

# **GRADO: Administración y Dirección de Empresas**

**Curso 2018/2019**

## **Rendimiento y permanencia de jugadores en la NBA**

Autor/a: Ander Cumplido Ramos

Director/a: Jose Ignacio Murillo Arcos

Bilbao, a 10 de Febrero de 2019



## ÍNDICE

<b>1. ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>2</b>
<b>2. RESUMEN DEL TRABAJO</b> .....	<b>3</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>3</b>
<b>4. TRABAJO</b> .....	<b>4</b>
<b>A. CONTEXTO</b> .....	<b>4</b>
A.1 MOTIVACIÓN PARA JUGAR EN LA NBA .....	<b>4</b>
A.2 PRINCIPALES ALTERNATIVAS A LA NBA .....	<b>5</b>
A.3 ACCESO A LA NBA: EL DRAFT .....	<b>7</b>
A.4 TENDENCIAS EN EL JUEGO: LA NBA MODERNA .....	<b>8</b>
A.5 ANALÍTICA EN LA NBA .....	<b>13</b>
A.6 RESUMEN DEL CONTEXTO .....	<b>15</b>
<b>B. MUESTRA</b> .....	<b>16</b>
<b>C. VARIABLES</b> .....	<b>17</b>
<b>D. HIPÓTESIS</b> .....	<b>19</b>
<b>E. ANÁLISIS</b> .....	<b>21</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>35</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>37</b>

# 1. ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

## TABLAS

Tabla 1. Salarios mínimos en la NBA respecto a la temporada y la experiencia .....	6
Tabla 2. Estadísticas medias para cada equipo por temporada.....	9
Tabla 3. Eficiencia de los distintos tipos de tiro .....	11
Tabla 4. Disposición de las observaciones por posición y situación .....	16
Tabla 5 Disposición de las observaciones por temporada y situación.....	17
Tabla 6 Hipótesis de cómo afectarán las variables dependientes a la variable explicativa ...	20
Tabla 7 Resultados del modelo inicial .....	22
Tabla 8 Resultados del modelo definitivo .....	26
Tabla 9 Casos observados y predichos por el modelo .....	29
Tabla 10 Coeficientes y valores de la media y de Jeremy Evans .....	31
Tabla 11 Coeficientes y valores de la media y de Dorrell Wright .....	32
Tabla 12 Coeficientes y valores de la media y de Pablo Prigioni .....	33
Tabla 13 Coeficientes y valores de la media y de Mike Miller .....	34

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Triples totales intentados y anotados en la NBA por equipo .....	10
Ilustración 2. Zonas habituales de tiro de la media de la liga y de los Houston Rockets.....	12
Ilustración 3. Aplicaciones de la tecnología SportVu .....	14
Ilustración 4 Medias de los parámetros según la situación del jugador .....	20
Ilustración 5 Gráfica de la función logística.....	23
Ilustración 6 Gráfico de residuos del modelo definitivo .....	30

## **2. RESUMEN DEL TRABAJO**

El tema de este estudio es analizar que factores del rendimiento de un jugador de la NBA determinan su probabilidad para mantenerse en dicha liga o no hacerlo. Para ello, se realizará un modelo econométrico con el que podrá determinarse cuales son esos factores de rendimiento, y de qué manera afectarán a que un jugador pueda mantenerse. En la primera parte del trabajo, se describirá el contexto actual de la NBA, y cuales son las razones de que salgan tantos jugadores de la NBA anualmente. Una vez explicado el contexto, se seleccionarán las variables iniciales para realizar un primer modelo. La significatividad de estas variables será contrastada, con el objetivo de descartar variables no significativas y crear un modelo definitivo. Una vez se tenga el modelo definitivo, se comentarán los efectos que producen las variables en la probabilidad de mantenerse en la NBA. Por último, se comentarán los resultados de las predicciones que el modelo ha realizado.

## **3. METODOLOGÍA**

El primer paso a la hora de realizar el trabajo ha sido recolectar información acerca de la NBA y cuales podrían ser las razones de peso que los equipos utilicen para decidir si seguir contando o no con un jugador. Esto sirvió como orientación para ver cuales serían las variables iniciales del modelo. Una vez decididas las variables a escoger, se realizó la selección de los jugadores. Estos jugadores son aquellos que abandonaron la NBA en las temporadas 2014/2015, 2015/2016 y 2016/2017, o aquellos que estuvieron cerca de abandonarla. Los jugadores seleccionados han sido codificados para poder ser introducidos en el programa Gretl, con el cual se ha realizado la estimación del modelo. Además de su codificación, se han introducido en el programa los valores de las variables seleccionadas, correspondientes a cada jugador. Estos valores estadísticos se han extraído de la página oficial de estadísticas de la NBA, por lo que todos los datos utilizados en el estudio son oficiales. Con los datos introducidos en Gretl, se ha podido estimar un modelo inicial. Tras realizar varios contrastes sobre qué factores influyen en la permanencia o no en la NBA, se pudo estimar un modelo final, con el cual se ha realizado la interpretación de los resultados.

## **4. TRABAJO**

### **A. CONTEXTO**

La National Basketball Association, o NBA, es la liga de baloncesto más importante del mundo. La mayoría de jugadores profesionales aspiran a jugar en esta liga, ya que se trata de la que más dinero puede aportar en concepto de salario, además del prestigio que supone participar en ella.

La NBA consta de treinta equipos, los cuales pueden inscribir hasta quince jugadores. Esto significa, si se tienen en cuenta las altas y bajas a mitad de temporada, que la cantidad de jugadores al año se halla en un intervalo comprendido entre 450 y 500 jugadores. Esta cantidad es muy baja comparada con los jugadores que aspiran a jugar en ella. Podemos dividir la procedencia de los jugadores que pueden llegar a entrar en la NBA en tres segmentos:

- NCAA. Se trata de la liga de baloncesto universitaria de Estados Unidos. Solamente en la ronda final de esta competición, participan 64 equipos, por lo que el número de jugadores es muy elevado. Es el paso previo habitual antes de entrar en la NBA por primera vez para los jugadores estadounidenses.
- Liga de desarrollo o G-League. Es la filial directa de la NBA. Consta de 30 equipos.
- Resto del mundo. Europa y China son los focos principales de baloncesto en el resto del mundo.

Teniendo esto cuenta, se puede observar que los equipos de la NBA cuentan con una oferta muy amplia de jugadores, mientras que las plazas para poder jugar en dicha liga son muy limitadas.

#### **A.1 MOTIVACIÓN PARA JUGAR EN LA NBA**

Antes de explicar cuál es el sistema de acceso a la NBA, cabe analizar qué lleva a un jugador a aspirar de tal manera a llegar a la liga. La razón principal es el salario, que dista mucho entre la NBA y cualquier otra liga profesional del mundo. No existe liga de cualquier deporte en el mundo en el que el salario medio para un jugador sea más alto que en la NBA. Si observamos las temporadas 2015/2016, 2016/17 y 2017/18, los salarios medios fueron 4,58 millones de dólares, 6,39 millones de dólares y 7,1 millones de dólares respectivamente (Global Sports Salaries Survey, 2017). Esta cifra es muy alta incluso al compararse con otros deportes. Por ejemplo, el salario medio de un jugador de la siguiente liga en la que más se cobra (Major League Baseball), es de 4,4 millones de dólares, un 61% menos que en la NBA.

Al contrario que en el resto del mundo, la NBA es una liga cerrada en la que la disposición de los equipos no cambia. Es decir, los equipos son siempre los mismos, independientemente de los resultados. En la mayoría de ligas, los equipos con peores resultados descienden a una categoría inferior, mientras que otros ascienden. El tipo de liga llevado en la NBA, permite a los propietarios de los equipos y a la dirección de la liga

crear acuerdos que permitan la igualdad de condiciones entre todos los equipos. Una de estas normas es la fijación de un límite salarial para cada equipo. Además de un límite superior, existe un límite inferior. Este límite es del 90% del límite salarial. Para la temporada 2017/18, el límite salarial para cada equipo se fijó en 99,093 millones de dólares, y por tanto, el límite inferior fue de 89,194 millones de dólares (NBA, 2017). Gracias a esto, se consigue que todos los equipos paguen por lo menos esa cantidad en salarios. Es por eso que durante este análisis se habla de los sueldos de la propia liga, ya que serán similares para la mayoría de equipos, y por tanto la media para cada equipo será bastante representativa. Aun así, sí existen diferencias entre los distintos equipos. Por ejemplo, un equipo que no pueda aspirar a ganar el campeonato y se centre en la formación de jugadores jóvenes, tendrá habitualmente unas obligaciones contractuales menores al límite salarial. Por el contrario, los equipos que aspiran a ganar campeonatos tendrán una plantilla de primer nivel, y por tanto, con un salario mayor. Los equipos pueden superar el límite salarial hasta un 20%, es decir, llegar a los 119,26 millones de dólares. A partir de esa cifra, los equipos tendrían que pagar una cantidad variable de dinero llamada impuesto de lujo. Cuanto mayor sea la cantidad sobrepasada, mayor será la cantidad a pagar. Por ejemplo, si un equipo se pasa en 3 millones de dólares del límite del impuesto de lujo, tendrá que pagar 1,5 dólares por cada dólar sobrepasado, mientras que, si se pasa en 15 millones, tendrá que pagar 3,25 dólares por cada dólar (NbaManiacs, 2018).

## **A.2 PRINCIPALES ALTERNATIVAS A LA NBA**

Es importante conocer cuáles son las alternativas a la NBA para un jugador de baloncesto. Las ligas más potentes fuera de Estados Unidos se encuentran en Europa (Fraschilla 2017). El nivel baloncestístico en Europa es alto, y podría considerarse como el escalón inferior a la NBA. El problema principal en las ligas europeas es que, al no existir un reparto equitativo de derechos televisivos ni límites salariales, la desigualdad es elevada. Como norma general, los equipos con más poder adquisitivo son los que consiguen obtener buenos resultados. Los mejores de cada liga participan en la Euroliga, a la que sí se puede considerar con la competición con el nivel más alto después de la NBA. Si tenemos en cuenta los salarios de los diez jugadores de la Euroliga mejor pagados, podemos observar que la media es de 2,361 millones (Orfanakis, 2018). Esta cantidad es menor a un tercio de la media en la NBA, y solo se han tenido en cuenta a los diez jugadores mejor pagados, los cuales son las estrellas de sus respectivos equipos.

Otra liga importante fuera de Estados Unidos es la Chinese Basketball Association. Cada equipo tiene permitido tener en plantilla únicamente a dos jugadores extranjeros, los cuales son normalmente exjugadores de la NBA. Esto supone a su vez un número de plazas limitadas, pero está convirtiéndose en una tendencia deseada por los jugadores que no se mantienen en la NBA. Se trata de una liga poco competitiva, en la que estos

jugadores extranjeros tienden a ser las estrellas del equipo y de esta manera consiguen plasmar unas estadísticas inimaginables en la NBA o la Euroliga. En cuanto a los salarios, no existen datos oficiales, pero las cifras para un jugador extranjero podrían hallarse en un intervalo entre 1 y 3 millones. Varios jugadores que han pasado por la liga china mencionaron en una entrevista que el dinero que se ofrece en esa liga es bastante superior al ofrecido en Europa (Neumann, 2017).

