones genéricas

A continuación se definen las restricciones extra de cada caso agregándolas a las vistas anteriormente.

*Guard*

$$\begin{aligned}
 \text{TirosTriples}_o &= \sum_{j=1}^n \text{TirosTriples}_j \lambda_j - \text{slackTirosTriples} \\
 \text{Asistencias}_o &= \sum_{j=1}^n \text{Asistencias}_j \lambda_j - \text{slackAsistencias} \\
 \text{Robos}_o &= \sum_{j=1}^n \text{Robos}_j \lambda_j - \text{slackRobos} \\
 \text{Corte}_o &= \sum_{j=1}^n \text{Corte}_j \lambda_j - \text{slackCorte}
 \end{aligned}$$

**Ecuación 26.** Restricciones *guard*

*Forward*

$$\begin{aligned}Asistencias_o &= \sum_{j=1}^n Asistencias_j \lambda_j - slackAsistencias \\Rebotes_o &= \sum_{j=1}^n Rebotes_j \lambda_j - slackRebotes\end{aligned}$$

**Ecuación 27.** Restricciones *forward*

*Center*

$$\begin{aligned}Rebotes_o &= \sum_{j=1}^n Rebotes_j \lambda_j - slackRebotes \\Bloqueos_o &= \sum_{j=1}^n Bloqueos_j \lambda_j - slackBloqueos\end{aligned}$$

**Ecuación 28.** Restricciones *center*

Por último la restricción que nos permite introducir el retorno de escala variable. Esto permite al programa dividir a los jugadores en distintos tamaños según los minutos jugados por partidos pudiendo dar jugadores eficientes sin tener los mejores resultados de todos.

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

**Ecuación 29.** Restricción VRS

# 5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

## 5.1 Introducción

En este apartado se reflejan los resultados obtenidos en las simulaciones y un análisis en profundidad de los mismos. Con esto se pretende explicar el motivo de los resultados y las posibles mejoras que deberían realizar los jugadores.

## 5.2 Resultados

Para obtener los resultados primero se ha realizado una tabla de datos, el conjunto de tablas es demasiado grande para mostrarlo en este apartado por lo que se ilustrará una de ejemplo y el resto estarán reflejadas en el final del documento en el anexo de tablas.

Tabla 8. Datos posición *center*

Jugadores	Minutos/Partido	Puntos/Partido	Tiros de campo encestandos	Tiros libres encestandos	Rebotes	Bloqueos	Faltas personales	Plus minus
John Collins	24.1	10.5	4.2	1.8	7.3	1.1	2.9	0
Dewayne Dedmon	24.9	10	4	1.1	7.9	0.8	2.6	-1.1
Mike Muscala	20	7.6	2.7	1.1	4.3	0.5	1.5	-2.2
Jarrett Allen	20	8.2	3.3	1.6	5.4	1.2	2	2.8
Al Horford	31.6	12.9	5.1	1.3	7.4	1.1	1.9	0
Greg Monroe	20.4	10.3	4.3	1.7	6.9	0.5	1.9	-2.6
Dwight Howard	30.4	16.6	6.2	4.1	12.5	1.6	3.1	-2.9
Frank Kaminsky	23.2	11.1	3.9	2	3.6	0.2	1.2	4.8
Robin Lopez	26.4	11.8	5.3	1.1	4.5	0.8	1.7	-1.7
Kevin Love	28	17.6	5.7	4	9.3	0.4	2	-4.3
Dirk Nowitzki	24.7	12	4.5	1.3	5.7	0.6	1.9	0.7
Dwight Powell	21.2	8.5	3.2	1.7	5.6	0.4	2.4	-4.2
Nikola Jokic	32.6	18.5	6.7	3.5	10.7	0.8	2.8	0.3
Mason Plumlee	19.5	7.1	3	1.1	5.4	1.1	2.5	4.7
Andre Drummond	33.7	15	6	3.1	16	1.6	3.2	1.1
Clint Capela	27.5	13.9	6	1.9	10.8	1.9	2.5	-0.7
Myles Turner	28.2	12.7	4.7	2.5	6.4	1.8	2.9	-1.3
Domantas Sabonis	24.5	11.6	4.6	2.3	7.7	0.4	3	-0.7
DeAndre Jordan	31.5	12	4.8	2.4	15.2	0.9	2.6	0
Montrezl Harrell	17	11	4.6	1.8	4	0.7	1.9	-1.2
Julius Randle	26.7	16.1	6.1	3.7	8	0.5	3.3	-3
Brook Lopez	23.4	13	5	1.5	4	1.3	2.6	1.5
Marc Gasol	33	17.2	5.9	3.8	8.1	1.4	2.5	2.8
Hassan Whiteside	25.3	14	5.8	2.4	11.4	1.7	2.4	0.4
Kelly Olynyk	23.4	11.5	4.2	1.8	5.7	0.5	2.9	3
Bam Adebayo	19.8	6.9	2.5	1.9	5.5	0.6	2	-8
John Henson	25.9	8.8	3.8	1.2	6.8	1.4	2.7	-0.7
Tyler Zeller	16.8	6.7	2.8	0.9	4.6	0.5	1.9	1.8
Karl-Anthony Towns	35.6	21.3	7.8	4.2	12.3	1.4	3.5	-2.5
Anthony Davis	36.4	28.1	10.4	6.6	11.1	2.6	2.1	2.1
DeMarcus Cousins	36.2	25.2	8.5	6.1	12.9	1.6	3.8	1.6
Kristaps Porzingis	32.4	22.7	8.1	4.5	6.6	2.4	2.9	0
Enes Kanter	25.8	14.1	5.9	2.2	11	0.5	2.6	5.1
Kyle O'Quinn	18	7.1	2.9	1.3	6.1	1.3	2.5	0.3
Steven Adams	32.7	13.9	5.9	2.1	9	1	2.8	0.1
Nikola Vucevic	29.5	16.5	7	1.4	9.2	1.1	2.5	-1.5
Mameese Speights	13	7.7	2.7	0.8	2.6	0.4	2	4.5
Joel Embiid	30.4	22.9	8.1	5.7	11	1.8	3.3	1.4
Alex Len	20.2	8.5	3.1	2.3	7.5	0.9	2.3	-1.5
Jusuf Nurkic	26.4	14.3	6.1	2.2	9	1.4	3.1	0
Willie Cauley-Stein	28	12.8	5.3	2.1	7	0.9	2.5	0.6
Skal Labissiere	20.7	8.7	3.4	1.6	4.8	0.8	2.2	-0.6
Kosta Koufos	19.6	6.7	3.1	0.5	6.6	0.5	2.1	5.1
Pau Gasol	23.5	10.1	3.7	2.1	8	1	1.6	-3.1
Jonas Valanciunas	22.4	12.7	5.1	2.2	8.6	0.9	2.5	-1.8
Serge Ibaka	27.5	12.6	5	1.2	6.3	1.3	2.8	-4
Jakob Poeltl	18.6	6.9	3.1	0.7	4.8	1.2	2.6	-2.9
Rudy Gobert	32.4	13.5	4.9	3.6	10.7	2.3	2.7	3.1
Derrick Favors	28	12.3	5.1	1.8	7.2	1.1	2.1	1.3
Marcin Gortat	25.3	8.4	3.5	1.3	7.6	0.7	2.1	-2

Esta tabla pertenece a los datos de la posición de *center*, al ser un total de 50 DMUs es menos extensa que el resto y más fácil de representar. A partir de esta tabla se han obtenido un conjunto de holguras para cada variable de las DMUs no eficientes, siendo esta holgura la variación que debería sufrir esa variable para ser eficiente.

El software también devuelve una tabla donde aparecen las lambda, variable vista previamente. Esta variable tomará el valor de la unidad en su diagonal, en el caso de una DMU eficiente. En caso contrario, cero y la fila para esa DMU no eficiente, tendrá una suma de la unidad distribuida a lo largo de otros jugadores eficientes. En los siguientes apartados se explicará con más detalle los valores que toman las variables lambda y el porqué de los mismos.

### 5.2.1 Holguras

A continuación se analizarán las holguras obtenidas para las distintas posiciones, de igual manera que en el apartado anterior, hay muchas tablas para analizarlas al detalle. Debido a esto se procede a mostrar una tabla ejemplo para comprender el formato en el cual se presentan los datos y posteriormente un análisis algo más genérico pero entrando en ciertos detalles importantes.

En el apartado anterior están reflejados los datos para la posición de *center*, en la tabla que procede se reflejan los resultados para las holguras para la posición de *center* y con retorno de escala. El resto de tablas con las holguras están reflejadas en el anexo de tablas.

**Tabla 9.** Holguras posición *center*

Jugadores/Holguras	Minutos/Partido	Puntos/Partido	Tiros de campo encestandos	Tiros libres encestandos	Rebotes	Bloqueos	Faltas personales	Plus minus	FD	FD*
John Collins	0	6.837	1.945	2.126	0.653	0.193	0	2.522	1.510	0.662
Dewayne Dedmon	0	8.034	2.459	2.893	0.000	0.616	0	3.760	1.904	0.525
Mike Muscala	0	0	0	0	0	0	0	0		
Jarrett Allen	0	0	0	0	0	0	0	0		
Al Horford	0	9.847	3.262	3.628	1.381	0.802	0	2.879	1.971	0.507
Greg Monroe	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dwight Howard	0	2.395	0.876	0.243	0.000	0.126	0	4.023	1.155	0.866
Frank Kaminsky	0	0	0	0	0	0	0	0		
Robin Lopez	0	5.256	0.896	2.459	1.822	0.369	0	5.396	1.752	0.571
Kevin Love	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dirk Nowitzki	0	4.923	1.667	2.164	0.663	0.694	0	2.839	1.727	0.579
Dwight Powell	0	6.343	2.195	1.139	0.000	0.769	0	7.845	1.811	0.552
Nikola Jokic	0	6.302	2.296	2.435	0.000	1.332	0	1.570	1.562	0.640
Mason Plumlee	0	0	0	0	0	0	0	0		
Andre Drummond	0	0	0	0	0	0	0	0		
Clint Capela	0	0	0	0	0	0	0	0		
Myles Turner	0	8.255	2.962	2.140	1.978	0.000	0	4.079	1.514	0.661
Domantas Sabonis	0	6.139	1.740	1.611	0.000	0.977	0	3.437	1.774	0.564
DeAndre Jordan	0	0	0	0	0	0	0	0		
Montrezl Harrell	0	0	0	0	0	0	0	0		
Julius Randle	0	2.296	0.745	0.310	0.000	1.296	0	5.167	1.596	0.626
Brook Lopez	0	3.777	1.015	2.071	3.063	0.000	0	1.500	1.509	0.662
Marc Gasol	0	7.062	3.195	1.632	2.454	0.678	0	0.000	1.361	0.735
Hassan Whiteside	0	0	0	0	0	0	0	0		
Kelly Olynyk	0	5.267	1.922	1.578	0.678	0.878	0	0.433	1.645	0.608
Bam Adebayo	0	6.153	2.666	0.437	0.000	0.412	0	8.523	1.587	0.630
John Henson	0	10.162	2.974	3.106	1.580	0.089	0	3.185	1.895	0.528
Tyler Zeller	0	2.191	0.403	0.411	0.000	0.150	0	0.314	1.220	0.819
Karl-Anthony Towns	0	3.467	1.468	1.521	0.000	0.936	0	4.339	1.325	0.754
Anthony Davis	0	0	0	0	0	0	0	0		
DeMarcus Cousins	0	0	0	0	0	0	0	0		
Kristaps Porzingis	0	0	0	0	0	0	0	0		
Enes Kanter	0	0	0	0	0	0	0	0		
Kyle O'Quinn	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0.000		
Steven Adams	0	10.374	3.282	3.583	0.756	1.252	0	2.379	1.811	0.552
Nikola Vucevic	0	5.535	1.015	3.696	0.122	0.769	0	3.847	1.736	0.576
Marreese Speights	0	0	0	0	0	0	0	0		
Joel Embiid	0	0	0	0	0	0	0	0		
Alex Len	0	0	0	0	0	0	0	0		
Jusuf Nurkic	0	5.106	0.759	2.374	0.069	0.078	0	2.113	1.340	0.746
Willie Cauley-Stein	0	7.977	2.336	2.418	1.049	0.910	0	2.362	1.650	0.606
Sikal Labissiere	0	5.717	1.789	1.189	0.881	0.232	0	4.131	1.533	0.652
Kosta Koufos	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pau Gasol	0	0	0	0	0	0	0	0		
Jonas Valanciunas	0	0.941	0.151	0.295	0.000	0.415	0	3.650	1.205	0.830
Serge Ibaka	0	7.760	2.275	3.548	2.819	0.321	0	6.221	1.901	0.526
Jakob Poeltl	0	2.527	0.523	1.018	0.905	0.000	0	4.480	1.456	0.687
Rudy Gobert	0	0	0	0	0	0	0	0		
Derrick Favors	0	8.477	2.536	2.718	0.849	0.710	0	1.662	1.650	0.606
Marcin Gortat	0	3.490	3.132	2.377	0.000	0.873	0	4.890	1.965	0.503
VALOR MEDIO	0	3.387	1.050	1.106	0.435	0.319	0	1.951	1.341	0.796
CONTADOR DE JUGADORES	0	28	28	28	17	25	0	27	22	22

En la tabla mostrada se pueden apreciar como las variables, minutos/partido y faltas personales toman valor cero para las holguras. Esto se debe a lo mencionado previamente en la definición de las variables, en el caso de los minutos es el tamaño de las DMUs y no se le permite variar. En el caso de las faltas no se busca mejora ya que podría afectar al estilo de juego de los jugadores. Otro detalle que comentar es en las dos últimas columnas, como se mencionó las restricciones, nos devuelve la inversa de la función objetivo tendiéndose que invertir para obtener valores entre cero y uno.

En el resto de variables cuando una holgura toma valor cero significa que está en su valor eficiente no teniendo que aumentar. En el caso de tener un valor superior a cero implica que el jugador debería aumentar esa variable esa



cantidad para ser eficiente en esa variable.

Por último en las dos últimas filas está el valor medio de las holguras de cada variable, con esto se puede apreciar la variable donde hay una mayor diferencia entre los jugadores y un contador del número de jugadores que tienen una holgura en la variable, esto nos ayuda a saber dónde se concentran el número de jugadores no eficientes y que estadística mejorar de manera global. Antes de analizar y observar los resultados se espera que el número de jugadores eficientes descienda de un modelo a otro. De igual manera los valores deben seguir una orientación inversa, deberían aumentar al pasar de VRS al modelo sin VRS.

En todo momento se realizara un análisis de las holguras y el valor de la función objetivo para cada posición comprando el modelo con retorno de escala y el modelo sin retorno de escala.

### Guard

A continuación se muestra una tabla resumen de los datos medios de las holguras para la posición de *guard* para los dos modelos obtenidos.

**Tabla 10.**Resumen holguras *guard*

Con VRS	Sin VRS	Puntos/Partido	Tiros de campo encestados	Tiros triples encestados	Tiros libres encestados	Asistencias	Corte de jugada	Robos	Plus minus	FO*
VALOR MEDIO		5.516	1.130	0.758	2.495	1.776	0.850	0.246	3.548	0.685
CONTADOR DE JUGADORES		70	68	65	70	57	66	59	66	30
VALOR MEDIO		8.520	1.865	0.962	3.831	2.740	1.331	0.356	4.662	0.572
CONTADOR DE JUGADORES		83	83	76	83	82	83	77	81	17

Se puede apreciar a simple vista que los valores globales para el modelo sin retorno de escala son mayores, esto se debe a la aparición de menos jugadores eficientes.

Otro enfoque que podemos aplicar para explicar los resultados es el siguiente, como consecuencia de haber menos jugadores eficientes, hay menos jugadores que toman cero como valor en sus holguras. De este modo hay más jugadores en un valor medio, siendo así se reduce la diferencia entre los jugadores con holguras muy altas y aquellos que son eficientes, como consecuencia directa se reduce este valor.

