



Efecto del ingreso sobre el rendimiento de las selecciones nacionales de futbol masculino.

Tesis para optar al grado de
Magíster en análisis económico.

Alumno: Patricio Andrés Rubilar Arancibia.

Profesor guía: Roberto Jaime Álvarez Espinoza.

Santiago, junio 2021

Índice

1. Introducción	2
2. Literatura	8
3. Datos	11
4. Metodología y Modelo	13
5. Resultados	16
6. Conclusiones	20
7. Referencias	23
Anexo	25
I. FIFA	25
II. IMC	27
III. Edad jugadores	28
IV. Cobertura de rezago	29
Apéndice	30
I. Apéndice A	30
II. Apéndice B	31
III. Apéndice C	32
IV. Apéndice D	36
V. Apéndice E	37

1. Introducción

El fútbol es uno de los deportes más seguidos a nivel mundial. Una muestra de esto es la audiencia que logró la edición 21 de la Copa Mundial de Fútbol, organizada por la Federación Internacional de Asociaciones de Fútbol (FIFA¹) celebrada en Rusia y que fue seguida por más de 3 mil millones de espectadores².

El presidente de la FIFA Giovanni Infantino realizó una presentación en la sesión de líderes del G20 titulada “The power of football”³ (El poder del fútbol) donde muestra la contribución del fútbol en diversos sectores de la sociedad. Por ejemplo, indica que el fútbol tiene una producción bruta de 200 mil millones de dólares y un valor agregado bruto de 130 mil millones de dólares. Por lo que la economía del fútbol es equivalente a un país de ingresos mediano-grande.

El fútbol está en constante desarrollo y va conquistando cada uno de los rincones del planeta, una muestra de esto es que la FIFA pasó de ser una federación de 7 asociados en 1904 a 211 asociados en 2019. Por lo que el fútbol es un campo muy interesante de estudiar y analizar.

Este estudio se enfocará en analizar el rendimiento de las selecciones de fútbol. Particularmente en cuál es el efecto de aumentos en el ingreso sobre el rendimiento de las selecciones nacionales de fútbol masculino.

El enfoque se plantea debido a acontecimientos poco frecuentes que ocurrieron en la última década en el fútbol de selecciones. El hecho más particular que ocurrió fue que en la última década cinco países fueron campeones de sus respectivas confederaciones por primera vez en su historia⁴. Por otro lado, también está el caso de países que eran participantes seguros de la Copa Mundial de Fútbol que no clasificaron para la última edición⁵. Dados estos acontecimientos surgen las preguntas ¿Qué puede

¹ Para más detalles de la FIFA ver Anexo I

² <https://es.fifa.com/worldcup/news/mas-de-la-mitad-del-planeta-disfruto-de-un-mundial-incomparable-en-2018>

³ Discurso completo en <https://img.fifa.com/image/upload/gum06wkig0qvkb8pk7rg.pdf>

⁴ Qatar campeón copa Asiática 2019, Portugal campeón Eurocopa 2016, Chile campeón copa América 2015, Tahití campeón copa Oceanía 2012 y Zambia campeón copa Africana 2012.

⁵ Estados Unidos, Países bajos e Italia entre otros.

explicar estos hechos poco frecuentes en el fútbol? ¿Estarán estos acontecimientos relacionados a aumentos en el ingreso nacional?

Luego de 115 años el fútbol se ha ido desarrollando y modificando con el pasar de los años, al igual que sus reglas, jugadores, instituciones, fanática y todo lo que envuelve este deporte. Estos cambios que se han generado en el fútbol y su entorno a lo largo del tiempo pueden explicar los hechos poco frecuentes que han ocurrido.

A continuación, se explican las variables principales que se abordarán en este documento para explicar los acontecimientos poco frecuentes asociados al rendimiento de las selecciones nacionales de fútbol.

- **Condiciones Físicas:** Esta variable hace referencia a que los jugadores de fútbol han ido convergiendo a condiciones físicas⁶ similares, equiparando a las selecciones que con anterioridad estaban mucho físicamente de las otras.
- **Habilidades:** Esta variable hace referencia a que los jugadores de fútbol están convergiendo a habilidades similares. Esto genera que las selecciones de fútbol que antes no eran competitivas ya que no tenían habilidad para el fútbol estén mejorando y se estén acercando a las selecciones con más habilidades innatas o que llevan más años desarrollando.
- **Ingreso:** Esta variable hace referencia a que los países tienen mayores ingresos, generando así mejoras en el rendimiento acercándolos a los países más avanzados económicamente.
- **Institucionalidad:** Esta variable hace referencia a que los países realizan acciones que hacen que el rendimiento de las selecciones sea mejor, como infraestructura y programas enfocados en el fútbol, entre otros.

En este artículo se busca mostrar el efecto del ingreso sobre el rendimiento de las selecciones de fútbol masculino. El ingreso afecta a las variables de condiciones físicas e institucionalidad por lo que este efecto deberá ser separado antes de realizar un análisis.

