

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas



TRABAJO FINAL DE LA MATERIA INTEGRADORA

**“ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DE JUGADORES DE FÚTBOL
CONSIDERANDO EL COMPONENTE TÉCNICO – TÁCTICO”**

Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

Presentado por:
GILMAR JOSÉ PIVAQUE VILLACRESES

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por estar presente a lo largo de mi carrera, a mi madre Flavia Villacreses por ser un ejemplo a seguir, apoyarme en todo momento, por haberme dado la oportunidad de tener una buena educación a lo largo de mi vida.

A mi novia, amiga y compañera Gabriela Ligua por ser una parte importante en mi vida, por su amor y paciencia. Porque iniciamos y culminamos juntos esta etapa, siempre apoyándonos mutuamente.

A los profesores M.Sc. Heidy Roa y M.Sc. Sonia Reyes Ramos por su dedicación e impartir sus conocimientos para el desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico al ser que jamás abandona y está en todo momento de mi vida, Dios.

A mi madre por su apoyo incondicional, a mi novia que siempre me alentó para continuar y a todos mis compañeros de estudios.

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente a:

Gilmar José Pivaque Villacreses.

Y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

.....
Gilmar José Pivaque Villacreses

RESUMEN

El fútbol es uno de los deportes más populares en el planeta y además genera muchos ingresos, por lo que puede ser objeto de estudio desde diferentes ámbitos, uno de ellos lo constituyen los jugadores que son responsables directos de los resultados. La investigación se propone para identificar los factores del componente técnico – táctico que inciden directa o indirectamente en el rendimiento de los jugadores de fútbol profesional y se tomará como objeto de estudio a los equipos finalistas de la Copa Sudamericana 2016.

El conocimiento obtenido beneficiará fundamentalmente a los jugadores porque permitirá a los directores técnicos precisar la posición idónea dentro del campo de juego obteniendo mejores resultados de cada integrante que a su vez se reflejará en la tabla de posiciones. Así como determinar las falencias en cada uno de ellos en relación a los factores de estudio y mejorar los entrenamientos para obtener jugadores de alto nivel.

Este trabajo se divide en 4 capítulos descritos a continuación: En el capítulo 1 se encontrará la definición del problema, justificación y objetivos del estudio.

En el capítulo 2 se menciona acerca de los componentes que tienen influencia en el rendimiento de los jugadores, se explica la metodología que se aplicó para la determinación de los factores que inciden con el componente técnico - táctico, en el capítulo 3 se explican los resultados obtenidos acerca de la investigación, con la ayuda de estadísticas descriptivas se determinó factores que influye en el rendimiento de los jugadores, en cuanto al análisis especializado nos permitió encontrar como inciden las variables disparos y efectividad en el rendimiento de los jugadores de acuerdo al rol que desempeña en el campo de juego y finalmente, se exponen las Conclusiones y Recomendaciones a las que se llegó después de la realización de los análisis.

Palabras Clave: Rendimiento en el Fútbol, regresión lineal con efectos mixtos.

ABSTRACT

The football is one of them sports more popular in the planet and also generates many income, by what can be object of study from different areas, one of them it constitute them players that are responsible for direct of them results. Research aims to identify the factors of the technical component - tactical affecting directly or indirectly the performance of professional soccer players and will be taken as object of study the Copa Sudamericana 2016 finalists teams.

The knowledge gained will mainly benefit players because it will allow technical directors to define the ideal position within the field of play with best results of each Member, which in turn will be reflected in the standings. As well as determine the flaws in each of them with regard to study factors and improve training for high level players.

This work is divided into 4 chapters below: in Chapter 1 you will find the definition of the problem, rationale and objectives of the study.

In Chapter 2 is mentioned about the components that have influence on the performance of the players, described the methodology applied for the determination of the factors that affect with the technical component - tactical, in Chapter 3 explains the results about the investigation, with the help of descriptive statistics determined factors influencing the performance of players specialized analysis allowed us to find as affect the variable shooting and effectiveness in the performance of the players according to the role that plays on the field of play and ultimately exposed the conclusions and recommendations reached after the completion of the analysis.

Key words: performance in football, linear mixed models.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ABREVIATURA	vi
SIMBOLOGÍA.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	viii
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Alcance	2
1.4 Objetivos	2
1.4.1 Objetivo General.....	2
1.4.2 Objetivos Específicos	2
CAPÍTULO 2	3
2. METODOLOGÍA	3
2.1 Fútbol.....	3
2.1.1 Componentes del fútbol.	3
2.2 Descripción de variables.	4
2.2.1 Variable Cualitativa.	4
2.2.2 Variables Cuantitativas.....	4
2.3 Estadísticas Descriptivas	5
2.3.1 Medidas de Tendencia Central	5
2.3.2 Medidas de Dispersión.....	5

2.3.3 Medidas de Posición.....	5
2.3.4 Correlación	6
2.3.5 Gráficos.....	6
2.4 Estadística Inferencial.....	7
2.4.1 Contraste de Hipótesis	7
2.5 Modelo lineal con efectos mixtos	7
2.6 Estimación de parámetros	9
2.6.1 Estimación por máxima verosimilitud (ML)	9
2.6.2 Estimación por máxima verosimilitud restringida (REML).	10
2.7 Elección del mejor modelo.....	11
CAPÍTULO 3	11
3. RESULTADOS	11
3.1 Análisis Descriptivo Univariado	11
3.1.1 Posición del jugador.	11
3.1.2 Arquero	12
3.1.3 Defensa.....	14
3.1.4 Volante	16
3.1.5 Delanteros	18
3.2 Correlación	20
3.3 Análisis Bivariado	21
3.3.1 Recuperación de Balón vs Rendimiento	21
3.3.2 Faltas Realizadas vs Rendimiento	22
3.3.3 Disparo vs Rendimiento	23
3.3.4 Efectividad vs Rendimiento	24
3.3.5 Inefectividad vs Rendimiento	25
3.3.6 Edad vs Rendimiento.....	26
3.4 Análisis Especializado	27

3.4.1 Prueba de Normalidad.....	27
3.4.2 Modelo con efectos mixtos.	27
3.4.3 Estimación por Máxima Verosimilitud Restringida (REML)	28
3.4.4 Estimación por Máxima Verosimilitud (ML)	30
CAPÍTULO 4	31
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	31
4.1 Conclusiones.....	32
4.2 Recomendaciones.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	34
ANEXOS.....	35
Anexo A: Código en R modelo con efectos mixtos	35
Anexo B: Código en R gráficos dispersión por grupos.	40

ABREVIATURA

CONMEBOL Confederación Sudamericana de Fútbol.

SIMBOLOGÍA

β_0, β	Efectos fijos del modelo.
α_i, u_i	Efectos aleatorios del modelo.
ε_{ij}	Error del modelo, distribución normal $N\sim(0, \sigma^2)$.
X	Matriz de covariables de diseño.
Z	Matriz de diseño de los efectos aleatorios.
r	Rendimiento.
rc	Recuperaciones de balón.
d	Disparos.
f	Faltas realizadas.
e	Efectividad al realizar lo pases.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Jugadores por posición.....	11
Tabla 2: Estadísticas Descriptivas – Arqueros	12
Tabla 3: Estadísticas Descriptivas – Defensa	14
Tabla 4: Estadísticas Descriptivas – Volante.....	16
Tabla 5: Estadísticas Descriptivas – Delanteros.....	18
Tabla 6: Modelos postulados método REML.....	28
Tabla 7: Estimación de parámetros de efectos fijos.....	28
Tabla 8: Estimación de parámetros de efectos aleatorios.....	28
Tabla 9: Modelos postulados método ML	30
Tabla 10: Estimación de parámetros de efectos fijos.....	30
Tabla 11: Estimación de parámetros de efectos aleatorios	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.2: Diagrama de Cajas – Arquero	13
Gráfico 3.3: Diagrama de Cajas – Defensa	15
Gráfico 3.4: Diagrama de Cajas – Volante	17
Gráfico 3.5: Diagrama de Cajas – Delantero	19
Gráfico 3.6: Correlación variables Técnico – Táctico	20
Gráfico 3.7: Recuperación de Balón vs Rendimiento.	21
Gráfico 3.8: Faltas Realizadas vs Rendimiento.	22
Gráfico 3.9: Disparos vs Rendimiento.	23
Gráfico 3.10: Efectividad en Pases vs Rendimiento.	24
Gráfico 3.11: Inefectividad en Pases vs Rendimiento.....	25
Gráfico 3.12: Edad vs Rendimiento.	26

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

El fútbol es un deporte que evolucionó de amateur a profesional y debido a la significativa aceptación que tiene en el planeta y a los ingresos que produce puede ser objeto de estudio desde distintas aristas, una de ellas lo constituyen los jugadores quienes son responsables directos de los resultados.

Por lo antes indicado, se debe profundizar a través de la investigación sistematizada, en el estudio de las variables que inciden directamente en el rendimiento de los jugadores, considerando las posiciones que ocupan en el campo de juego, a fin de lograr un conocimiento estratégico sustentado en métodos estadísticos, que permitan conocer la incidencia de las variables seleccionadas con el objetivo de plantear alineaciones óptimas en la cancha y mejorar el rendimiento de los jugadores.

1.2 Justificación

La investigación se propone para identificar los factores del componente técnico – táctico que inciden directa o indirectamente en el rendimiento de los jugadores de fútbol profesional y se tomará como objeto de estudio a los equipos finalistas de la Copa Sudamericana 2016.

El conocimiento obtenido beneficiará fundamentalmente a los jugadores porque permitirá a los directores técnicos precisar la posición idónea dentro del campo de juego obteniendo mejores resultados de cada integrante que a su vez se reflejará en la tabla de posiciones. Así mismo se mejorará la calidad del juego en beneficio de los espectadores.

Actualmente, en algunos equipo, las asignaciones de roles dentro del área de juego son determinadas en función de las habilidades

detectadas por el entrenador, en lo que puede subyacer un sesgo ya que no se analiza los factores técnicos – taticos que pueden ser mejorados, en las competencias, el entrenamiento e inclusive en la determinación de la posición en el juego.

1.3 Alcance

En el presente proyecto se realizará un diagnóstico a 42 jugadores pertenecientes a los dos finalistas de la Copa Sudamericana 2016. La información fue obtenida en la página web: Gol y Fútbol, que muestra datos estadísticos referentes a los torneos organizados por la Conmebol.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar los factores del componente técnico – táctico que inciden en el rendimiento de jugadores de fútbol.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar componentes técnicos – tácticos en los jugadores de acuerdo a su posición.
- Determinar la incidencia positiva o negativa de los componentes en relación al rendimiento.
- Determinar la incidencia positiva o negativa de los componentes en relación al rendimiento de acuerdo a la posición del jugador.
- Determinar en qué posición afectan más los componentes técnicos – tácticos.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Fútbol

Es un deporte en el que 2 equipos conformados por 11 jugadores cada uno se enfrentan entre sí. Cada equipo se divide en 10 jugadores que se mueven en el campo de juego (defensas, volantes, delanteros) y un arquero que tratará de evitar que el balón ingrese en su arco.

2.1.1 Componentes del fútbol.

El fútbol se lo divide en 4 componentes:

- Componente físico
- Componente técnico
- Componente táctico
- Componente psicológico

Componente físico.

Se refiere a las habilidades que el jugador debe desarrollar por medio de ejercicios e de condición física entre ellos la velocidad, fuerza, resistencia, etc.

Componente técnico.

El aspecto técnico es la manera de realizar las distintas jugadas durante el juego, se refiere a cómo pasar un balón, recuperaciones, eficacia, etc.

Componente táctico.

El componente táctico se presenta de dos maneras: individual y grupal, en el primero encontramos tarjetas, goles marcados y disparos realizados, etc., mientras que en el segundo se incluyen elementos como: la posesión del balón, partidos ganados, partidos perdidos, etc.

Componente psicológico.

Es una parte importante del jugador que se refiere al estado de ánimo y mentalidad que tiene y es de crucial importancia en el juego, como ejemplo podemos citar a la motivación, agresividad, etc.