- En el primero modelo, con restricción VRS, se puede observar que las variables con valores más altos, aquellas que sufren una mayor variación entre el mínimo y el máximo, son los puntos y el plus minus. Con estos datos podemos concluir, que en distintos tamaños hay muchos jugadores con unas puntuaciones altas en estas categorías destacando incluso en tamaños pequeños. En cambio si se mira el número de jugadores con holgura en cada variable, se puede apreciar como todos los jugadores no eficientes deben mejorar en sus puntos anotados y en los tiros libres.

Como estadística menos representativa pueden ser considerados los robos que a pesar de tener un número algo superior de jugadores con holguras, es sin duda la que tiene unos valores medios muy inferiores al resto de estadísticas teniendo sólo 0.2 de holgura.

- Para el segundo modelo, sin restricción VRS, hay un cambio significativo con respecto al caso anterior, tanto los puntos, tiros de campo, tiros libres, asistencias, corte de jugada y plus minus tienen casi el 100 por cien de los jugadores no eficientes, siendo estos un total de 83 jugadores no eficientes. De todas estas estadísticas donde todos los jugadores deben mejorar para llegar a ser eficientes, la más significativa es la referida a los puntos por partidos, duplicando el valor medio de la holgura de la segunda variable más alta.

En media los jugadores deben aumentar sus puntos anotados en 8.5 unidades, esto se debe a las altas puntuaciones de jugadores estrellas, aumentando de manera significativa la holgura respecto al caso con VRS.

Una vez analizado los datos más relevantes se puede llegar a la conclusión que se podría haber prescindido de la variable de robos ya que se puede apreciar que la diferencia entre todos los jugadores es tan ínfima que no representa un impacto muy directo en el estilo de juego.

Por último, comentar el número de jugadores eficientes. En el primer modelo, como se supuso de antemano, el número de jugadores eficientes es mayor debido a los óptimos locales al dividir el modelo en distintos tamaños.

### Forward

A continuación una tabla resumen con las holguras de los dos modelos realizados para la posición de *forward*.

**Tabla 11.** Resumen holguras *forward*

Con VRS	Sin VRS	Puntos/Partido	Tiros de campo encestados	Tiros libres encestados	Rebotes	Asistencias	Plus minus	FO*
VALOR MEDIO		5.118	2.188	1.155	1.575	2.459	1.639	0.662
CONTADOR DE JUGADORES		80	80	76	67	74	57	20
VALOR MEDIO		6.708	2.681	1.533	1.561	3.711	2.646	0.573
CONTADOR DE JUGADORES		88	88	85	70	83	71	12

En este caso las suposiciones se cumplen salvo para los rebotes que tienen un valor algo superior en el modelo con VRS pero casi insignificante, por lo tanto, no se tendrá en cuenta como un posible error debido a la poca variación entre los datos.

Como en la posición anterior los mayores cantidades de jugadores con holguras están concentradas en las estadísticas de puntos y tiros de campo, conteniendo en los dos casos el 100 por cien de los jugadores no eficientes.

- En nuestro primer modelo, con VRS, repitiendo lo mencionado anterior, las variables con más concentración de jugadores no eficientes son los puntos por partido y tiros de campo, teniendo un mayor impacto los puntos alcanzando en media 5.1 unidades. El resto de variables se mantienen sobre los mismos niveles de jugadores ineficientes salvo la variable plus minus, la cual tiene unas cifras algo inferiores. Esto se puede deber a que el impacto del jugador no es necesario para un impacto directo en esta variable.

Un jugador puede salir a la cancha y no tener ningún impacto, mientras su equipo consigue una ventaja en el marcador aumentando el marcador de esta variable para el jugador.

- En el segundo modelo, sin VRS, aumentan el número de jugadores ineficientes para cada variable. De igual manera que con VRS la principal variables son los puntos anotados teniendo una media de holgura de 6.7 unidades.

Como conclusión para la posición de *forward*, los jugadores tienen un potencial de mejora superior al anterior casi debido a que las holguras de todas las variables en media son superiores a 1.5 unidades, indicando que existe un gran margen de aumento. En este caso hay un menor número de jugadores eficientes en los dos modelos que para la posición de *guard*, debido a esto nos encontramos en uno de los dos siguientes casos o en ambos:

- Los jugadores eficientes para la posición de *guard* tienen unas estadísticas más igualadas y versátiles, es decir, puede que un jugador tenga unas variables superiores pero otras inferiores a la media.
- Los jugadores eficientes en la posición de *forward* tienen unas estadísticas mucho más superiores a la media de jugadores, creando una barrera casi inalcanzable para jugadores con pequeños tamaños, siendo posible únicamente llegar a la eficiencia a los mejores jugadores o jugadores estrella.

## Center

A continuación se muestra una tabla de las holguras medias para las variables con holguras distintas de cero para la posición de *center*.

Tabla 12. Resumen holguras *center*

Con VRS	Sin VRS	Puntos/Partido	Tiros de campo encestandos	Tiros libres encestandos	Rebotes	Bloqueos	Plus minus	FO*
VALOR MEDIO		3.387	1.050	1.106	0.435	0.319	1.951	0.796
CONTADOR DE JUGADORES		28	28	28	17	25	27	22
VALOR MEDIO		5.012	1.673	1.708	0.602	0.562	1.906	0.707
CONTADOR DE JUGADORES		37	37	36	23	34	33	13

En este caso sólo hay 50 DMUs, siendo el número de jugadores eficientes inferior a los anteriores casos pero porcentualmente mucho mayor. Los jugadores eficientes para la posición de *center* alcanzan casi un 50 por ciento del total de jugadores, antes de mirar las estadísticas, se podría concluir que en media el nivel de los jugadores para esta posición, está mucho más igualado por lo tanto en distintos tamaños podemos encontrar muchos jugadores eficientes como la tabla nos muestra.

Al igual que en los anteriores modelos los jugadores ineficientes se concentran en los puntos, tiros de campo y tiros libres teniendo todas casi el 100 por cien de estos jugadores.

- En el primer modelo, con VRS, todas las holguras de las variables toman valores bajos, por el mismo motivo que se ha comentado anteriormente, al haber muchos jugadores eficientes las medias de las holguras disminuyen. En adición si se mira individualmente los valores de las holguras para cada jugador no eficiente no toman valores altos, siendo así una posición donde una gran parte de los jugadores rinden en los mismos niveles.

A pesar de ser la posición donde los bloqueos es la estadística por la que se suele valorar más a estos jugadores, mirando los datos de las variables, la media toma un valor cercano a 0.3. Esto se debe a la dificultad de realizar un bloqueo y la estadística que más brilla son los puntos de igual manera que para el resto de modelos

- Para el segundo modelo, sin VRS, las holguras no sufren casi ningún cambio en las últimas estadísticas de la tabla. Sin embargo para los puntos, tiros de campos y tiros libres se ve un claro aumento de las mismas.

### 5.2.2 Jugadores más eficientes

En este apartado se analizaran las variables  $\lambda$  para los modelos. El objetivo es obtener un top 3 para cada posición y para cada tipo de modelo, con VRS y sin VRS. Ya que entre los modelos pueden variar los jugadores debido a los tamaños.

Se van a aportar tablas resumen con los jugadores eficientes en los cuales se proyecta al menos un jugador no eficiente. La cantidad proyectada sobre un jugador eficiente nos viene definida por la variable  $\lambda$ . Esta variable tiene que sumar uno para cada jugador en su fila en el caso de tener la restricción VRS, en caso contrario puede sumar más o menos de la unidad. Es decir, cada jugador no eficiente está compuesto por un conjunto del porcentaje de las estadísticas de los jugadores eficientes. En la tabla resumen para cada modelo aparecen los datos más relevantes, como el número de jugadores que se proyectan, el sumatorio de los jugadores proyectados y la media de proyección.

Los datos  $\lambda$  los devuelve el programa en una tabla de tamaño DMUs x DMUs, en el caso de la posición de *guard*, la tabla tiene dimensiones de 100 x 100.

En las tablas se han tenido una serie de consideraciones previas para los jugadores que aparecen:

- Sólo aparecen jugadores en los cuales se ha proyectado al menos un jugador.
- El orden establecido está impuesto por el sumatorio de los porcentajes de las proyecciones, esto se ha realizado debido a un análisis previo de los datos. La mentalidad usada es la siguiente, si varios jugadores tienen un número similar de jugadores proyectados tendrá un mayor impacto al que los porcentajes sean mayores. Para poder ver esto de manera más clara se puede ver el siguiente ejemplo, si en un jugador se proyectan 20 jugadores con media 0.1, implica que los jugadores que se proyectan sobre él están tomando sus estadísticas con un porcentaje muy bajo. En cambio si sobre otro jugador se proyectan 16 jugadores con media 0.3, este jugador tiene menos jugadores proyectándose sobre él pero toman en mayor medida sus datos teniendo una mayor relevancia.

A continuación se muestran las tablas mencionadas anteriormente y el análisis de las mismas.

### Guard

- Con retorno de escala variable

**Tabla 13.** Jugadores eficientes *guard* VRS

Número	Nombres	Proyecciones	Suma de porcentajes proyectados	Media
1	James Harden	70	35.324	0.505
2	Devin Harris	22	6.686	0.304
3	CJ Miles	15	5.203	0.347
4	Shabazz Napier	17	4.646	0.273
5	Emmanuel Mudiay	18	4.643	0.258
6	Fred VanVleet	20	4.049	0.202
7	Stephen Curry	12	3.676	0.306
8	J.J. Barea	13	2.249	0.173
9	Lou Williams	10	1.566	0.157
10	Jimmy Butler	5	1.018	0.204
11	Kemba Walker	3	0.864	0.288
12	Victor Oladipo	3	0.821	0.274
13	Kris Dunn	2	0.106	0.053
14	Damian Lillard	1	0.089	0.089
15	Mamu Ginobili	1	0.053	0.053
16	Rajon Rondo	1	0.007	0.007
17	LeBron James	1	0.001	0.001

Como hemos mencionado al inicio de esta sección para comprobar que los datos son correctos, el sumatorio de todas las proyecciones debe ser igual al número de jugadores ineficientes, este sumatorio da como resultado 70. Una vez verificado los datos podemos continuar con el análisis.

Encontramos un claro dominio por James Harden, teniendo un 100 por cien de las proyecciones de los jugadores ineficientes. Hay cierta controversia para la tercera posición pero seguiremos los criterios establecidos anteriormente, el jugador con mayor suma de porcentajes, obteniendo a CJ Miles como el tercer mejor jugador para esta posición.

Destacar que estamos en el caso con VRS, esto nos proporciona ciertos jugadores eficientes que pueden no ser del todo conocidos en el mundo de las estrellas del baloncesto. Esto se debe a la división por tamaños ya comentada a lo largo del documento.

Como conclusión y para completar uno de los puntos de este documento, los tres jugadores más eficientes para esta posición en VRS son, James Harden en primer lugar, Devin Harris en segundo lugar y CJ Miles en tercer lugar.

➤ Sin retorno de escala variable

**Tabla 14.** Jugadores eficientes *guard* CRS

Número	Nombres	Proyecciones	Suma de porcentajes proyectados	Media
1	James Harden	80	55.067	0.688
2	Lou Williams	8	3.211	0.401
3	Jimmy Butler	11	1.782	0.162
4	LeBron James	5	1.428	0.286
5	Stephen Curry	5	1.315	0.263
6	Kemba Walker	5	1.039	0.208
7	Victor Oladipo	4	0.942	0.235
8	Damian Lillard	3	0.510	0.170

Si para el caso anterior en la posición de *guard*, para este caso hay un dominio mucho más absoluto por parte de James Harden, en el caso anterior aparecen jugadores eficientes por tamaño. En este caso todos los jugadores buscan proyectarse sobre el mejor jugador en una mayor cantidad.

Como se ha mencionado anteriormente, en el caso de CRS, el sumatorio de los porcentajes proyectados no tiene por qué ser igual al número de jugadores no eficientes. Se puede apreciar como la media de los jugadores proyectados sobre James Harden es de casi 0.7, es decir, muchos jugadores utilizan las estadísticas de este jugador únicamente. Buscan ser como el mejor.

Todos los jugadores que aparecen en la lista de eficiencia están contenidos en la tabla con VRS. Para esta posición hay muchos jugadores con estadísticas bastante parejas a las de James Harden, pero en este análisis los jugadores buscan proyectarse sobre el mejor. Debido a esto, jugadores del más alto nivel puede que no aparezcan en la tabla o si aparecen no tienen un gran impacto debido a la sombra que les hace James Harden.

Para concluir esta tabla, la primera posición pertenece a James Harden, en segundo lugar Lou Williams y en tercer lugar Jimmy Butler.

Un jugador mundialmente conocido que aparece en estas dos tablas anteriores, es LeBron James, en ambas no ocupa un lugar privilegiado en la tabla, esto se debe a las estadísticas medidas, LeBron suele jugar entre las posiciones de *guard* y *forward*. Gracias a este documento podremos analizar cuál es su posición más eficiente.

*Forward*

➤ Con retorno de escala variable

**Tabla 15.** Jugadores eficientes *forward* VRS

Número	Nombres	Proyecciones	Suma de porcentajes proyectados	Media
1	LeBron James	75	35.770	0.477
2	Montrezl Harrell	59	19.861	0.337
3	Greg Monroe	29	10.309	0.355
4	Ben Simmons	18	3.579	0.199
5	Anthony Davis	10	2.485	0.248
6	Bobby Portis	6	2.316	0.386
7	Trey Lyles	8	2.219	0.277
8	Jerami Grant	4	1.538	0.385
9	Giannis Antetokounmpo	4	0.758	0.190
10	Frank Kaminsky	3	0.570	0.190
11	Rondae Hollis-Jefferson	1	0.471	0.471
12	Nicolas Batum	2	0.124	0.062

Primero realizaremos la comprobación para verificar que las estadísticas que estamos analizando son las correctas, el sumatorio de los porcentajes proyectados es igual a 80, por lo tanto podemos continuar.

En este caso hay varios jugadores con un gran número de proyecciones, esto varía con respecto a los modelos anteriores donde había un claro dominio. Para este caso las tres primeras posiciones están claramente definidas, siendo en primer lugar LeBron James, en segundo lugar Montrezl Harell y en tercer lugar Greg Monroe.

Como se mencionó anteriormente, LeBron aparece en este caso como mejor jugador, esto se debe a sus estadísticas evaluadas, de esto podemos concluir que su rendimiento en la posición de *forward* es mucho más alto.

➤ Sin retorno de escala variable

**Tabla 16.** Jugadores eficientes *forward* CRS

Número	Nombres	Proyecciones	Suma de porcentajes proyectados	Media
1	LeBron James	84	55.378	0.659
2	Anthony Davis	21	5.795	0.276
3	Ben Simmons	17	3.093	0.182
4	Greg Monroe	7	2.200	0.314
5	Giannis Antetokounmpo	4	1.212	0.303
6	Nicolas Batum	1	0.041	0.041

Para este caso hay un total de 12 jugadores eficientes, en esta tabla hay un claro dominio de LeBron. Se puede apreciar a lo largo de las tablas como en el caso del CRS hay siempre un jugador dominante y la lista se reduce con respecto al modelo con VRS.

Todos los jugadores contenidos en esta lista ya han sido eficientes y se han proyectado sobre ellos en la tabla anterior. Con esto se puede concluir que los jugadores eficientes para CRS y con proyecciones, han tenido que ser eficientes en un primer lugar para su tamaño.

Como conclusión, completando los objetivos del documento, tenemos en primer lugar a LeBron James, en segundo lugar a Anthony Davis y en tercer lugar a Ben Simmons.