En primer lugar, se debe determinar por qué el ingreso afecta a las variables de condiciones físicas e institucionalidad.

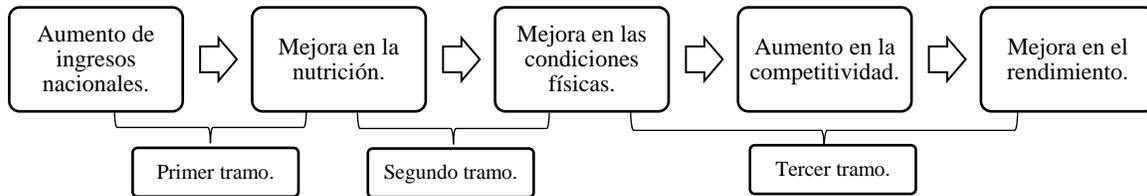
Primero resolveremos la pregunta ¿De dónde vienen las mejoras de las condiciones físicas? Para ver el efecto del ingreso sobre las condiciones físicas.

⁶ Altura, IMC, Peso, etc.

La literatura plantea que los aumentos en el ingreso nacional per cápita conducen a un mejor estado nutricional de los niños (Smith & Haddad, 2002).

Lo anteriormente expuesto nos lleva a pensar por lo tanto que el ingreso nacional per cápita afectara al rendimiento de las selecciones de futbol a través del canal de transmisión que se muestra en la Figura 1.

Figura 1: Canal de transmisión del ingreso sobre el rendimiento a través de condiciones físicas.



La Figura 1 muestra como el ingreso nacional afecta el rendimiento deportivo a través de mejoras en la nutrición que posteriormente afecta a las condiciones físicas de los jugadores de futbol mejorando así el rendimiento.

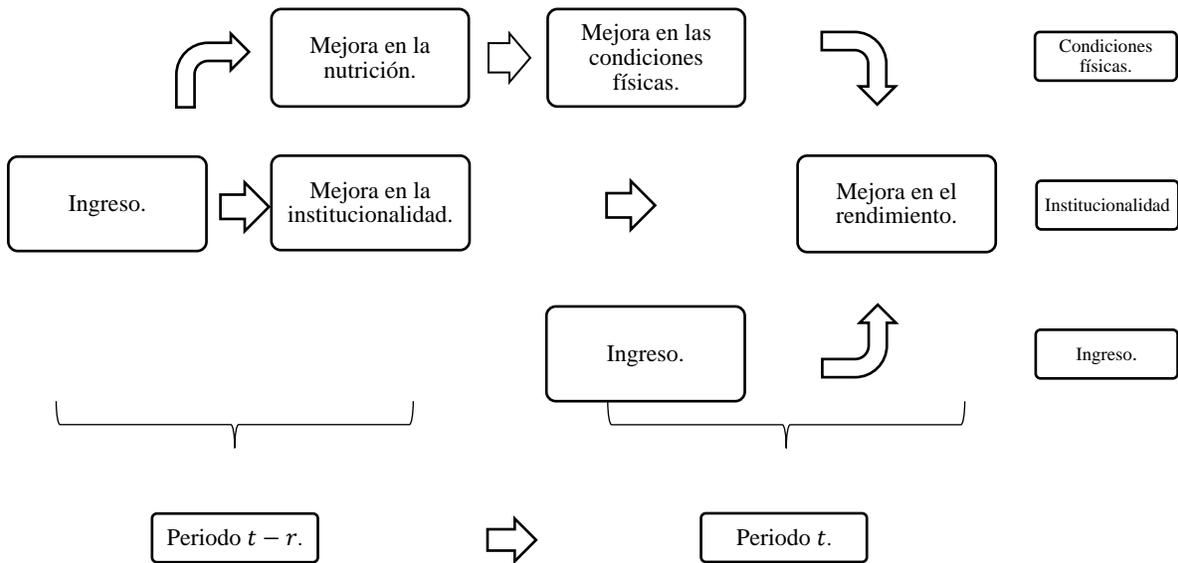
La variable de ingreso que se considera que tiene el efecto sobre las variables mencionadas es el ingreso rezagado, debido a que un aumento en el ingreso nacional hoy afectara por un lado el estado nutricional de los niños hoy para que en el futuro tengan una mejora en sus condiciones físicas. Y por otro lado un aumento en el ingreso nacional hoy permitirá realizar inversiones y mejorar la institucionalidad hoy lo que mostrará resultados más adelante.

En la Figura 2 se muestra la temporalidad del efecto del ingreso sobre el rendimiento a través de los canales planteados. Considerando esta figura se puede ver que en el canal de condiciones físicas tenemos la primera instancia del efecto del ingreso sobre la nutrición ocurre en $t-r$, y luego de r periodos vemos el efecto de la nutrición en las condiciones físicas, lo que se refleja en mejoras en el rendimiento en el periodo t .

La temporalidad de la relación a través de institucionalidad en primer lugar muestra un efecto del ingreso sobre la institucionalidad en $t-r$, luego de r periodos se ve que la institucionalidad tiene un efecto en el rendimiento en el periodo t .