La tercera alternativa más común fuera de la NBA se trata de la G-League. Es una liga estadounidense que tiene relación con la propia NBA, ya que es la liga de desarrollo de la propia liga. 27 de los 30 equipos de la NBA tienen un equipo afiliado en la liga de desarrollo, a los que pueden destinar jugadores si se observa que necesitan mejorar su rendimiento o necesitan un periodo de adaptación tras salir de una lesión. Hay jugadores que, tras dejar la NBA, fichan por un equipo de esta liga con el objetivo de volver lo antes posible a la NBA. Esta alternativa es la que más opciones otorga al jugador para poder volver a corto plazo, ya que los equipos de la NBA pueden firmar contratos de 10 días sin compromiso para su equipo actual en la G-League. Además, la cercanía geográfica es sin duda muy importante en estos casos. Se trata de una liga en la que los salarios son mucho menores que en el resto de alternativas, siendo el sueldo base en la temporada 2017/18 de unos 35.000 dólares anuales. Esta cantidad aumentará en base a las veces que un equipo de la NBA llame al jugador para jugar en sus filas. Se trata de la opción más arriesgada económicamente, pero la que puede hacer que el jugador se gane un contrato lo antes posible en la NBA por el hecho de ser una filial directa. De hecho, según la propia página de la G-League, un 53% de los jugadores que disputaron la temporada 2017/2018 en la NBA habían tenido experiencia en esta liga de desarrollo (Busch, 2018).

Si observamos la tabla 1, podemos ver los salarios mínimos establecidos cada temporada en la NBA

*Tabla 1. Salarios mínimos en la NBA respecto a la temporada y la experiencia*

<b>EXP</b>	<b>2014-2015</b>	<b>2015-2016</b>	<b>2016-2017</b>	<b>2017-2018</b>
<b>0</b>	\$507,336	\$525,093	\$543,471	\$815,615
<b>1</b>	\$816,482	\$845,059	\$874,636	\$1,312,611
<b>2</b>	\$915,243	\$947,276	\$980,431	\$1,471,382
<b>3</b>	\$948,163	\$981,348	\$1,015,696	\$1,524,305
<b>4</b>	\$981,084	\$1,015,421	\$1,050,961	\$1,577,230
<b>5</b>	\$1,063,384	\$1,100,602	\$1,139,123	\$1,709,538
<b>6</b>	\$1,145,685	\$1,185,784	\$1,227,286	\$1,841,849
<b>7</b>	\$1,227,985	\$1,270,964	\$1,315,448	\$1,974,159
<b>8</b>	\$1,310,286	\$1,356,146	\$1,403,611	\$2,106,470
<b>9</b>	\$1,316,809	\$1,362,897	\$1,410,598	\$2,116,955
<b>10+</b>	\$1,448,490	\$1,499,187	\$1,551,659	\$2,328,652

*Fuente: Real GM*

Hay casos en los que, aun teniendo ofertas para quedarse, un jugador quiera salir de la NBA. La liga establece un salario mínimo para todos los jugadores, que dependerá de la experiencia previa que haya tenido el jugador en la NBA. Salvo quizás por el caso de China, el dinero que recibirá un jugador en la NBA será superior que en cualquier otra liga, aunque firme por el mínimo permitido.

La razón principal de querer buscar otro destino suele venir de la mano de la estabilidad salarial. Para jugadores a los que el equipo no tiene claro si podrán rendir como se espera, pueden firmar un contrato no garantizado. En este tipo de contratos, se acuerda una fecha a partir de la cual, si el jugador es despedido, tiene opción a cobrar el salario íntegro. Por otra parte, si el jugador es despedido antes de dicha fecha, solo cobrará la parte correspondiente a lo que ha pertenecido al equipo. Los jugadores solo firman este tipo de contratos cuando no tienen alternativas mejores, ya que les coloca en una posición en la cual su poder de decisión es muy bajo. Es por eso que ciertos jugadores busquen estabilidad salarial en Europa o China. Además, si su rendimiento es bueno, pueden ver revitalizadas sus carreras, pudiendo ganarse un contrato más beneficioso en la NBA en las siguientes temporadas.

### **A.3 ACCESO A LA NBA: EL DRAFT**

Visto esto, podemos deducir que la motivación principal de los jugadores de baloncesto para jugar en la NBA es el salario. También podemos observar que la decisión de seguir o no depende en mayor medida de los equipos que de los propios jugadores, debido a la entrada continua de nuevos jugadores en la NBA. Cada temporada, más de 50 jugadores veteranos están abocados a abandonar la NBA. Es decir, los equipos se renuevan todos los años con nuevos jugadores y como consecuencia un grupo de jugadores estará obligado a salir. ¿Significa esto que dichas alternativas vayan a ser mejores? No es así, y esto tiene mucho que ver con el sistema de reclutamiento de nuevos jugadores que tiene la NBA.

Cada uno de los 30 equipos dispone de dos derechos al año que les permite elegir a jugadores que todavía no han debutado en la NBA. El orden de estas elecciones tiene una relación inversa con las victorias conseguidas durante la temporada previa. En una ceremonia llamada draft, se realiza una primera ronda en la que cada equipo tiene un derecho a elección, y tras acabar dicha primera ronda, se realiza una segunda con el mismo procedimiento.

Estos derechos que tiene cada equipo para elegir jugadores son traspasables y por tanto hay equipos que pueden contar con más de dos elecciones. Los jugadores que quieran inscribirse en el draft han de cumplir ciertas condiciones. Su edad mínima tiene que ser de 19 años o bien 18 y que el mismo año en el que se inscriben cumplan 19. Además, los jugadores no tendrán la necesidad de inscribirse si ya han cumplido 22 años o han jugado en un equipo profesional previamente. Los equipos que solicitan los derechos de estos jugadores, solo los obtienen para estas ligas, y el jugador elegido podrá tomar la decisión

de no firmar un contrato con dicho equipo. Si más adelante quisiera jugar en la NBA, el equipo que tiene sus derechos tendrá preferencia frente al resto de equipos.

Volviendo al formato de elección del draft, hago énfasis en que existen dos rondas con 30 derechos disponibles en cada una, y no una de 60 en la que cada equipo tiene dos derechos. Esto es así porque hay ciertas diferencias entre ser elegido en la primera y la segunda ronda, sobre todo en lo concerniente a los contratos. Si un jugador es elegido en primera ronda y firma un contrato con el equipo, se le firmará un contrato de 4 años, en el que los dos primeros el sueldo está garantizado para el jugador. En los dos últimos años, el equipo decidirá a principio de cada temporada si renueva al jugador o no. Una vez renovado, el jugador cobra el sueldo íntegro de cada año. Lo habitual es que, si un equipo selecciona a un jugador en primera ronda, es porque quiere tenerlo en el equipo a corto plazo. Si observamos las tres ceremonias de los años 2017, 2016 y 2015, podemos ver que solo 3 de los 90 jugadores elegidos en las primeras rondas no han debutado todavía en la liga. Esto significa que solo teniendo en cuenta los jugadores que entrarán a la liga gracias a ser elegidos en la primera ronda, tienen que vaciarse 29 espacios en los equipos para dejar sitio a estos jugadores. Estos jugadores nuevos no tienen por qué tener un rendimiento inmediato mejor que aquellos que abandonan la liga, pero se tratan de jugadores muy jóvenes con los que los equipos cuentan para el medio-largo plazo.

Si observamos los jugadores elegidos en segunda ronda durante los años mencionados anteriormente, vemos que 60 de los 90 posibles han debutado en la liga. La proporción es mucho menor, pero al fin y al cabo son otros 20 puestos al año que los equipos tienen que reservar. Las condiciones en las que se puede firmar un contrato con un jugador de segunda ronda distan mucho de los contratos de primera ronda, siendo habituales contratos de 1 año por el salario mínimo o incluso contratos no garantizados.

Hasta ahora, podemos deducir que, pese a que los jugadores quieren permanecer en la liga, para muchos será imposible porque por lo general, unos 50 jugadores nuevos entrarán a la liga. Si añadimos los jugadores con experiencia previa en la NBA y que vuelven tras un buen desempeño en el extranjero, el número de vacantes disponibles disminuye aún más.

#### **A.4 TENDENCIAS EN EL JUEGO: LA NBA MODERNA**

Ahora es el turno de observar con más detalle ese perfil de jugador que está obligado a dejar la liga. Cabe decir que por cada 50 jugadores que no puedan continuar en la liga, habrá otros tantos que si no mejoran su rendimiento o se ajustan a lo que demanda su equipo, podrían ser los siguientes. Si menciono el hecho de la adaptabilidad de los jugadores es porque la NBA se encuentra en un proceso de cambio constante, y sin duda alguna la forma de jugar es distinta a la que se daba hace 10 años.

Observemos la siguiente tabla, en la que se muestran estadísticas medias por partido referidas a anotación y velocidad de juego para cada equipo durante un intervalo de 10 años.

*Tabla 2. Estadísticas medias para cada equipo por temporada*

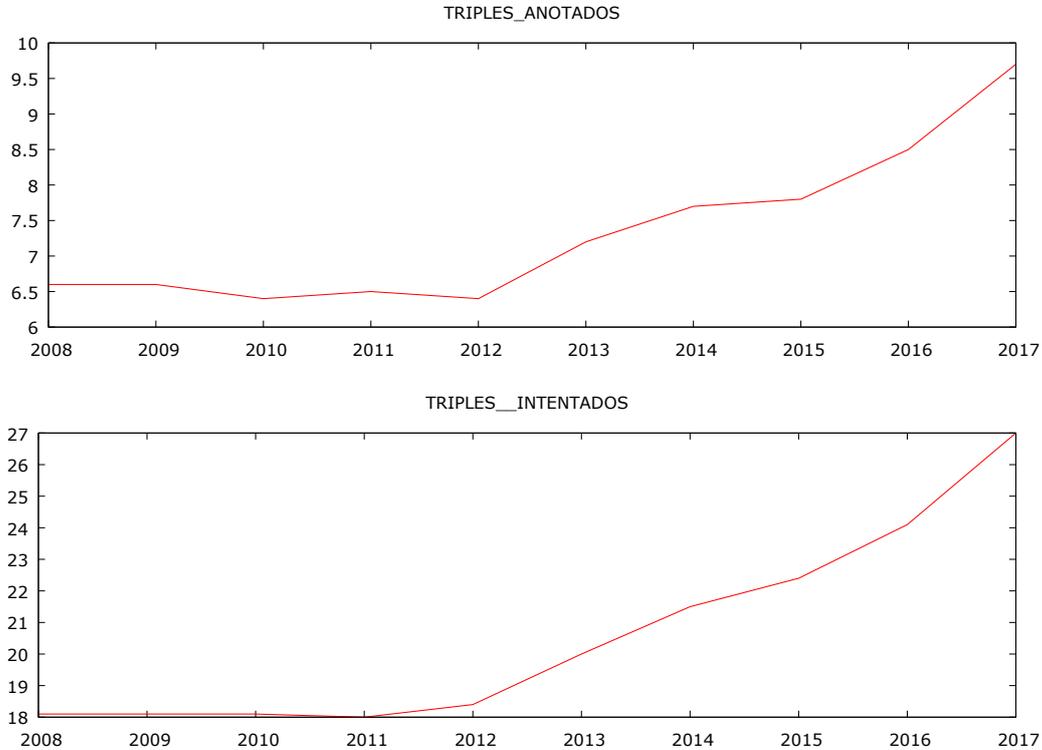
TEMPORADA	FG	FGA	3P	3PA	PTS	FG%	3P%	RITMO	
2007-08	37.3	81.5	6.6	18.1	99.9	.457	.362	92.4	FG: Tiros de campo anotados
2008-09	37.1	80.9	6.6	18.1	100.0	.459	.367	91.7	FGA: Tiros de campo intentados
2009-10	37.7	81.7	6.4	18.1	100.4	.461	.355	92.7	3P: Triples anotados
2010-11	37.2	81.2	6.5	18.0	99.6	.459	.358	92.1	3PA: Triples intentados
2011-12	36.5	81.4	6.4	18.4	96.3	.448	.349	91.3	PTS: Puntos anotados
2012-13	37.1	82.0	7.2	20.0	98.1	.453	.359	92.0	FG%: Porcentaje de tiros de campo
2013-14	37.7	83.0	7.7	21.5	101.0	.454	.360	93.9	3P%: Porcentaje de triples
2014-15	37.5	83.6	7.8	22.4	100.0	.449	.350	93.9	
2015-16	38.2	84.6	8.5	24.1	102.7	.452	.354	95.8	RITMO: Número de posesiones en un partido
2016-17	39.0	85.4	9.7	27.0	105.6	.457	.358	96.4	