## Center

➤ Con retorno de escala variable

**Tabla 17.** Jugadores eficientes *center* VRS

Número	Nombres	Proyecciones	Suma de porcentajes proyectados	Media
1	Anthony Davis	25	9.739	0.390
2	Marreese Speights	26	8.440	0.325
3	Joel Embiid	16	5.578	0.349
4	Hassan Whiteside	6	0.974	0.162
5	Kyle O'Quinn	2	0.888	0.444
6	Frank Kaminsky	3	0.814	0.271
7	Montrezl Harrell	1	0.563	0.563
8	Andre Drummond	2	0.530	0.265
9	Pau Gasol	1	0.290	0.290
10	Enes Kanter	1	0.184	0.184

Al igual que en todos los modelos anteriores en VRS, se comprueba que el sumatorio de los porcentajes sea igual al número de jugadores ineficientes. Este nos da 28 por lo tanto podemos continuar sabiendo que los

datos son correctos.

Al igual que con el caso de Lebron, en este modelo podemos ver reflejado como mejor jugador a Anthony Davis, el cual también aparece en las estadísticas de *forward*, esto es algo mucho más común ya que en la posición de forward está incluida lo que consideramos en español el “ala-pívot”. Éste juega de una manera similar al *pívot* en ciertos aspectos.

Para este modelo quedan definidas las tres posiciones de la siguiente manera, quedando en primer lugar Anthony Davis, en segundo lugar Marreese Speights y en tercer lugar Joel Embiid.

➤ Sin retorno de escala variable

**Tabla 18.** Jugadores eficientes *center* CRS

Número	Nombres	Proyecciones	Suma de porcentajes proyectados	Media
1	Anthony Davis	34	19.400	0.571
2	Joel Embiid	12	5.124	0.427
3	Hassan Whiteside	7	2.080	0.297
4	Marreese Speights	5	1.602	0.320
5	Enes Kanter	1	0.236	0.236
6	Kyle O'Quinn	1	0.184	0.184
7	Mason Plumlee	1	0.016	0.016

Para esta posición sin VRS, hay un total de 13 jugadores, normalmente en este tipo de modelo suele haber una clara dominancia por un jugador sobre el resto, en este caso sigue habiendo un jugador superior al resto pero no es tan claro. Esto se debe a que las estadísticas de los jugadores en esta posición están mucho más igualadas, teniendo otras opciones para proyectarse.

En primer lugar encontramos de nuevo a Anthony Davis, en segundo lugar a Joel Embiid y en tercer lugar Hassan Whiteside. Se puede apreciar que estos tres jugadores ya pertenecían a la anterior tabla de jugadores eficientes con proyecciones.

### 5.2.3 Jugadores dominantes

En este apartado, se pretende recopilar aquellos jugadores que han sobresalido sobre el resto, aquellos en los cuales se proyectan una mayor cantidad de jugadores. Para ello se consideraran únicamente el caso sin retorno de escala variable.

De estos jugadores se aportará una tabla de datos con sus estadísticas en cada entrada y salida. También se proporcionara el máximo valor que puede tomar esas entradas o salidas y por último la posición según la puntuación que tienen en cada una de ellas.

Con esto se busca encontrar una razón lógica del motivo para ser tan dominantes y poder ver estas estadísticas en un mayor detalle. Se expondrán las tres tablas para cada posición y posteriormente se hará un análisis genérico de las tres.

Recordar que hay una estadística en la cual buscamos que la posición sea lo mínimo posible, esta es el número de faltas, no se le dará mucho hincapié, pero cuanto mayor sea la posición en la que se encuentre mejor será sus estadísticas globales.



## James Harden (*Guard*)

**Tabla 19.** James Harden

	Minutos/ Partido	Puntos/ Partido	Tiros de campo encestados	Tiros triples encestados	Tiros libres encestados	Asistencias	Corte de jugada	Robos	Faltas personales	Plus minus
MAX	36.9	30.4	10.5	4.2	8.7	10.3	4.8	2.4	3.3	9.5
James Harden	35.4	30.4	9	3.7	8.7	8.8	4.4	1.8	2.3	7.3
Posición <sup>9</sup>	8	1	3	2	1	4	2	6	22	4

En la posición de *guard* encontramos al jugador James Harden, el cual tiene un total de 80 jugadores proyectándose sobre él. Al destacar sus estadísticas se puede apreciar que no es el jugador con el mayor tamaño, de hecho, es el octavo y a pesar de esto tiene el mayor número de puntos.

Partimos de la base que sus estadísticas en media ocupan un lugar muy alto en la tabla, si se escalasen al jugador de mayor tamaño posiblemente se obtendrían valores muy superiores en cada salida.

## LeBron James (*Forward*)

**Tabla 20.** LeBron James

	Minutos/ Partido	Puntos/ Partido	Tiros de campo encestados	Tiros libres encestados	Rebotes	Asistencias	Faltas personales	Plus minus
MAX	36.9	28.1	10.5	6.6	11.1	9.1	3.3	10
LeBron James	36.9	27.5	10.5	4.7	8.6	9.1	1.7	3.7
Posición <sup>9</sup>	1	2	1	4	4	1	87	19

Para la posición de *forward* encontramos a LeBron James, el cual también tuvo su aparición para la posición de *guard*. En este caso se puede apreciar que tiene el mayor tamaño de todos, debido a esto se encuentra en posiciones mayores en cada salida que James Harden.

LeBron tiene 84 jugadores proyectándose sobre él, se puede comprobar que todas sus estadísticas están al más alto nivel. La salida plus minus como se ha mencionado algunas veces a lo largo del documento, puede que la intervención del jugador no tenga un impacto directo sobre la misma pero de manera genérica sí lo tiene. Con esto no se pretende desprestigiar a esta estadística, simplemente para líneas futuras se le debería dar un menor peso.

## Anthony Davis (*Center*)

**Tabla 21.** Anthony Davis

	Minutos/ Partido	Puntos/ Partido	Tiros de campo encestados	Tiros libres encestados	Rebotes	Bloqueos	Faltas personales	Plus minus
MAX	36.4	28.1	10.4	6.6	16	2.6	3.8	5.1
Anthony Davis	36.4	28.1	10.4	6.6	11.1	2.6	2.1	2.1
Posición <sup>9</sup>	1	1	1	1	7	1	33	12

Para la posición de *center* encontramos a Anthony Davis, el cual aparece también para la posición de *forward*, considerando que no es el mejor jugador para la posición de *forward*, se puede apreciar que la primera posición para todas las estadísticas están disputadas entre éste y LeBron James. Puede llegarse a la pregunta de: ¿Por qué no hay entonces dos jugadores eficientes con un alto número de proyecciones en la posición de *forward*?

Esto se debe a que hay un jugador con unas estadísticas muy ligeramente superiores, haciendo que todos se enfoquen sobre éste y haciendo sombra al otro jugador.

Anthony Davis tiene 34 jugadores proyectándose sobre él, es difícil mejorar sus estadísticas ya que ostenta casi la mejor posición para todo, esto también se puede deber a ocupar el mayor tamaño de la tabla. Habría que escalar el resto de jugadores y comprobar si alguno se pudiera acercar a sus estadísticas.



Una conclusión a la que podríamos llegar y estaríamos en error es, que el mejor jugador es aquel con mayor tamaño, la explicación detrás de esto es la siguiente, aquellos jugadores con mayor tamaño, es decir, mayor número de minutos, juegan más debido a su alto rendimiento teniendo las oportunidades que muchos otros soñarían.

También se puede ver cómo no son los mejores en cada campo y aun así son eficientes, pudiendo contradecir la lógica implantada en nuestras mentes desde pequeños.

Destacar algo que se ha mencionado de manera muy escasa en el documento, la interacción entre las diferentes posiciones, es decir, las estadísticas de estos jugadores son elevadas también gracias a los otros jugadores que tienen alrededor.



# 6 CONCLUSIONES

---

Recapitulando, en este documento se ha realizado un análisis de los jugadores pertenecientes a la NBA (National Basketball Association). Se ha tomado un tamaño de muestra de cien jugadores para las posiciones de *guard* y *forward*, y cincuenta jugadores para la posición de *center*.

En el documento se ha empezado fijando unos objetivos y el alcance del proyecto, seguido por una explicación de la metodología que será usada a lo largo del proyecto. Se realiza también una introducción a la economía que rodea a la NBA para valorar la importancia de los jugadores y su liga.

Se ha continuado con la explicación del modelo, sus variables, restricciones y la función objetivo. Donde se agrega una explicación a las distintas posiciones de los jugadores en el campo, esto será muy relevante a la hora de los resultados.

Por último, se ha realizado el análisis de los resultados obtenidos por el modelo, cumpliendo los objetivos establecidos inicialmente, realizar un top tres para cada posición y analizando detalladamente aquellos jugadores estrella.

Para la posición de *guard* hay un 30 % de jugadores eficientes para el caso con retorno de escala variable y un 17 % para el caso sin retorno de escala variable. Para la posición de *forward* hay un total de 20 % de jugadores eficientes en el modelo con retorno de escala variable y un 12 % para el caso sin retorno de escala variable. Por último, en la posición de *center* hay un 44 % de jugadores eficientes para el caso con retorno de escala variable y un 26 % para la situación sin retorno de escala variable.

Se puede deducir lo que se expuso como idea en el inicio de los resultados, los jugadores eficientes disminuyen cuando pasan de compararse con aquellos de su tamaño a aquéllos que tienen los mejores resultados para su posición.

Este documento surge por un interés personal en la mejor liga de baloncesto del mundo. Resultando interesante aplicar este método a los jugadores en las ligas universitarias para captar a los mejores. Sin embargo, este documento no proporciona unos datos realistas al cien por cien ya que se han tenido que omitir variables, limitando la dimensión del modelo.

En cualquier caso, es posible que este proyecto sufra una ampliación, para ella se propone los siguientes puntos:

- Aumentar el número de variables de entrada y salida
- Aplicar el modelo a todos los jugadores existentes por cada posición
- Incluir pesos a las variables, aumentando la importancia de ciertas variables
- Realizar un estudio a largo plazo, es decir, evolución temporal de los jugadores a través de ciertos años
- Aplicar este modelo a otras ligas buscando el mismo propósito.
- Utilizar otros modelos y comparar los resultados obtenidos como medida de seguridad



# REFERENCIAS

---

- Azadeh, A., Ghaderi, S. F., Mirjalili, M., & Moghaddam, M. (2011). Integration of analytic hierarchy process and data envelopment analysis for assessment and optimization of personnel productivity in a large industrial bank. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5212-5225. doi:10.1016/j.eswa.2010.10.038
- Babu, M. R., & Ashok Kumar, M. (2018). Evaluating the nationalization & privatization effect: A case of indian banking industry. *Banks and Bank Systems*, 13(1), 11-21. doi:10.21511/bbs.13(1).2018.02
- Banerjee, A. (2018). An empirical study to compute the efficiency of indian banks during the pre and post periods of recession with the help of data envelopment analysis. *Indian Journal of Finance*, 12(4), 37-53. doi:10.17010/ijf/2018/v12i4/122794
- Bergendahl, G., & Lindblom, T. (2008). Evaluating the performance of swedish savings banks according to service efficiency. *European Journal of Operational Research*, 185(3), 1663-1673. doi:10.1016/j.ejor.2006.08.027
- Charnes A, Cooper WW, Rhodes E. (1978) Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research* 2, 429–444
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1979). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 3(4), 339. doi:10.1016/0377-2217(79)90229-7
- Chen, M., & Liu, S. (2017). Analysis on the efficiency of chinese listed commercial banks based on DEA. Paper presented at the 14th International Conference on Services Systems and Services Management, ICSSSM 2017 - Proceedings, doi:10.1109/ICSSSM.2017.7996214
- Choi, K. H., & Ahn, J. Y. (2014). Measuring the efficiency of universities in korea using dea and clustering approach. *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, 5(6), 1673-1679
- Flegl, M., & Andrade, L. A. (2018). Measuring countries' performance at the summer olympic games in rio 2016. *OPSEARCH*, 55(3-4), 823-846. doi:10.1007/s12597-018-0347-8
- George Assaf, A., Barros, C. P., & Matousek, R. (2011). Technical efficiency in saudi banks. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5781-5786. doi:10.1016/j.eswa.2010.10.054
- George, S. A., & Chattopadhyay, N. (2012). An investigative study of operational performance and service quality of indian public sector banks. *International Journal of Business Performance Management*, 13(3-4), 408-425. doi:10.1504/IJBPM.2012.047303
- J A Sharp, W Meng & W Liu (2007) A modified slacks-based measure model for data envelopment analysis with 'natural' negative outputs and inputs, *Journal of the Operational Research Society*, 58:12, 1672-1677,
- Mavi, R. K., Saen, R. F., Mavi, N. K., Taleshi, S. S., & Majd, Z. R. (2015). Ranking bank branches using DEA and multivariate regression models. *International Journal of Operational Research*, 24(3), 245-261. doi:10.1504/IJOR.2015.072230
- Meepadung, N., Tang, J. C. S., & Khang, D. B. (2009). IT-based banking services: Evaluating operating and profit efficiency at bank branches. *Journal of High Technology Management Research*, 20(2), 145-152. doi:10.1016/j.hitech.2009.09.003
- Mishra, R. K., Nayak, M. R., & Saraf, R. K. (2012). Assessing efficiencies of banks: A data envelopment analysis approach. *Singapore Management Review*, 34(1), 52-60

Řepková, I. (2013). Estimation of banking efficiency in the czech republic: Dynamic data envelopment analysis. *Danube*, 2013(4), 261-275. doi:10.2478/danb-2013-0014

Shieh, C. -, & Yeh, S. -. (2014). Efficiency evaluation of web-based learning on multinational: A case study on financial industry. *Anthropologist*, 17(1), 75-79. doi:10.1080/09720073.2014.11891416

Villa, G. (2003) *Análisis por Envoltura de Datos (DEA): Nuevos modelos y aplicaciones* (Tesis doctoral); Universidad de Sevilla; Sevilla, 559 pp.