Finalmente, el efecto que tiene el ingreso sobre el rendimiento deportivo ocurre en el periodo t , ya que es un efecto directo contemporáneo.

Figura 2: Temporalidad del efecto Ingreso - Rendimiento (por canal de transmisión)



El rezago “r” considerado es de 20 periodos, debido a que considerando lo planteado en Perkins, Subramanian, Smith, & Özaltin (2016) la nutrición en la etapa de primera infancia de un individuo es un gran predictor de la estatura de un adulto. Teniendo esto en consideración el efecto ingreso tendrá un efecto en una ventana de tiempo más grande ya que se considera desde la nutrición de la madre embarazada (Smith & Haddad, 2002) hasta la nutrición de un individuo hasta el final de su etapa de primera infancia (8 años).

Por otro lado, y considerando la visión futbolística en general un futbolista comienza su vida profesional y es elegible para la selección de futbol adulta a los 20 años aproximadamente⁷ luego de la última competición juvenil por selecciones⁸.

Al ver los datos de la muestra, el 60% de los jugadores considerados en la base de datos fueron parte de la selección adulta por primera vez entre los 19 y 24 años, y cerca del 87 %⁹ de los jugadores entre los

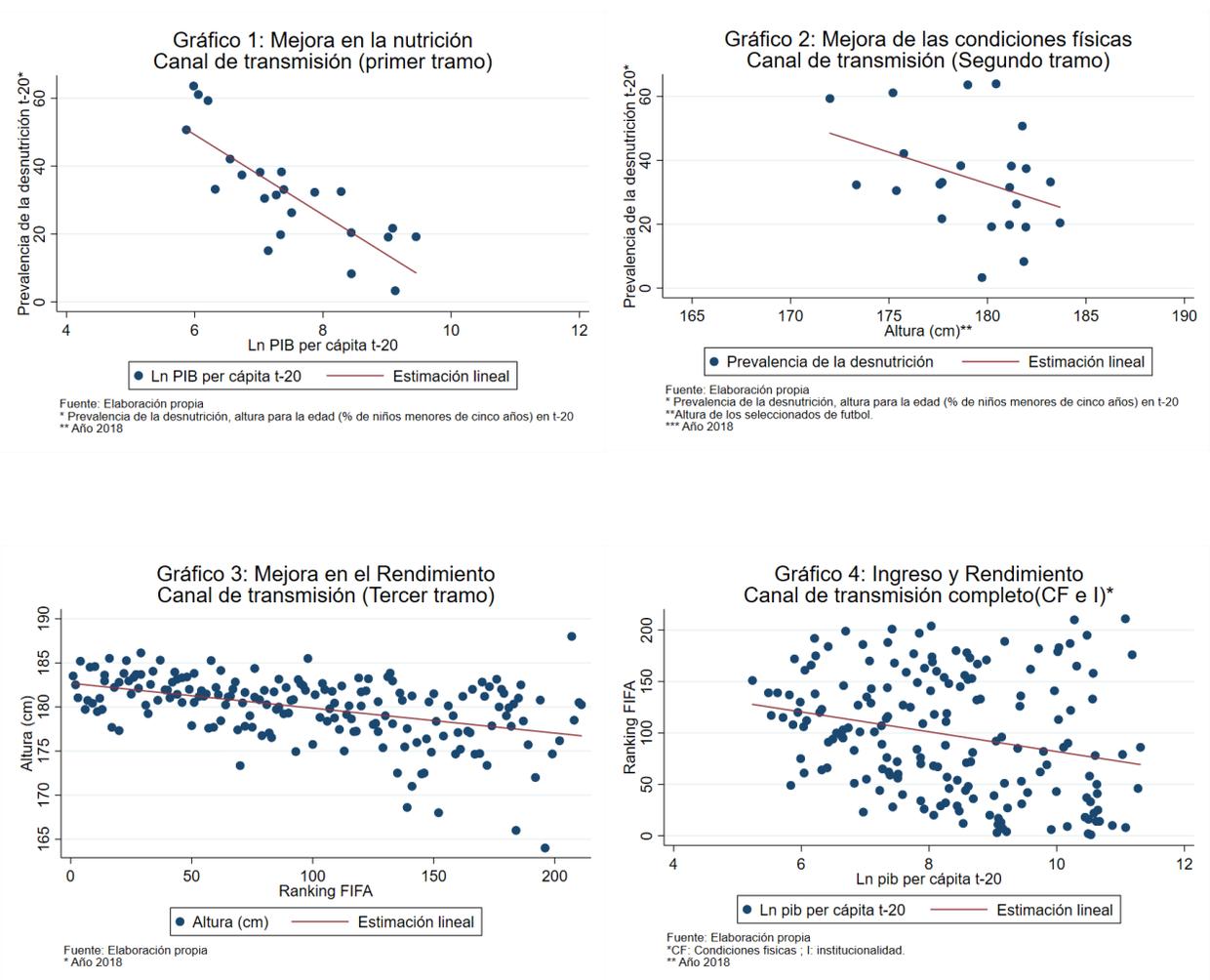
⁷ Un jugador puede ingresar antes de los 20 años y jugar por la selección absoluta y juvenil.