2.2 Descripción de variables.

A continuación se detallan las variables de tipo cualitativa y cuantitativa que se consideró para el presente estudio. Cabe recalcar que cada variable es una suma de valores obtenidos en cada partido con excepción del rendimiento que se calculó un promedio del total de partidos en los cuales el jugador participó.

2.2.1 Variable Cualitativa.

- Posición: arqueros, defensas, volantes y delanteros.

2.2.2 Variables Cuantitativas

- Edad
- Rendimiento

Componente técnico

- Recuperación de balón
- Pases correctos e incorrectos
- Efectividad (cociente entre pases correctos y el total de pases efectuados)
- Inefectividad(cociente entre pases incorrectos y el total de pases efectuados)

Componente táctico

- Partidos Jugados
- Goles Marcados
- Disparos al arco
- Faltas realizadas
- Números de tarjetas: amarillas y rojas

2.3 Estadísticas Descriptivas

La estadística descriptiva se refiere a la recolección, descripción, análisis e interpretación de un conjunto de datos.

2.3.1 Medidas de Tendencia Central

Las medidas de tendencia central indican el valor que está en la mitad de una distribución, estas medidas incluyen la media, mediana y la moda.

Media.- Es el promedio de las observaciones de una colección de datos.

Mediana.- Es el valor que se ubica en el centro de un conjunto de datos previamente ordenados.

Moda.- Es el valor con más frecuencia absoluta del conjunto de datos.

2.3.2 Medidas de Dispersión

La medida de dispersión nos ayuda a saber qué tan alejados están los datos en relación a la media.

Rango.- Es la diferencia que existe entre el valor máximo y mínimo de un grupo de datos.

Desviación Estándar.- Determina la variación de los datos respecto a la media.

2.3.3 Medidas de Posición

Las medidas de posición dividen el conjunto en varios grupos con la misma cantidad de observaciones, para efectuar el cálculo los datos deben estar previamente ordenados. Las medidas de posición pueden ser cuartiles, deciles y percentiles.

Cuartiles.- Dividen el conjunto de datos en cuatro partes iguales, se los denota por Q_1 , Q_2 y Q_3 .

Q_1 (Primer Cuartil): Quiere decir que el 25% de los datos tienen valores menores o iguales a Q_1 .

Q_2 (Segundo Cuartil): Este valor es igual a la mediana.

Q_3 (Tercer Cuartil): El 75% de los datos ordenados tienen valores menores o iguales a Q_3 .

2.3.4 Correlación

Determina el grado de relación entre dos variables por medio del **coeficiente de correlación**, cuyos valores oscilan entre 1 y -1; mientras más cercano a 1 o -1 la correlación lineal será más fuerte sea de manera positiva o negativa respectivamente, si el valor es más cercano a 0 la correlación es débil y si el valor es 0 se dice que no existe correlación lineal entre las variables.

2.3.5 Gráficos

Diagrama de Dispersión

Es un gráfico entre dos variables que determina algún tipo de relación ellas.

Diagrama de Cajas

Útil para detectar observaciones atípicas y determinar variabilidad, en él se grafican los cuartiles. En estos graficos la primera línea representa el primer cuartil, la segunda la mediana o segundo cuartil y la última el tercer cuartil.

2.4 Estadística Inferencial

La estadística inferencial consiste en técnicas para realizar inferencias sobre propiedades o características de una población a través de una muestra. Entre las técnicas tenemos: contrastes de hipótesis, estimación de parámetros, etc.

2.4.1 Contraste de Hipótesis

Un contraste de hipótesis es una técnica que sirve para decidir si una hipótesis debe ser rechazada o no, a través de un estadístico de prueba.

Una hipótesis estadística es una suposición planteada respecto a los parámetros o la distribución de probabilidad de una población. Se distinguen dos tipos de hipótesis estadísticas:

- La hipótesis nula H_0 , se establece en principio con el único propósito de rechazarla o no rechazarla.
- La hipótesis alterna H_a es complementaria de la primera. Cuando se habla de contrastar una hipótesis nula contra una alterna, se supone que la nula es verdadera.

2.5 Modelo lineal con efectos mixtos

Los modelos lineales con efectos mixtos se derivan del modelo de Regresión Lineal, a diferencia de este el modelo con efectos mixtos se lo realiza por medio de grupos, además combina los efectos fijos del modelo clásico con efectos aleatorios, que se definen a continuación:

Efecto aleatorio: Es aquel que se relaciona con las estructuras de varianzas y covarianzas de la variable dependiente atribuidos a los factores que afectan directamente los datos.

Efecto fijo: Se usan para el cálculo de la media de la variable dependiente, los efectos fijos lo representan las constantes conocidas.

Los modelos lineales mixtos como se mencionó se los puede considerar como extensión de modelos lineales ya que utilizan datos dependientes, observaciones agrupadas, variaciones y algunas fuentes de heterogeneidad. (De Boeck et al., 2010). Por otro lado (Laird & Ware., 1982) proponen la siguiente expresión para los modelos lineales con efectos mixtos.

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_{1ij} + \dots + \beta_p x_{pij} + \alpha_i + u_1 z_{1ij} + \dots + u_p z_{pij} + \varepsilon_{ij} \quad (2.1)$$

Dónde:

- y_{ij} : es la respuesta del sujeto i en la medida j .
- β_0, β_i : Efectos fijos del modelo.
- α_i, u_i : Efectos aleatorios del modelo.
- ε_{ij} : Son los errores del modelo, estos siguen una distribución normal $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$.

Al igual que el modelo de regresión lineal, el modelo con efectos mixtos también se lo puede representar de manera matricial (2.2).

$$Y = X\beta + Zu + \varepsilon \quad (2.2)$$

- X : Es la matriz de covariables de diseño que relaciona al vector de parámetros β con la variable de respuesta Y .
- β : Es el vector con efectos fijos.
- Z : Es la matriz de diseño de los efectos aleatorios que relaciona al vector de μ con la variable de respuesta Y .
- u : Es el vector de efectos aleatorios, sigue una distribución normal $u \sim N(0, \sigma^2 D)$.
- ε : Es el vector de los errores, siguen una distribución normal $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 \sigma^2 I)$.
- ε y u son independientes e idénticamente distribuidas
- σ y D son parámetros desconocidos de la varianza y se los estima junto con β , por los métodos de máxima verosimilitud y máxima verosimilitud restringida.

2.6 Estimación de parámetros

Para la estimación de los parámetros se usó métodos de máxima verosimilitud (ML) y máxima verosimilitud restringida (REML) que son los más tradicionales. Para la estimación se supone que la variable de respuesta sigue una distribución normal.

2.6.1 Estimación por máxima verosimilitud (ML)

Es un método para obtener los valores estimados de los parámetros no conocidos optimizando la función de verosimilitud (Galecki et al., 2007), que se usa para estimar los efectos fijos, aunque para determinar los componentes de la varianza no resulta sencillo desde el ámbito computacional.

El modelo mixto propuesto en la ecuación (2.2) según (Demidenko, 2013) se lo expresa en su forma marginal de la siguiente manera:

$$y \sim N(\mathbb{X}\beta, \sigma^2 V) \quad V = I + ZDZ' \quad (2.3)$$

Luego la distribución de probabilidad conjunta de (2.3) según (Jiang, 2007; Pinheiro, 1994) es:

$$f(y) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |V|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(y - \mathbb{X}\beta)' V^{-1}(y - \mathbb{X}\beta)\right\} \quad (2.4)$$

La función logaritmo de la verosimilitud está dada por:

$$l(\beta, \varphi) = c - \frac{1}{2} \log(|V|) - \frac{1}{2}(y - \mathbb{X}\beta)' V^{-1}(y - \mathbb{X}\beta) \quad (2.5)$$

Donde una constante c y (φ) representa las componentes de la varianza incluidas en V . Luego se aplica la derivada para cada parámetro, se iguala a cero y se obtienen los estimadores que maximizan la función de verosimilitud.

$$\frac{\partial l}{\partial \beta} = \mathbb{X}'V^{-1}y - \mathbb{X}'V^{-1}\mathbb{X}\beta = 0 \quad (2.6)$$

$$\frac{\partial l}{\partial \varphi_i} = \frac{1}{2} \left\{ (y - \mathbb{X}\beta)'V^{-1}(y - \mathbb{X}\beta) - \text{tr}\left(V^{-1} \frac{\partial V}{\partial \varphi_i}\right) \right\} = 0 \quad i = 1 \dots q \quad (2.7)$$

Se asume que \mathbb{X} es de rango p , donde p es el número de parámetros.

2.6.2 Estimación por máxima verosimilitud restringida (REML).

Es una modificación del método ML para obtener estimadores con menor sesgo y los parámetros de la varianza utilizando mínimos cuadrados residuales generalizados (Patterson & Thompson., 1971).

Al igual que en método anterior se asume el rango (\mathbb{X}) = p , y se define una matriz A con dimensión $n \times (n - p)$ de tal manera que:

$$\text{rango}(A) = n - p \quad A'\mathbb{X} = 0 \quad (2.8)$$

Para continuar se define $Z = A'y$, donde $Z \sim N(0, A'VA)$ cuya función de densidad de probabilidad conjunta está dada por:

$$f(Z) = \frac{1}{(2\pi)^{(n-p)/2} |A'VA|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} Z'(A'VA)^{-1}Z\right\} \quad (2.9)$$

El logaritmo de verosimilitud restringido basado en Z está dado por:

$$l(\varphi) = c - \frac{1}{2} \log(|A'VA|) - \frac{1}{2} Z'(A'VA)^{-1}Z \quad (2.10)$$

De la misma manera que en el método anterior se derivó e igualó a cero para determinar los estimadores, dado que no se tiene una estimación para los parámetros β se hace uso de la expresión obtenida en (2.6).

2.7 Elección del mejor modelo

Para la elección del mejor modelo, hay dos criterios de elección que son: AIC (Akaike Information Criterion) propuesto por Akaike (1973) y BIC (Bayesian Information Criterion) planteado por Schwartz (1978). Se considera el modelo adecuado aquel que tenga el menor valor en ambos criterios o que tenga el menor valor en el AIC o BIC.

$$\text{AIC} = -2\Lambda + 2\Phi \quad (2.11)$$

$$\text{BIC} = -2\Lambda + \Phi \ln N \quad (2.12)$$

Λ : El logaritmo de máxima-verosimilitud del modelo.

Φ : El número total de parámetros a estimar.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Análisis Descriptivo Univariado

El análisis univariado se realizó para cada una de las variables de tipo técnico – táctico de los futbolistas, de acuerdo a la posición que se ubican en el campo de juego, en algunos casos se reemplazó las variables pases correctos e incorrectos por efectividad e inefectividad respectivamente, dichas variables son el cociente entre los pases buenos o malos sobre el total de pases realizados.

3.1.1 Posición del jugador.

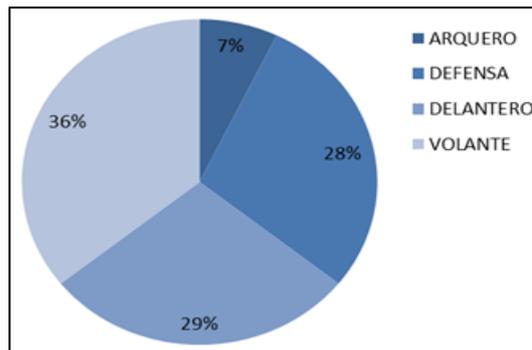


Gráfico 3.1: Jugadores por posición

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol

Tabla 1: Jugadores por posición.

Posición	Frecuencia	Frecuencia Absoluta
Arquero	3	0.071
Defensa	12	0.285
Delantero	12	0.285
Volante	15	0.357
Total	42	1

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

Elaboración propia

El Gráfico 3.1 muestra cómo están divididos los 42 jugadores de acuerdo a la posición que se sitúan. En el puesto de arquero hay 3, que representan alrededor del 7 %; 12 defensas y 12 delanteros que representan alrededor de 29 % por cada posición y 15 volantes que

equivalen alrededor del 36 %. Estos porcentajes se los puede observar en la Tabla 1 (Jugadores por posición).