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Basketball Reference*

Podemos observar como, salvo los porcentajes de tiro, ha habido un aumento significativo en las estadísticas a medida que ha pasado el tiempo. Para poder entender este aumento, la primera estadística a mencionar ha de ser el ritmo, la cual es la causante de que aumenten el número de tiros intentados y anotados. Esta estadística refleja el número de posesiones que tiene cada equipo durante el partido. Si un partido se juega a un ritmo alto, significa que habrá más oportunidades tanto de anotar como de recibir puntos. Es por eso que la cantidad de tiros, y por tanto, los puntos anotados aumentan a medida que aumenta el ritmo. Esto se nota sobre todo en los dos últimos años, en los que el juego es todavía más rápido. Como el ritmo es más alto, la NBA cada vez demanda un perfil de jugador más atlético, que tenga la capacidad de correr mucho en ataque y de poder volver a defender pudiendo aguantar lo máximo posible. El impacto es mayor para los pívots, quienes tradicionalmente eran muy lentos y se enfocaban exclusivamente en jugar cerca de la canasta, perfil que actualmente cada vez es más difícil de encontrar entre las alineaciones de los equipos. Esta posición actualmente se cubre por jugadores más ágiles y que sean capaces de defender en posiciones más lejanas a la canasta y poder lanzar desde la línea de triple si fuera necesario.

Existen dos factores que no son consecuencia directa del ritmo, pero que a su vez forman parte de la revolución en el juego en los últimos años en la NBA. Se tratan de los triples intentados y triples anotados. Podemos observar la evolución de estas dos estadísticas en la siguiente gráfica.

*Ilustración 2 Triples totales intentados y anotados en la NBA por equipo*



*Fuente: Elaboración propia*

Mientras que en los cinco primeros años mostrados en la gráfica los datos son relativamente constantes, a partir de la temporada 2011/2012 las cifras crecen de manera sobresaliente. Si esto ha ocurrido es porque el tiro de tres es mucho más eficiente que el de dos, sobre todo si nos fijamos en el tiro de media distancia. Si observamos la media de la liga, el porcentaje medio de tiros de 3 ronda el 36%. Si un jugador lanza 100 triples durante la temporada a este porcentaje, anotará 108 puntos. Para anotar la misma cantidad de puntos en el mismo número de tiros intentados, siendo estos solo de 2, un jugador necesitaría acertar el 54% de sus lanzamientos. Es decir, necesitaría anotar 18 tiros más para llegar a la misma cifra de puntos que de la otra forma. El porcentaje para tiros de media distancia en la temporada 2016/2017 fue de 38,85% (NBA, 2017). Lanzando 100 tiros a este porcentaje, se anotarían 78 puntos, 30 menos que si se lanzaran desde la línea de tres. La diferencia en la eficiencia del tiro puede observarse en la siguiente tabla.

Tabla 3. Eficiencia de los distintos tipos de tiro

	<b>PORCENTAJE MEDIO 2016/2017</b>	<b>VALOR DE LA CANASTA</b>	<b>PUNTOS POR TIRO</b>
<i>TRIPLE</i>	35,8%	3	1,074
<i>MEDIA DISTANCIA</i>	38,85%	2	0,777

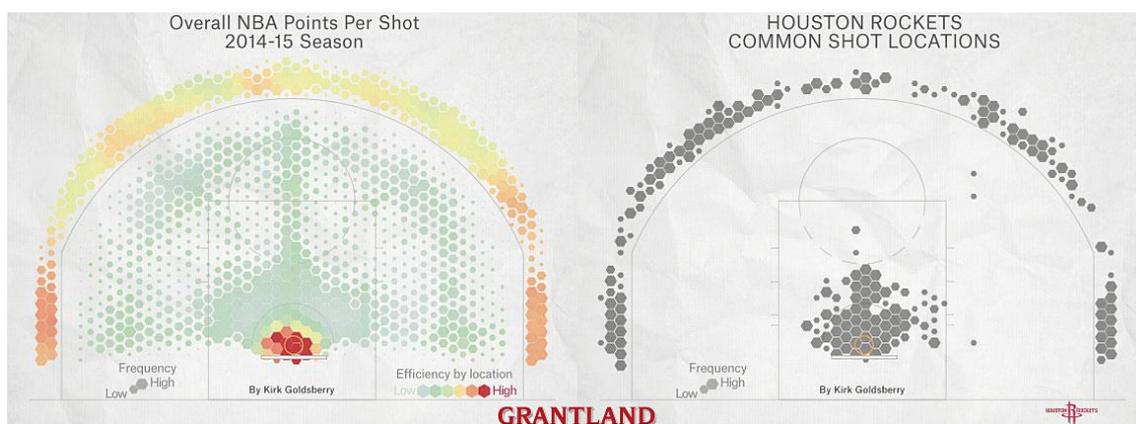
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de NBA.com/Stats

Como se puede observar, se obtienen casi 0,3 puntos más por cada tiro efectuado si se realiza desde el triple que si se lanza desde la media distancia. Es por esto que resulta más eficiente para los equipos que sus tiradores lancen desde una posición un poco más retrasada, pero con resultados mejores.

Podemos observar en la tabla 2 que los porcentajes de triple apenas varían respecto al tiempo. A su vez, se demanda que los jugadores cada vez tiren más triples. Normalmente, los porcentajes de los jugadores empeoran si se les hace tirar más, ya que factores como el cansancio pueden afectar al desempeño del jugador. La tendencia actual es que esto no ocurra, ya que los tiradores son cada vez mejores. Esto puede suponer un problema para jugadores a los que en temporadas anteriores se les pedía que tirasen triples únicamente cuando la situación era la ideal y no había oposición. Si ahora los equipos crean modelos de juego basados en tirar triples, estos jugadores podrían sufrir al tener que recurrir a tiros con oposiciones mayores.

Veamos esta evolución del juego tomando como ejemplo a los Houston Rockets, uno de los equipos más exitosos del último lustro. Junto a los Golden State Warriors, son el equipo que mejor ha desarrollado un juego basado en posesiones rápidas y el tiro de 3. Así como en los Warriors su modelo de juego fue fraguándose a medida que pasaban los años, el caso de los Rockets es bien distinto, ya que se empezó desde cero gracias al fichaje en 2012 de James Harden, uno de los mejores jugadores de la liga. El director general de ese equipo es Daryl Morey, un reputado analista estadounidense. Su modelo de gestión se basa en el uso del análisis de datos y estadísticas para llevar a cabo las decisiones deportivas. Su idea desde el principio era que sus jugadores anotaran sus puntos de la manera más eficiente posible. Esto implicaba que se tomaran todos los triples como se pudiera, ya que es el tiro que más cuenta para el resultado. La otra vía de ataque propuesta fue que los tiros que valieran dos puntos fueran lo más cercanos al aro como fuera posible, desechando totalmente los tiros más alejados o de media distancia (Digital Innovation and Transformation 2018). Durante la temporada 2014/15, la frecuencia de los tiros para la liga y para los Rockets en particular fue la siguiente.

Ilustración 2. Zonas habituales de tiro de la media de la liga y de los Houston Rockets



Fuente: Goldsberry, 2015.

Se puede observar como los tiros solo vinieron desde la línea de triple o desde cerca del aro, llevando el modelo deseado por Morey al éxito. La tendencia del equipo se ha mantenido durante estos años, y no da la sensación de que vaya a cambiar. Muchos equipos se han fijado en este modelo de juego, y el plan llevado a cabo por un equipo ha sido adoptado como tendencia en la liga.

Este cambio en el sistema de juego no solo demanda a los jugadores que tiren bien desde la línea de tres puntos. En el baloncesto tradicional, el base repartía juego, el escolta y el alero tenían más responsabilidades en el juego exterior y pocas veces podía verse a un ala-pívot o pívot tirando un triple. Actualmente, los roles cada vez están menos definidos, y las posiciones en muchas ocasiones no plasman lo que se ve en la cancha. Debido a la velocidad del juego, los jugadores deben estar preparados para defender a jugadores que en teoría no son su asignación. La consecuencia de todo esto es el llamado small-ball. Este estilo de juego implica en sacrificar la presencia de jugadores grandes y lentos para beneficiar a jugadores más ágiles, hábiles y adaptables. De hecho, las cinco posiciones del baloncesto son más homogéneas y muchas veces no es fácil detectar en qué posición juega cada jugador. En el baloncesto clásico, tanto el ala-pívot como el pívot apenas tenían que defender fuera de las zonas interiores, ya que los jugadores que tenían que marcar no suponían una amenaza desde fuera. Por ello, solían ser jugadores altos y lentos. En el nuevo enfoque, si sus marcas salen a la línea de tres puntos, estos perfiles de jugador tendrán grandes dificultades para defender. Si un jugador de estas características sale a defender fuera, los espacios son más grandes y está más expuesto a los movimientos rápidos de jugadores más ágiles, lo cual da al atacante una variedad de opciones mayor. En definitiva, los equipos necesitan jugadores más atléticos, que puedan jugar en más de un puesto y que sean consistentes en el lanzamiento de tres puntos.

## A.5 ANALÍTICA EN LA NBA

Los resultados que obtuvo la metodología de Daryl Morey terminaron influyendo en el estilo de juego de toda una liga. Si bien los resultados obtenidos son encomiables, no podemos olvidarnos de la metodología que utilizó. Gracias al análisis de datos, pudo potenciar un modo de juego que a posteriori daría buenos resultados. Para otros equipos, instaurar un sistema de juego como el de Houston puede antojarse más complicado por varios motivos. Cabe decir que la situación cuando se dio el fichaje de James Harden era muy favorable, ya que en el equipo no había previamente ninguna estrella y pudieron construir alrededor de este jugador sin problema. En condiciones normales, el resto de equipos no se encuentran en situaciones iguales, por lo que no es tan fácil cambiar el sistema de juego. Aun así, la metodología concerniente al análisis de datos resulta muy útil para otros fines. Si bien Morey creó un sistema a partir de cero, otros equipos pueden mantener un sistema que les haya dado buenos resultados y optimizarlo gracias al análisis. De hecho, los equipos cuentan con departamentos de análisis, enfocados en todas las labores que puedan ayudar al equipo basándose en datos previos. Estas labores pueden ir desde la construcción de un equipo antes de comenzar la liga hasta la preparación de cada partido.