⁸ Se considera como ultima participación juvenil el mundial sub-20. Para este caso no se considera el futbol en los juegos olímpicos debido a que en esta competición se permite una cantidad determinada de jugadores que exceden la edad de la categoría.

⁹ Para ver distribución de la edad de los jugadores ver anexo III.

19 y 28 años. Según esta información y sumada a la planteada en los dos párrafos anteriores el rezago de 20 años resultaría ser óptimo¹⁰.

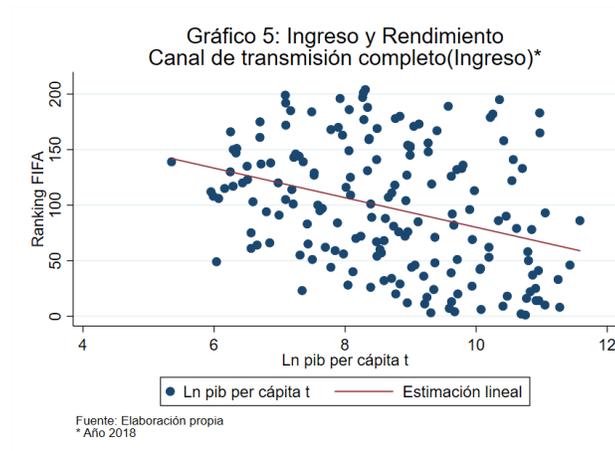
A continuación, en los Gráficos 1, 2 y 3 se busca mostrar el efecto del ingreso sobre el rendimiento a través de mejoras físicas planteado en la Figura 1, el Grafico 4 muestra el efecto de condiciones físicas e Institucionalidad sobre el rendimiento deportivo, y finalmente el Grafico 5 muestra el efecto directo del ingreso contemporáneo al rendimiento.



Al analizar los gráficos se puede ver que las relaciones planteadas estarían explicando el rendimiento de una selección de futbol a través de estas distintas variables (condiciones físicas, institucionalidad e ingreso).

¹⁰ Para ver el alcance del rezago ver anexo IV.

En los Gráficos 1, 2, 3 y 4 se muestra el efecto que tienen las condiciones físicas sobre el rendimiento deportivo. Primero se muestra el efecto del PIB per cápita sobre el estado nutricional¹¹ (Gráfico 1), luego se muestra como el estado nutricional afecta las condiciones físicas¹² (Gráfico 2), en tercer lugar se muestra el efecto de las condiciones físicas sobre el rendimiento de las selecciones de futbol masculino¹³ (Gráfico 3), y finalmente, se muestra el efecto de mejoras en la condición física y mejores en la institucionalidad¹⁴ sobre el rendimiento deportivo (Gráfico 4), este grafico muestra la relación existente entre el PIB per cápita rezagado y el rendimiento de las selecciones de futbol masculino.



El Gráfico 5 muestra el efecto del Ingreso, entendiéndolo como el ingreso contemporáneo al rendimiento, el cual demuestra una relación favorable.

¹¹ La variable utilizada para mostrar el estado nutricional es la prevalencia de la desnutrición, que mide el porcentaje de niños menores a 5 años en estado de desnutrición considerando su altura para su edad.

¹² Para mostrar las condiciones físicas se utiliza la variable de altura (cm) de los jugadores de las selecciones de futbol.

¹³ El rendimiento de las selecciones de futbol masculino se muestra a través de la variable Ranking FIFA.

¹⁴ La institucionalidad no se representa de manera grafica ya que en esta variable se consideran inversiones a largo plazo, escuelas deportivas, programas deportivos, mejoras en la infraestructura administrativa del deporte, etc. Por lo que se considera que el PIB per cápita absorbe directamente estas variables, por lo que se considera la variable PIB per cápita t-20 como la variable a considerar.

2. Literatura.

A continuación, se muestra la literatura que se utilizara para poder abordar lo planteado en el apartado anterior. Existe variada literatura con respecto a los determinantes del rendimiento deportivo que servirá para poder abordar la pregunta de investigación planteada en este documento.

En primer lugar, se mostrará la literatura utilizada para abordar el canal de transmisión de condiciones físicas. Dado que en la literatura no existen artículos que analicen el canal de transmisión con respecto a la variable del aumento en las condiciones físicas que se abordara en este documento se mostraran artículos de los distinto tramos de este canal de transmisión, comenzando en primer lugar con artículos que muestran el efecto del rendimiento económico sobre la nutrición, para continuar con artículos que muestran el efecto de la nutrición sobre las condiciones físicas, y finalizar con artículos que muestran el efecto de las condiciones físicas sobre el rendimiento deportivo.