3.1.2 Arquero

Tabla 2: Estadísticas Descriptivas – Arqueros

Variables	Min	Q1	Q2	Media	Q3	Max	Desv. Estándar
Edad	24	27	30	28.33	30.5	31	3.79
Partidos Jugados	1	4	7	6	8.5	10	4.58
Goles Encajados.	1	2	3	3	4	5	2
Disparos	1	1	1	1	2	2	0.58
Faltas realizadas	0	1	1	1	2	2	1
Tarjetas	0	0	0	0.3	0.5	1	0.58
Recuperaciones	0	0	0	0.3	0.5	1	0.58
Pases Correctos	16	57	98	74	103	107	50.14
Pases Incorrectos	6	8	9	8	10	10	2.08
Rendimiento	6.2	6.425	6.65	6.627	6.84	7.03	0.42

*Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.
Elaboración propia*

La Tabla 2 muestra información descriptiva referente a aspectos técnicos- tácticos de los arqueros cuya edad fluctúa entre 24 y 31 años; la edad promedio de 28.33 con una desviación estándar de 3.79 años.

Los aspectos relevantes en el componente de arqueros son: el promedio de goles encajados que asciende a 3 goles y la respectiva desviación estándar de 2; los pases correctos efectuados son 74 en promedio, con una desviación de 50.14. Por otro lado, el rendimiento en los arqueros varía desde 6.2 a 7.03, con promedio de 6.627 y desviación estándar de 0.42.

Mientras en las medidas de posición se determina que el 25 % de los jugadores tiene un rendimiento menor o igual a 6.42; el 50 % tiene rendimiento menor o igual a 6.65 y el 75 % como máximo 6.84.

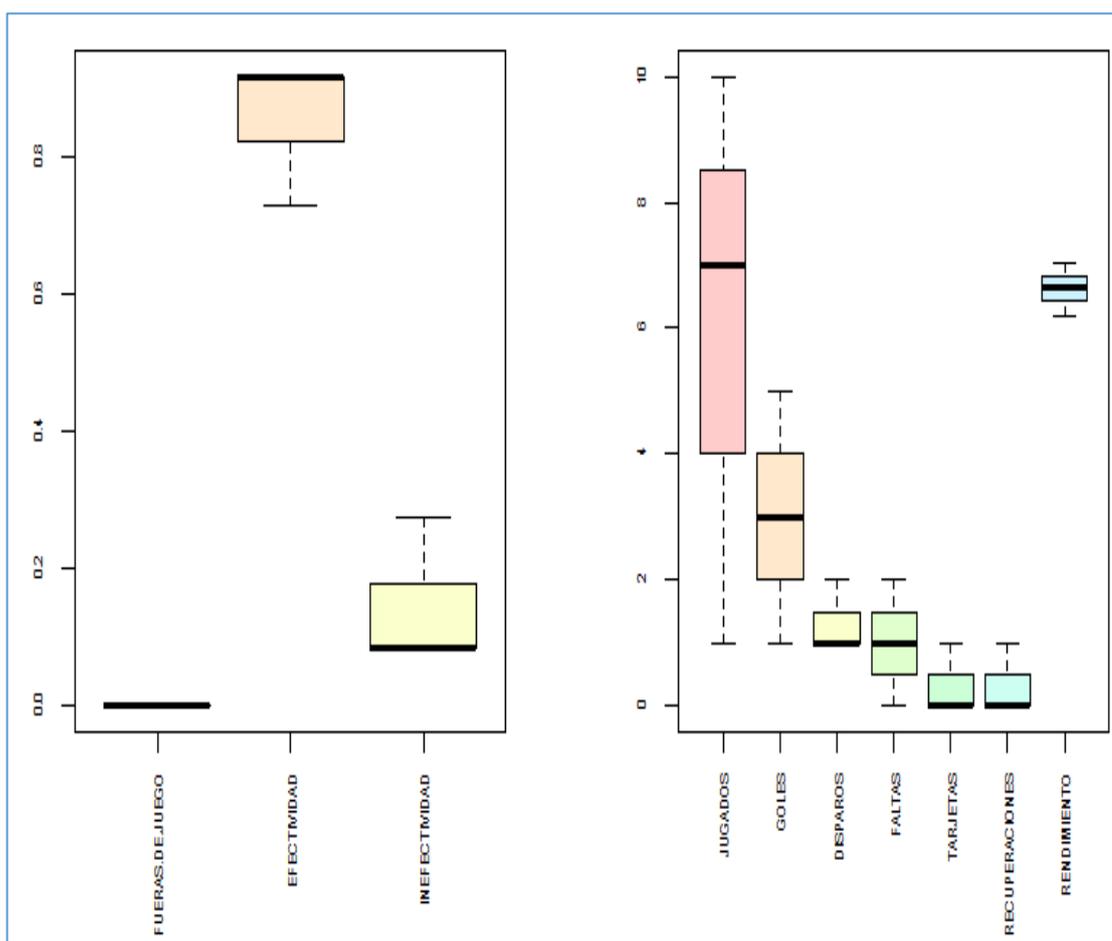


Gráfico 3.1: Diagrama de Cajas – Arquero

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

En el Gráfico 3.2 que no existen datos atípicos. En la variable fuera de juego se observa que no hay variabilidad ya que los 3 cuartiles tienen el valor de 0. En relación con fuera de juego no se cometió la acción; los datos revelan que hay variabilidad de los deportistas en relación con los partidos jugados. Finalmente no se observa mucha variabilidad en cuanto al rendimiento de los jugadores.

3.1.3 Defensa

Tabla 3: Estadísticas Descriptivas – Defensa

Variables	Min	Q1	Q2	Media	Q3	Max	Desv. Estándar
Edad	21	23.75	30	28.75	33	35	4.95
Partidos Jugados	3	3.75	6.5	5.92	7	10	2.35
Goles	0	0	0	0.25	0.25	1	0.45
Disparos	1	1	1.5	2.33	4	5	1.56
Faltas realizadas	0	2.5	3.5	4.75	6	15	4.35
Tarjetas	0	0	0.5	1.17	2	4	1.40
Fuera de Juego	0	0	0	0.08	0	1	0.29
Recuperaciones	2	4.75	9.5	10.75	12.25	28	8.17
Pases Correctos	18	70.5	111	120.3	151.5	253	69.74
Pases Incorrectos	2	9.5	14.5	15.25	22	27	7.86
Rendimiento	6.1	6.253	6.4	6.388	6.54	6.61	0.17

*Fuente: Página web: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.
Elaboración propia*

Tabla 3 detalla en cuanto al aspecto técnico-táctico que los defensas han disputado desde 3 hasta 10 partidos, en promedio jugaron 6 partidos, el 25 % ha jugado 3.75 partidos o menos, el 50 % han disputado 6.5 partidos o menos y el 75 % han disputado 7 juegos o menos.

Los defensas en algunos casos tienen capacidades goleadoras por ello se ha considerado la cantidad de disparos realizados y goles ejecutados, estos han marcado por lo menos 1 gol durante la competición y generaron hasta 5 disparos al arco, un promedio de 2.33 disparos al arco. Así mismo, los defensas son propensos a cometer faltas para evitar que les encajen goles, por lo cual han cometido desde 0 a 15 faltas, en promedio 4.75 ± 4.35 ; estas faltas realizadas pueden ser castigadas con tarjetas teniendo como máximo 4 y un promedio de 1.17 tarjetas durante la competición.

Finalmente con el rendimiento de los jugadores se obtuvieron los siguientes resultados: durante el torneo el 25 % de los deportistas tuvo un rendimiento menor o igual a 6.25; el 50 % rendimiento menor a 6.4 y el 75 % menor o igual a 6.54, en promedio un rendimiento de 6.388 ± 0.17 .

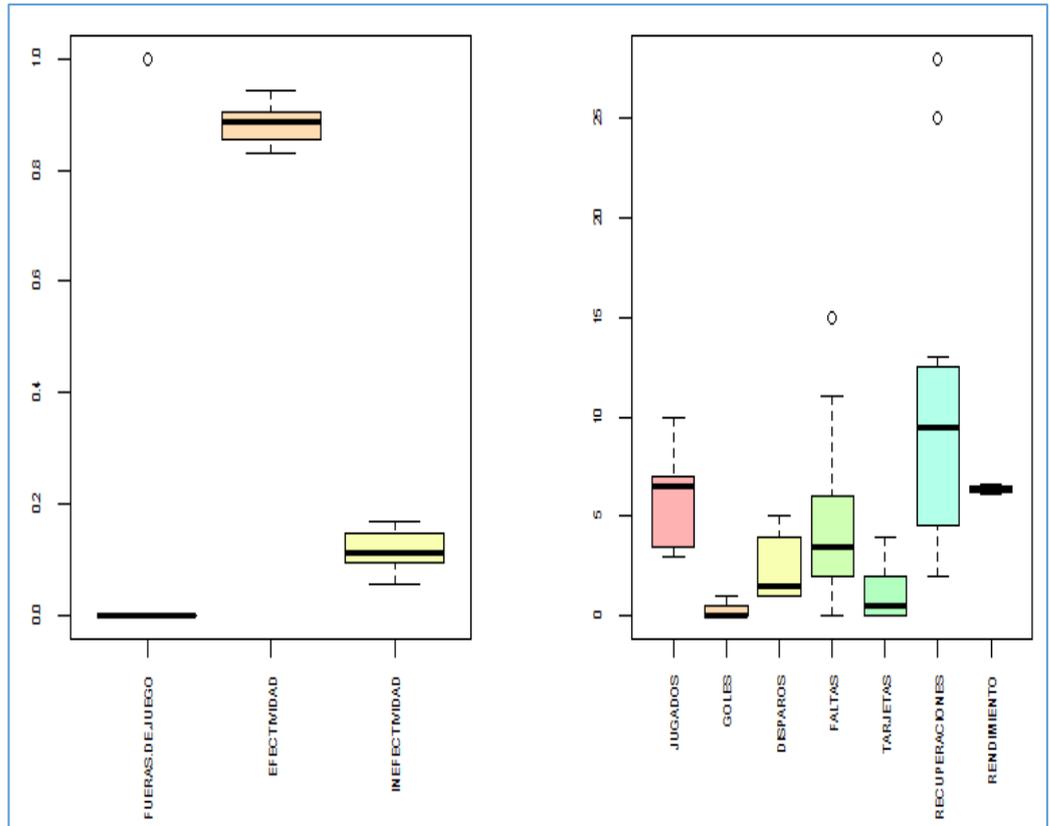


Gráfico 3.2: Diagrama de Cajas – Defensa

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

Por su parte en el Gráfico 3.3 se observan valores aberrantes en las variables correspondientes a: fuera de juego debido a que hubo una sola posición adelantada por parte de un jugador, como también en las variables recuperaciones de balón y faltas, ya que estas observaciones atípicas aparecen debido a que ciertos jugadores realizaron un número mayor de recuperaciones y faltas que los demás. Con relación a las otras variables se observa que no existe mayor variabilidad entre las observaciones.

3.1.4 Volante

Tabla 4: Estadísticas Descriptivas – Volante

Variables	Min	Q1	Q2	Media	Q3	Max	Desv. Estándar
Edad	20	24.5	27	22.27	30.5	35	4.21
Partidos Jugados	2	4.5	7	6.06	7	10	2.63
Goles	0	0	0	0.4	1	2	0.63
Disparos	0	1	3	3.06	4.5	8	2.25
Faltas realizadas	0	2	5	7	10	19	5.79
Tarjetas	0	1	1	1.4	1.5	4	1.29
Fuera de Juego	0	0	0	0.7	0	8	2.08
Recuperaciones	1	5.5	8	9.1	13	19	5.83
Pases Correctos	7	70.5	123	159	211	397	122.33
Pases Incorrectos	2	13	18	25	29	79	20.09
Rendimiento	5.97	6.15	6.36	6.36	6.46	7.27	0.32

*Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.
Elaboración propia*

En la Tabla 4 se muestra estadísticas descriptivas respecto a los jugadores que ocupan la posición de volante; a modo de interpretación se tiene que la edad de los deportistas oscila entre 20 y 35 años, en promedio las edades se encuentran entre 22.27 ± 4.21 años.