Ye, Q. (2012). Measuring efficiency of chinese commercial listed banks based on data envelopment analysis. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 4(16), 204-213. doi:10.4156/AISS.vol4.issue16.24

# ANEXO DE TABLAS

- GUARD DATOS

Tabla 22. Datos guard

Jugadores	Minutos/Partido	Puntos/Partido	Tiros de campo encestados	Tiros triples encestados	Tiros libres encestados	Asistencias	Corte de jugada	Robos	Faltas personales	Plus minus
Dennis Schroder	31	19.4	7.5	1.1	3.4	6.2	2.7	1.1	2.2	-4.1
Kent Bazemore	27.5	12.9	4.4	1.7	2.5	3.5	2.4	1.5	2.3	-2.5
D'Angelo Russell	25.7	15.5	5.8	1.9	2	5.2	3.1	0.8	1.9	-3.8
Allen Crabbe	29.3	13.2	4.5	2.7	1.5	1.6	1	0.6	2.2	-1
Spencer Dinwiddie	28.8	12.6	4.1	1.8	2.7	6.6	1.6	0.9	2.3	-1.2
Caris LeVert	26.2	12.1	4.5	1.2	1.9	4.2	2.2	1.2	2.2	-3.7
Joe Harris	25.3	10.8	3.9	1.9	1.1	1.6	1.2	0.4	2	-1.5
Kyrie Irving	32.2	24.4	8.9	2.8	3.9	5.1	2.3	1.1	2	4.3
Jaylen Brown	30.7	14.5	5.3	1.7	2.1	1.6	1.8	1	2.6	4.9
Terry Rozier	25.9	11.3	4	1.9	1.4	2.9	1	1	1.5	1.5
Marcus Smart	29.9	10.2	3.5	1.4	1.8	4.8	2.4	1.3	2.5	3.9
Kemba Walker	34.2	22.1	7.4	2.9	4.5	5.6	2.2	1.1	1.2	2.6
Jeremy Lamb	24.6	12.9	4.8	1.2	2.2	2.3	1.2	0.8	1.7	1
Nicolas Batum	31	11.6	4.2	1.4	1.7	5.5	2	1	1.1	0.1
Kris Dunn	29.3	13.4	5.5	0.8	1.6	6	2.9	2	3.3	-5.3
Justin Holiday	31.5	12.2	4	2.2	1.9	2.1	1.3	1.1	1.9	-2.5
Jerian Grant	22.8	8.4	2.8	0.8	1.9	4.6	1.2	0.9	1.8	-3.4
LeBron James	36.9	27.5	10.5	1.8	4.7	9.1	4.2	1.4	1.7	1.3
Rodney Hood	26.9	14.7	5.4	2.1	1.9	1.6	1.2	0.8	1.8	-1.2
Jordan Clarkson	23.3	13.9	5.3	1.4	1.9	2.7	1.6	0.7	1.3	-0.5
George Hill	27	10	3.5	1.3	1.6	2.8	1.3	0.9	1.9	-1.8
Kyle Korver	21.6	9.2	3	2.2	0.9	1.2	0.8	0.4	1.8	3.8
JR Smith	28.1	8.3	3	1.8	0.5	1.8	1	0.9	2	-1.5
Dennis Smith Jr.	29.7	15.2	5.9	1.5	1.9	5.2	2.8	1	2.2	-4.7
Wesley Matthews	33.8	12.7	4.5	2.4	1.3	2.7	1.3	1.2	2.2	-5.1
J.J. Barea	23.2	11.6	4.4	1.7	1.2	6.3	2.1	0.5	1.2	0.3
Yogi Ferrell	27.8	10.2	3.8	1.6	1	2.5	1	0.8	1.9	0
Gary Harris	34.4	17.5	6.6	2.3	2	2.9	1.8	1.8	1.8	2.6
Jamal Murray	31.7	16.7	5.9	2	2.8	3.4	2.1	1	2.1	2.8
Will Barton	33.1	15.7	5.7	1.9	2.2	4.1	1.8	1	2.1	1.5
Devin Harris	18.9	8.4	2.6	1.1	2	2.1	1.1	0.7	2.2	1.5
Reggie Jackson	26.7	14.6	5.5	1.2	2.5	5.3	2.2	0.6	1.9	0.3
Reggie Bullock	27.9	11.3	4.3	2	0.6	1.5	0.8	0.8	1.1	0.4
Ish Smith	24.9	10.9	4.7	0.4	1	4.4	1.3	0.8	1.7	0.5
Stephen Curry	32	26.4	8.4	4.2	5.5	6.1	3	1.6	2.2	9.5
Klay Thompson	34.3	20	7.9	3.1	1.1	2.5	1.8	0.8	1.6	5.4

James Harden	35.4	30.4	9	3.7	8.7	8.8	4.4	1.8	2.3	7.3
Chris Paul	31.8	18.6	6.3	2.5	3.5	7.9	2.2	1.7	2.4	8.6
Eric Gordon	31.2	18	6	3.2	2.8	2.2	1.9	0.6	1.7	8.5
Gerald Green	22.7	12.1	4.1	2.7	1.2	0.6	0.8	0.6	2.1	2.3
Trevor Ariza	33.9	11.7	4	2.5	1.1	1.6	0.8	1.5	2	5.6
Victor Oladipo	34	23.1	8.5	2.1	3.9	4.3	2.9	2.4	2.3	4.5
Bojan Bogdanovic	30.8	14.3	5.1	1.9	2.2	1.5	1.3	0.7	1.6	1.1
Darren Collison	29.3	12.4	4.6	1.4	1.8	5.3	1.2	1.3	1.8	1.9
Lance Stephenson	22.6	9.2	3.7	0.8	1	2.9	1.6	0.6	2.2	-1.3
Lou Williams	32.8	22.6	7.4	2.4	5.5	5.3	3	1.1	1.3	1.5
Austin Rivers	33.7	15.1	5.6	2.2	1.7	4	1.8	1.2	2.5	-1
Avery Bradley	31.2	14.3	5.6	1.6	1.4	2	2.2	1.1	2	-2.7
Milos Teodosic	25.2	9.5	3.4	2	0.9	4.6	2.2	0.5	2.3	1.9
Brandon Ingram	33.5	16.1	6.1	0.7	3.3	3.9	2.5	0.8	2.8	-2.2
Kentavious Caldwell-Pope	33.2	13.4	4.6	2.1	2.1	2.2	1.3	1.4	2	-0.7
Lonzo Ball	34.2	10.2	3.9	1.7	0.6	7.2	2.6	1.7	2.3	-0.4
Tyreke Evans	30.9	19.4	7	2.2	3.2	5.2	2.3	1.1	1.8	0.5
Dillon Brooks	28.7	11	4.1	1.1	1.5	1.6	1.5	0.9	2.8	-3
Andrew Harrison	23.7	9.5	3.2	0.8	2.2	3.2	1.4	0.7	2.5	-3.6
Goran Dragic	31.7	17.3	6.5	1.5	2.9	4.8	2.2	0.8	2.4	0.3
Tyler Johnson	28.5	11.7	4.3	1.7	1.5	2.3	1.1	0.8	2.1	0.6
Dwyane Wade	22.9	11.4	4.5	0.5	2	3.4	2.1	0.9	1.9	0.4
Wayne Ellington	26.5	11.2	3.7	2.9	0.9	1	0.7	0.7	1.2	1.6
Eric Bledsoe	31.4	17.7	6.3	1.7	3.4	5	2.9	2	2.5	1.6
Malcolm Brogdon	29.9	13	5.1	1.3	1.6	3.2	1.4	0.9	2.7	-1.3
Jimmy Butler	36.7	22.2	7.4	1.2	6.2	4.9	1.8	2	1.3	6.3
Jeff Teague	33	14.2	5.1	1.2	2.9	7	2.5	1.5	2.4	2
Jamal Crawford	20.7	10.3	3.9	1.3	1.3	2.3	1.2	0.5	1.1	-1.9
Irue Holiday	36.1	19	7.6	1.5	2.3	6	2.6	1.5	2.5	3.9
E'Twaun Moore	31.5	12.5	5.2	1.6	0.6	2.3	1.2	1	2.2	1.8
Rajon Rondo	26.2	8.3	3.6	0.8	0.4	8.2	2.3	1.1	1.8	0.3
Tim Hardaway Jr.	33.1	17.5	6.3	2.3	2.6	2.7	1.6	1.1	2.2	-1.3
Courtney Lee	30.4	12	4.5	1.5	1.5	2.4	1.1	1.1	1.4	-3.4
Emmanuel Mudiay	19.4	8.6	3.2	0.7	1.5	3.2	1.8	0.6	1.3	-4.2
Russell Westbrook	36.4	25.4	9.5	1.2	5.2	10.3	4.8	1.8	2.5	4.8
Evan Fournier	32.2	17.8	6.5	2.2	2.6	2.9	1.7	0.8	2.4	-2.1
D.J. Augustin	23.5	10.2	3.3	1.5	2.2	3.8	1.6	0.7	1.3	-1.7
Mario Hezonja	22.1	9.6	3.6	1.2	1.1	1.4	1.1	1.1	1.8	-2.7
JJ Redick	30.2	17.1	5.8	2.8	2.8	3	1.5	0.5	1.8	4.4
Ben Simmons	33.7	15.8	6.7	0	2.4	8.2	3.4	1.7	2.6	4.8
Marco Belinelli	24.3	12.1	4.2	1.9	1.9	1.9	1.2	0.8	1.1	-0.4
Devin Booker	34.5	24.9	8.4	2.7	5.4	4.7	3.6	0.9	3.1	-6.6
Josh Jackson	25.4	13.1	5.1	0.7	2.3	1.5	1.9	1	2.8	-6.9
Elfrid Payton	28.7	12.7	5.2	0.5	1.7	6.2	2.7	1.3	2.3	-7.3
Troy Daniels	20.5	8.9	2.9	2.3	0.7	0.6	0.7	0.3	1.7	-5.2
Damian Lillard	36.6	26.9	8.5	3.1	6.8	6.6	2.8	1.1	1.6	4.7



CJ McCollum	36.1	21.4	8.2	2.3	2.6	3.4	1.9	1	2.1	1.5
Shabazz Napier	20.7	8.7	3	1.1	1.6	2	1.2	1.1	1.1	1.1
Evan Turner	25.7	8.2	3.3	0.5	1.2	2.2	1.3	0.6	2.1	-0.6
Buddy Hield	25.3	13.5	5.2	2.2	0.9	1.9	1.6	1.1	1.9	-1.9
Bogdan Bogdanovic	27.9	11.8	4.4	1.7	1.3	3.3	1.6	0.9	2.2	-4.6
De'Aaron Fox	27.7	11.6	4.5	0.6	1.9	4.4	2.4	1	2.2	-5.7
Garrett Temple	24.8	8.4	3.1	1.4	0.9	1.9	1.2	0.9	2.1	-4
Patty Mills	25.7	10	3.4	1.9	1.3	2.8	1.3	0.7	1.6	1.4
Manu Ginobili	20	8.9	3.1	1	1.7	2.5	1.6	0.7	1.9	1.1
Danny Green	25.6	8.6	3.1	1.7	0.7	1.6	1.1	0.9	1.7	1.3
DeMar DeRozan	33.9	23	8.1	1.1	5.8	5.2	2.2	1.1	1.9	5.5
Kyle Lowry	32.2	16.2	5.2	3.1	2.9	6.9	2.3	1.1	2.5	5.1
CJ Miles	19.1	10	3.2	2.3	1.2	0.8	0.6	0.5	1.9	3.9
Fred VanVleet	20	8.6	3.1	1.4	1.1	3.2	1	0.9	1.7	4.6
Donovan Mitchell	33.4	20.5	7.5	2.4	3	3.7	2.7	1.5	2.7	4.5
Ricky Rubio	29.3	13.1	4.5	1.2	2.9	5.3	2.7	1.6	2.7	2.7
Bradley Beal	36.3	22.6	8.3	2.4	3.6	4.5	2.6	1.2	2	2.2
John Wall	34.4	19.4	6.8	1.5	4.3	9.6	3.9	1.4	2	3.1

- GUARD CON VRS

Tabla 23. Holgura para *guard* con VRS

Jugadores /Holguras	Puntos/ Partido	Tiros de campo encestandos	Tiros triples encestandos	Tiros libres encestandos	Asistencias	Corte de jugada	Robos	Plus minus	FO*
Dennis Schroder	5.602	0.195	2.560	2.577	0.000	0.415	0.379	11.725	0.627
Kent Bazemore	5.240	1.384	0.448	1.913	1.205	0.144	0.000	6.216	0.750
D'Angelo Russell	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Allen Crabbe	9.034	2.162	0.005	4.674	4.786	2.222	0.784	5.746	0.413
Spencer Dinwiddie	8.299	2.379	0.896	2.590	0.000	1.384	0.454	6.841	0.630
Caris LeVert	5.900	0.939	1.064	2.922	0.933	0.326	0.000	8.052	0.661
Joe Harris	6.010	1.290	0.082	3.313	3.336	1.339	0.691	3.696	0.465
Kyrie Irving	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Jaylen Brown	9.247	1.899	1.298	4.281	5.491	1.562	0.525	1.576	0.472
Terry Rozier	4.890	1.212	0.157	2.333	2.245	1.416	0.178	1.357	0.614
Marcus Smart	13.317	3.543	1.828	4.369	1.301	0.718	0.061	2.253	0.531
Kemba Walker	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Jeremy Lamb	2.616	0.219	0.597	1.501	2.677	1.259	0.243	0.269	0.668
Nicolas Batum	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Kris Dunn	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Justin Holiday	11.951	3.490	0.805	4.301	5.713	2.307	0.258	7.290	0.449
Jerian Grant	3.862	1.387	0.983	0.290	0.000	0.496	0.048	7.532	0.703
LeBron James	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rodney Hood	4.135	0.505	0.023	2.999	4.194	1.798	0.367	2.594	0.541
Jordan Clarkson	0	0	0	0	0	0	0	0	1
George Hill	9.020	2.399	0.891	3.417	2.936	1.652	0.288	3.876	0.520
Kyle Korver	2.951	0.977	0.000	1.072	1.701	0.499	0.306	0.025	0.633
JR Smith	12.234	3.283	0.614	5.037	4.290	2.110	0.376	4.570	0.304

Dennis Smith Jr.	7.890	1.003	1.556	4.294	0.985	0.343	0.374	10.503	0.597
Wesley Matthews	15.520	3.920	1.000	6.680	5.540	2.840	0.480	11.250	0.380
J.J. Barea	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Yogi Ferrell	9.884	2.411	0.715	4.338	3.566	2.115	0.441	2.326	0.427
Gary Harris	7.619	1.193	0.198	5.036	3.741	1.300	0.000	3.668	0.581
Jamal Murray	8.383	1.650	1.111	4.088	3.925	1.487	0.598	3.529	0.580
Will Barton	11.243	2.353	1.380	5.359	3.600	2.086	0.682	4.757	0.513
Devin Harris	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Reggie Jackson	3.495	0.218	1.286	1.730	0.000	0.202	0.708	5.452	0.672
Reggie Bullock	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ish Smith	4.940	0.340	1.914	2.436	0.000	0.807	0.208	3.055	0.472
Stephen Curry	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Klay Thompson	4.394	0.000	0.000	4.463	3.532	0.812	0.603	0.000	0.537
James Harden	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Chris Paul	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eric Gordon	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gerald Green	2.435	0.451	0.000	1.469	1.849	0.570	0.195	2.684	0.570
Trevor Ariza	15.482	4.278	0.738	6.315	6.257	3.092	0.062	0.000	0.330
Victor Oladipo	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bojan Bogdanovic	7.598	1.935	0.720	3.075	5.252	1.894	0.452	1.955	0.484
Darren Collison	8.985	1.909	1.219	3.949	0.672	1.870	0.208	2.815	0.555
Lance Stephenson	4.233	0.374	0.970	2.437	0.600	0.200	0.331	4.274	0.593
Lou Williams	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Austin Rivers	13.033	2.741	1.232	6.310	4.110	2.260	0.487	7.702	0.469
Avery Bradley	10.136	1.858	1.344	5.187	5.527	1.482	0.342	7.178	0.446
Milos Teodosic	7.300	1.644	0.093	3.658	0.058	0.160	0.620	1.815	0.536
Brandon Ingram	12.065	2.565	3.279	3.612	3.391	1.118	0.888	10.729	0.437
Kentavious Caldwell-Pope	13.106	3.488	1.123	5.035	5.755	2.564	0.109	6.166	0.446
Lonzo Ball	18.600	4.635	1.811	7.613	1.113	1.560	0.020	7.278	0.305
Tyreke Evans	3.690	0.073	0.563	2.999	1.132	0.980	0.389	4.110	0.738
Dillon Brooks	10.467	2.301	1.544	4.479	4.479	1.560	0.453	7.945	0.424
Andrew Harrison	6.120	1.583	1.775	1.207	0.000	0.328	0.189	8.219	0.614
Goran Dragic	8.469	1.183	1.882	4.098	2.184	1.337	0.705	6.228	0.573
Tyler Johnson	9.418	2.095	0.829	4.275	3.855	2.025	0.517	3.245	0.466
Dwyane Wade	2.088	0.000	1.145	0.851	0.590	0.000	0.000	0.000	0.723
Wayne Ellington	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eric Bledsoe	3.289	1.002	0.414	0.822	0.000	0.000	0.000	1.868	0.882
Malcolm Brogdon	10.067	1.767	1.533	4.867	3.367	1.900	0.533	6.667	0.472
Jimmy Butler	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Jeff Teague	13.350	3.414	2.772	3.709	0.000	0.974	0.152	6.554	0.549
Jamal Crawford	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tru'e Holiday	11.400	1.400	2.200	6.400	2.800	1.800	0.300	3.400	0.533
E'Twaun Moore	12.661	2.322	1.445	6.457	4.992	2.471	0.529	3.632	0.304
Rajon Rondo	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tim Hardaway Jr.	9.668	1.828	1.040	4.984	5.270	2.318	0.558	7.957	0.505
Courtney Lee	8.503	2.194	0.834	3.357	3.200	1.765	0.000	5.459	0.521