Luego se revisarán artículos que abordan los determinantes del deporte, en una primera instancia se muestran artículos relacionados con el deporte en general para luego analizar los que se enfocan principalmente en el futbol, esto para realizar el análisis del efecto del ingreso sobre el rendimiento a través de institucionalidad e ingreso.

Los aumentos en el ingreso nacional per capita conducen a mejoras en el estado nutricional de los niños (Smith & Haddad, 2002), estos autores muestran que aumentos en el ingreso nacional permiten más inversión en cuatro factores clave: disponibilidad de alimentos, educación de las mujeres, salud de las mujeres y calidad en salubridad. Lo que mejora las condiciones principalmente de los individuos más vulnerables: los niños. Esto se debe a que al existir mayores ingresos el estado puede utilizar estos en mejoras en la salud a través de medioambientes limpios, acceso a agua potable, sanitización adecuada, programas de salud, etc. Estas mejoras afectan a toda la población, pero quienes se ven más afectado son niños que se encuentran en crecimiento y mujeres embarazadas que entregan mejores nutrientes a los fetos, quienes al nacer tendrán un mejor estado nutricional.

Recibir los nutrientes adecuados en las edades tempranas de los individuos es un gran determinante de la altura de los adultos (Perkins, Subramanian, Smith, & Özaltin, 2016). Los autores señalan que efectivamente la altura de los adultos tiene distintos canales, dentro de los cuales están las condiciones ambientales, acceso a recursos, genética, desarrollo y nutrición.

Estos documentos muestran la relación existente entre el ingreso, las mejoras en el estado nutricional y las mejoras en las condiciones físicas correspondientes al primer y segundo tramo del canal de transmisión.

El efecto de las condiciones físicas sobre el rendimiento deportivo (tercer tramo del canal de transmisión) no ha sido abordada como tal, es por eso que se utilizan como aproximación a esta relación las conclusiones que obtienen algunos artículos que abordan el concepto de la edad relativa. Esto es dado que una de las principales conclusiones a las que se llega es que los niños que nacen tardíamente en los años relativos a ciertos deportes tienen una menor presencia practicando el deporte dado que no tienen las mismas condiciones físicas que el resto de los individuos ((Barnsley, Thompson, & Legault, 1992) (Barnsley, Barnsley, & Thompson, 1985) (Baxter-Jones, 1995) (Helsen, Winckel, & Williams, 2005)).

Barnsley, Barnsley, & Thompson (1985) luego de utilizar una muestra de jugadores de hockey sobre hielo de tres ligas encuentran que existe una menor presencia de jugadores nacidos en el último trimestre del año (Octubre – Diciembre). Los autores señala que el efecto puede ser ya que al reunir a los niños nacidos en un mismo año, los niños nacidos tardíamente (Octubre – Diciembre) se encuentran menos desarrollado físicamente ya que tienen una menor edad relativa, por lo que al tener menos condiciones físicas no tienen la misma competitividad y emigran a otros deportes o dejan de practicarlo. Dado esto se utilizaran estos resultados como guía de que al existir mejores condiciones físicas generan un mejor rendimiento deportivo.

De la misma manera Barnsley, Thompson, & Legault (1992) utilizan una muestra de selecciones que participaron en las copas U-17 y U20 de 1989 y 1990, donde realizan un análisis y muestran que efectivamente existe una menor presencia de jugadores nacidos en el último cuarto del año futbolístico (Mayo – Julio¹⁵).

Por otro lado, el estudio de determinantes del rendimiento deportivo ha sido explorado ampliamente en la literatura, donde una de las principales conclusiones es que el tamaño de la población y los ingresos son positivos para el rendimiento deportivo ((Contreras & Gómez-Lobo, 2006) (Jiang & Xu, 2005) (Luiz & Fadal, 2011)). Contreras & Gómez-Lobo (2006) muestran los resultados utilizando como medición de rendimiento el número de medallas obtenidas por los países en los juegos panamericanos, también muestran que la tasa de mortalidad infantil utilizada como proxy de desarrollo social está correlacionada negativamente con el rendimiento deportivo, y por otro lado incluyen el efecto de localía lo que quiere decir que quien organiza los juegos tiene mejor rendimiento por el solo hecho de organizar los juegos

¹⁵ El año futbolístico señalado comienza en Agosto y termina en Julio.

panamericanos, efecto que también perciben los vecinos del país local. Por otro lado, Jiang & Xu (2005) utilizan los campeonatos nacionales en China, considerando las provincias como la unidad que compete, encontrando aparte del efecto de la población e ingreso de las provincias, el efecto de localía. Finalmente, los resultados de países africanos en los juegos olímpicos es la variable dependiente utilizada por Luiz & Fadal (2011), quienes también extienden sus modelos utilizando la clasificación FIFA y los resultados en todos los juegos, obteniendo como resultados que aparte de la población y el ingreso el rendimiento se ve afectado por el clima (principalmente el fútbol) y el porcentaje del PIB entregado a la salud del país.