Mientras en el aspecto técnico-táctico han disputado mínimo 2 y máximo 10 partidos, tienen en promedio de 6 partidos disputados, el 25 % han jugado 5 partidos o menos, el 75 % han disputado 7 partidos o menos. Los volantes tienen diferentes funciones tanto en defensa como en ataque, esto dependiendo donde se ubican en el campo de juego; referente al aspecto defensivo han ejecutado como máximo 79 recuperaciones, donde el 25 % han realizado menos de 6 recuperaciones, el 50 % menos de 8 y el 75 % menos 13; han cometido hasta 19 faltas, con un promedio 7 y desviación estándar de 5.79 faltas.

Además realizaron un promedio de 159 pases correctos y 25 pases incorrectos, el 25 % de los jugadores a lo mucho realizaron 70.25 pases correctos y 13 incorrectos; el 50% tuvo como máximo 123 pases correctos y 18 incorrectos; y el 75 % ejecuto 211 pases correctos y 29 pases incorrectos como máximo.

Por último el 25% tiene un rendimiento menor o igual a 6.15; el 50% tiene un rendimiento menor a 6.36 y el 75% de los jugadores su rendimiento es menor o igual a 6.45, con promedio y desviación estándar de 6.357 ± 0.32 .

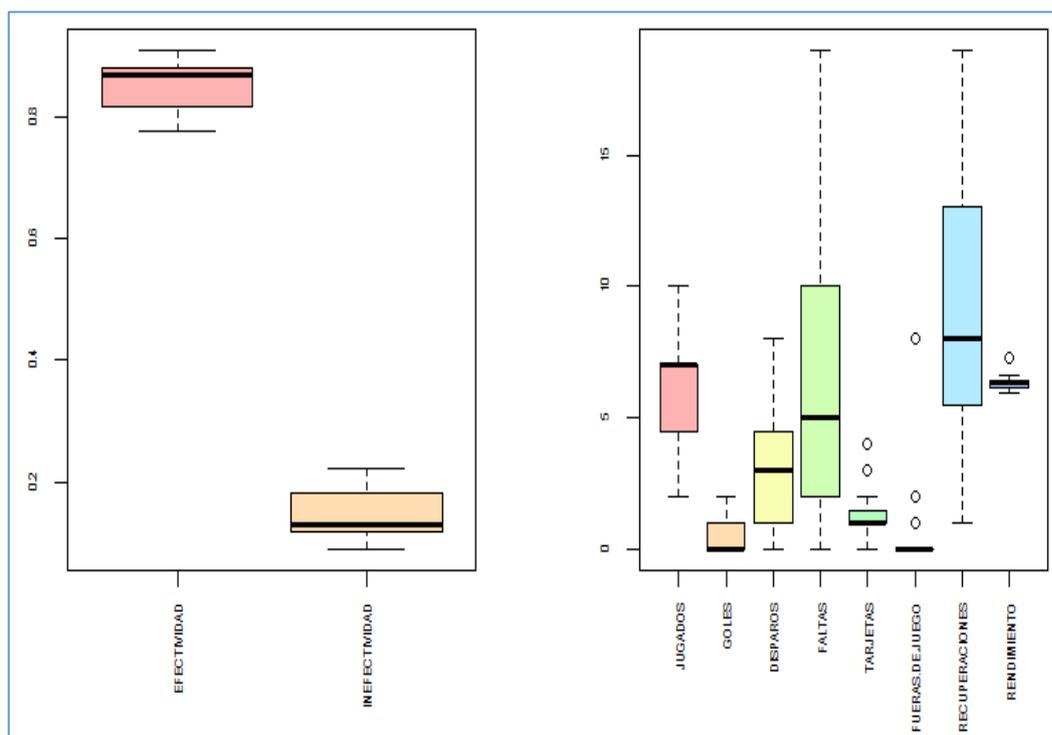


Gráfico 3.3: Diagrama de Cajas – Volante
 Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

En el Gráfico 3.4 notamos la presencia de datos aberrantes en las variables rendimiento y faltas recibidas. Con respecto al rendimiento se observa que no hay variabilidad entre ellos y por otro lado, las tarjetas recibidas la mayoría tiene 1 o 2 amonestaciones, sin embargo hay jugadores que no tuvieron ninguna y otros máximo 3 tarjetas.

Por otro lado se observa variabilidad en las variables: recuperaciones de balón y faltas realizadas. Como dato adicional se observa que los jugadores que se desempeñan en esta posición fueron muy efectivos al realizar los pases.

3.1.5 Delanteros

Tabla 5: Estadísticas Descriptivas – Delanteros

Variables	Min	Q1	Q2	Media	Q3	Max	Desv. Estándar
Edad	22	23	24	25.58	26.25	34	4.21
Partidos Jugados	2	4	5	5.33	7.25	10	2.46
Goles	0	0	0	1.08	2	6	1.78
Disparos	0	3	4.5	8.2	9.5	27	8.58
Faltas realizadas	1	2	6	7	10	19	5.87
Tarjetas	0	0	0	0.83	1.25	4	1.40
Fuera de Juego	0	1	1	1.58	1.75	6	1.73
Recuperaciones	2	4.75	9.5	10.75	1.25	6	1.9
Pases Correctos	1	29.25	50	46	59.25	96	26.62
Pases Incorrectos	2	6.75	11.5	12.58	15.75	36	9.49
Rendimiento	5.78	6.01	6.25	6.24	6.45	6.9	0.32

*Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.
Elaboración propia*

La tabla 5, a modo de interpretación en cuanto al aspecto técnico-táctico de los jugadores que se ubican como delanteros se los destaca por los goles anotados para ayudar a que el equipo consiga una victoria y por las ocasiones de gol que generan, en consecuencia se obtuvo los siguientes resultados: han convertido un promedio de 1 gol con desviación estándar de 1.78 goles; han efectuado hasta 27 disparos, en promedio alrededor de 8 disparos.

Por otro lado efectuaron en promedio 46 pases correctos y alrededor de 13 pases incorrectos, el 25 % a lo mucho ejecuto 29 pases correctos y alrededor de 7 incorrectos; el 50 % efectuó 50 pases correctos y 11 incorrectos, y el 75 % alrededor de 59 pases correctos y 16 incorrectos.

Finalmente en cuanto al rendimiento durante el torneo el 25 % de los delanteros obtuvo un rendimiento menor o igual a 6, el 50% un rendimiento menor a 6.25 y el 75% menor o igual a 6.45 además, el rendimiento promedio fue 6.242 ± 0.32 .

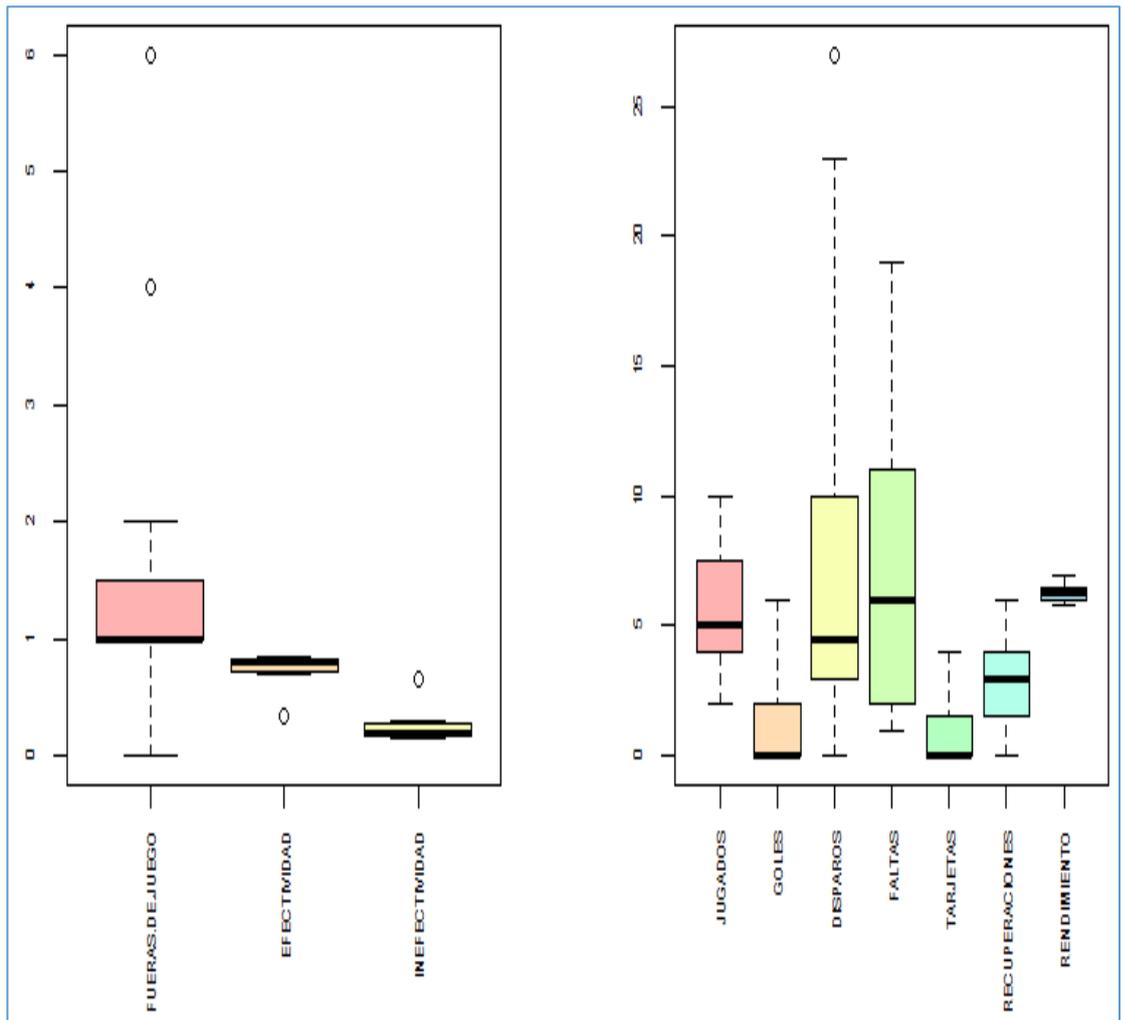


Gráfico 3.4: Diagrama de Cajas – Delantero

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

El Gráfico 3.5, muestra que existen datos atípicos en las variables fuera de juego esto debido a los constantes intentos por parte del delantero en convertir goles, disparos, efectividad e inefectividad, además se observa que hay variabilidad en las variables disparos efectuados y faltas realizadas.