Emmanuel Mudiay	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Russell Westbrook	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Evan Fournier	8.333	1.259	0.996	4.801	4.601	2.060	0.787	8.275	0.518
D.J. Augustin	2.444	0.900	0.111	0.451	0.000	0.259	0.403	3.600	0.812
Mario Hezonja	1.540	0.126	0.317	1.111	1.857	0.386	0.000	5.909	0.688
JJ Redick	5.123	1.032	0.000	2.974	3.093	1.558	0.994	0.576	0.583
Ben Simmons	12.125	1.635	3.434	5.432	0.000	0.624	0.000	2.156	0.671
Marco Belinelli	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Devin Booker	4.226	0.255	0.866	2.856	3.773	0.601	0.847	13.742	0.677
Josh Jackson	4.785	0.342	2.141	1.799	2.392	0.169	0.002	12.114	0.544
Elfrid Payton	8.513	1.312	2.351	3.650	0.000	0.223	0.000	12.905	0.481
Troy Daniels	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Damian Lillard	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CJ McCollum	7.360	0.480	0.900	5.600	4.620	1.980	0.840	5.600	0.537
Shabazz Napier	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Evan Turner	10.060	2.248	2.367	3.037	1.839	0.839	0.426	5.877	0.401
Buddy Hield	3.230	0.052	0.000	3.128	2.942	0.754	0.000	5.408	0.563
Bogdan Bogdanovic	8.572	1.715	0.789	4.312	2.509	1.336	0.392	8.909	0.514
De'Aaron Fox	9.249	1.966	2.706	2.705	0.273	0.000	0.210	12.375	0.492
Garrett Temple	7.797	1.850	0.558	3.390	2.731	1.170	0.173	6.691	0.476
Patty Mills	6.627	1.860	0.033	2.873	2.053	1.253	0.507	0.383	0.575
Manu Ginobili	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Danny Green	8.259	2.273	0.225	3.497	3.636	1.572	0.216	0.000	0.426
DeMar DeRozan	3.333	0.171	2.494	0.462	1.658	1.012	0.401	0.940	0.673
Kyle Lowry	10.079	2.928	0.629	3.455	0.000	1.067	0.512	3.046	0.656
CJ Miles	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fred VanVleet	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Donovan Mitchell	7.069	0.734	1.001	4.713	4.373	1.258	0.183	2.449	0.630
Ricky Rubio	7.653	2.253	1.455	1.711	0.000	0.000	0.000	3.044	0.706
Bradley Beal	5.340	0.220	0.550	4.350	3.130	1.020	0.660	4.800	0.667
John Wall	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VALOR MEDIO	5.516	1.130	0.758	2.495	1.776	0.850	0.246	3.548	0.685
CONTADOR DE JUGADORES	70	68	65	70	57	66	59	66	30

- GUARD SIN VRS

**Tabla 24.** Holguras para *guard* sin VRS

Jugadores/Holguras	Puntos/Partido	Tiros de campo encestados	Tiros triples encestados	Tiros libres encestados	Asistencias	Corte de jugada	Robos	Plus minus	FO*
Dennis Schroder	7.221	0.381	2.140	4.219	1.506	1.153	0.476	10.493	0.593
Kent Bazemore	9.792	2.570	0.954	3.583	2.707	0.817	0.000	7.790	0.611
D'Angelo Russell	6.570	0.734	0.786	4.316	1.189	0.094	0.507	9.100	0.630
Allen Crabbe	11.962	2.949	0.362	5.701	5.684	2.642	0.890	7.042	0.366
Spencer Dinwiddie	12.132	3.222	1.210	4.378	0.559	1.980	0.564	7.139	0.546
Caris LeVert	10.399	2.161	1.538	4.539	2.313	1.056	0.132	9.103	0.539
Joe Harris	10.927	2.532	0.744	5.118	4.689	1.945	0.886	6.717	0.362

Kyrie Irving	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Jaylen Brown	11.864	2.505	1.509	5.445	6.032	2.016	0.561	1.431	0.432
Terry Rozier	9.717	2.378	0.581	4.402	2.911	1.982	0.192	2.683	0.487
Marcus Smart	15.477	4.102	1.725	5.548	2.633	1.316	0.220	2.266	0.480
Kemba Walker	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Jeremy Lamb	8.225	1.454	1.371	3.846	3.815	1.858	0.451	4.073	0.497
Nicolas Batum	7.108	2.550	0.262	1.876	0.000	0.389	0.000	1.604	0.736
Kris Dunn	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Justin Holiday	13.970	4.244	0.660	4.923	5.715	2.534	0.402	7.670	0.426
Jerian Grant	11.180	2.997	1.583	3.703	1.068	1.634	0.259	8.102	0.475
LeBron James	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rodney Hood	8.401	1.439	0.712	4.711	5.087	2.144	0.568	6.747	0.445
Jordan Clarkson	4.588	0.353	0.894	3.009	2.485	0.867	0.351	4.373	0.614
George Hill	13.186	3.364	1.522	5.036	3.912	2.056	0.473	7.368	0.427
Kyle Korver	9.349	2.492	0.058	4.408	4.169	1.885	0.698	0.654	0.356
JR Smith	15.831	4.144	1.137	6.406	5.185	2.493	0.529	7.295	0.255
Dennis Smith Jr.	10.305	1.651	1.604	5.399	2.183	0.892	0.510	10.825	0.538
Wesley Matthews	16.326	4.093	1.133	7.007	5.702	2.901	0.519	12.070	0.369
J.J. Barea	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Yogi Ferrell	13.673	3.268	1.306	5.832	4.411	2.455	0.614	5.733	0.357
Gary Harris	8.311	1.373	0.242	5.323	3.959	1.369	0.000	3.979	0.565
Jamal Murray	10.523	2.159	1.313	4.991	4.480	1.840	0.612	3.737	0.541
Will Barton	12.290	2.625	1.437	5.803	3.931	2.185	0.689	5.267	0.495
Devin Harris	7.831	2.205	0.875	2.645	2.598	1.249	0.261	2.397	0.535
Reggie Jackson	8.329	1.288	1.591	4.062	1.337	1.119	0.758	5.206	0.558
Reggie Bullock	7.813	1.962	0.000	4.072	2.974	1.708	0.154	0.992	0.393
Ish Smith	10.483	1.631	2.203	5.119	1.790	1.795	0.466	4.635	0.351
Stephen Curry	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Klay Thompson	4.890	0.092	0.000	4.750	3.514	0.789	0.461	0.000	0.534
James Harden	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Chris Paul	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eric Gordon	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gerald Green	6.980	1.772	0.000	3.474	4.333	1.647	0.544	3.492	0.354
Trevor Ariza	16.055	4.390	0.793	6.607	6.132	3.151	0.085	0.108	0.325
Victor Oladipo	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bojan Bogdanovic	9.741	3.374	0.136	2.857	6.115	2.306	0.592	1.623	0.454
Darren Collison	12.067	2.732	1.534	5.081	1.628	2.307	0.119	3.485	0.492
Lance Stephenson	10.208	2.046	1.562	4.554	2.718	1.209	0.549	5.960	0.414
Lou Williams	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Austin Rivers	13.840	2.968	1.322	6.582	4.377	2.389	0.514	7.949	0.456
Avery Bradley	12.335	2.304	1.636	6.191	5.669	1.617	0.460	9.035	0.411
Milos Teodosic	12.141	3.007	0.634	5.293	1.664	0.932	0.781	3.297	0.418
Brandon Ingram	12.668	2.417	2.801	4.933	4.428	1.664	0.903	9.108	0.435
Kentavious Caldwell-Pope	14.168	4.093	0.907	5.076	6.037	2.740	0.181	6.126	0.435
Lonzo Ball	19.169	4.795	1.875	7.805	1.302	1.651	0.039	7.453	0.298
Tyreke Evans	5.352	0.486	0.525	3.854	1.673	1.012	0.497	5.629	0.688

Dillon Brooks	13.646	3.197	1.900	5.553	5.534	2.067	0.559	8.918	0.370
Andrew Harrison	10.853	2.825	1.677	3.625	2.692	1.546	0.505	8.487	0.468
Goran Dragic	9.923	1.559	1.813	4.891	3.080	1.740	0.812	6.237	0.539
Tyler Johnson	12.775	2.946	1.279	5.504	4.785	2.442	0.649	5.277	0.402
Dwyane Wade	8.266	1.322	1.894	3.628	2.293	0.746	0.264	4.322	0.487
Wayne Ellington	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eric Bledsoe	5.600	1.596	0.708	1.639	0.310	0.206	0.000	3.366	0.798
Malcolm Brogdon	12.677	2.502	1.825	5.748	4.233	2.316	0.620	7.466	0.425
Jimmy Butler	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Jeff Teague	14.139	3.290	2.249	5.210	1.203	1.602	0.178	4.805	0.538
Jamal Crawford	5.836	1.086	0.561	3.033	2.005	1.056	0.385	4.617	0.550
Jrue Holiday	12.001	1.578	2.273	6.572	2.974	1.887	0.336	3.544	0.523
E'Twaun Moore	14.551	2.808	1.692	7.142	5.531	2.715	0.602	4.696	0.280
Rajon Rondo	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tim Hardaway Jr.	10.925	2.115	1.160	5.535	5.528	2.514	0.583	8.126	0.485
Courtney Lee	10.253	2.579	0.966	4.199	3.182	1.933	0.053	6.026	0.486
Emmanuel Mudiay	8.060	1.732	1.328	3.268	1.623	0.611	0.386	8.201	0.511
Russell Westbrook	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Evan Fournier	9.852	1.686	1.166	5.314	5.105	2.302	0.837	8.740	0.491
D.J. Augustin	8.461	2.418	0.676	2.876	1.263	1.027	0.340	5.109	0.604
Mario Hezonja	9.379	2.019	1.110	4.331	4.094	1.647	0.024	7.257	0.412
JJ Redick	7.473	1.600	0.000	4.175	3.898	1.852	1.040	1.570	0.529
Ben Simmons	13.140	1.868	3.522	5.882	0.177	0.789	0.014	2.149	0.651
Marco Belinelli	5.580	1.513	0.000	2.508	2.589	1.220	0.108	2.303	0.621
Devin Booker	4.727	0.371	0.906	3.079	3.876	0.688	0.854	13.714	0.669
Josh Jackson	8.712	1.358	1.955	3.942	4.814	1.257	0.292	12.138	0.436
Elfrid Payton	11.946	2.097	2.500	5.353	0.934	0.867	0.159	13.218	0.424
Troy Daniels	8.506	2.361	0.000	3.903	4.155	1.668	0.737	9.961	0.288
Damian Lillard	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CJ McCollum	7.492	0.541	0.877	5.634	4.618	1.962	0.866	5.657	0.536
Shabazz Napier	6.799	1.819	0.426	2.732	2.078	0.710	0.000	2.816	0.595
Evan Turner	13.870	3.234	2.186	5.116	4.189	1.894	0.707	5.900	0.327
Buddy Hield	8.227	1.232	0.444	5.318	4.389	1.545	0.186	7.117	0.420
Bogdan Bogdanovic	12.159	2.693	1.216	5.557	3.636	1.868	0.519	10.353	0.439
De'Aaron Fox	12.188	2.542	2.295	4.908	2.486	1.043	0.408	11.412	0.440
Garrett Temple	12.897	3.205	1.192	5.195	4.265	1.882	0.361	9.114	0.362
Patty Mills	11.471	3.010	0.617	4.835	3.317	1.717	0.615	3.818	0.446
Manu Ginobili	8.275	1.985	1.090	3.215	2.472	0.886	0.317	3.024	0.537
Danny Green	13.384	3.408	0.976	5.592	4.764	2.082	0.402	3.979	0.320
DeMar DeRozan	3.960	0.135	2.244	1.375	2.368	1.406	0.435	0.173	0.667
Kyle Lowry	11.452	2.986	0.266	5.014	1.105	1.702	0.537	1.540	0.623
CJ Miles	6.019	1.750	0.000	2.655	3.290	1.427	0.462	1.069	0.422
Fred VanVleet	8.398	2.028	0.831	3.428	1.468	1.326	0.113	0.000	0.525
Donovan Mitchell	8.182	0.992	1.091	5.208	4.603	1.451	0.198	2.388	0.610
Ricky Rubio	11.061	2.926	1.624	3.569	1.302	0.724	0.000	2.930	0.614
Bradley Beal	5.493	0.291	0.523	4.389	3.128	0.999	0.690	4.866	0.665

John Wall	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VALOR MEDIO	8.520	1.865	0.962	3.831	2.740	1.331	0.356	4.662	0.572
CONTADOR DE JUGADORES	83	83	76	83	82	83	77	81	17

- DATOS FORWARD

Tabla 25. Datos forward

Jugadores	Minutos/Partido	Puntos/Partido	Tiros de campo encestandos	Tiros libres encestandos	Rebotes	Asistencias	Faltas personales	Plus minus
Anthony Davis	36.4	28.1	10.4	6.6	11.1	2.3	2.1	0.1
LeBron James	36.9	27.5	10.5	4.7	8.6	9.1	1.7	3.7
Giannis Antetokounmpo	36.7	26.9	9.9	6.5	10	4.8	3.1	-2.2
Kevin Durant	34.2	26.4	9.3	5.3	6.8	5.4	2	0.5
LaMarcus Aldridge	33.4	23.1	9.2	4.5	8.5	2	2.1	2.6
Kristaps Porzingis	32.4	22.7	8.1	4.5	6.6	1.2	2.9	-2.6
Paul George	36.6	21.9	7.3	4.3	5.7	3.3	2.9	0
Blake Griffin	34	21.4	7.5	4.5	7.4	5.8	2.4	-1.5
Khris Middleton	36.4	20.1	7.2	3.9	5.2	4	3.3	-2.9
T.J. Warren	33	19.6	8.1	3	5.1	1.3	2.3	1.8
Tyreke Evans	30.9	19.4	7	3.2	5.1	5.2	1.8	-2.4
Harrison Barnes	34.2	18.9	7	3.4	6.1	2	1.2	6.4
Tobias Harris	33.3	18.6	7	2.2	5.5	2.4	2.1	3.7
Evan Fournier	32.2	17.8	6.5	2.6	3.2	2.9	2.4	-2.2
Andrew Wiggins	36.3	17.7	6.9	2.5	4.4	2	2	-1.6
Kevin Love	28	17.6	5.7	4	9.3	1.7	2	-1
Aaron Gordon	32.9	17.6	6.5	2.7	7.9	2.3	1.9	0.5
Tim Hardaway Jr.	33.1	17.5	6.3	2.6	3.9	2.7	2.2	-4
JJ Redick	30.2	17.1	5.8	2.8	2.5	3	1.8	2.2
Carmelo Anthony	32.1	16.2	6.1	1.9	5.8	1.3	2.5	-0.7
Julius Randle	26.7	16.1	6.1	3.7	8	2.6	3.3	-3.7
Kyle Kuzma	31.2	16.1	6.1	1.9	6.3	1.8	2.1	-1.5
Brandon Ingram	33.5	16.1	6.1	3.3	5.3	3.9	2.8	4
Ben Simmons	33.7	15.8	6.7	2.4	8.1	8.2	2.6	10
Will Barton	33.1	15.7	5.7	2.2	5	4.1	2.1	0
Nikola Mirotic	27.2	15.6	5.6	2	7.4	1.5	2	0
Lauri Markkanen	29.7	15.2	5.5	2.1	7.5	1.2	1.5	4.9
Otto Porter Jr.	31.6	14.7	5.8	1.4	6.4	2	2	0.3
Dario Saric	29.6	14.6	5.2	2.3	6.7	2.6	2.1	0.5
Jaylen Brown	30.7	14.5	5.3	2.1	4.9	1.6	2.6	-6.6
Zach Randolph	25.6	14.5	6.1	1.4	6.7	2.2	2	-2.1
Bojan Bogdanovic	30.8	14.3	5.1	2.2	3.4	1.5	1.6	-0.4
Taurean Prince	30	14.1	5.1	1.9	4.7	2.6	2	1.3
Rondae Hollis-Jefferson	28.2	13.9	5	3.7	6.8	2.5	2.1	4.8
Jayson Tatum	30.5	13.9	5	2.7	5	1.6	2.1	-1.6
Jonathon Simmons	29.4	13.9	5.1	2.7	3.5	2.5	2.5	1.5
Marcus Morris	26.7	13.6	4.9	2.3	5.4	1.3	1.9	4.4
DeMarre Carroll	29.9	13.5	4.5	2.6	6.6	2	2.3	5.6