Cabe decir que el análisis de estadísticas en la NBA no es una actividad que únicamente puedan realizar los equipos de la propia liga. Aunque puedan contar con información exclusiva obtenible únicamente viendo los partidos, la mayoría de estadísticas cuantificables son públicas. Esto es posible gracias al portal NBA/Stats, en el que la propia liga proporciona estadísticas oficiales de todos los jugadores y equipos en tiempo real. No solo se pueden encontrar estadísticas más superficiales que puedan contarse viendo el partido (puntos, rebotes, asistencias), sino que ofrecen estadísticas que requieren cálculos matemáticos y no son obtenibles únicamente viendo los partidos. Estas son las llamadas estadísticas avanzadas, y engloban aspectos como la participación de un jugador en su equipo para finalizar jugadas, los tipos de tiros que realiza o el impacto real que tiene un jugador cuando juega. Esta transparencia permite que profesionales y aficionados puedan opinar no solo en base de lo que ven en los partidos, sino que pueden contar con estadísticas que avalen, contradigan o den nuevas perspectivas a sus opiniones. Si las estadísticas observadas son suficientes y correctamente elegidas, en la mayoría de casos no es necesario ver los partidos para conocer el rendimiento real de un jugador. Además, como las estadísticas son siempre objetivas, los juicios personales quedan a un lado al realizar un análisis por estadísticas.

La mayor revolución en cuanto al análisis se dio en 2010, cuando se comenzó a instalar en ciertos pabellones la herramienta SportVu. Se trata de un sistema de cámaras que permite el seguimiento individual de todos los jugadores sobre la pista, pudiendo alcanzar una cifra de 25 imágenes por segundo. Si tenemos en cuenta que cada partido consta de 2880 segundos, los equipos consiguen tener a su disposición una cantidad de datos inimaginable años atrás.

STATS, la empresa que desarrolló esta herramienta, muestra un ejemplo de que puede conseguirse gracias a este sistema.

*Ilustración 3. Aplicaciones de la tecnología SportVu*



*Fuente: STATS (2014)*

La herramienta permite conocer la posición de cada jugador en todo momento y poder ver sus movimientos desde el ángulo que se quiera. También permite ver aspectos del juego que podrían pasar inadvertidos, como la distancia a la que se defiende a un jugador, el número de toques de un jugador por partido o las zonas desde las que un jugador tira y cómo lo hace. Aunque lamentablemente, los videos obtenidos gracias a esta tecnología no están disponibles para el público, si lo están las estadísticas que pueden obtenerse gracias a ella.

## A.6 RESUMEN DEL CONTEXTO

Como resumen de todo lo comentado hasta el momento, podemos destacar los siguientes puntos:

- La NBA es la liga que mejor paga en el mundo. La motivación principal de los jugadores es el salario.
- Cada año hay una cantidad prevista de jugadores que entrarán a la liga. Por tanto, la misma cantidad tendrá que salir.
- Las tendencias actuales del juego son el triple y el juego rápido. Los jugadores tienen que ser flexibles respecto al puesto y hábiles desde la línea de triple.
- La analítica de datos aporta una dimensión nueva a la hora de la confección de un equipo, ya que los datos apoyarán o desmentirán lo visto durante un partido.

Visto lo anterior, cabe preguntarse cuál es el perfil de jugador que está abocado a dejar la liga. Y es que, aunque unos dejen la liga, habrá otro grupo de jugadores que se haya quedado a las puertas de que eso ocurriera. Esas pequeñas diferencias que puedan existir entre los jugadores que se mantienen y los que no pueden ser muy interesantes y podrían permitir averiguar en un futuro cuáles serán los jugadores que más posibilidades tengan de dejar la liga. Descubrir que factores son los que determinan la permanencia de un jugador y, sobre todo, en qué grado pueden influir en la decisión por parte de los equipos será el objetivo principal de este estudio. Estos factores serán las distintas estadísticas que son medidas para un jugador durante la temporada. Los datos que se trabajarán son de una fiabilidad muy alta, ya que la propia liga pone al servicio del público las estadísticas oficiales. Como se ha mencionado previamente, casi todos los aspectos del juego son medibles y extrapolables a estadísticas. En este estudio se utilizarán unas pocas, las cuales se entienden que son las que más aspectos del juego engloban y que pueden recoger el rendimiento de un jugador de la mejor manera posible. La elección de las estadísticas se comentará en el apartado referido a las variables.

## B. MUESTRA

El primer paso para la realización del modelo ha sido realizar una base de datos. La base de datos consta de jugadores que han abandonado la NBA y jugadores que permanecen en ella. Este último grupo no serán jugadores cualesquiera, sino aquellos que se encuentran en una situación límite, y que una disminución en sus prestaciones podría significar abandonar la liga. Tanto es así, que muchos de los jugadores elegidos figuran dos veces en la base de datos, tanto en la temporada que abandonaron la liga como en la anterior.

Se han tomado datos de las temporadas 2014/2015, 2015/2016 y 2016/2017. Aun así, no se han elegido la cantidad total de jugadores que han abandonado la liga en cualquiera de estas tres temporadas. Debido a la naturaleza de la liga, muchos jugadores son llamados como recambios puntuales cuando los equipos han sufrido alguna baja o quieren probar nuevas piezas. Esto es posible gracias a los contratos de 10 días, con los cuales los distintos equipos pueden contratar a jugadores que participan en una liga de desarrollo durante un periodo muy corto de tiempo. Este tipo de jugadores no interesan para completar la muestra ya que no dan indicios de mantenerse o marcharse de una manera definitiva. Por tanto, solo se han considerado los jugadores que tuvieran una experiencia mayor o igual a cuatro temporadas.

El resultado final ha sido una muestra que consta de 252 observaciones. Algunos de los datos de la muestra son los siguientes:

- **PERMANENCIA:** 127 de los jugadores a analizar han abandonado la liga en alguna de las temporadas analizadas. Las otras 125 observaciones son el número de jugadores que permanecen en la liga. Algunos de estos jugadores son los mismos que en temporadas posteriores no consiguieron quedarse en la NBA.
- **POSICIÓN:** En baloncesto, se pueden distinguir cinco posiciones distintas. Las observaciones por posición se encuentran reflejadas en la siguiente tabla.

Tabla 4. Disposición de las observaciones por posición y situación

	SITUACIÓN			
	Se queda	Se va	TOTAL	
POSICIÓN	Base	22	23	<b>45</b>
	Escolta	17	18	<b>35</b>
	Alero	22	28	<b>50</b>
	Ala-Pívot	32	32	<b>64</b>
	Pívot	32	26	<b>58</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>127</b>	<b>252</b>

- TEMPORADA: Respecto a las tres temporadas escogidas, las observaciones para cada una de ellas son las siguientes:

Tabla 5 Disposición de las observaciones por temporada y situación

TEMPORADA	SITUACIÓN		TOTAL
	Se queda	Se va	
2014/2015	40	33	<b>73</b>
2015/2016	50	41	<b>91</b>
2016/2017	35	53	<b>88</b>
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>127</b>	<b>252</b>

### C. VARIABLES

Para realizar el análisis, se ha realizado un conjunto de datos en Gretl, en el cual cada jugador es una observación y las distintas estadísticas son las variables. Este programa no permite introducir caracteres no numéricos en las observaciones, por lo que era necesaria una codificación previa. La codificación se basa en tres variables: EQUIPO, TEMPORADA Y DORSAL Y PUESTO.

- EQUIPO: Son números del 1 al 30, cada uno correspondiente a un equipo siguiendo un orden alfabético.
- TEMPORADA Y DORSAL: En esta variable se incluyen la temporada en la que se analiza al jugador y el dorsal que portaba en dicha temporada. Si la temporada analizada es la 2016/2017, el primer dígito será 1, si es la 2015/2016 será 2 y por último si es la 2014/2015, será 3.
- PUESTO: Se trata de la posición que ocupa el jugador: Será 1 si es base, 2 si es escolta, 3 si es alero, 4 si es ala-pívot y 5 si es pívot.

Como ejemplo de esta codificación, la primera observación contiene los números 1, 130 y 4 en sus respectivas celdas. Visto esto se puede observar que es el ala-pívot que jugó en la temporada 2016/2017 en los Atlanta Hawks con el dorsal 30. Al acudir a la tabla de jugadores, puede verse de manera sencilla que este jugador es Ryan Kelly.

Las variables que se mencionarán a continuación tendrán que ver con el propio análisis de los jugadores y no con la codificación.

La variable dependiente de este modelo ha sido nombrada como SE\_MANTIENE. Esta variable da respuesta a la pregunta principal expuesta en este trabajo, indicando si el jugador sigue en la liga o no. Esta variable tomará valor de 0 si el jugador ha abandonado la liga, o bien 1 si el jugador permanece en ella. Se trata de una variable binaria, la cual es un tipo de variable dependiente limitada. A este tipo de variables no se le puede dar el mismo trato que a una variable dependiente que pueda tomar valores infinitos, como podremos observar al realizar la regresión.

En este apartado se comentarán cuáles son las variables explicativas del modelo. Cabe mencionar que la variable PUESTO utilizada como parte de la codificación, también será una variable independiente que podría tener influencia en la variable SE\_MANTIENE. A partir de esta variable independiente se han formulado cinco variables ficticias, cada una concerniente a cada uno de los puestos, tomando los nombres de D\_PUESTO1, D\_PUESTO2, D\_PUESTO3, D\_PUESTO4 y D\_PUESTO5.

- EDAD: Edad del jugador en la temporada correspondiente.
- MPP: Minutos disputados por partido.
- PPP: Puntos anotados por partido.
- APP: Asistencias repartidas por partido.
- RPP: Rebotes atrapados por partido.
- PER: Balones perdidos por partido.
- ROB: Balones robados por partido.
- TAP: Balones taponados por partido.
- PTC: Porcentaje de tiros de campo durante toda la temporada.
- PT3: Porcentaje de triples anotados durante toda la temporada.
- MAS\_MENOS: Diferencia de puntos en el marcador cuando el jugador está en la cancha.

Las estadísticas mencionadas hasta el momento pueden englobarse dentro de las estadísticas tradicionales, ya que son sencillas de medir y pueden obtenerse realizando una media de los partidos que el jugador ha disputado. Este hecho no tiene por qué restarles importancia, pero algunas de ellas podrían quedarse cortas a la hora de medir el rendimiento de un jugador. Las estadísticas tradicionales permiten consolidar con datos lo que una persona puede observar al ver un partido. Es sencillo ver cuando un jugador anota muchos puntos y cuando falla muchos triples, y eso se podrá comprobar al recurrir a dichas estadísticas.

Con el objetivo de observar de manera general el rendimiento de los jugadores, las estadísticas de puntos, rebotes, asistencias, pérdidas, robos y tapones pueden ser multiplicadas por 36 y divididas por los minutos de cada jugador, para así tener una visión global de las estadísticas unificando los minutos. No reflejan el rendimiento real, y no se utilizarán para estimar el modelo, pero son útiles para tener perspectiva y realizar comparaciones superficiales entre jugadores que juegan una cantidad de minutos muy distante. Son las siguientes:

- P36: Puntos anotados por cada 36 minutos.
- A36: Asistencias repartidas por cada 36 minutos.
- R36: Rebotes atrapados por cada 36 minutos.
- PE36: Balones perdidos por cada 36 minutos.
- RO36: Balones robados por cada 36 minutos.
- T36: Balones taponados por cada 36 minutos.