3.2 Correlación

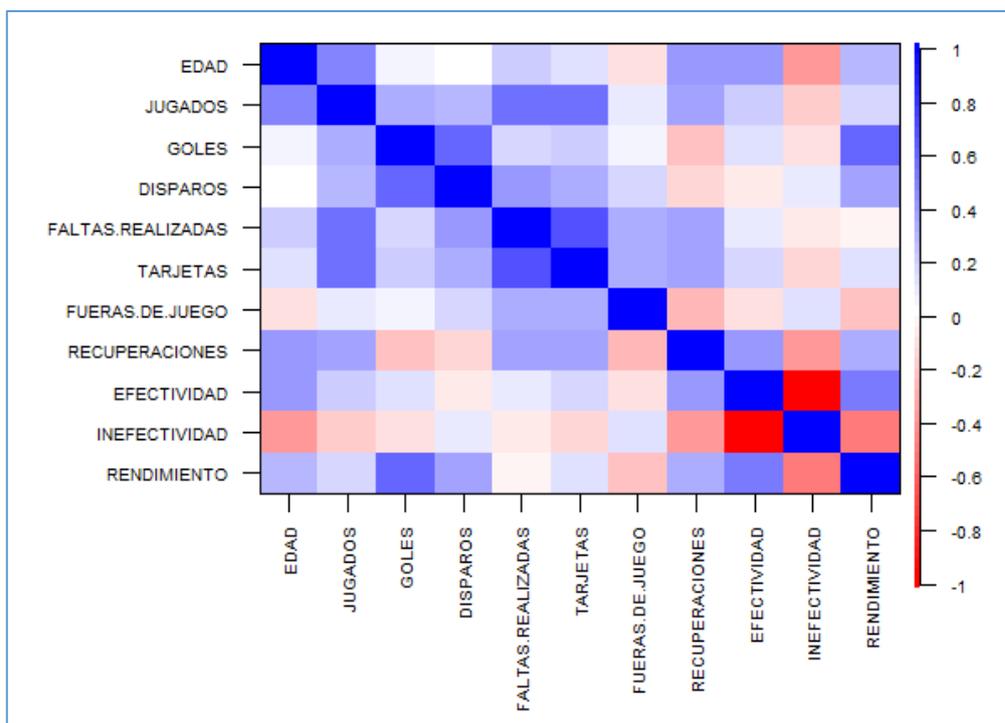


Gráfico 3.5: Correlación variables Técnico – Táctico

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

El Gráfico 3.6 muestra la correlación que existe entre cada par de variables siendo las que tienen mayor correlación positiva las de color azul y sus derivados y correlación inversa o negativa las de color rojo y sus derivados así mismo, sin ningún tipo de relación las de color blanco.

Para el presente estudio nos interesa conocer las componentes que tienen mayor relación sea positiva o negativa con el rendimiento del jugador por consiguiente, las variables con mayor relación positiva son los goles marcados, la efectividad en los pases disparos realizados y recuperaciones de balón. Por otro lado las componentes que tienen relación negativa son inefectividad al efectuar pases y las veces en que el jugador queda fuera de juego así mismo, las componentes sin ninguna relación son las faltas cometidas.

Por último hay componentes que presentan relación positiva entre sí como: las faltas realizadas y tarjetas recibidas con los partidos jugados; y con relación inversa la efectividad con la inefectividad.

3.3 Análisis Bivariado

3.3.1 Recuperación de Balón vs Rendimiento

El gráfico 3.7 muestra que los datos correspondientes a las recuperaciones de balón con el rendimiento de los jugadores de acuerdo a la posición donde se ubican, como resultado se obtuvo que los datos pueden ajustarse por medio de modelos lineales con pendientes positivas es decir, mientras más recuperaciones de balón realice el jugador su rendimiento aumenta.

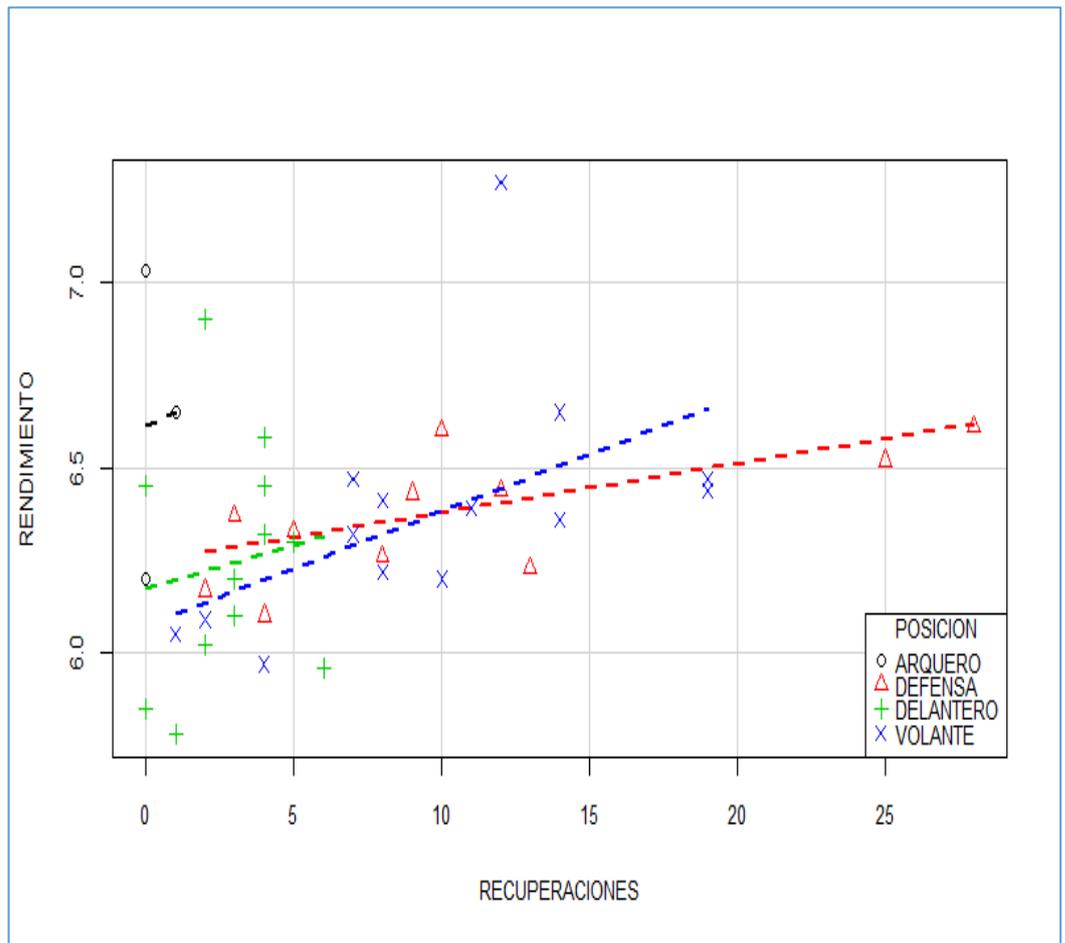


Gráfico 3.6: Recuperación de Balón vs Rendimiento.

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

3.3.2 Faltas Realizadas vs Rendimiento

En el gráfico 3.8 se observan datos referentes a faltas cometidas y el rendimiento de los jugadores de acuerdo a la posición en el campo de juego; en conclusión se obtuvo que cuando el jugador se ubica como arquero o volante tienen pendientes negativas es decir, mientras más faltas comete el rendimiento promedio del jugador disminuye; caso contrario si se ubican en el puesto de defensa o delantero.

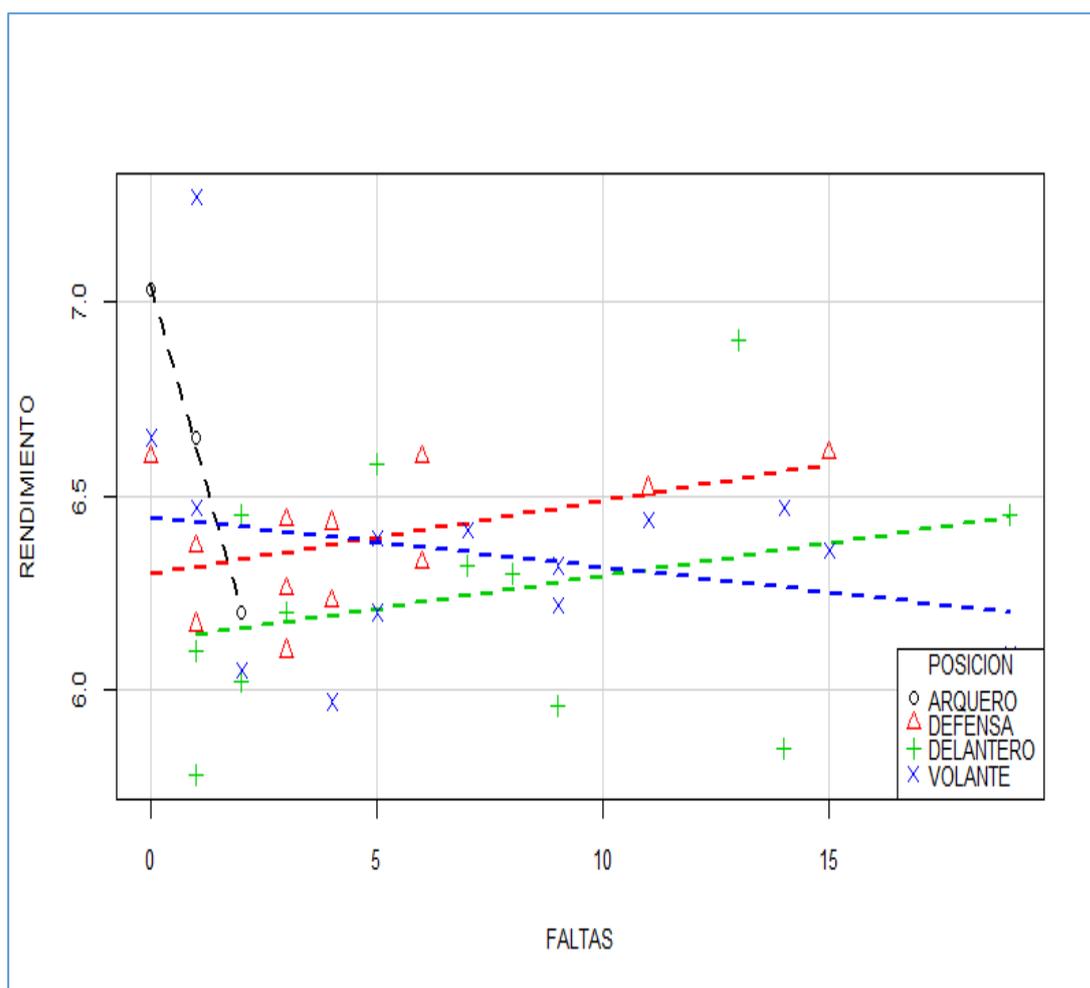


Gráfico 3.7: Faltas Realizadas vs Rendimiento.

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

3.3.3 Disparo vs Rendimiento

El gráfico 3.9 muestra que las observaciones pertinentes a disparos realizados y el rendimiento de los jugadores en las diferentes posiciones pueden ser ajustados por modelos lineales con pendientes positivas por lo tanto es decir, mientras más disparos tenga el jugador su rendimiento aumenta, esto se da con mayor frecuencia en los volantes y delanteros que son los que tienen mayor opción de disparar al arco.

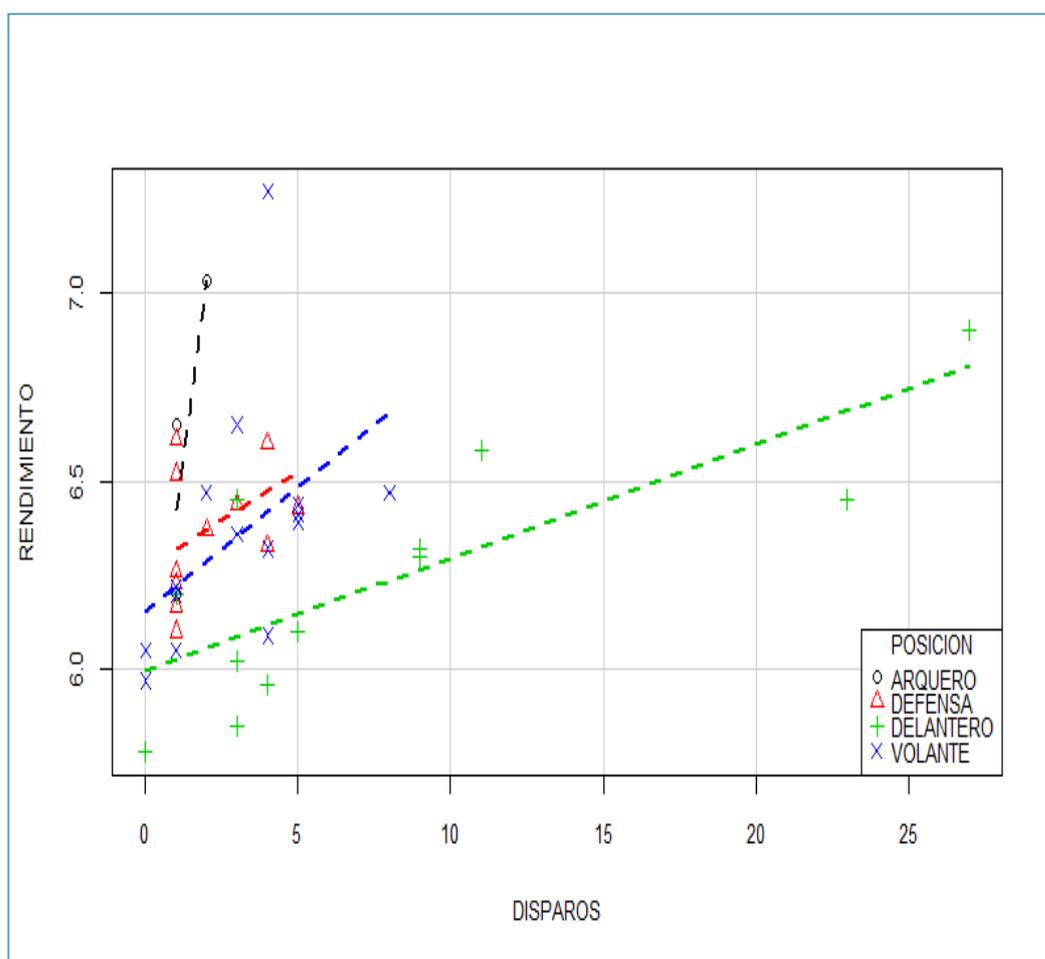


Gráfico 3.8: Disparos vs Rendimiento.