Allen Crabbe	29.3	13.2	4.5	1.5	4.3	1.6	2.2	-5.1
Bobby Portis	22.5	13.2	5.2	1.6	6.8	1.7	1.8	2.7
Michael Beasley	22.3	13.2	5.5	1.7	5.6	1.7	2	-0.3
Josh Jackson	25.4	13.1	5.1	2.3	4.6	1.5	2.8	-2
Al Horford	31.6	12.9	5.1	1.3	7.4	4.7	1.9	-1.3
Josh Richardson	33.2	12.9	4.9	1.5	3.5	2.9	2.5	-6.1
Wesley Matthews	33.8	12.7	4.5	1.3	3.1	2.7	2.2	4
Robert Covington	31.6	12.6	4.3	1.5	5.4	2	3	-7
Serge Ibaka	27.5	12.6	5	1.2	6.3	0.8	2.8	-0.3
E'Twaun Moore	31.5	12.5	5.2	0.6	2.9	2.3	2.2	-2.5
Derrick Favors	28	12.3	5.1	1.8	7.2	1.3	2.1	-2.5
Justin Holiday	31.5	12.2	4	1.9	4	2.1	1.9	1.1
Taj Gibson	33.2	12.2	5.2	1.7	7.1	1.2	2.7	-1.5
Caris LeVert	26.2	12.1	4.5	1.9	3.7	4.2	2.2	-2.2
Gerald Green	22.7	12.1	4.1	1.2	3.2	0.6	2.1	-1.1
Marco Belinelli	24.3	12.1	4.2	1.9	1.9	1.9	1.1	-0.6
Dirk Nowitzki	24.7	12	4.5	1.3	5.7	1.6	1.9	-1.4
Thaddeus Young	32.2	11.8	5.2	0.7	6.3	1.9	2.2	-1.5
Kelly Oubre Jr.	27.5	11.8	3.9	2.4	4.5	1.2	2.9	-1.3
Trevor Ariza	33.9	11.7	4	1.1	4.4	1.6	2	-0.7
Nicolas Batum	31	11.6	4.2	1.7	4.8	5.5	1.1	6.6
Domantas Sabonis	24.5	11.6	4.6	2.3	7.7	2	3	1.4
Kelly Olynyk	23.4	11.5	4.2	1.8	5.7	2.7	2.9	0.8
Rudy Gay	21.6	11.5	4.4	2	5.1	1.3	1.7	-0.4
Joe Ingles	31.4	11.5	4.1	0.8	4.2	4.8	2.2	-0.6
Markieff Morris	27	11.5	4.5	1.4	5.6	1.9	3	4.3
Reggie Bullock	27.9	11.3	4.3	0.6	2.5	1.5	1.1	-5.7
Frank Kaminsky	23.2	11.1	3.9	2	3.6	1.6	1.2	1.8
Draymond Green	32.7	11	4	1.9	7.6	7.3	2.6	-0.4
Montrezl Harrell	17	11	4.6	1.8	4	1	1.9	-2.6
Dillon Brooks	28.7	11	4.1	1.5	3.1	1.6	2.8	3.9
Ersan Ilyasova	25.1	10.9	4	1.5	5.9	1.3	2.3	1
Joe Harris	25.3	10.8	3.9	1.1	3.3	1.6	2	3.7
Jeff Green	23.4	10.8	3.8	2.6	3.2	1.3	1.9	-3
James Johnson	26.6	10.8	4.2	1.5	4.9	3.8	2.6	-1.2
John Collins	24.1	10.5	4.2	1.8	7.3	1.3	2.9	2
Greg Monroe	20.4	10.3	4.3	1.7	6.9	2.2	1.9	0.3
JaMychal Green	28	10.3	4.1	1.5	8.4	1.4	2.8	0.1
Denzel Valentine	27.2	10.2	3.9	0.5	5.1	3.2	2.4	4.3
Wilson Chandler	31.7	10	3.8	1.2	5.4	2.1	2.1	-3.7
CJ Miles	19.1	10	3.2	1.2	2.2	0.8	1.9	-0.1
Trey Lyles	19.1	9.9	3.7	1.4	4.8	1.2	1.5	-0.6
Jae Crowder	26.1	9.7	3.4	1.5	3.4	1.2	2.3	-0.8
Mario Hezonja	22.1	9.6	3.6	1.1	3.7	1.4	1.8	0.2
Marvin Williams	25.7	9.5	3.3	1.3	4.7	1.2	1.5	4.8
Ryan Anderson	26.1	9.3	3.1	1.1	5	0.9	1.9	2.3

Al-Farouq Aminu	30	9.3	3.3	0.9	7.6	1.2	2	-2.7
Michael Kidd-Gilchrist	25	9.2	3.8	1.6	4.1	1	1.9	3.7
Anthony Tolliver	22.2	8.9	2.8	1.3	3.1	1.1	1.8	0.7
Mike Scott	18.5	8.8	3.6	0.7	3.3	1.1	1.9	-2.3
Larry Nance Jr.	21.5	8.7	3.6	1.4	6.8	1.2	2.6	-2.7
Stanley Johnson	27.4	8.7	3	1.6	3.7	1.6	2.4	0.3
Skal Labissiere	20.7	8.7	3.4	1.6	4.8	1.2	2.2	-1.7
Danny Green	25.6	8.6	3.1	0.7	3.6	1.6	1.7	0.3
Dwight Powell	21.2	8.5	3.2	1.7	5.6	1.2	2.4	-3.5
Jerami Grant	20.3	8.4	3	2	3.9	0.7	1.9	2.8
Garrett Temple	24.8	8.4	3.1	0.9	2.3	1.9	2.1	3.8
JR Smith	28.1	8.3	3	0.5	2.9	1.8	2	-4.3
Evan Turner	25.7	8.2	3.3	1.2	3.1	2.2	2.1	-1.7
David Nwaba	23.5	7.9	2.9	1.9	4.7	1.5	2.3	4.4
Kyle Anderson	26.7	7.9	3.1	1.4	5.4	2.7	1.5	-2.2
Doug McDermott	21.8	7.8	2.9	0.8	2.5	1	1.5	1.4

- FORWARD CON VRS

Tabla 26. Holguras para *forward* con VRS

Jugadores/ Holguras	Puntos/Partido	Tiros de campo encestados	Tiros libres encestados	Rebotes	Asistencias	Plus minus	FO*
Anthony Davis	0	0	0	0	0	0	1
LeBron James	0	0	0	0	0	0	1
Giannis Antetokounmpo	0	0	0	0	0	0	1
Kevin Durant	0	0	0	0	0	0	1
LaMarcus Aldridge	0	0	0	0	0	0	1
Kristaps Porzingis	0.961	0.931	0.000	1.320	5.017	3.421	0.555
Paul George	5.287	3.087	0.345	2.869	5.675	3.638	0.643
Blake Griffin	3.810	2.146	0.000	0.825	1.375	3.894	0.839
Khris Middleton	6.985	3.152	0.727	3.284	4.896	6.442	0.643
T.J. Warren	4.666	1.244	1.132	2.598	6.213	0.665	0.494
Tyreke Evans	3.125	1.721	0.626	2.113	1.458	4.201	0.786
Harrison Barnes	0	0	0	0	0	0	1
Tobias Harris	4.256	1.870	1.662	2.711	5.241	0.000	0.604
Evan Fournier	4.801	2.234	1.245	4.916	4.235	4.932	0.572
Andrew Wiggins	9.303	3.422	2.113	4.061	6.856	5.110	0.474
Kevin Love	0	0	0	0	0	0	1
Aaron Gordon	6.210	2.675	1.354	0.000	5.152	2.127	0.617
Tim Hardaway Jr.	6.849	3.073	1.546	3.822	4.853	6.497	0.560
JJ Redick	3.416	2.182	0.682	5.410	3.298	0.119	0.594
Carmelo Anthony	7.320	2.977	2.101	1.690	5.846	2.880	0.458
Julius Randle	1.725	0.794	0.000	0.000	0.000	3.394	0.925
Kyle Kuzma	6.674	2.710	1.969	0.982	4.980	3.395	0.540
Brandon Ingram	6.653	2.749	0.535	2.925	3.841	0.000	0.701
Ben Simmons	0	0	0	0	0	0	1
Will Barton	8.649	3.673	1.946	2.722	3.453	2.497	0.618



Nikola Mirotic	2.122	1.379	0.993	0.000	3.561	1.528	0.638
Lauri Markkanen	0	0	0	0	0	0	1
Otto Porter Jr.	8.406	3.129	2.528	0.975	4.943	1.722	0.512
Dario Saric	6.847	3.136	1.336	0.213	3.529	0.889	0.657
Jaylen Brown	7.859	3.362	1.696	2.267	4.976	8.337	0.498
Zach Randolph	2.445	0.609	1.453	0.000	2.239	2.837	0.701
Bojan Bogdanovic	6.909	2.945	1.355	3.709	4.764	2.755	0.491
Taurean Prince	7.679	3.354	1.794	2.305	3.691	0.216	0.595
Rondae Hollis-Jefferson	0	0	0	0	0	0	1
Jayson Tatum	8.293	3.603	1.067	2.121	4.895	3.274	0.523
Jonathon Simmons	5.782	2.582	0.636	4.327	3.464	0.655	0.609
Marcus Morris	1.058	0.815	0.000	1.135	2.679	0.000	0.705
DeMarre Carroll	3.104	2.320	0.048	0.517	4.477	0.000	0.661
Allen Crabbe	7.998	3.747	2.092	2.543	4.407	6.394	0.476
Bobby Portis	0	0	0	0	0	0	1
Michael Beasley	1.207	0.326	0.693	0.000	1.442	0.000	0.810
Josh Jackson	4.865	1.990	0.724	1.342	2.919	2.059	0.633
Al Horford	10.550	3.845	3.298	0.864	0.000	2.152	0.576
Josh Richardson	11.532	4.503	2.661	4.245	4.694	8.629	0.463
Wesley Matthews	10.440	4.485	2.605	5.158	5.163	0.000	0.448
Robert Covington	10.506	4.629	2.428	1.975	4.943	9.022	0.465
Serge Ibaka	7.106	2.713	2.130	0.127	4.474	1.024	0.411
E'Twaun Moore	11.087	3.657	4.765	6.247	0.000	1.608	0.337
Derrick Favors	6.726	2.355	1.418	0.000	4.120	3.949	0.532
Justin Holiday	10.823	4.899	2.013	3.352	4.802	0.890	0.484
Taj Gibson	12.232	4.203	2.461	0.645	6.394	4.029	0.399
Caris LeVert	6.528	2.828	1.241	2.427	0.545	2.513	0.681
Gerald Green	3.626	2.190	1.431	2.118	2.720	0.305	0.453
Marco Belinelli	0	0	0	0	0	0	1
Dirk Nowitzki	5.384	2.383	1.622	0.080	2.534	1.238	0.604
Thaddeus Young	11.803	3.907	3.315	1.214	5.287	3.712	0.380
Kelly Oubre Jr.	7.906	3.813	0.930	1.927	4.074	2.024	0.498
Trevor Ariza	13.313	5.611	3.163	3.507	6.279	3.450	0.365
Nicolas Batum	0	0	0	0	0	0	1
Domantas Sabonis	2.188	0.956	0.258	0.000	0.939	0.000	0.860
Kelly Olynyk	2.999	1.711	0.576	0.000	0.956	0.000	0.817
Rudy Gay	1.769	0.796	0.115	0.313	1.281	0.000	0.807
Joe Ingles	11.453	4.624	3.874	3.882	0.000	0.463	0.431
Markieff Morris	3.172	1.609	0.921	0.834	3.376	0.000	0.651
Reggie Bullock	0	0	0	0	0	0	1
Frank Kaminsky	0	0	0	0	0	0	1
Draymond Green	13.031	5.255	2.215	0.065	0.000	2.723	0.604
Montrezl Harrell	0	0	0	0	0	0	1
Dillon Brooks	5.681	2.613	1.243	4.609	4.190	0.000	0.496
Ersan Ilyasova	5.535	2.598	1.221	0.006	3.054	0.000	0.581
Joe Harris	3.054	1.712	0.902	3.931	2.155	0.000	0.595

Jeff Green	5.507	2.697	0.133	2.279	2.305	2.426	0.603
James Johnson	8.160	3.246	1.699	1.319	1.108	1.639	0.640
John Collins	2.478	1.120	0.360	0.000	2.398	0.000	0.702
Greg Monroe	0	0	0	0	0	0	1
JaMychal Green	8.237	3.080	2.141	0.000	2.126	0.783	0.567
Denzel Valentine	3.971	1.338	2.712	1.090	0.000	0.000	0.485
Wilson Chandler	13.188	5.158	2.742	1.998	4.883	5.754	0.426
CJ Miles	0.041	0.856	0.620	2.792	0.540	0.000	0.687
Trey Lyles	0	0	0	0	0	0	1
Jae Crowder	8.845	3.898	1.626	2.704	3.504	1.081	0.463
Mario Hezonja	3.295	1.563	1.009	2.636	1.465	0.000	0.635
Marvin Williams	0	0.0	0	0	0	0	1
Ryan Anderson	5.969	3.000	1.411	2.273	3.695	0.000	0.446
Al-Farouq Aminu	11.488	4.786	2.627	0.000	5.040	4.729	0.371
Michael Kidd-Gilchrist	5.343	1.972	0.334	3.005	2.108	0.000	0.591
Anthony Tolliver	3.494	2.165	0.682	3.618	1.675	0.000	0.578
Mike Scott	3.444	1.445	1.319	1.047	0.511	0.175	0.633
Larry Nance Jr.	3.102	1.245	0.560	0.000	1.479	3.043	0.700
Stanley Johnson	10.923	4.683	1.716	2.704	3.633	0.392	0.464
Skal Labissiere	5.368	2.297	0.739	0.055	1.306	0.271	0.676
Danny Green	8.679	3.593	2.142	2.482	2.704	0.223	0.440
Dwight Powell	4.935	2.256	0.535	0.000	1.455	2.772	0.665
Jerami Grant	0	0	0	0	0	0	1
Garrett Temple	4.400	2.169	0.961	4.900	1.800	0.000	0.528
JR Smith	12.447	4.917	3.974	5.067	0.185	3.371	0.313
Evan Turner	10.014	3.879	1.868	2.911	2.341	1.854	0.495
David Nwaba	2.413	1.066	0.192	0.240	1.062	0.000	0.796
Kyle Anderson	8.810	3.166	1.369	0.510	1.523	3.784	0.595
Doug McDermott	3.500	1.340	0.819	2.641	0.699	0.000	0.619
VALOR MEDIO	5.118	2.188	1.155	1.575	2.459	1.639	0.662
CONTADOR DE JUGADORES	80	80	76	67	74	57	20

- FORWARD SIN VRS

Tabla 27. Holguras para *forward* sin VRS

Jugadores/ Holguras	Puntos/Partido	Tiros de campo encestados	Tiros libres encestados	Rebotes	Asistencias	Plus minus	FO*
Anthony Davis	0	0	0	0	0	0	1
LeBron James	0	0	0	0	0	0	1
Giannis Antetokounmpo	0	0	0	0	0	0	1
Kevin Durant	0	0	0	0	0	0	1
LaMarcus Aldridge	1.328	0	0	0	4.693	0	0.713
Kristaps Porzingis	1.354	1.008	0.000	1.247	5.921	4.647	0.514
Paul George	5.376	3.115	0.362	2.830	5.726	3.670	0.641
Blake Griffin	4.023	2.178	0.000	0.750	2.009	4.603	0.819
Khris Middleton	7.027	3.158	0.736	3.283	4.977	6.550	0.641
T.J. Warren	4.993	1.290	1.203	2.591	6.838	1.509	0.470