Por otra parte, existen aspectos del juego que no son tan perceptibles y que requieren un estudio más concienzudo para poder analizarlos. Aquí entra en juego la estadística avanzada. Este tipo de estadísticas son más complejas y por tanto necesitan de un cálculo matemático más complejo que las tradicionales. Las estadísticas avanzadas que han sido escogidas para el análisis son aquellas que pueden englobar el mayor número de aspectos del juego como sea posible. Son las siguientes:

- OFFRTG: Es la eficiencia ofensiva de un jugador. Esta estadística mide los puntos que anota su equipo cuando el jugador analizado está jugando, pero extrapolándolo a 100 posesiones jugadas. Esto tiene sentido ya que no todos los equipos juegan al mismo ritmo, y un equipo con menos posesiones jugadas por partido puede ser mejor atacando que uno que anote más en más posesiones. Esto hace que el criterio esté unificado para todos los jugadores, y así pueda medirse el impacto real que tienen cuando juegan.
- DEFRTG: Es la eficiencia defensiva de un jugador. Siguiendo el mismo criterio que la eficiencia ofensiva, se trata de los puntos encajados por cada 100 posesiones cuando un jugador está en la pista.
- NETRTG: Es la eficiencia total. El resultado de restar la eficiencia ofensiva y defensiva. Si el valor es positivo, significa que el equipo anota más que el rival cuando dicho jugador está en la pista.
- TS: Es el true shooting o porcentaje de tiro verdadero de un jugador. Este porcentaje muestra como de eficiente es el tiro de un jugador, ya que se tienen en cuenta los tiros libres o los triples anotados. La fórmula para calcular este porcentaje es la siguiente:

$$TS = \frac{PUNTOS\ TOTALES\ ANOTADOS}{2 \times (TIROS\ TOTALES\ INTENTADOS + (0,44 \times TIROS\ LIBRES\ INTENTADOS))}$$

Si comparamos dos jugadores con una cantidad de tiros intentados similar, pero uno de ellos ha anotado más puntos, significa que ha metido más triples que el otro jugador, o que su acierto en los tiros libres es mayor. Por tanto, su tiro será más eficiente.

#### D. HIPÓTESIS

Una vez definidas tanto la muestra como las variables, es el momento de realizar las hipótesis del modelo.

Como análisis general, es interesante realizar una comparación de estadísticas entre los jugadores que se marchan y los que han conseguido quedarse.

Ilustración 4 Medias de los parámetros según la situación del jugador

VARIABLE	MEDIA
EDAD	29,7
MPP	17,1
P36	12,6
R36	6,72
A36	2,54
PE36	1,75
RO36	0,994
T36	0,738
PTC	0,448
PT3	0,242
MAS__MENOS	-0,863
OFFRTG	102,2
DEFRTG	104,4
TS	53,03

JUGADORES QUE SE QUEDAN

VARIABLE	MEDIA
EDAD	30,54
MPP	13,21
P36	11,96
R36	6,47
A36	2,79
PE36	1,82
RO36	1,07
T36	0,639
PTC	0,42
PT3	0,211
MAS__MENOS	-1,64
OFFRTG	100,1
DEFRTG	105,3
TS	50,03

JUGADORES QUE SE VAN

Si comparamos las medias del grupo de jugadores que se quedan y de los que abandonan, se puede observar que los jugadores que se mantienen tienen mejores estadísticas en casi todos los aspectos. Esta comparación puede hacernos ver a simple vista que el hecho de que haya jugadores que no sigan en la NBA no se debe al azar y que puede haber una explicación estadística. Aun así, es necesario ahondar todavía más en la hipótesis, ya que esta comparación no aclara nada concreto y solamente ayuda a apoyar la idea inicial de este estudio.

Para poder encaminar las hipótesis que nos puedan hacer comprender la dependencia de la variable SE\_MANTIENE, se han comparado de manera superficial las estadísticas de las observaciones con valor 0 en la variable SE\_MANTIENE con las medias de las observaciones que para dicha variable el valor es 1. Las variables que se considerarán para el primer modelo son las que han sido mencionadas en el apartado de variables.

Tabla 6 Hipótesis de cómo afectarán las variables dependientes a la variable explicativa

VARIABLE	SIGNO DEL EFECTO MARGINAL	VARIABLE	SIGNO DEL EFECTO MARGINAL
EDAD	Negativo	TAP	Positivo
MPP	Positivo	PTC	Positivo
PPP	Positivo	PT3	Positivo
RPP	Positivo	MAS__MENOS	Positivo
APP	Positivo	OFFRTG	Positivo
PER	Negativo	DEFRTG	Negativo
ROB	Positivo	TS	Positivo

Como primeras hipótesis, diremos que las variables que más afectarán a la probabilidad de un jugador para quedarse en la NBA serán aquellas que puedan ser igual de relevantes para todos los jugadores. Es el caso de EDAD, MPP, PPP, PER, PTC, PT3, MAS\_MENOS, OFFRTG, DEFRTG y TS. Para MPP, PPP, PTC, PT3, MAS\_MENOS, OFFRTG y TS, podemos pensar que el aumento de una unidad en el valor de estas variables supondrá un aumento de la probabilidad estimada de que el jugador se mantenga en la NBA. Se tratan de estadísticas que cuanto mayor es su valor, suponen un mejor rendimiento. Por el contrario, un aumento de una unidad para las variables EDAD, PER y DEFRTG debería suponer una disminución en la probabilidad de un jugador para quedarse en la NBA. Esto ocurre porque se valora más a jugadores que pierdan pocos balones y tengan buen rendimiento defensivo. También se valora que los jugadores sean jóvenes, ya que tienen menos problemas relacionados con el estado físico que los jugadores más mayores. Los jugadores de más edad son más propensos a lesionarse y tenderán a cansarse más rápido, lo cual tiene una influencia directa en el rendimiento del jugador.

No se han incluido en la categoría de variables que afectan a todos los jugadores por igual a RPP, APP, ROB y TAP. Esto es porque la posición en la que jueguen puede tener mucho que ver. Para un pívot o un ala pívot, es habitual que su prioridad sea coger rebotes, y para un base, que reparta asistencias. Lo mismo ocurre con tapones y robos. Un mayor valor en estas variables puede aumentar la probabilidad de que un jugador se mantenga, pero lo harán en menor medida que las mencionadas anteriormente.

## **E. ANÁLISIS**

Para comenzar el análisis, es necesario seleccionar las variables que se incluirán en el modelo, ya que algunas de las seleccionadas en las hipótesis pueden no resultar relevantes.

Existen variables que pueden intuirse como dependientes linealmente de otras variables explicativas. Estas variables no se pueden incluir en el modelo, ya que se crearían problemas de multicolinealidad.

Dado que el porcentaje total de tiros de campo (PTC) es parte de la fórmula utilizada para calcular el true shooting, ambas variables están relacionadas. Podemos constatar esta relación con el coeficiente de correlación. Obtenemos que  $\text{corr}(\text{PTC}, \text{TS}) = 0,827873$ . Al ser un número cercano a 1, existe una alta correlación positiva entre ambas variables. Al tener que elegir entre una de las dos variables, nos quedaremos con TS, dado que es una estadística que refleja mejor el rendimiento que PTC. Aun así, si se ha decidido incluir la variable PT3. Aunque el porcentaje de triples también influya en el cálculo del porcentaje de tiro real, su importancia es tal que no puede ocultarse, tal y como se ha comentado en el contexto.

Otras dos variables que se asemejan mucho son MAS\_MENOS y NETRTG. La primera mide la diferencia de puntos cuando un jugador está jugando, mientras que NETRTG mide la diferencia de puntos cuando el jugador está jugando, extrapolado a 100 posesiones. Si observamos la correlación entre ambas, obtenemos que  $\text{corr}(\text{NETRTG}, \text{MAS\_MENOS}) = 0.83771191$ . De nuevo, nos encontramos con una alta correlación. La variable descartada será MAS\_MENOS por aportar información menos valiosa. Además, NETRTG se puede desglosar en OFFRTG y DEFRTG, que miden eficiencia ofensiva y defensiva por separado. Como NETRTG es una combinación lineal de OFFRTG y DEFRTG, escogeremos estas dos y no NETRTG ya que otorgan la misma información de manera detallada.

Habiendo descartado estas primeras variables, obtenemos un primer modelo en el que se incluyen el resto de variables. Este modelo tiene la siguiente forma:

Tabla 7 Resultados del modelo inicial

	<b>COEFICIENTE</b>	<b>DESV, TÍPICA</b>	<b>Z</b>	<b>EFECTO MARGINAL</b>
<b>CONST</b>	2,14679	4,00627	0,5359	
<b>EDAD</b>	-0,0854916	0,040643	-2,103	-0,021356
<b>MPP</b>	0,216504	0,0549603	3,939	0,0540833
<b>PPP</b>	0,0259858	0,0825087	0,3149	0,0064913
<b>RPP</b>	-0,0799066	0,192568	-0,415	-0,0199609
<b>APP</b>	-0,602796	0,349942	-1,723	-0,15058
<b>PER</b>	0,166738	0,627238	0,2658	0,0416515
<b>ROB</b>	-0,230917	0,805254	-0,2868	-0,0576836
<b>TAP</b>	0,15122	0,893651	0,1692	0,0377753
<b>PT3</b>	0,0152215	0,0140258	1,085	0,0038024
<b>OFFRTG</b>	0,0729355	0,0358204	2,036	0,0182195
<b>DEFRTG</b>	-0,119092	0,0356181	-3,344	-0,0297496
<b>TS</b>	0,0604091	0,0273748	2,207	0,0150904
<b>DPUESTO_1</b>	0,0572034	0,901974	0,06342	0,0142948
<b>DPUESTO_2</b>	-1,52498	0,777275	-1,962	-0,336102
<b>DPUESTO_3</b>	-1,00189	0,668606	-1,498	-0,238102
<b>DPUESTO_4</b>	-0,31205	0,508839	-0,6133	-0,0775136

Fuente: Elaboración propia

Podemos expresar el modelo a estimar de la siguiente manera:

$$P(y_i = 1|x_i) = F(x_i \cdot \beta_i)$$

La variable respuesta que queremos estimar es SE\_MANTIENE, que puede ser explicada de la siguiente manera:

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{si el jugador no se mantiene} \\ 1 & \text{si el jugador se mantiene} \end{cases}$$

Por otra parte,  $x_i$  se trata del vector de variables explicativas, en el que se incluye una constante.

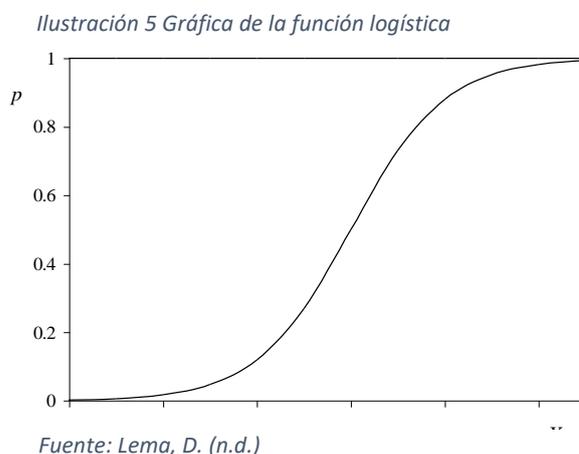
De la misma manera que hemos observado en la anterior función, podemos deducir lo siguiente:

$$P(y_i = 0|x_i) = 1 - F(x_i \cdot \beta_i)$$

La variable dependiente SE\_MANTIENE es una variable binaria, ya que únicamente puede adoptar los valores 0 y 1. Para realizar la estimación, el procedimiento más simple es aplicar un modelo lineal en probabilidad. Esto se debe a que la estimación es sencilla de realizar, por ejemplo, mediante mínimos cuadrados ordinarios. Además, los coeficientes  $\beta$  obtenidos en la estimación supondrán un efecto marginal constante en las variables independientes. El principal problema en este caso es que es posible que las predicciones de probabilidad no estén entre 0 y 1, y serían necesarios ajustes para cuadrar las predicciones en ese rango (Wooldridge, 2009). Por ese motivo, es más adecuada que F sea la función logística. En este tipo de función, los efectos marginales dependerán de los valores de las variables explicativas. La función logística puede ser explicada de la siguiente manera:

$$P(y_i = 1|x_i) = \ln \frac{P_i}{1 - P_i}$$

Al tratarse de una función logística, debido a que la variable dependiente es binaria, la relación de la variable dependiente con las variables explicativas no será lineal. Esto sucede ya que el valor de las variables dependientes tendrá influencia directa en la variable dependiente. Podemos observar la forma que toma la función logística en el siguiente gráfico.