Al continuar con la revisión de los determinantes del rendimiento también se encuentra que existen efectos de corto y largo plazo, en el corto plazo y con un nivel de capital humano determinado se muestra que la práctica de deporte y la riqueza económica van de la mano, por otro lado, en el largo plazo existe un trade off entre practicar deporte y salud y crecimiento económico (Eber, 2003).

Al trasladarnos a explorar los determinantes del rendimiento en el fútbol, se puede ver que los resultados obtenidos son más o menos los mismos, donde distintos autores muestran que efectivamente lo que afecta al rendimiento de los países en el fútbol es el ingreso de los países y el tamaño de su población (Hoffmann, Ging, & Ramasamy, 2002) (Macmillan & Smith, 2007) (Leeds & Leeds, 2009)). Hoffmann, Ging, & Ramasamy (2002) utilizan el FIFA coca cola world ranking para realizar su análisis, utilizando una metodología MCO de corte transversal, concluyendo que el PNB tiene un punto máximo por lo que con respecto al ranking este tiene una forma de U invertida¹⁶, mostrando que efectivamente el PNB tiene efectos positivos en el rendimiento con un máximo calculado. Macmillan & Smith (2007) concluyen que la historia del rendimiento de los países y el tamaño de la población afectan de manera positiva en el rendimiento de las selecciones nacionales de fútbol. Finalmente Leeds & Leeds (2009) utilizan la metodología MCO y Binomial negativo con las variables dependientes puntaje FIFA y ranking FIFA respectivamente, estos autores concluyen que existen variables políticas, históricas e institucionales que afectan al rendimiento de las selecciones de fútbol como, por ejemplo, países que tuvieron o tienen un régimen comunista, que país fue el que colonizó, momento en el que se independizó de su país colono, y si el país es miembro de la OECD entre otras variables.

Cabe destacar que todos los artículos mencionados anteriormente que miden los determinantes del rendimiento deportivo utilizan el ingreso nacional contemporáneo a la medición de rendimiento.

¹⁶ Esta U invertida se ve cuando se utiliza el puntaje como variable dependiente.

En este artículo se busca demostrar que no es el efecto del ingreso contemporáneo el que tiene efectos sobre el rendimiento, sino que el efecto del ingreso rezagado es el que afecta al rendimiento deportivo.

3. Datos

Para abordar la pregunta de investigación planteada en este artículo se utilizarán datos de diversas fuentes y tipos. La gran mayoría de los datos utilizados son siguiendo los distintos artículos mencionados en la sección de literatura de este documento.

En la Tabla 1 se muestran los principales datos a utilizar con sus respectivas fuentes.

Tabla 1: Datos a utilizar y fuentes

Datos	Fuente	Sitio web	Periodo
Ranking FIFA	FIFA	www.fifa.com	1992 - 2018
Puntaje FIFA	FIFA	www.fifa.com	1992 - 2018
Fundación de asociaciones	FIFA	www.fifa.com	
Altura jugadores	footballdatabase	https://www.footballdatabase.eu/es/	1980 - 2019
Peso jugadores	footballdatabase	https://www.footballdatabase.eu/es/	1980 - 2019
Edad jugadores	footballdatabase	https://www.footballdatabase.eu/es/	1980 - 2019
PIB per cápita	Banco mundial	datos.bancomundial.org	1960 - 2018
Población	ONU	un.org	1960 - 2018

Tabla 2: Estadística descriptiva de variables seleccionadas (periodo completo)

Variable	Observaciones	Media	SD	Mínimo	Máximo
Puntaje FIFA	5,126	329.47	313.75	0	1753
Ranking FIFA	5,112	100.20	57.66	1	211
Altura promedio (cm)	3,990	179.95	3.22	162	200
Peso promedio (kg)	3,843	75.00	3.48	53	99
Índice de masa corporal (IMC)	3,843	23.14	0.70	18.22	27.42
Edad promedio	4,079	25.67	1.52	16	40
ln(PIB)	8,834	8.26	1.53	4.89	11.86
ln(PIB) t-20	5,097	8.07	1.51	4.89	11.66
ln(población)	11,819	15.03	2.24	8.66	21.05

En la Tabla 2 se muestra estadística descriptiva de algunas variables seleccionadas

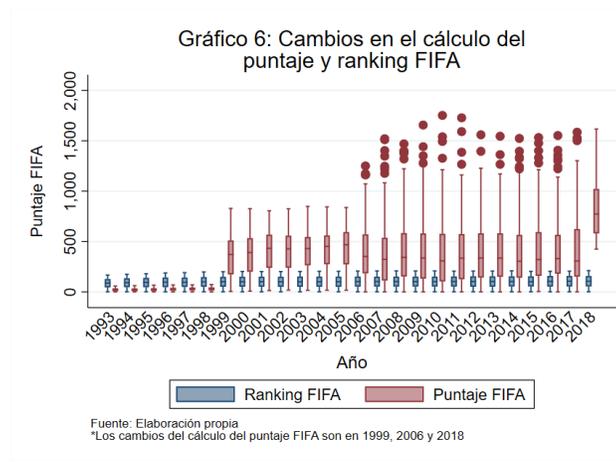
Los datos de Ranking y Puntaje FIFA serán utilizados como la variable de rendimiento de las selecciones de futbol.