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

3.3.4 Efectividad vs Rendimiento

El Gráfico 3.10 muestra los datos correspondientes a la efectividad al realizar pases con el rendimiento de los jugadores en las diferentes posiciones, teniendo como resultado que se los puede ajustar como modelos lineales con pendientes positivas por lo tanto, esto significa que existe relación positiva entre las variables es decir, mientras mayor efectividad en los pases tenga un jugador su rendimiento aumenta.

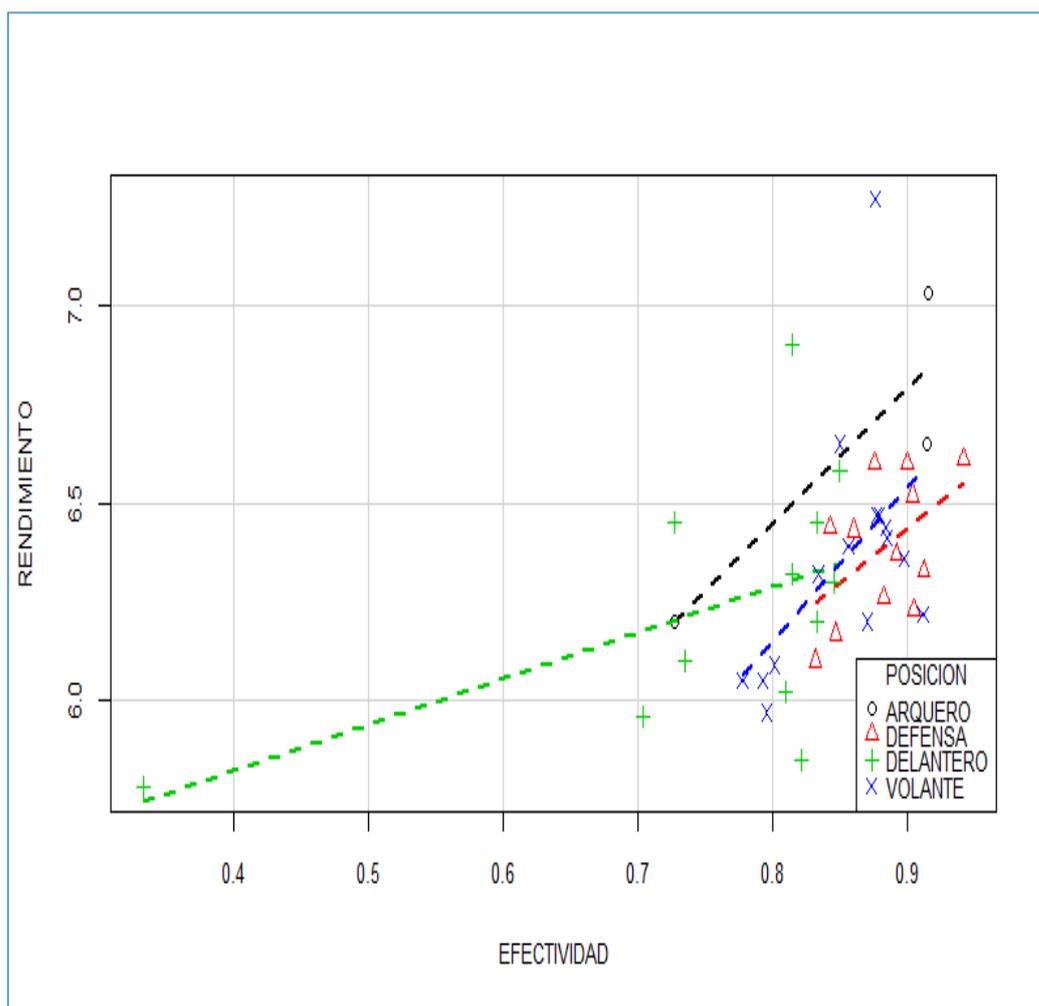


Gráfico 3.9: Efectividad en Pases vs Rendimiento.

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

3.3.5 Inefectividad vs Rendimiento

El Gráfico 3.11 muestra la relación existente entre el rendimiento y la mala ejecución al realizar los pases, donde se puede decir que mientras mayor porcentaje de pases incorrectos tenga el individuo su rendimiento promedio disminuye esto sin importar la posición en que se ubique dentro del campo de juego.

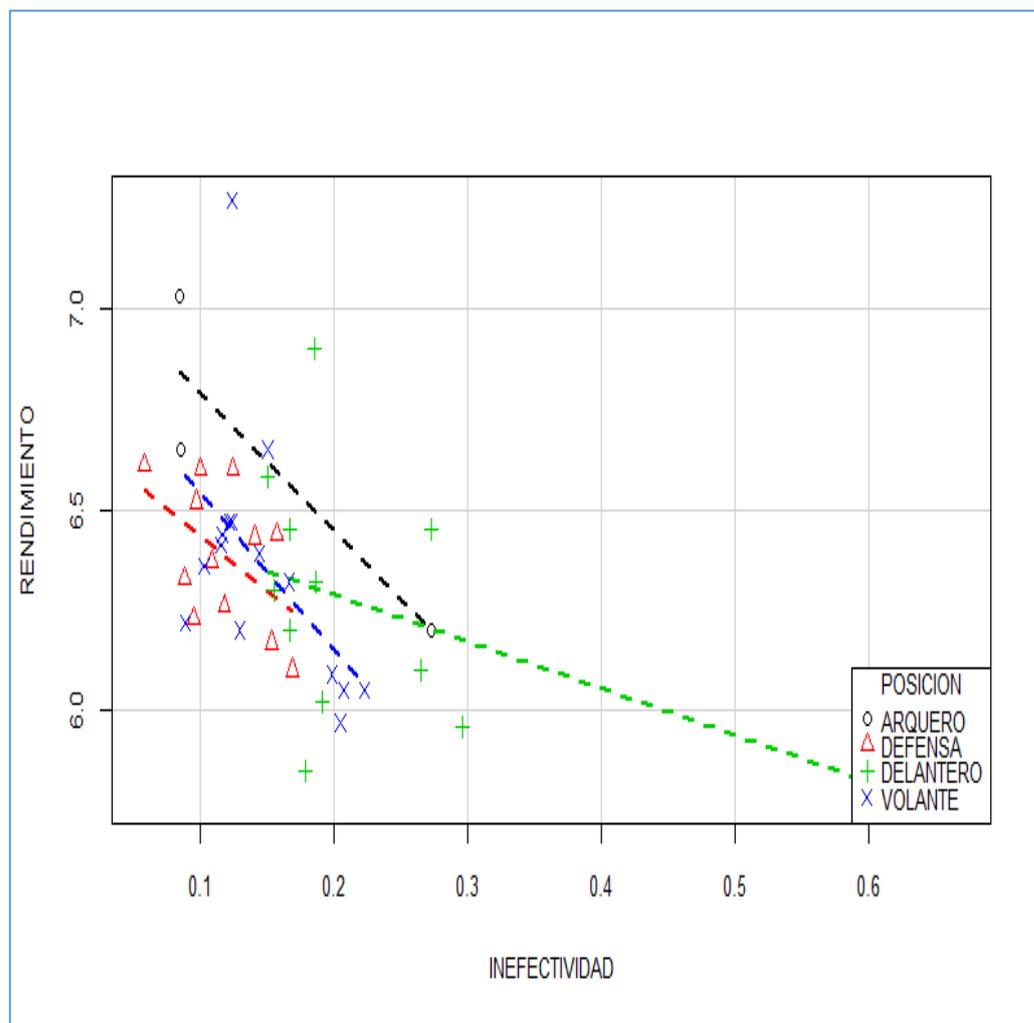


Gráfico 3.10: Inefectividad en Pases vs Rendimiento.

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

3.3.6 Edad vs Rendimiento

En el siguiente gráfico se muestra la relación entre la edad y el rendimiento del jugador de acuerdo al rol dentro del campo de juego, se observa para el caso de arqueros, defensas y volantes que a mayor edad su rendimiento promedio aumenta, mientras en los delanteros se tiene que a mayor edad su rendimiento disminuye.

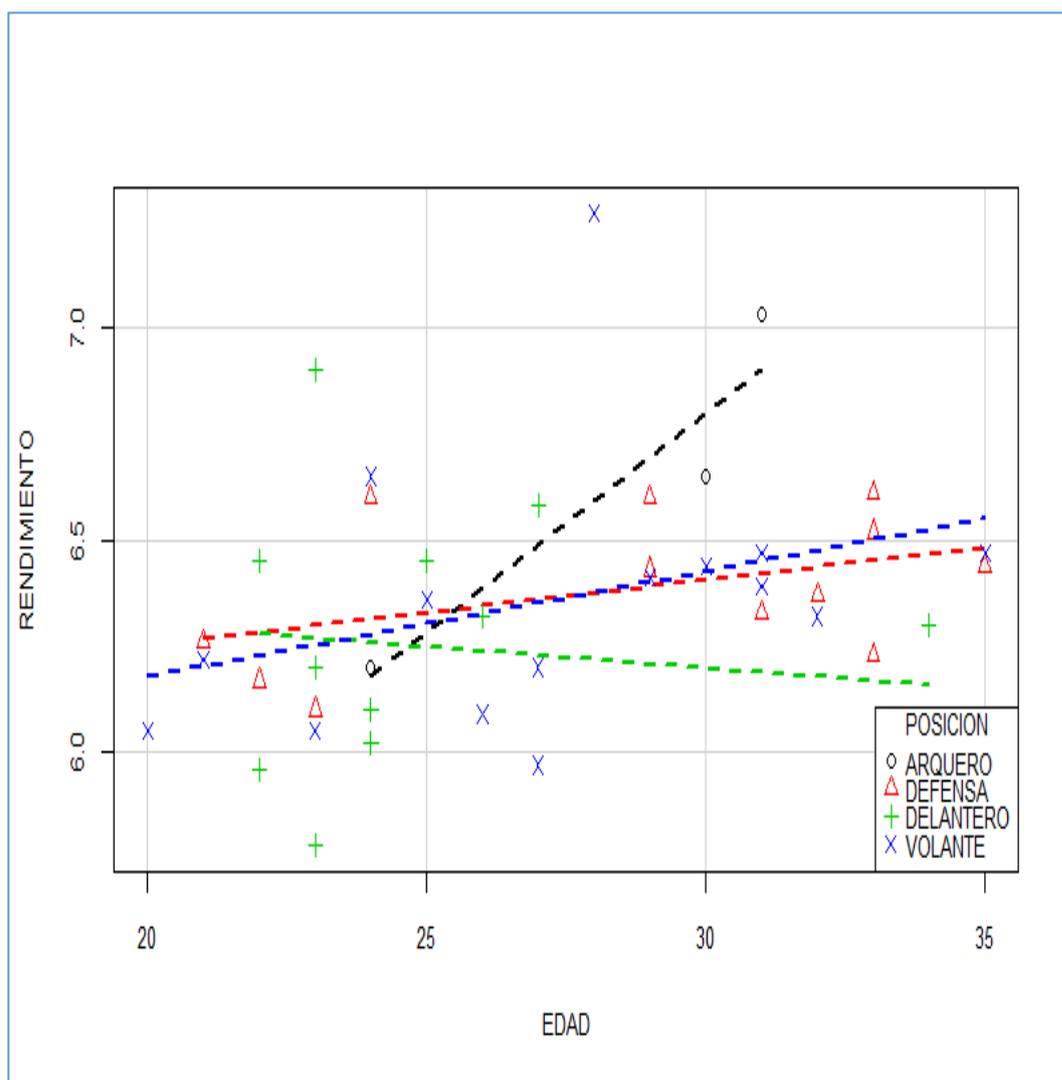


Gráfico 3.11: Edad vs Rendimiento.