Si quisiéramos por lo tanto averiguar los valores de  $P_i$  para los valores que se quieran introducir en las variables dependientes, obtendríamos que la probabilidad sería la siguiente:  $P_i = \frac{e^{P(y_i=1|x_i)}}{1+e^{P(y_i=1|x_i)}}$

Como la función que utilizaremos será la logística, el modelo adecuado para realizar la estimación es el modelo Logit.

Teniendo en cuenta las variables explicativas seleccionadas, el modelo inicial sería el siguiente:

$$P(y_i = 1|x_i) = F(\beta_1 + \beta_2 EDAD + \beta_3 MPP + \beta_4 PPP + \beta_5 RPP + \beta_6 APP + \beta_7 PER + \beta_8 ROB + \beta_9 TAP + \beta_{10} PT3 + \beta_{11} OFFRTG + \beta_{12} DEFRTG + \beta_{13} TS + \beta_{14} DPUESTO_1 + \beta_{15} DPUESTO_2 + \beta_{16} DPUESTO_3 + \beta_{17} DPUESTO_4)$$

Este no es un modelo definitivo, ya que será necesario descartar variables que no sean relevantes en el cálculo de la probabilidad estimada. Para ver cuales son las variables que no se incluirán en el modelo definitivo, habrá que realizar contrastes individuales en los que se omitan las variables y observar su significatividad. El primer paso para alcanzar el modelo definitivo será observar los valores Z. El valor Z es el cociente obtenido entre el coeficiente estimado para la variable entre su desviación típica. Por tanto, la expresión para obtener el valor Z sería  $\hat{\beta}_j / \widehat{\text{Var}}\hat{\beta}_j$ . Observados los valores Z, comenzaremos a omitir las variables cuyo valor Z es más cercano a cero.

En nuestro caso, el valor Z más pequeño es el atribuido a DPUESTO\_1. Aunque se trate de un valor muy cercano a cero, se ha decidido que las variables relacionadas con el puesto se incluyan, ya que conjuntamente si son relevantes.

La siguiente variable cuyo valor Z es más cercano a 0 es TAP. Por tanto, planteamos la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \beta_9 = 0$$

$$H_1 : \beta_9 \neq 0$$

Se plantea una hipótesis nula en la que el coeficiente asociado a la variable TAP es igual a cero. Si se acepta esta hipótesis, el producto  $\beta_9 TAP$  será 0, y, por tanto, la variable no sería significativa. Por otro lado, se plantea una hipótesis alternativa  $H_1$ . En caso de aceptar esta hipótesis,  $\beta_9 TAP$  no sería cero, y por tanto la variable sería significativa. Al realizar este contraste, obtenemos un estadístico de contraste  $F = 0,028634$ . Dicho estadístico se obtiene de elevar al cuadrado el valor Z de esta variable ( $F = Z^2$ ). También obtenemos un valor p de 0,865772. Para un intervalo de confianza del 95%, el valor de p tendrá que ser inferior a 0,05 para poder rechazar la hipótesis nula. Como el

valor p es mayor que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis nula. Podemos decir que esta variable no es significativa y por tanto habrá que descartarla del modelo.

Con el modelo reducido (sin la variable TAP), volvemos a realizar el mismo procedimiento. Observamos que el la Z más próxima a 0 es ahora la referida a la variable PER. La hipótesis planteada será la siguiente:

$$H_0 : \beta_7 = 0$$

$$H_1 : \beta_7 \neq 0$$

Al omitir esta variable, obtenemos que el estadístico de contraste F es de 0,06782, con un valor p 0,79476. Como el valor p es mayor que 0,05, volvemos a aceptar la hipótesis nula, por lo que esta variable no es significativa.

En el nuevo modelo reducido, la variable con menor Z es ROB. La hipótesis es la siguiente:

$$H_0 : \beta_8 = 0$$

$$H_1 : \beta_8 \neq 0$$

Tras omitir la variable ROB, tenemos como resultado un estadístico F = 0,0776651 y un valor p = 0,78073. El valor p es mayor a 0,05, lo que significa que no se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, ROB no es significativa.

En el modelo obtenido tras descartar ROB, puede observarse que la variable con menor Z es RPP. Planteamos la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \beta_5 = 0$$

$$H_1 : \beta_5 \neq 0$$

Al omitir RPP, obtenemos que F= 0,123044 y su valor p= 0,72606. El valor p es superior a 0,05, por lo que se no se rechaza la hipótesis nula. Habrá que descartar RPP del modelo ya que no es una variable significativa.

En el nuevo modelo, la variable con menor valor Z es PPP. La hipótesis será la siguiente.

$$H_0 : \beta_4 = 0$$

$$H_1 : \beta_4 \neq 0$$

Obtenemos que F= 0,0976251 y el valor p es 0,75497.  $p > 0,05$ , por lo que no se rechaza la hipótesis nula. Esto significa que la variable PPP no es significativa.

En el modelo reducido, la variable con menor Z es PT3. Las hipótesis planteadas son las siguientes.

$$H_0 : \beta_{10} = 0$$

$$H_1 : \beta_{10} \neq 0$$

Obtenemos que el estadístico  $F=1,80477$  y el valor  $p= 0,18046$ . Esto supondría que la  $p>0,05$ , lo cual indica que no es significativa. No obstante, por la importancia que tiene esta variable en la NBA actual, tal y como se ha explicado en el contexto, se ha decidido incluir de igual manera dicha variable en el modelo.

Dado el modelo en el que sigue manteniéndose PT3, la variable con el menor Z es APP. Las hipótesis son las siguientes:

$$H_0 : \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \beta_6 \neq 0$$

El estadístico F obtenido al omitir la variable es de 3,36887 y el valor p es 0,06767. El valor p es superior a 0,05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula. Esto indica que, al no ser significativa, APP no será incluida en el modelo.

En el modelo reducido, la variable con menor Z es OFFRTG. Planteamos de nuevo las hipótesis.

$$H_0 : \beta_{11} = 0$$

$$H_1 : \beta_{11} \neq 0$$

Tras omitir OFFRTG, obtenemos que el estadístico F es 3,9429, y el valor p es 0,0482. El valor p es inferior a 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula. Esto supondrá que la variable es significativa, por lo que si será incluida en el modelo. A partir de aquí, todas las variables no analizadas serán significativas, ya que para todas ellas el estadístico Z es superior a 1,96, el cual es el valor crítico de Z siendo el nivel de significación del 5%.

Habiendo descartado las variables que no serán significativas, obtenemos el siguiente modelo.

Tabla 8 Resultados del modelo definitivo

	COEFICIENTE	DESV. TÍPICA	Z	EFFECTOS MARGINALES
<b>CONST</b>	2.50856	3.87136	0.6480	
<b>EDAD</b>	-0.0968166	0.0400692	-2.416	-0.0241864
<b>MPP</b>	0.160878	0.0313100	5.138	0.0401901
<b>PT3</b>	0,0178811	0,0128697	1.389	0.00446699
<b>OFFRTG</b>	0.0667705	0.0336261	1.986	0.0166804
<b>DEFRTG</b>	-0.112983	0.0328699	-3.437	-0.0282250
<b>TS</b>	0.0652649	0.0265332	2.460	0.0163043
<b>DPUESTO_1</b>	-0.922826	0.600055	-1.538	-0.220207
<b>DPUESTO_2</b>	-1.68535	0.635831	-2.651	-0.363243
<b>DPUESTO_3</b>	-1.04245	0.588696	-1.771	-0.246939
<b>DPUESTO_4</b>	-0.416846	0.485203	-0.8591	-0.103208

Fuente: Elaboración propia

Si exportamos estos datos a la función, obtenemos que la probabilidad estimada de que un jugador se quede en la NBA es la siguiente:

$$\begin{aligned}\hat{P}(y_i = 1|x_i) = & 2,5085 - 0,0968166EDAD + 0,160878MPP + 1,78811PT3 \\ & + 0,0667705OFFRTG - 0,112983DEFRTG + 0,0652649TS \\ & - 0,922826DPUESTO_1 - 1,68535DPUESTO_2 - 1,04245DPUESTO_3 \\ & - 0,416846DPUESTO_4\end{aligned}$$

Para realizar la interpretación de los resultados, tendremos que considerar que el proceso no es el mismo que si estuviéramos estimando un modelo lineal de probabilidad. En los MPL, los coeficientes  $\beta$  son iguales al efecto marginal, que será constante para todas las observaciones. Tal y como hemos observado en la expresión de la función logística, los efectos marginales serán distintos para cada observación. Por esta razón, no podemos utilizar los coeficientes  $\beta$  para interpretar los resultados, ya que no son directamente interpretables. Como los efectos marginales no van a ser constantes, para realizar la interpretación tomaremos los efectos marginales en el punto de medias. Comenzaremos la interpretación por las variables independientes con los valores Z más altos, con el objetivo de ordenarlas según su significatividad.

En el punto de medias, obtenemos que la probabilidad de que un jugador se mantenga en la NBA es de un 48'65%. A partir de aquí, se explicará cómo afectan en la probabilidad estimada las variaciones de una unidad en la media de las distintas variables.

La variable más significativa es MPP, con una Z de 5,138. El efecto marginal de esta variable es de 0,0401901. De este efecto marginal podemos observar que afecta de manera positiva a la probabilidad de que un jugador se mantenga en la NBA. Si el número de minutos jugados aumenta en uno, la probabilidad estimada para mantenerse aumentará en una cantidad de 4'019, ceteris paribus. Este nivel de significación tiene sentido, ya que cuanto mayor sea el tiempo de juego, el jugador tendrá más capacidad para impactar en el partido. Aunque otras estadísticas no lleguen a la media, una cantidad de minutos superior a la media podría tener que ver con factores ajenos al modelo, por ejemplo, que haga mejores a sus compañeros sin la necesidad de aumentar sus estadísticas.

La siguiente variable a comentar es el DEFRTG. Su efecto marginal es de -0,028225, lo que significa que cuantos más puntos encaje su equipo cuando él está jugando, aplicado a 100 posesiones, disminuirán las probabilidades de mantenerse en la NBA en 2,82% ceteris paribus.