Tyreke Evans	3.628	1.793	0.736	2.102	2.420	5.498	0.751
Harrison Barnes	0	0	0	0	0	0	1
Tobias Harris	5.709	2.318	1.938	2.274	5.806	0.000	0.580
Evan Fournier	6.197	2.663	1.501	4.305	5.041	5.429	0.552
Andrew Wiggins	9.353	3.429	2.124	4.060	6.952	5.240	0.472
Kevin Love	0	0	0	0	0	0	1
Aaron Gordon	7.005	2.866	1.665	0.000	5.221	2.484	0.601
Tim Hardaway Jr.	7.168	3.119	1.616	3.814	5.463	7.319	0.543
JJ Redick	5.407	2.793	1.047	4.538	4.448	0.828	0.567
Carmelo Anthony	7.723	3.034	2.189	1.681	6.616	3.919	0.433
Julius Randle	3.272	1.206	0.512	0.000	0.000	4.209	0.876
Kyle Kuzma	7.152	2.778	2.074	0.972	5.894	4.628	0.508
Brandon Ingram	7.964	3.153	0.784	2.531	4.351	0.000	0.679
Ben Simmons	0	0	0	0	0	0	1
Will Barton	8.968	3.719	2.016	2.714	4.063	3.319	0.600
Nikola Mirotic	5.065	2.157	2.261	0.000	2.501	1.288	0.623
Lauri Markkanen	0	0	0	0	0	0	1
Otto Porter Jr.	8.850	3.192	2.625	0.965	5.793	2.869	0.485
Dario Saric	7.460	3.223	1.470	0.199	4.700	2.468	0.608
Jaylen Brown	8.379	3.436	1.810	2.255	5.971	9.678	0.466
Zach Randolph	4.851	1.196	2.411	0.000	2.241	3.672	0.627
Bojan Bogdanovic	8.654	3.664	1.723	3.778	6.096	3.488	0.441
Taurean Prince	8.258	3.437	1.921	2.292	4.798	1.708	0.556
Rondae Hollis-Jefferson	0	0	0	0	0	0	1
Jayson Tatum	8.830	3.679	1.185	2.108	5.922	4.658	0.486
Jonathon Simmons	8.011	3.266	1.045	3.352	4.750	1.448	0.564
Marcus Morris	3.875	1.946	0.608	0.887	5.256	0.000	0.538
DeMarre Carroll	5.122	2.873	0.465	0.465	5.330	0.000	0.604
Allen Crabbe	8.636	3.837	2.232	2.529	5.626	8.038	0.440
Bobby Portis	0	0	0	0	0	0	1
Michael Beasley	3.569	0.852	1.443	0.000	2.772	1.990	0.660
Josh Jackson	5.830	2.128	0.935	1.320	4.764	4.547	0.540
Al Horford	11.101	3.911	3.635	1.177	0.000	2.824	0.554
Josh Richardson	11.843	4.547	2.729	4.238	5.288	9.429	0.452
Wesley Matthews	11.630	4.851	2.831	4.800	5.625	0.000	0.435
Robert Covington	10.950	4.692	2.525	1.965	5.793	10.169	0.444
Serge Ibaka	7.895	2.825	2.303	0.109	5.982	3.057	0.355
E'Twaun Moore	11.639	3.727	5.092	6.557	0.000	2.299	0.323
Derrick Favors	8.818	2.878	2.272	0.000	3.885	4.393	0.505
Justin Holiday	11.276	4.963	2.112	3.341	5.668	2.059	0.460
Taj Gibson	12.543	4.247	2.529	0.638	6.988	4.829	0.383
Caris LeVert	7.426	2.955	1.437	2.406	2.261	4.827	0.624
Gerald Green	4.817	2.359	1.691	2.091	4.998	3.376	0.340
Marco Belinelli	5.694	2.594	1.141	3.665	3.988	2.994	0.500
Dirk Nowitzki	6.408	2.528	1.846	0.057	4.491	3.877	0.514
Thaddeus Young	12.197	3.963	3.401	1.205	6.041	4.729	0.365

Kelly Oubre Jr.	8.695	3.925	1.103	1.909	5.582	4.057	0.440
Trevor Ariza	13.564	5.646	3.218	3.501	6.760	4.099	0.355
Nicolas Batum	0	0	0	0	0	0	1
Domantas Sabonis	2.240	0.969	0.285	0.000	0.907	0.000	0.859
Kelly Olynyk	6.031	2.463	1.365	0.000	2.442	1.212	0.674
Rudy Gay	4.447	1.700	0.724	0.000	3.940	2.512	0.577
Joe Ingles	11.798	4.570	4.351	4.163	0.000	0.383	0.411
Markieff Morris	6.381	2.488	1.584	0.752	4.732	0.000	0.552
Reggie Bullock	6.494	2.494	2.441	3.065	4.388	8.094	0.378
Frank Kaminsky	6.190	2.702	0.955	1.807	4.121	0.526	0.552
Draymond Green	13.481	5.310	2.490	0.321	0.000	3.273	0.587
Montrezl Harrell	1.583	0.211	0.349	0.000	3.142	4.274	0.608
Dillon Brooks	8.951	3.621	1.863	3.627	5.461	0.000	0.444
Ersan Ilyasova	7.825	3.143	1.735	0.000	4.762	1.449	0.481
Joe Harris	6.419	2.792	1.790	2.640	4.620	0.000	0.475
Jeff Green	6.639	2.859	0.380	2.254	4.471	5.346	0.497
James Johnson	9.024	3.369	1.888	1.299	2.760	3.867	0.586
John Collins	2.391	1.098	0.315	0.000	2.452	0.000	0.702
Greg Monroe	0	0	0	0	0	0	1
JaMychal Green	11.264	3.898	3.473	0.000	0.723	0.165	0.551
Denzel Valentine	7.858	3.154	2.515	1.298	3.482	0.000	0.430
Wilson Chandler	13.625	5.220	2.838	1.988	5.718	6.879	0.408
CJ Miles	4.234	2.235	1.233	2.251	3.910	2.015	0.421
Trey Lyles	4.464	1.741	1.294	0.000	2.621	2.042	0.587
Jae Crowder	9.751	4.027	1.824	2.683	5.237	3.417	0.403
Mario Hezonja	6.870	2.689	1.715	1.451	4.050	2.016	0.480
Marvin Williams	6.258	2.917	1.287	1.269	5.016	0.000	0.462
Ryan Anderson	10.151	4.327	2.224	1.083	5.537	0.317	0.355
Al-Farouq Aminu	13.284	5.246	3.378	0.000	4.647	4.883	0.352
Michael Kidd-Gilchrist	7.753	2.793	1.243	1.771	5.145	0.000	0.431
Anthony Tolliver	7.645	3.517	1.528	2.074	4.375	1.526	0.426
Mike Scott	4.987	1.664	1.656	1.012	3.462	4.155	0.455
Larry Nance Jr.	5.943	1.994	1.781	0.000	0.485	2.847	0.657
Stanley Johnson	11.720	4.797	1.890	2.686	5.157	2.447	0.419
Skal Labissiere	6.727	2.490	1.037	0.024	3.905	3.776	0.511
Danny Green	10.479	4.185	2.561	2.366	4.713	2.267	0.374
Dwight Powell	7.544	2.843	1.495	0.000	2.346	4.732	0.547
Jerami Grant	5.653	2.443	0.367	0.860	4.293	0.000	0.428
Garrett Temple	8.235	3.384	1.883	3.529	4.194	0.000	0.431
JR Smith	12.841	4.803	4.536	5.210	0.932	3.490	0.289
Evan Turner	10.953	4.013	2.073	2.890	4.138	4.277	0.446
David Nwaba	6.738	2.895	0.509	0.853	4.261	0.000	0.539
Kyle Anderson	11.998	4.498	2.001	0.823	3.885	4.877	0.484
Doug McDermott	8.447	3.303	1.977	2.581	4.376	0.786	0.371
VALOR MEDIO	6.708	2.681	1.533	1.561	3.711	2.646	0.573
CONTADOR DE JUGADORES	88	88	85	70	83	71	12

- CENTER DATOS

Tabla 28. Datos center

Jugadores	Minutos/Partido	Puntos/Partido	Tiros de campo encestandos	Tiros libres encestandos	Rebotes	Bloqueos	Faltas personales	Plus minus
John Collins	24.1	10.5	4.2	1.8	7.3	1.1	2.9	0
Dewayne Dedmon	24.9	10	4	1.1	7.9	0.8	2.6	-1.1
Mike Muscala	20	7.6	2.7	1.1	4.3	0.5	1.5	-2.2
Jarrett Allen	20	8.2	3.3	1.6	5.4	1.2	2	2.8
Al Horford	31.6	12.9	5.1	1.3	7.4	1.1	1.9	0
Greg Monroe	20.4	10.3	4.3	1.7	6.9	0.5	1.9	-2.6
Dwight Howard	30.4	16.6	6.2	4.1	12.5	1.6	3.1	-2.9
Frank Kaminsky	23.2	11.1	3.9	2	3.6	0.2	1.2	4.8
Robin Lopez	26.4	11.8	5.3	1.1	4.5	0.8	1.7	-1.7
Kevin Love	28	17.6	5.7	4	9.3	0.4	2	-4.3
Dirk Nowitzki	24.7	12	4.5	1.3	5.7	0.6	1.9	0.7
Dwight Powell	21.2	8.5	3.2	1.7	5.6	0.4	2.4	-4.2
Nikola Jokic	32.6	18.5	6.7	3.5	10.7	0.8	2.8	0.3
Mason Plumlee	19.5	7.1	3	1.1	5.4	1.1	2.5	4.7
Andre Drummond	33.7	15	6	3.1	16	1.6	3.2	1.1
Clint Capela	27.5	13.9	6	1.9	10.8	1.9	2.5	-0.7
Myles Turner	28.2	12.7	4.7	2.5	6.4	1.8	2.9	-1.3
Domantas Sabonis	24.5	11.6	4.6	2.3	7.7	0.4	3	-0.7
DeAndre Jordan	31.5	12	4.8	2.4	15.2	0.9	2.6	0
Montrezl Harrell	17	11	4.6	1.8	4	0.7	1.9	-1.2
Julius Randle	26.7	16.1	6.1	3.7	8	0.5	3.3	-3
Brook Lopez	23.4	13	5	1.5	4	1.3	2.6	1.5
Marc Gasol	33	17.2	5.9	3.8	8.1	1.4	2.5	2.8
Hassan Whiteside	25.3	14	5.8	2.4	11.4	1.7	2.4	0.4
Kelly Olynyk	23.4	11.5	4.2	1.8	5.7	0.5	2.9	3
Bam Adebayo	19.8	6.9	2.5	1.9	5.5	0.6	2	-8
John Henson	25.9	8.8	3.8	1.2	6.8	1.4	2.7	-0.7
Tyler Zeller	16.8	6.7	2.8	0.9	4.6	0.5	1.9	1.8
Karl-Anthony Towns	35.6	21.3	7.8	4.2	12.3	1.4	3.5	-2.5
Anthony Davis	36.4	28.1	10.4	6.6	11.1	2.6	2.1	2.1
DeMarcus Cousins	36.2	25.2	8.5	6.1	12.9	1.6	3.8	1.6
Kristaps Porzingis	32.4	22.7	8.1	4.5	6.6	2.4	2.9	0
Enes Kanter	25.8	14.1	5.9	2.2	11	0.5	2.6	5.1
Kyle O'Quinn	18	7.1	2.9	1.3	6.1	1.3	2.5	0.3
Steven Adams	32.7	13.9	5.9	2.1	9	1	2.8	0.1
Nikola Vucevic	29.5	16.5	7	1.4	9.2	1.1	2.5	-1.5
Marreese Speights	13	7.7	2.7	0.8	2.6	0.4	2	4.5
Joel Embiid	30.4	22.9	8.1	5.7	11	1.8	3.3	1.4
Alex Len	20.2	8.5	3.1	2.3	7.5	0.9	2.3	-1.5
Jusuf Nurkic	26.4	14.3	6.1	2.2	9	1.4	3.1	0
Willie Cauley-Stein	28	12.8	5.3	2.1	7	0.9	2.5	0.6
Skal Labissiere	20.7	8.7	3.4	1.6	4.8	0.8	2.2	-0.6

Kosta Koufos	19.6	6.7	3.1	0.5	6.6	0.5	2.1	5.1
Pau Gasol	23.5	10.1	3.7	2.1	8	1	1.6	-3.1
Jonas Valanciunas	22.4	12.7	5.1	2.2	8.6	0.9	2.5	-1.8
Serge Ibaka	27.5	12.6	5	1.2	6.3	1.3	2.8	-4
Jakob Poeltl	18.6	6.9	3.1	0.7	4.8	1.2	2.6	-2.9
Rudy Gobert	32.4	13.5	4.9	3.6	10.7	2.3	2.7	3.1
Derrick Favors	28	12.3	5.1	1.8	7.2	1.1	2.1	1.3
Marcin Gortat	25.3	8.4	3.5	1.3	7.6	0.7	2.1	-2

- CENTER CON VRS

**Tabla 29.** Holguras para *center* con VRS

Jugadores/Holguras	Puntos/Partido	Tiros de campo encestados	Tiros libres encestados	Rebotes	Bloqueos	Plus minus	FO*
John Collins	6.897	1.945	2.126	0.659	0.193	2.522	0.662
Dewayne Dedmon	8.034	2.459	2.893	0.000	0.616	3.760	0.525
Mike Muscala	0	0	0	0	0	0	1
Jarrett Allen	0	0	0	0	0	0	1
Al Horford	9.847	3.262	3.828	1.381	0.802	2.879	0.507
Greg Monroe	0	0	0	0	0	0	1
Dwight Howard	2.395	0.876	0.243	0.000	0.126	4.029	0.866
Frank Kaminsky	0	0	0	0	0	0	1
Robin Lopez	5.256	0.896	2.459	1.822	0.369	5.396	0.571
Kevin Love	0	0	0	0	0	0	1
Dirk Nowitzki	4.923	1.667	2.164	0.669	0.694	2.839	0.579
Dwight Powell	6.349	2.195	1.139	0.000	0.769	7.845	0.552
Nikola Jokic	6.302	2.296	2.435	0.000	1.332	1.570	0.640
Mason Plumlee	0	0	0	0	0	0	1
Andre Drummond	0	0	0	0	0	0	1
Clint Capela	0	0	0	0	0	0	1
Myles Turner	8.255	2.962	2.140	1.978	0.000	4.079	0.661
Domantas Sabonis	6.139	1.740	1.611	0.000	0.977	3.437	0.564
DeAndre Jordan	0	0	0	0	0	0	1
Montrezl Harrell	0	0	0	0	0	0	1
Julius Randle	2.296	0.745	0.310	0.000	1.296	5.167	0.626
Brook Lopez	3.777	1.015	2.071	3.063	0.000	1.500	0.662
Marc Gasol	7.062	3.195	1.632	2.454	0.678	0.000	0.735
Hassan Whiteside	0	0	0	0	0	0	1
Kelly Olynyk	5.267	1.922	1.578	0.678	0.878	0.433	0.608
Bam Adebayo	6.153	2.666	0.437	0.000	0.412	8.523	0.630
John Henson	10.162	2.974	3.106	1.580	0.089	3.185	0.528
Tyler Zeller	2.191	0.403	0.411	0.000	0.150	0.314	0.819
Karl-Anthony Towns	3.467	1.468	1.521	0.000	0.936	4.339	0.754
Anthony Davis	0	0	0	0	0	0	1
DeMarcus Cousins	0	0	0	0	0	0	1
Kristaps Porzingis	0	0	0	0	0	0	1
Enes Kanter	0	0	0	0	0	0	1