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.

3.4 Análisis Especializado

Para la realización del modelo con efectos mixtos se comprobó que la variable dependiente (rendimiento) debe seguir una distribución normal, para escoger el mejor modelo que se ajuste a los datos se utilizó el criterio del AIC; además se realizó la estimación de los respectivos parámetros de regresión (betas, alphas) mediante dos procedimientos; el primero mediante máxima verosimilitud restringida (REML) y el segundo por el método de máxima verosimilitud (ML).

3.4.1 Prueba de Normalidad

Para determinar si la variable de respuesta sigue una distribución normal se realizó el test de normalidad Shapiro Wilk que plantea la siguiente hipótesis:

H_0 : La población proviene de una distribución normal

vs

H_1 : La población no proviene de una distribución normal

```
Shapiro-Wilk normality test
data:  PROM
W = 0.9603, p-value = 0.1509
```

Como resultado del test de Normalidad Shapiro Wilk, se obtuvo un valor p mayor a 0.05 en consecuencia, se acepta la hipótesis nula que indica que los datos siguen una distribución normal.

3.4.2 Modelo con efectos mixtos.

Una vez comprobado que la variable dependiente sigue una distribución normal se plantearon diferentes modelos mediante los métodos REML y ML para la estimación de los parámetros, el modelo a elegir se la realizó de acuerdo al criterio del AIC, que consiste en elegir al que tenga el menor valor.

Los parámetros a estimar son los siguientes:

- β_0, β : Efectos fijos del modelo.
- α_i, u_i : Efectos aleatorios del modelo

3.4.3 Estimación por Máxima Verosimilitud Restringida (REML)

Tabla 6: Modelos postulados método REML

Modelos	Df	AIC	BIC
$r_i = \beta_0 + \alpha_i$	3	26.8	31.94
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})d$	6	28.26	38.39
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})f$	6	39.48	49.61
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})rc$	10	34.9	45.03
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})f$	10	32.06	48.69
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})d$	10	23.22	39.85
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})rc$	10	33.44	50.08
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})d + (\beta_2 + u_{2i})f$	10	40.24	56.87
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})d + (\beta_2 + u_{2i})rc$	10	35.87	52.5
$r_i\beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})f + (\beta_2 + u_{2i})rc$	10	47.23	63.86
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})f + (\beta_3 + u_{3i})d$	15	34.55	59.11
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})d + (\beta_3 + u_{3i})rc$	15	36.49	61.05
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})rc + (\beta_2 + u_{2i})f + (\beta_3 + u_{3i})d$	15	43.81	68.36
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})f + (\beta_3 + u_{3i})rc$	15	48.21	72.77
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})f + (\beta_3 + u_{3i})rc$ + $(\beta_4 + u_{4i})d$	21	44.29	78.11

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.
Elaboración propia

De acuerdo con el criterio del AIC se escoge el modelo 6 con valor de AIC igual a 23.22 y se presentan a continuación las respectivas estimaciones de los parámetros.

Tabla 7: Estimación de parámetros de efectos fijos

Parámetros	Valor	Std Error	Df	T	Valor p
Intercepto	4.47	0.511	36	8.747	0
Efectividad	2.089	0.677	36	3.117	0.0036
Disparos	0.014	0.011	36	3.699	0.0007

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.
Elaboración propia

Tabla 8: Estimación de parámetros de efectos aleatorios

Posición	Intercepto	Efectividad	Disparos
Defensa	0.084	-0.116	-0.0014
Delantero	0.858	-1.186	-0.0146
Arquero	-1	1.388	0.0171
Volante	0.061	-0.085	-0.001

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.
Elaboración propia

- Arquero
 $r = 4.47 - 1 + (2.09 + 1.39)e + (0.04 + 0.017)d$
- Defensa
 $r = 4.47 + 0.08 + (2.09 - 0.11)e + (0.04 - 0.001)d$
- Volante
 $r = 4.47 + 0.06 + (2.09 - 0.085)e + (0.04 - 0.001)d$
- Delantero
 $r = 4.47 + 0.85 + (2.09 - 1.18)e + (0.04 - 0.01)d$

El rendimiento promedio de los futbolistas es 4.47, cuando el futbolista juega en la posición de arquero su rendimiento promedio es 3.47, si el deportista se desempeña como defensa el rendimiento promedio es 4.55, si es volante el rendimiento promedio es 4.53 y si el jugador cumple la función de delantero el rendimiento promedio aumenta en 0.85 es decir es 5.32.

Por cada unidad que aumente el porcentaje de efectividad de pases aumenta en promedio 0.0209 al rendimiento del jugador, de la misma manera si es arquero aumenta al rendimiento 0.0348, si es defensa aumenta 0.0198, si es volante aumenta en 0.02 al promedio del jugador y si es delantero aumenta 0.0091.

Por cada disparo que realice al arco contrario en promedio aumenta 0.04 al rendimiento promedio; pero si es arquero aumenta 0.057, defensa o volante aumenta 0.039 y si es delantero aumenta 0.03 al promedio del rendimiento.

3.4.4 Estimación por Máxima Verosimilitud (ML)

Tabla 9: Modelos postulados método ML

Modelos	Df	AIC	BIC
$r_i = \beta_0 + \alpha_i$	3	22.47	27.16
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})d$	6	18.73	29.15
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})f$	6	28.07	38.49
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})rc$	6	23.09	33.52
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})f$	10	21.07	38.44
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})d$	10	12.15	29.52
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})rc$	10	21.54	38.92
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})d + (\beta_2 + u_{2i})f$	10	23.79	41.16
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})d + (\beta_2 + u_{2i})rc$	10	17.54	34.91
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})f + (\beta_2 + u_{2i})rc$	10	28.37	45.75
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})f + (\beta_3 + u_{3i})d$	15	15.75	41.82
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})d + (\beta_3 + u_{3i})rc$	15	16.06	42.12
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})rc + (\beta_2 + u_{2i})f + (\beta_3 + u_{3i})d$	15	16.64	42.7
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})f + (\beta_3 + u_{3i})rc$	15	28.9	54.97
$r_i = \beta_0 + \alpha_i + (\beta_1 + u_{1i})e + (\beta_2 + u_{2i})f + (\beta_3 + u_{3i})rc$ $+ + (\beta_4 + u_{4i})d$	21	14.4	50.98

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.
Elaboración propia

De acuerdo con el criterio del AIC se escoge el modelo 6 con valor de AIC igual a 12.15 y se presentan a continuación las respectivas estimaciones de los parámetros.

Tabla 10: Estimación de parámetros de efectos fijos

Parámetros	Valor	Std Error	Df	T	Valor p
Intercepto	4.457	0.473	36	9.404	0
Efectividad	2.13	0.613	36	3.475	0.0013
Disparos	0.03	0.007	36	4.211	0.0002

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.
Elaboración propia

Tabla 11: Estimación de parámetros de efectos aleatorios

Posición	Intercepto	Efectividad	Disparos
Defensa	0.064	-0.089	-0.03
Delantero	0.839	-1.166	-0.003
Arquero	-0.894	1.243	0.004
Volante	-0.009	0.01	0.03

Fuente: Estadísticas - Gol y Fútbol – Copa Sudamericana.
Elaboración propia

- Arquero
 $r = 4.45 - 0.89 + (2.13 + 1.24)e + (0.03 + 0.004)d$
- Defensa
 $r = 4.45 + 0.064 + (2.13 - 0.08)e + (0.03)d$
- Volante
 $r = 4.45 - 0.009 + (2.13 - 0.012)e + (0.03)d$
- Delantero
 $r = 4.45 + 0.83 + (2.13 - 1.16)e + (0.03 - 0.003)d$

El rendimiento promedio de los futbolistas es 4.45, cuando el futbolista juega en la posición de arquero rendimiento promedio es 3.56, si el deportista se desempeña como defensa el rendimiento promedio es 4.51, si es volante 4.44 y si es delantero el rendimiento promedio es 5.28.

Por cada unidad que aumente el porcentaje de efectividad el rendimiento promedio aumenta 0.0213, de la misma manera si es arquero aumenta al rendimiento 0.0337, si es defensa aumenta 0.0205, si es volante aumenta 0.0212 y si es delantero aumenta en promedio 0.01.

Por cada disparo que realice al arco contrario en promedio aumenta 0.03 al rendimiento promedio; pero si es arquero aumenta 0.034, y si es delantero disminuye 0.027 al promedio del rendimiento.

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este proyecto tuvo como propósito identificar aquellos factores de tipo técnico – táctico que tienen algún tipo de incidencia sea positiva o negativa con el rendimiento del jugador.

Sobre todo, se pretendió identificar en qué posición tuvieron mayor peso los factores asociados con el rendimiento, los resultados obtenidos pueden servir de ayuda en el momento de armar un equipo ubicando a los jugadores de acuerdo al desempeño del componente técnico – táctico.

Como resultados importantes se tiene que los disparos, goles marcados y efectividad tienen afectación positiva con el desempeño del jugador, además que la ineffectividad en los pases y fuera de juego inciden de manera negativa con el rendimiento del jugador.

Las variables que resultaron significativas son los disparos efectuados y la eficacia al realizar los pases que afectan más cuando el jugador se desempeña en la posición de arquero e impactan menos cuando es delantero. Por su parte (Lebrato, 2015) indica que los volantes y defensas son los que más afectación tienen en los pases ya que son los que tienen mayor contacto con el balón, y de la misma manera los delanteros debido a su referencia en el campo de juego.

Además (José, 2003) en un estudio relacionado encontró como variables significativas al total de pases y la ineffectividad en los pases

4.1 Conclusiones

Los jugadores que más disparos y goles han ejecutado son los que se ubican en la posición de delantero además, el estudio revela que en las posiciones que más faltas se cometen son: zona de volantes y de delanteros que acumularon 19 faltas y un promedio de 7 durante la temporada; por otra parte los volantes generaron más pases correctos e incorrectos.

De acuerdo a la matriz de correlaciones las variables que tienen influencia positiva con el rendimiento del jugador son los goles marcados, disparos realizados y la efectividad en los pases; se debe agregar que las variables que inciden de manera negativa en el rendimiento son: la ineffectividad al realizar pases, y los fueros de juego. Así mismo, las variables que no tienen incidencia alguna con el rendimiento son las faltas cometidas y amonestaciones recibidas.

Las variables disparos, recuperaciones de balón y efectividad inciden positivamente en el rendimiento sin que la posición sea un factor determinante. Hay que mencionar que las faltas cometidas influyen de manera positiva cuando el jugador es defensa o delantero y de forma negativa cuando es arquero o volante.

Las variables que inciden en el rendimiento del jugador de acuerdo al modelo lineal de efectos mixtos son: la efectividad en los pases y los disparos efectuados al arco contrario. En cuanto a dichas variables afectan más cuando el jugador se desempeña en la posición de arquero e impacta menos cuando actúa como delantero.