Junto con esta variable podemos comentar el OFFRTG, ya que la resta de ambos parámetros indicará el rendimiento neto del jugador. El efecto marginal es de un 0,0166804, lo cual quiere decir que cuanto mayor sea OFFRTG, más posibilidades tiene el jugador de mantenerse. Aun así, podemos ver que la influencia en la probabilidad

estimada es mucho mayor por parte de DEFRTG que de OFFRTG, ya que, en valores absolutos, la diferencia entre ambos efectos marginales es de 0,0119207, lo que significa una diferencia del 40,9%. Esto significa que el rendimiento defensivo se valora más en un jugador que el rendimiento ofensivo a la hora de decidir si permanece en la NBA o no. Aunque el rendimiento neto sea mayor que cero, no hay garantías de que eso suponga más probabilidades de quedarse en la NBA. De hecho, a medida que aumente el DEFRTG de un jugador, (es decir, cada vez es peor defensor), su OFFRTG tendrá que aumentar en mayor medida de lo que lo ha hecho DEFRTG, si quiere que sus probabilidades de quedarse en la NBA no se vean mermadas.

La siguiente variable a comentar es el TS o true shooting. Tiene un efecto marginal de 0,0163043, lo cual nos hace ver que cuanto mayor sea el porcentaje de tiro real, mayor será la probabilidad de mantenerse. En el punto de medias, el aumento en una unidad de TS supondrá un aumento de 1,63043 en la probabilidad estimada, ceteris paribus. La relevancia de esta variable refleja que los equipos buscan cada vez jugadores más eficaces, sobre todo si tenemos en cuenta que los jugadores analizados en este estudio son jugadores que no tienen su puesto asegurado en la NBA.

La siguiente variable a comentar es la edad. Tiene un efecto marginal de  $-0.0241864$ , lo cual nos hace ver que cuanto más mayor sea el jugador, las probabilidades de mantenerse en la NBA son menores. En el punto de medias, el aumento de un año supondrá una disminución de 2,41864 en la probabilidad estimada, ceteris paribus. Esta variable es la única que aumentará de manera constante para cualquier jugador, independientemente del rendimiento. Además, en la mayoría de los casos los jugadores pierden capacidad física cuanto mayores son, por lo que tendrán dificultades para mantener su rendimiento.

La siguiente variable a comentar es el PT3 o porcentaje de triples. Tiene un efecto marginal de 0.00446699, lo cual nos hace ver que cuanto mayor sea el porcentaje de triples, mayores serán las probabilidades de mantenerse. En el punto de medias, el aumento en una unidad de PT3 supondrá un aumento de 0,446699 en la probabilidad estimada, ceteris paribus. Esto indica que, si el principal argumento de un jugador para mantenerse en la NBA es su porcentaje de triples, este porcentaje tendrá que ser muy superior al de la media de los jugadores observados. Esto tiene sentido, ya que la media muestral es de un 22%, cuando en la NBA se considera que un buen porcentaje de triples es un 36%.

Por último, es necesario comentar de manera conjunta las variables referidas al puesto. Si observamos los efectos marginales, es apreciable que todos son negativos. Esto significa que los jugadores que pertenezcan a la posición DPUESTO\_5 (variable de referencia, asignada al puesto de pívot) son los que más posibilidades tienen de quedarse en la NBA. Los siguientes con mayor probabilidad para quedarse son los pertenecientes a DPUESTO\_4, seguidos de DPUESTO\_1 y DPUESTO\_3, siendo los

DPUESTO\_2 los que menos probabilidad de quedarse tienen. Vemos, por tanto, que las dos posiciones en las que más estatura se ha requerido históricamente son las que más seguridad para mantenerse tienen. Tal y como se ha comentado en el contexto, son posiciones que están variando mucho y en las que comienzan a jugar jugadores que anteriormente ocupaban otras ocasiones. Aun así, la mayoría de equipos cuentan todavía en sus filas con pívots y ala pívots de un corte más tradicional, ya sea porque la transformación del juego está todavía en proceso o porque los jugadores de este estilo consiguen adaptarse. Si los ala-pívots y sobre todo los pívots siguen siendo posiciones demandadas y tienen más posibilidades de quedarse en la NBA es porque los jugadores de altas estaturas son más difíciles de encontrar por cuestiones demográficas. La oferta de jugadores de 1,94 metros (altura media de los escoltas) es mucho mayor que la de aquellos que miden 2,10 metros, altura aproximada media de los pívots en la actualidad (The Hoops Geek, 2018).

La siguiente parte del análisis será observar cuantas observaciones han sido correctamente predichas según los criterios del modelo. Se ha obtenido un resultado de aciertos de 184 sobre 252, lo cual se trata de un 73,0%. En la siguiente tabla pueden observarse los casos acertados tanto si la variable dependiente es 0 como si es 1.

*Tabla 9 Casos observados y predichos por el modelo*

		Predicho	
		<b>0</b>	<b>1</b>
Observado	<b>0</b>	93	34
	<b>1</b>	34	91

*Fuente: Elaboración propia*

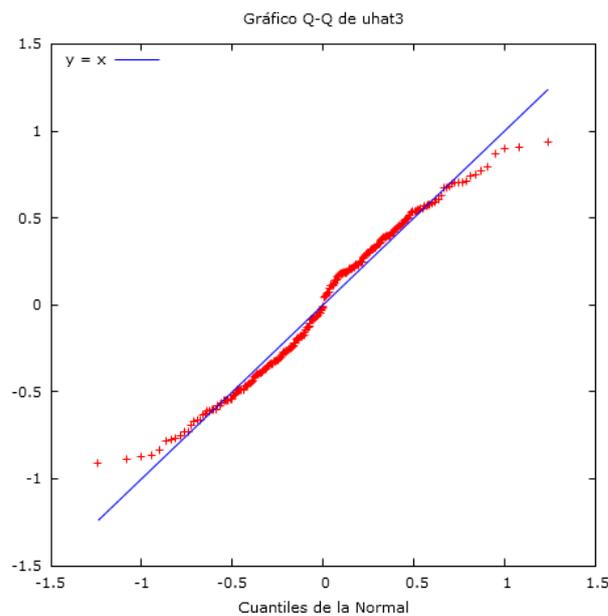
Grete toma como punto de corte el 50%. Es decir, si la probabilidad estimada de quedarse para un jugador es superior al 50%, el sistema considerará que ha de quedarse en la NBA, y aparecerá en la columna con título 1. Por el contrario, si la probabilidad estimada es inferior, considerará que no debe hacerlo, apareciendo así en la columna 0. De los 127 jugadores que han abandonado la NBA, el modelo ha acertado en 93 ocasiones. Esto significa que 93 jugadores han tenido que abandonar la liga tal y como se especificaba en el modelo. Los otros 34 jugadores que abandonaron la NBA habían tenido un rendimiento suficiente como para mantenerse, pero por ciertas circunstancias no lo han conseguido. Estos errores del modelo pueden venir dados por factores no cuantificables, como pueden ser retiros por causas ajenas al baloncesto o lesiones. Si estos 34 jugadores intentasen volver a la liga en siguientes temporadas, es muy probable que fueran importantes candidatos.

Por otro lado, el índice de aciertos para los jugadores que han conseguido mantenerse es muy similar al índice de los que no lo han hecho. De un total de 125 jugadores que se han quedado en la NBA, el modelo ha predicho que 91 jugadores si tenían que haberse quedado. Bajo las especificaciones del modelo, 34 jugadores no mostraron un

rendimiento suficiente para mantenerse en la NBA. De nuevo, existen factores no cuantificables que pueden contribuir a que un jugador pueda seguir en la NBA. Estos factores pueden ser el hecho de que fomenten el buen clima en el vestuario o que puedan ayudar a que jugadores más jóvenes puedan mejorar. Al margen de estos casos, los jugadores que mantengan este rendimiento tienen muchas posibilidades de acabar jugando en una liga distinta en su siguiente temporada.

Una vez analizados los resultados, cabe observar la validez del modelo. Una manera de comprobar dicha validez observando el gráfico de residuos.

*Ilustración 6 Gráfico de residuos del modelo definitivo*



*Fuente: Elaboración propia*

Podemos observar como la mayoría de residuos se encuentran cercanos a la diagonal. Aun así, podemos observar que hay puntos en las colas que se alejan de la diagonal. Esto se debe a que hay ligeros problemas con la  $F(\cdot)$  propuesta para la probabilidad, aunque de por sí, la función logística tiene colas algo más gruesas que la normal. El problema en la función puede haber derivado de una falta de observaciones en la muestra, aunque añadir más observaciones podría no asegurar la corrección de estos valores. Para que el impacto de estos valores atípicos sea menor, se ha llevado a cabo la estimación del modelo utilizando las desviaciones típicas robustas.

Vistas las variables explicativas del modelo, ya hemos podido comprobar el efecto que supone la variación de estas variables en la probabilidad estimada de que un jugador se mantenga en la NBA. Por tanto, podemos comprobar estos efectos observando distintos jugadores. Veremos cuatro ejemplos, dos en los que el modelo acierta con la predicción y dos en los que no.

Primero, veremos un caso en el que el modelo ha predicho que el jugador debería dejar la NBA, y que efectivamente, la ha tenido que dejar. Eligiendo un caso en el que se cumplen las condiciones anteriores, se ha escogido la observación 118, correspondiente a Jeremy Evans. El jugador presenta una probabilidad estimada de mantenerse de 39'35%, por lo que al estar por debajo del umbral del 50%, la predicción está bien realizada. Para ver por qué la probabilidad de permanencia es tan baja, observemos las medias muestrales y los valores específicos de las variables para este jugador.

*Tabla 10 Coeficientes y valores de la media y de Jeremy Evans*

MEDIA		VALORES	
CONSTANTE	1	CONSTANTE	1
EDAD	30,139	EDAD	28
MPP	15,15	MPP	8,4
PT3	22,617	PT3	25
OFFRTG	101,14	OFFRTG	97,9
DEFRTG	105,25	DEFRTG	102,4
TS	51,539	TS	62
DPUESTO_1	0,17857	DPUESTO_1	0
DPUESTO_2	0,13889	DPUESTO_2	0
DPUESTO_3	0,19841	DPUESTO_3	1
DPUESTO_4	0,25397	DPUESTO_4	0

Si comparamos los valores específicos con las medias, podemos ver como este jugador ve damnificada su probabilidad de quedarse por dos motivos principales. Primero, juega casi 7 minutos menos que la media, y ya hemos comprobado que la cantidad de minutos es la más significativa del modelo. Por otra parte, juega de alero (DPUESTO\_3), la cual es la segunda posición que peor lo tiene para mantenerse. Aunque haya valores que mejoran la media, como en EDAD, DEFRTG o TS, en su conjunto no hacen que la probabilidad estimada sea suficiente.

En el siguiente caso, el jugador analizado será uno que abandonó la liga, pero que, según el modelo, tenía suficientes cualidades para mantenerse. Se ha escogido la observación 226, concerniente a Dorell Wright. El modelo ha estimado que este jugador tenía una probabilidad estimada de quedarse de un 62,39%, lo cual es una probabilidad que pasa holgadamente el límite del 50%.