El cálculo del Ranking FIFA se realiza a través de un sistema de puntos, donde la federación con más puntos ocupa el primer lugar en el ranking FIFA y la federación con menos puntos es la que ocupa el último puesto del ranking¹⁷. Este sistema ha sufrido tres cambios luego de su introducción en el año 1993¹⁸¹⁹.

En el Gráfico 6 se muestra el efecto que han tenido sobre el puntaje las tres modificaciones que ha sufrido el cálculo del puntaje.

Al ver el gráfico se aprecian claramente los cambios ocurridos en 1999, 2006 y 2018 en el cálculo del puntaje FIFA. En comparación se muestra el ranking FIFA que es constante al ser una variable discreta que solo ha sufrido variaciones con respecto al número de federaciones miembros que no representan grandes variaciones.

Dadas estas variaciones, se utilizará el periodo 2006 – 2017 para realizar las estimaciones debido a que es el periodo más largo en el que se calcula el Puntaje FIFA de una misma manera y es el periodo donde se concentra la mayor cantidad de los datos.



En la Tabla 3 se muestra la estadística descriptiva correspondiente al periodo de tiempo a considerar.

¹⁷ Ver Apéndice C para ver el ranking FIFA al 20/12/2018.

¹⁸ Los cambios se produjeron en 1999, 2006 y 2018.

¹⁹ Para ver más detalles de los cambios realizados ver anexo I FIFA.

Tabla 3: Estadística descriptiva de variables seleccionadas (2006-2017)

Variable	Observaciones	Media	SD	Mínimo	Máximo
Puntaje FIFA	2,374	401.65	325.65	0	1753
Ranking FIFA	2,367	103.35	59.19	1	209
Altura promedio (cm)	2,049	179.80	3.51	164	200
Peso promedio (kg)	1,951	74.35	3.73	60	99
Índice de masa corporal (IMC)	1,951	22.97	0.69	18.72	27.42
Edad promedio	2,099	25.60	1.45	20	31
ln(PIB)	2,256	8.61	1.49	5.37	11.86
ln(PIB) t-20	1,951	8.18	1.53	4.90	11.27
ln(población)	2,406	15.41	2.21	10.09	21.05

4. Metodología y Modelo

Para realizar la estimación se utilizarán dos metodologías, en primer lugar, se realizarán estimaciones utilizando el método MCO con efecto fijo con las variables Puntaje FIFA y Ranking FIFA como variable dependiente para una primera aproximación del efecto que se busca medir.

En una segunda instancia y dado el comportamiento de los datos se seguirá la metodología planteada en Leeds & Leeds (2009) quienes plantean que como la variable Ranking FIFA es una variable discreta la forma funcional es una regresión Poisson, pero dada la rigidez de la regresión Poisson donde la media debe ser igual a la varianza, una metodología de regresión binomial negativa permite más flexibilidad con respecto a que la varianza puede exceder la media. Por lo que la segunda metodología a utilizar es una regresión binomial negativa con efecto fijo.

A continuación se muestran los modelos que se estimarán utilizando cada una de las metodologías planeadas anteriormente.

Para la estimación por MCO con efecto fijo el modelo a estimar es el siguiente

$$Rendimiento_{it} = \alpha_i + \alpha_t + \beta_0 + \beta_1 IMC_{it} + \beta_2 PIB_{it} + \beta_3 PIB_{i(t-r)} + C'\beta + X'\beta + \varepsilon_{it}$$

Para la estimación mediante la regresión binomial negativa con efecto fijo el modelo a estimar es el siguiente

$$Rendimiento_{it} = \alpha_i + \alpha_t + \exp(\beta_0 + \beta_1 IMC_{it} + \beta_2 PIB_{it} + \beta_3 PIB_{i(t-r)} + C'\beta + X'\beta) + \varepsilon_{it}$$

En la Tabla 4 se muestra la definición de las variables a utilizar en los modelos.

Tabla 4: Definición de variables

VARIABLES DEPENDIENTES (*Rendimiento_{it}*).

Puntaje_{it}: Puntaje FIFA de la selección *i* en el periodo *t*.

Ranking_{it}: Ranking FIFA de la selección *i* en el periodo *t*.

VARIABLES INDEPENDIENTES.

α_i : Efecto fijo por país.

α_t : Efecto fijo por periodo.

IMC_{it}: IMC promedio de la selección *i* en el periodo *t*.

ln(PIB_{it}): Logaritmo natural del PIB per cápita del país *i* en el periodo *t*.

ln(PIB_{i(t-r)}): Logaritmo natural del PIB per cápita del país *i* en el periodo *t*, donde *r* corresponde al número de años de rezago.

C': Vector de características de la selección.

Edad_{it}: Edad promedio de la selección *i* en el periodo *t*.