Kyle O'Quinn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1
Steven Adams	10.974	3.282	3.583	0.756	1.252	2.379	0.552
Nikola Vucevic	5.595	1.015	3.696	0.122	0.769	3.847	0.576
Marreese Speights	0	0	0	0	0	0	1
Joel Embiid	0	0	0	0	0	0	1
Alex Len	0	0	0	0	0	0	1
Jusuf Nurkic	5.106	0.759	2.374	0.069	0.078	2.113	0.746
Willie Cauley-Stein	7.977	2.336	2.418	1.049	0.910	2.362	0.606
Skal Labissiere	5.717	1.789	1.189	0.881	0.292	4.131	0.652
Kosta Koufos	0	0	0	0	0	0	1
Pau Gasol	0	0	0	0	0	0	1
Jonas Valanciunas	0.941	0.151	0.295	0.000	0.415	3.650	0.830
Serge Ibaka	7.760	2.275	3.548	2.819	0.321	6.221	0.526
Jakob Poeltl	2.527	0.523	1.018	0.905	0.000	4.480	0.687
Rudy Gobert	0	0	0	0	0	0	1
Derrick Favors	8.477	2.536	2.718	0.849	0.710	1.662	0.606
Marcin Gortat	9.490	3.132	2.377	0.000	0.873	4.890	0.509
VALOR MEDIO	3.387	1.050	1.106	0.435	0.319	1.951	0.796
CONTADOR DE JUGADORES	28	28	28	17	25	27	22

- CENTER SIN VRS

**Tabla 30.** Holguras para center sin VRS

Jugadores/Holguras	Puntos/Partido	Tiros de campo encestados	Tiros libres encestados	Rebotes	Bloqueos	Plus minus	FO*
John Collins	8.105	2.686	2.570	0.049	0.621	1.390	0.620
Dewayne Dedmon	9.121	3.010	3.448	0.000	0.913	2.474	0.486
Mike Muscala	7.840	3.014	2.526	1.799	0.929	3.354	0.455
Jarrett Allen	6	2	1	0	0	0	1
Al Horford	11.495	3.929	4.430	2.236	1.157	1.823	0.469
Greg Monroe	5	1	2	0	1	4	1
Dwight Howard	2.921	1.271	0.034	0.000	0.335	3.789	0.848
Frank Kaminsky	0	0	0	0	0	0	1
Robin Lopez	8.580	2.243	3.687	3.551	1.086	3.223	0.457
Kevin Love	3	2	1	0	2	6	1
Dirk Nowitzki	7.068	2.557	3.179	1.832	1.164	0.725	0.499
Dwight Powell	7.866	2.857	2.144	0.865	1.114	5.423	0.476
Nikola Jokic	6.417	2.357	2.493	0.000	1.366	1.426	0.637
Mason Plumlee	0	0	0	0	0	0	1
Andre Drummond	0	0	0	0	0	0	1
Clint Capela	2.623	0.552	1.358	0.000	0.000	1.489	0.827
Myles Turner	9.070	3.357	2.613	2.199	0.214	2.927	0.639
Domantas Sabonis	6.970	2.311	2.006	0.000	1.343	2.048	0.513
DeAndre Jordan	0	0	0	0	0	0	1
Montrezl Harrell	2.124	0.257	1.282	1.184	0.514	2.181	0.720
Julius Randle	4.512	1.529	1.141	0.142	1.407	4.540	0.586
Brook Lopez	4.971	1.645	2.681	3.081	0.350	0.000	0.629

Marc Gasol	7.161	3.045	1.441	1.313	0.705	0.892	0.717
Hassan Whiteside	0	0	0	0	0	0	1
Kelly Olynyk	5.537	2.039	1.758	0.835	0.939	0.000	0.602
Bam Adebayo	8.385	3.157	1.690	0.538	0.814	9.142	0.521
John Henson	11.194	3.600	3.496	1.098	0.450	2.194	0.500
Tyler Zeller	5.752	1.775	1.801	0.221	0.583	0.000	0.560
Karl-Anthony Towns	5.708	1.882	2.412	0.000	0.833	4.258	0.728
Anthony Davis	0	0	0	0	0	0	1
DeMarcus Cousins	1	1	0	0	0	1	1
Kristaps Porzingis	0	0	0	0	0	0	1
Enes Kanter	0	0	0	0	0	0	1
Kyle O'Quinn	0	0	0	0	0	0	1
Steven Adams	11.344	3.443	3.829	0.972	1.336	1.787	0.544
Nikola Vucevic	6.206	1.359	3.971	0.000	0.963	3.160	0.558
Marreese Speights	0	0	0	0	0	0	1
Joel Embiid	0	0	0	0	0	0	1
Alex Len	6.287	2.202	1.288	0.000	0.313	2.365	0.688
Jusuf Nurkic	5.768	1.121	2.690	0.000	0.282	1.329	0.725
Willie Cauley-Stein	8.815	2.700	2.977	1.538	1.100	1.015	0.583
Skal Labissiere	7.280	2.514	2.153	1.512	0.679	1.794	0.577
Kosta Koufos	0	0	0	0	0	0	1
Pau Gasol	6.848	2.693	1.701	0.000	0.645	4.220	0.640
Jonas Valanciunas	3.059	0.661	1.484	0.000	0.471	2.663	0.754
Serge Ibaka	8.629	2.857	3.786	2.086	0.664	5.587	0.506
Jakob Poeltl	7.262	2.012	2.738	1.471	0.000	3.851	0.484
Rudy Gobert	0	0	0	0	0	0	1
Derrick Favors	9.315	2.900	3.277	1.338	0.900	0.315	0.586
Marcin Gortat	11.131	3.729	3.287	0.115	1.107	3.460	0.461
VALOR MEDIO	5.012	1.673	1.708	0.602	0.562	1.906	0.707
CONTADOR DE JUGADORES	37	37	36	23	34	33	13



# ANEXO DE PROGRAMACIÓN LINGO

---

Modelo matemático para la posición de *guard* con la restricción, retorno es escala variable.

SETS:

```
JUGADORES: FO, Bloqueos, Rebotes, Faltas, Minutos, Plusminus, TirosCampo,
slackFaltas, slackMinutos, slackPlusminus, slackTirosCampo, slackTirosLibres,
slackPuntos, TirosLibres, Puntos, RangoPlusminus, slackBloqueos, slackRebotes;
```

```
JJ(JUGADORES, JUGADORES): LAMBDA;
```

ENDSETS

DATA:

```
JUGADORES = 1...50;
```

```
Bloqueos, Faltas, Minutos, Plusminus, TirosCampo= @OLE('CenterL.xls');
TirosLibres, Puntos, Rebotes, RangoPlusminus= @OLE('CenterL.xls');
```

```
@OLE('CenterL.xls')=slackBloqueos, slackFaltas, slackMinutos;
@OLE('CenterL.xls')=slackPlusminus, slackTirosCampo;
@OLE('CenterL.xls')=slackTirosLibres, slackPuntos, slackRebotes;
@OLE('CenterL.xls')=FO, LAMBDA;
```

ENDDATA

```
MAX= TFO;
```

```
TFO=@SUM(JUGADORES(INDICEJ):FO(INDICEJ));
```

```
@FOR(JUGADORES(INDICEJ):
```

```
FO(INDICEJ)=1+(1/6)*(slackBloqueos(INDICEJ)/Bloqueos(INDICEJ) +
@IF(RangoPlusminus(INDICEJ) #GT# 0, slackPlusminus(INDICEJ)/RangoPlusminus(INDICEJ),
0) + slackTirosCampo(INDICEJ)/TirosCampo(INDICEJ)
+slackTirosLibres(INDICEJ)/TirosLibres(INDICEJ) +
slackPuntos(INDICEJ)/Puntos(INDICEJ)+ slackRebotes(INDICEJ)/Rebotes(INDICEJ));
```

```
);
```

```
!RESTRICTIONS;
```

```
@FOR(JUGADORES(INDICEJ):
```

```
!entradas
```

```
@SUM(JUGADORES(J):Minutos(J)*LAMBDA(INDICEJ,J))<= Minutos(INDICEJ);
```

```
!salidas
```

```
@SUM(JUGADORES(J):Faltas(J)*LAMBDA(INDICEJ,J))<= Faltas(INDICEJ);
```

```

@SUM(JUGADORES(J):Rebotes(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = Rebotes(INDICEJ) +
slackRebotes(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):Bloqueos(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = Bloqueos(INDICEJ) +
slackBloqueos(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):Plusminus(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = Plusminus(INDICEJ) +
slackPlusminus(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):TirosCampo(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = TirosCampo(INDICEJ) +
slackTirosCampo(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):TirosLibres(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = TirosLibres(INDICEJ) +
slackTirosLibres(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):Puntos(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = Puntos(INDICEJ) +
slackPuntos(INDICEJ);

);

!posibilidad de introducir retornos de escala variables;

@FOR(JUGADORES(INDICEJ):

    @SUM(JUGADORES(J):LAMBDA(INDICEJ,J))=1;

);

```

Modelo matemático para la posición de *forward* con la restricción, retorno es escala variable:

SETS:

```

JUGADORES: FO, Asistencias, Rebotes, Faltas, Minutos, Plusminus, TirosCampo,
slackFaltas, slackMinutos, slackPlusminus, slackTirosCampo, slackTirosLibres,
slackPuntos, TirosLibres, Puntos, RangoPlusminus, slackAsistencias, slackRebotes;

```

```

JJ(JUGADORES, JUGADORES): LAMBDA;

```

ENDSETS

DATA:

```

JUGADORES = 1...100;

```

```

Asistencias, Faltas, Minutos, Plusminus, TirosCampo= @OLE('ForwardL.xls');
TirosLibres, Puntos, Rebotes, RangoPlusminus= @OLE('ForwardL.xls');

```

```

@OLE('ForwardL.xls')=slackAsistencias, slackFaltas, slackMinutos;
@OLE('ForwardL.xls')=slackPlusminus, slackTirosCampo;
@OLE('ForwardL.xls')=slackTirosLibres, slackPuntos, slackRebotes;
@OLE('ForwardL.xls')=FO, LAMBDA;

```

ENDDATA

MAX= TFO;

```

TFO=@SUM(JUGADORES(INDICEJ):FO(INDICEJ));

```

```

@FOR(JUGADORES(INDICEJ):

```

```

FO(INDICEJ)=1+(1/6)*(slackAsistencias(INDICEJ)/Asistencias(INDICEJ) +
@IF(RangoPlusminus(INDICEJ) #GT# 0, slackPlusminus(INDICEJ)/RangoPlusminus(INDICEJ),
0) + slackTirosCampo(INDICEJ)/TirosCampo(INDICEJ)
+slackTirosLibres(INDICEJ)/TirosLibres(INDICEJ) +
slackPuntos(INDICEJ)/Puntos(INDICEJ) + slackRebotes(INDICEJ)/Rebotes(INDICEJ));

);

!RESTRICTIONS;

@FOR(JUGADORES(INDICEJ):

!entradas;

@SUM(JUGADORES(J):Minutos(J)*LAMBDA(INDICEJ,J))<= Minutos(INDICEJ);

!salidas;

@SUM(JUGADORES(J):Faltas(J)*LAMBDA(INDICEJ,J))<= Faltas(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):Rebotes(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = Rebotes(INDICEJ) +
slackRebotes(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):Asistencias(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = Asistencias(INDICEJ) +
slackAsistencias(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):Plusminus(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = Plusminus(INDICEJ) +
slackPlusminus(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):TirosCampo(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = TirosCampo(INDICEJ) +
slackTirosCampo(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):TirosLibres(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = TirosLibres(INDICEJ) +
slackTirosLibres(INDICEJ);

@SUM(JUGADORES(J):Puntos(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = Puntos(INDICEJ) +
slackPuntos(INDICEJ);

);

!posibilidad de introducir retornos de escala variables;

@FOR(JUGADORES(INDICEJ):

@SUM(JUGADORES(J):LAMBDA(INDICEJ,J))=1;

);

```

Modelo matemático para la posición de *center* con la restricción, retorno es escala variable:

```

SETS: !Definimos conjuntos del modelo, en este caso interesa que sea una matriz ;

JUGADORES: FO, Bloqueos, Rebotes, Faltas, Minutos, Plusminus, TirosCampo,
slackFaltas, slackMinutos, slackPlusminus, slackTirosCampo, slackTirosLibres,
slackPuntos, TirosLibres, Puntos, RangoPlusminus, slackBloqueos, slackRebotes;

```

```
JJ(JUGADORES, JUGADORES) : LAMBDA;
```

```
ENDSETS
```

```
DATA:
```

```
JUGADORES = 1...50;
```

```
Bloqueos, Faltas, Minutos, Plusminus, TirosCampo= @OLE('CenterL.xls');  
TirosLibres, Puntos, Rebotes, RangoPlusminus= @OLE('CenterL.xls');
```

```
@OLE('CenterL.xls')=slackBloqueos, slackFaltas, slackMinutos;  
@OLE('CenterL.xls')=slackPlusminus, slackTirosCampo;  
@OLE('CenterL.xls')=slackTirosLibres, slackPuntos, slackRebotes;  
@OLE('CenterL.xls')=FO, LAMBDA;
```

```
ENDDATA
```

```
MAX= TFO;
```

```
TFO=@SUM(JUGADORES(INDICEJ):FO(INDICEJ));
```

```
@FOR(JUGADORES(INDICEJ):
```

```
FO(INDICEJ)=1+(1/6)*(slackBloqueos(INDICEJ)/Bloqueos(INDICEJ) +  
@IF(RangoPlusminus(INDICEJ) #GT# 0, slackPlusminus(INDICEJ)/RangoPlusminus(INDICEJ),  
0) + slackTirosCampo(INDICEJ)/TirosCampo(INDICEJ)  
+slackTirosLibres(INDICEJ)/TirosLibres(INDICEJ) +  
slackPuntos(INDICEJ)/Puntos(INDICEJ)+ slackRebotes(INDICEJ)/Rebotes(INDICEJ));
```

```
);
```

```
!RESTRICTIONS;
```

```
@FOR(JUGADORES(INDICEJ):
```

```
!entradas;
```

```
@SUM(JUGADORES(J):Minutos(J)*LAMBDA(INDICEJ, J)) <= Minutos(INDICEJ);
```

```
!salidas;
```

```
@SUM(JUGADORES(J):Faltas(J)*LAMBDA(INDICEJ, J)) <= Faltas(INDICEJ);
```

```
@SUM(JUGADORES(J):Rebotes(J)*LAMBDA(INDICEJ, J)) = Rebotes(INDICEJ) +  
slackRebotes(INDICEJ);
```

```
@SUM(JUGADORES(J):Bloqueos(J)*LAMBDA(INDICEJ, J)) = Bloqueos(INDICEJ) +  
slackBloqueos(INDICEJ);
```

```
@SUM(JUGADORES(J):Plusminus(J)*LAMBDA(INDICEJ, J)) = Plusminus(INDICEJ) +  
slackPlusminus(INDICEJ);
```

```
@SUM(JUGADORES(J):TirosCampo(J)*LAMBDA(INDICEJ, J)) = TirosCampo(INDICEJ) +  
slackTirosCampo(INDICEJ);
```

```
@SUM(JUGADORES(J):TirosLibres(J)*LAMBDA(INDICEJ, J)) = TirosLibres(INDICEJ) +  
slackTirosLibres(INDICEJ);
```

```

@SUM(JUGADORES(J):Puntos(J)*LAMBDA(INDICEJ,J)) = Puntos(INDICEJ) +
slackPuntos(INDICEJ);

);

!posibilidad de introducir retornos de escala variables;

@FOR(JUGADORES(INDICEJ):

@SUM(JUGADORES(J):LAMBDA(INDICEJ,J))=1;

);

```