Tabla 11 Coeficientes y valores de la media y de Dorrell Wright

MEDIA		VALORES	
CONSTANTE	1	CONSTANTE	1
EDAD	30,139	EDAD	29
MPP	15,15	MPP	12,3
PT3	22,617	PT3	38
OFFRTG	101,14	OFFRTG	106,6
DEFRTG	105,25	DEFRTG	100,5
TS	51,539	TS	52,5
DPUESTO_1	0,17857	DPUESTO_1	0
DPUESTO_2	0,13889	DPUESTO_2	0
DPUESTO_3	0,19841	DPUESTO_3	1
DPUESTO_4	0,25397	DPUESTO_4	0

Siguiendo el proceso del ejemplo anterior, observamos que el jugador juega menos minutos que la media y que su posición es una de las que menos probabilidades de quedarse tienen. En este caso, su porcentaje de triples y rendimiento tanto ofensivo como defensivo son lo suficientemente superiores a la media como para que tuviera un hueco en la NBA. Tras observar que la predicción no concuerda con la realidad, hemos comprobado que el jugador tuvo ofertas para mantenerse en la NBA. Estas ofertas no se ajustaban a lo que el jugador demandaba, por lo que Wright se fue a la liga china buscando un mejor contrato (Kennedy, 2016).

Sigamos ahora con los jugadores que se han mantenido en la NBA, tal y como ha predicho el modelo. El jugador a analizar será Pablo Prigioni, la observación 167. El modelo ha estimado que la probabilidad de que se mantenga es de 50,07%, por lo que es un jugador por el que, a priori, los equipos verían indiferente contratar, por estar su probabilidad muy cercana al 50%.

*Tabla 12 Coeficientes y valores de la media y de Pablo Prigioni*

MEDIA		VALORES	
CONSTANTE	1	CONSTANTE	1
EDAD	30,139	EDAD	37
MPP	15,15	MPP	17,9
PT3	22,617	PT3	34,3
OFFRTG	101,14	OFFRTG	101,7
DEFRTG	105,25	DEFRTG	105,5
TS	51,539	TS	55,7
DPUESTO_1	0,17857	DPUESTO_1	1
DPUESTO_2	0,13889	DPUESTO_2	0
DPUESTO_3	0,19841	DPUESTO_3	0
DPUESTO_4	0,25397	DPUESTO_4	0

Pese a ser mucho mayor a la media en cuanto a edad, jugar casi 3 minutos más que la media y tener buenos porcentajes de tiro le ha ayudado a poder mantenerse en la NBA. Como la variable edad aumentará al paso de los años, si no mejorase en el resto de atributos estaría abocado a dejar la NBA. Si fuese un año mayor, la probabilidad estimada de mantenerse sería de 47,65%, lo cual le ubica por debajo del límite.

Por último, cabe analizar el caso de un jugador que, aunque el modelo ha predicho que no debería seguir, ha conseguido mantenerse en la NBA. El jugador elegido es Mike Miller, el cual corresponde a la observación 74. Podemos observar que la probabilidad estimada para que este jugador se mantenga es de 6,07%. Es una probabilidad muy cercana a cero, por lo que es un caso que impresiona. Pasemos a ver sus estadísticas.

Tabla 13 Coeficientes y valores de la media y de Mike Miller

MEDIA		VALORES	
CONSTANTE	1	CONSTANTE	1
EDAD	30,139	EDAD	35
MPP	15,15	MPP	7,9
PT3	22,617	PT3	36,5
OFFRTG	101,14	OFFRTG	96,1
DEFRTG	105,25	DEFRTG	110,4
TS	51,539	TS	50,8
DPUESTO_1	0,17857	DPUESTO_1	0
DPUESTO_2	0,13889	DPUESTO_2	0
DPUESTO_3	0,19841	DPUESTO_3	1
DPUESTO_4	0,25397	DPUESTO_4	0

Podemos observar que este jugador presenta estadísticas que son mucho más desfavorables que la media. En la única faceta que mejora la media es el tiro de tres puntos, el cual es la variable menos significativa del modelo. Si ha conseguido mantenerse es por razones ajenas a las estadísticas que presenta, y por tanto son factores que el modelo no puede tener en cuenta. Se trata de un jugador con una carrera muy amplia en la NBA, en la que ha ganado dos títulos además de obtener reconocimientos individuales. En la temporada a la que corresponden estos datos (2015/2016), su equipo era Denver Nuggets, el cual tenía un grupo con jugadores jóvenes talentosos, pero sin la capacidad ni experiencia para que esa temporada pudieran obtener buenos resultados. Si los Nuggets mantuvieron en su equipo a un jugador sin nivel, fue para que ayudara al desarrollo de los jugadores jóvenes, ejerciendo de mentor.

## 5. CONCLUSIONES

En cuanto al efecto que tendrían las variables explicativas en la probabilidad estimada, las hipótesis han diferido un poco a los efectos obtenidos en el modelo final. Los signos de los efectos marginales sí concuerdan con las hipótesis realizadas. Por otra parte, no esperaba que algunas variables no fueran significativas para el modelo. Es el caso de los puntos por partido y las pérdidas por partido, estadísticas que habitualmente se observan para determinar de manera superficial si el rendimiento de un jugador es bueno o malo.

Si vemos las variables que han resultado significativas para el modelo, podemos llegar a la siguiente conclusión. Es importante recordar que los jugadores como los de este estudio no son piezas clave en sus equipos, siendo la mayoría jugadores que empiezan los partidos desde el banquillo. Los equipos no buscan en este tipo de jugadores un perfil que sume unas estadísticas tradicionales por encima de la media. Es por eso que las estadísticas referidas a puntos, rebotes, asistencias, robos o tapones no han sido relevantes en el modelo. Para sumar mucho volumen en este tipo de estadísticas están los titulares y jugadores estables, los cuales no han sido incluidos en el estudio. Dados los resultados, es posible concluir que los equipos buscan en este tipo de jugadores que sean lo más eficientes que sea posible. Tal y como puede observarse en el modelo, estadísticas como el porcentaje de tiro real o el rendimiento defensivo son de las más importantes a la hora de determinar la probabilidad de que el jugador se mantenga. La importancia de estas dos variables podría explicarse por la falta de talento ofensivo de este grupo de jugadores. En un equipo, son los jugadores más importantes y más talentosos quienes lideran el ataque. Por tanto, son los que tienen un mayor volumen de canastas intentadas u ocasiones generadas. En el grupo de jugadores que se han observado en este estudio, mayoritariamente no existe la capacidad de crear un gran volumen de ocasiones de manera eficiente, porque si esto fuera así, no estarían fuera de la NBA o en el límite de dejarla. Por ello, los equipos buscarán que, independientemente del volumen de tiros que realicen, que sean eficientes, de ahí la valoración del TS. Como estos jugadores suelen ser recambios utilizados en los partidos para dar descanso a los titulares, los equipos valoran que mientras estos titulares descansan, sus recambios puedan defender al máximo posible el resultado obtenido previamente, sobre todo, encajando el menor número de puntos como sea posible. Aunque el rendimiento ofensivo sea importante, el defensivo tiene más relevancia para jugadores que suplen a los titulares, los cuales, en la mayoría de ocasiones, tienen un talento ofensivo mayor.

El número de minutos jugados se ha mostrado como la variable más relevante para el grupo de jugadores estudiados. Esto tiene sentido porque de nada sirve un jugador que pueda tener un buen rendimiento si solo es capaz de mantenerlo durante cinco minutos. Esto puede ser justificable si el jugador es joven, pero no para un veterano. Los equipos,

en su amplia mayoría, no querrán jugadores que no puedan aguantar a un nivel competitivo un mínimo de minutos.

Como conclusión final, este modelo deja ver que a jugadores que tienen un rendimiento cercano a dejar la NBA, no se les puede hacer un análisis superficial con las estadísticas principales. El análisis tendrá que ser más concienzudo, observando variables relacionadas con la eficiencia, y además, que sean capaces de mantener dicha eficiencia en todos los tramos del partido.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Basketball Reference (2018). NBA stats.: Basketball references. Recuperado de [https://www.basketball-reference.com/leagues/NBA\\_stats.html](https://www.basketball-reference.com/leagues/NBA_stats.html)
- Busch, A. (2018). Alumni in the NBA: 53% Of Players On End-of-Season NBA Rosters Have NBA G League Experience.: G-League. Recuperado de <https://gleague.nba.com/news/nba-gleague-alumni-nba-rosters-playoffs-2017-18/>
- Digital Innovation and Transformation (2018). Moreyball: The Houston Rockets and Analytics.: Digital Innovation and Transformation. Recuperado de <https://digit.hbs.org/submission/moreyball-the-houston-rockets-and-analytics/>
- Fraschilla, F. (2017). Top basketball leagues in the world outside the NBA.: ESPN. Recuperado de [http://www.espn.com/nba/story/\\_/id/21691644/fran-fraschilla-ranks-world-top-basketball-leagues-nba](http://www.espn.com/nba/story/_/id/21691644/fran-fraschilla-ranks-world-top-basketball-leagues-nba)
- Global Sports Salaries Survey (2016).: Sportsintelligence. Recuperado de <https://www.globalsportssalaries.com/GSSS%202016.pdf>
- Goldsberry, K. (2015). The Future of Basketball Is Here, and It Looks a Lot Like James Harden.: Grantland. Recuperado de <http://grantland.com/the-triangle/future-of-basketball-james-harden-daryl-morey-houston-rockets/>
- Kalbrosky, B. (2017). Jimmer Fredette is underpaid for an international basketball star.: Hoopshype. Recuperado de <https://hoopshype.com/2017/07/24/jimmer-fredette-is-underpaid-for-an-international-basketball-star/>
- Kennedy, A. (2016). Dorell Wright Talks China Stint, NBA Return: Basketball Insiders. Recuperado de <http://www.basketballinsiders.com/dorell-wright-discusses-china-stint-nba-return/>
- Mena, D. (n.d.). Modelos de Variable Dependiente Binaria -Logit y Probit- [diapositivas de power point]. Recuperado de <https://www.studocu.com/es/document/universidad-carlos-iii-de-madrid/economia-aplicada/apuntes/diapositivas-tema-5-logit-y-probit/789071/view>
- NBA.com (2017). NBA salary cap set for 2017-18 season at \$99.093 million. NBA.: Recuperado de <http://www.nba.com/article/2017/07/01/nba-salary-cap-set-2017-18-season-99093-million>
- NBA/Stats (2018). NBA stat features. Recuperado de <https://stats.nba.com/>
- NBAmaniacs (2018). . Recuperado de: <https://www.nbamaniacs.com/glosario-nba/el-impuesto-de-lujo-en-la-nba/>
- NBAStuffer (2018). Analytics Movement.: NBAStuffer. Recuperado de <https://www.nbastuffer.com/analytics101/nba-analytics-movement/>
- Neumann, T. (2017). What it's really like for Americans playing basketball in China.: ESPN. Recuperado de [http://www.espn.com/nba/story/\\_/id/17714126/american-basketball-players-share-what-really-play-china](http://www.espn.com/nba/story/_/id/17714126/american-basketball-players-share-what-really-play-china)

- Orfanakis, G. (2018). The Top 10 EuroLeague salaries.: Eurohoops. Recuperado de <https://www.eurohoops.net/en/top-lists/722638/the-top-10-euroleague-salaries/>
- Real GM (2018). 2011 CBA Minimum Annual Salary Scale.: Real GM. Recuperado de [https://basketball.realgm.com/nba/info/minimum\\_scale/2011](https://basketball.realgm.com/nba/info/minimum_scale/2011)
- STATS (2014). SportVU NBA.: STATS. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=jOQEI tkEwE>
- The Hoops Geek (2018). The Average Height of NBA Players – From Point Guards to Centers. Recuperado de <https://www.thehoopsgeek.com/average-nba-height/>
- Wooldridge, J.M. (2009). Introducción a la econometría, un enfoque moderno. Modelos de variable dependiente limitada y correcciones a la selección muestral (pp. 574-621). México D.F., Cengage Learning.