4.2 Recomendaciones

Efectuar el estudio por partidos para determinar si las variables tienen la misma influencia por partido, debido a que en algunos casos se plantean juegos defensivos y en otros ofensivos.

Efectuar el estudio con más observaciones y en competiciones o torneos con mayor duración, esto para disminuir valores aberrantes.

En el caso en el modelo exista multicolinealidad escoger el modelo no solo por medio del AIC y BIC, también se debería tomar en cuenta la inflación de la varianza.

BIBLIOGRAFÍA

- Conmebol Sudamerica 2016. (2016). *Estadística Gol y Fútbol*. Obtenido de http://www.golyfutbol.com/Lab/html/v3/index.html?channel=deportes.futbol.sudamericana.364907&lang=es_LA
- Ditutor. (2015). *Medidas de posición*. Obtenido de http://www.ditutor.com/estadistica/medidas_posicion.html
- Ditutor. (2015). *Medidas de tendencia central*. Obtenido de http://www.ditutor.com/estadistica/medidas_centralizacion.html
- José, T. (2003). *Eficiencia de la ejecución de las acciones técnico - tácticas de juego en los partidos de fútbol soccer*.
- Lebrato. (2015). *Indicadores de rendimiento de futbolistas dependiendo de la demarcación*. scoutanalyse.
- Mohr Magny, K. P. (2003). *Match performance of high - standar soccer players with special reference to development of fatigue*. Journal Sports Sciences.
- Ojeda, L. (21 de Noviembre de 2010). *Los fundamentos del fútbol*. Obtenido de <http://losfundamentosdelfutbol.blogspot.com/2010/11/los-fundamentos-basicos-del-futbol.html>
- Oswaldo, N. (2015). *Análisis comparativo de modelos de respuesta al ítem explicativo*.
- Pedro, A. (2010 - 2011). *Modelo para datos de panel*.
- Reina Gomez, H. M. (2012). *Revisión de indicadores de rendimiento en fútbol*. Riccafd, 14.
- Seonane. (2014). *Modelos mixtos una guía para el usuario temeroso*. Etologuia.

ANEXOS

Anexo A: Código en R modelo con efectos mixtos.

```
datosfutbol=read.delim("clipboard",T)
library(nlme)
library(MASS)
str(datosfutbol)
attach(datosfutbol)
ctrl <- lmeControl(opt='optim')
shapiro.test(RENDIMIENTO)
```

Estimación mediante método RML

```
datos1=groupedData(RENDIMIENTO ~ DISPAROS|POSICION, datosfutbol)
plot(datos1,type="r",col="2")
modelo=lm(RENDIMIENTO ~ GOLES, data = datos[4:15,])
summary(modelo)
m1 = lme(RENDIMIENTO ~ DISPAROS, control = ctrl, method = "REML",
data = datos1)
summary(m1)
ranef(m1)
datos2=groupedData(RENDIMIENTO ~1 |POSICION, datosfutbol)
m2 = lme(RENDIMIENTO ~ 1, control = ctrl, method = "REML",data = datos2)
summary(m2)
datos3=groupedData(RENDIMIENTO ~ FALTAS.REALIZADAS|POSICION,
datos=datosfutbol)
m3 = lme(RENDIMIENTO ~ FALTAS.REALIZADAS, control = ctrl,
method = "REML", data = datos3)
summary(m3)
datos4=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD | POSICION, datosfutbol)
m4 = lme(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD, control = ctrl, method = "REML",
data = datos4)
summary(m4)
```

```

datos5=groupedData(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES | POSICION,
datosfutbol)
m5 = lme(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES, control = ctrl, method =
"REML",
data = datos5)
summary(m5)
datos6=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + FALTAS.REALIZADAS |
POSICION, datosfutbol)
m6 = lme(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + FALTAS.REALIZADAS, control =
ctrl,
method = "REML", data = datos6)
summary(m6)
datos7=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + DISPAROS |
POSICION, datosfutbol)
m7 = lme(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + DISPAROS, control = ctrl,
method = "REML", data = datos7)
summary(m7)
datos8=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + RECUPERACIONES |
POSICION, datosfutbol)
m8 = lme(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + RECUPERACIONES, control = ctrl,
method = "REML", data = datos8)
summary(m8)
datos9=groupedData(RENDIMIENTO ~ DISPAROS + FALTAS.REALIZADAS
|POSICION, datosfutbol)
m9 = lme(RENDIMIENTO ~ DISPAROS + FALTAS.REALIZADAS, control = ctrl,
method = "REML",data = datos9)
summary(m9)
datos10=groupedData(RENDIMIENTO ~ DISPAROS + RECUPERACIONES
|POSICION, datosfutbol)
m10 = lme(RENDIMIENTO ~ DISPAROS + RECUPERACIONES, control = ctrl,
method = "REML", data = datos10)
summary(m10)

```

```

datos11=groupedData(RENDIMIENTO ~ FALTAS.REALIZADAS +
RECUPERACIONES | POSICION, datosfutbol)
m11 = lme(RENDIMIENTO ~ FALTAS.REALIZADAS + RECUPERACIONES,
control = ctrl, method = "REML", data = datos11)
summary(m11)
datos12=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS | POSICION, datosfutbol)
m12 = lme(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS, control = ctrl, method = "REML", data = datos12)
summary(m12)
datos13=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + DISPAROS +
RECUPERACIONES | POSICION, datosfutbol)
m13 = lme(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + DISPAROS +
RECUPERACIONES, control = ctrl, method = "REML", data = datos13)
summary(m13)
datos14=groupedData(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS | POSICION,datosfutbol)
m14 = lme(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS, control = ctrl, method = "REML",data = datos14)
summary(m14)
datos15=groupedData(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS + EFECTIVIDAD | POSICION,datosfutbol)
m15 = lme(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS + EFECTIVIDAD, control = ctrl, method = "REML",
data = datos15)
summary(m15)
datos16=groupedData(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES +
FALTAS.REALIZADAS + EFECTIVIDAD | POSICION, datosfutbol)
m16 = lme(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES + FALTAS.REALIZADAS +
EFECTIVIDAD, control = ctrl, method = "REML", data = datos16)
summary(m16)
AIC(m1,m2,m3,m5,m6,m7,m8,m9,m10,m11,m12,m13,m14,m15,m16)
ranef(m7)

```

```
plot(m7)
summary(m7)
```

Estimación mediante método ML.

```
datos1=groupedData(RENDIMIENTO ~ DISPAROS | POSICION, datosfutbol)
mm1 = lme(RENDIMIENTO ~ DISPAROS, control = ctrl, method = "ML",
data = datos1)
summary(mm1)
ranef(mm1)
datos2=groupedData(RENDIMIENTO ~1 | POSICION, datosfutbol)
mm2 = lme(RENDIMIENTO ~ 1, control = ctrl, method = "ML", data = datos2)
summary(mm2)
datos3=groupedData(RENDIMIENTO ~ FALTAS.REALIZADAS | POSICION,
datosfutbol)
mm3 = lme(RENDIMIENTO ~ FALTAS.REALIZADAS, control = ctrl, method =
"ML", data = datos3)
summary(mm3)
datos4=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD | POSICION, datosfutbol)
mm4 = lme(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD, control = ctrl, method = "ML",
data = datos4)
summary(mm4)
datos5=groupedData(RENDIMIENTO~RECUPERACIONES|POSICION,datosfutbol)
mm5 = lme(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES, control = ctrl,
method = "ML",data = datos5)
summary(mm5)
datos6=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + FALTAS.REALIZADAS |
POSICION, datosfutbol)
mm6 = lme(RENDIMIENTO~EFECTIVIDAD+FALTAS.REALIZADAS, control =
ctrl,
method = "ML",data = datos6)
summary(mm6)
```

```

datos7=groupedData(RENDIMIENTO~
EFECTIVIDAD+DISPAROS|POSICION,datosfutbol)
mm7 = lme(RENDIMIENTO~EFECTIVIDAD+DISPAROS, control = ctrl,
          method = "ML",data = datos7)
summary(mm7)
datos8=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + RECUPERACIONES |
POSICION, datosfutbol)
mm8 = lme(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + RECUPERACIONES, control =
ctrl,
method = "ML",data = datos8)
summary(mm8)
datos9=groupedData(RENDIMIENTO ~ DISPAROS + FALTAS.REALIZADAS |
POSICION, datosfutbol)
mm9 = lme(RENDIMIENTO ~ DISPAROS + FALTAS.REALIZADAS, control = ctrl,
method = "ML",data = datos9)
summary(mm9)
datos10=groupedData(RENDIMIENTO ~ DISPAROS + RECUPERACIONES |
POSICION, datosfutbol)
mm10 = lme(RENDIMIENTO ~ DISPAROS + RECUPERACIONES, control = ctrl,
method = "ML",data = datos10)
summary(mm10)
datos11=groupedData(RENDIMIENTO ~ FALTAS.REALIZADAS +
RECUPERACIONES | POSICION, datosfutbol)
mm11 = lme(RENDIMIENTO ~ FALTAS.REALIZADAS + RECUPERACIONES,
control = ctrl, method = "ML",data = datos11)
summary(mm11)
datos12=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS | POSICION, datosfutbol)
mm12 = lme(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS, control = ctrl, method = "ML", data = datos12)
summary(mm12)
datos13=groupedData(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + DISPAROS +
RECUPERACIONES | POSICION, datosfutbol)

```

```

mm13 = lme(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD + DISPAROS +
RECUPERACIONES, control = ctrl, method = "ML", data = datos13)
summary(mm13)
datos14=groupedData(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS | POSICION, datosfutbol)
mm14 = lme(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS, control = ctrl, method = "ML", data = datos14)
summary(mm14)
datos15=groupedData(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES + DISPAROS +
FALTAS.REALIZADAS + EFECTIVIDAD | POSICION, datosfutbol)
mm15 =
lme(RENDIMIENTO~RECUPERACIONES+DISPAROS+FALTAS.REALIZADAS+
EFECTIVIDAD, control = ctrl,
      method = "ML",data = datos15)
summary(mm15)
datos16=groupedData(RENDIMIENTO~
RECUPERACIONES+FALTAS.REALIZADAS+EFECTIVIDAD|POSICION,datosfut
bol)
mm16 =
lme(RENDIMIENTO~RECUPERACIONES+FALTAS.REALIZADAS+EFECTIVIDA
D, control = ctrl,
      method = "ML",data = datos16)
summary(mm16)
AIC(mm1,mm2,mm3,mm5,mm6,mm7,mm8,mm9,mm10,mm11,mm12,mm13,mm1
4,mm15,mm16)

```

Anexo B: Código en R gráficos dispersión por grupos.

```

library(car)
par(mfrow=c(1,1))
scatterplot(RENDIMIENTO ~ RECUPERACIONES | POSICION, data=datosfutbol,
cex.axis=0.8, lwd=2, lty=2, cex.lab=0.8, smoother=T, legend.coords="bottomright")
scatterplot(RENDIMIENTO ~ DISPAROS | POSICION, data=datosfutbol,
cex.axis=0.8, lwd=2, lty=2, cex.lab=0.8, smoother=T, legend.coords="bottomright")

```

```
scatterplot(RENDIMIENTO ~ FALTAS | POSICION, data=datosfutbol,
cex.axis=0.8, lwd=2, lty=2, cex.lab=0.8, smoother=T, legend.coords="bottomright")
scatterplot(RENDIMIENTO ~ EFECTIVIDAD | POSICION, data=datosfutbol,
cex.axis=0.8, lwd=2, lty=2, cex.lab=0.8, smoother=T, legend.coords="bottomright")
scatterplot(RENDIMIENTO ~ INEFECTIVIDAD | POSICION,
data=datosfutbol,cex.axis=0.8, lwd=2, lty=2, cex.lab=0.8, smoother=T,
legend.coords="bottomright")
scatterplot(RENDIMIENTO ~ EDAD | POSICION, data=datosfutbol, cex.axis=0.8,
lwd=2, lty=2, cex.lab=0.8, smoother=T, legend.coords="bottomright")
```