Antigüedad 2019: Antigüedad de la asociación del país al 2019.

CAF: 1 si el país pertenece a la CAF²⁰.

CONCACAF: 1 si el país pertenece a la CONCACAF.

CONMEBOL: 1 si el país pertenece a la CONMEBOL.

OFC: 1 si el país pertenece a la OFC.

UEFA: 1 si el país pertenece a la UEFA.

X': Vector de características del país.

ln(Poblacion)_{it}: Logaritmo natural de la población del país *i* en el periodo *t*.

Para realizar la estimación mediante los modelos MCO y Binomial negativo se utilizarán periodos de tiempo de tres años²¹. Esta agrupación se realiza debido a que las características que se buscan evaluar no suelen modificarse de manera significativa año a año, pero si podemos ver un efecto al considerar periodos de tres años.

²⁰ Para definición de CAF, CONCACAF, CONMEBOL, OFC Y UEFA, ver Tabla 1 de Anexo I.

²¹ Periodos 2006-2008, 2009-20011, 2012-2015, 2016-2018.

Las estimaciones son realizadas con efecto fijo, ya que estamos utilizando datos de panel y consideramos los efectos fijos que tiene cada país a través del tiempo. Por lo que estas estimaciones se realizan con efecto fijo por país y periodo.

En este documento se busca ver el efecto que tiene el ingreso sobre el rendimiento de las selecciones de futbol masculino y para esto se plantean tres canales de transmisión, con los cuales se podrá analizar y determinar cuál o cuáles son las vías por las que el ingreso tiene efectos sobre el rendimiento deportivo.

Dado esto, al considerar la vía a través de mejoras en las condiciones físicas se utilizará el índice de masa corporal (IMC²²) de los jugadores de las selecciones de futbol, para estimar el efecto. Dado esto, si en la estimación el IMC es significativo se podrá indicar que el efecto a través de mejoras en las condiciones físicas se cumple, y el ingreso rezagado afectaría al rendimiento de las selecciones de futbol a través de las mejoras en las condiciones físicas.

Para medir el efecto a través de mejoras en la institucionalidad como se mencionó con anterioridad se utilizará el PIB per cápita rezagado, por lo que, si en las estimaciones esta variable resulta ser estadísticamente significativa, se puede indicar que efectivamente el ingreso afecta al rendimiento de las selecciones de futbol a través de mejoras en la institucionalidad en el largo plazo. Esto ya que se utiliza el ingreso rezagado y se plantea que en una primera instancia se mejora la institucionalidad, inversión, programas, etc. Y esto da frutos años más tarde debido a que afecta a los futuros futbolistas y no a los que se encuentran activos.

Finalmente, para medir el efecto directo del ingreso se utilizará la variable PIB per cápita contemporáneo al rendimiento, dado esto si en la estimación el PIB per cápita resulta ser significativo, se puede decir que los ingresos afectan de manera inmediata al rendimiento deportivo de las selecciones de futbol. Esto significa que el ingreso permite mejoras en el rendimiento a través de mejoras en el corto plazo, que pueden ser indumentarias, inversiones de corto plazo o incentivos a los deportistas, entre otras cosas.

²² Se utilizará el IMC como medición de las condiciones físicas debido a que es un índice que utiliza la altura y el peso de los individuos para su cálculo.

5. Resultados

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos mediante las dos metodologías mencionadas en el apartado anterior, en primer lugar, se muestran los resultados obtenidos mediante MCO con efecto fijo y posteriormente los resultados obtenidos mediante la metodología de binomial negativo con efecto fijo.

La Matriz 1 muestra cómo interpretar los signos de los estimadores de las regresiones realizadas. Al utilizar como variable dependiente el puntaje FIFA hay que considerar que si un coeficiente es positivo esa variable afecta positivamente al puntaje haciendo que la selección esté en una mejor posición, por el contrario, cuando el coeficiente es negativo significa que la variable afecta negativamente al puntaje FIFA por lo que la selección esta peor clasificada. Por otro lado, cuando utilizamos el ranking FIFA como variable dependiente hay que considerar que si el coeficiente es positivo afecta de manera positiva al ranking lo que deja peor clasificada a la selección, y si el coeficiente es negativo afecta de manera negativa al ranking disminuyendo este y dejando a la selección mejor clasificada.

Matriz 1: Efecto del estimador sobre la variable dependiente

Variable \ Signo estimador	Negativo (-)	Positivo (+)
Puntaje FIFA (mientras más puntos mejor clasificado está el país)	Disminuye el puntaje peor clasificado.	Aumenta el puntaje mejor clasificado.
Ranking FIFA (mientras el ranking es más bajo mejor clasificado está el país)	Disminuye el ranking mejor clasificado.	Aumenta el ranking peor clasificado.

En la Regresión 1 a continuación se muestran las estimaciones mediante MCO con efecto fijo, donde la primera estimación es utilizando el Ranking FIFA como variable dependiente y las tres siguientes estimaciones son utilizando como variable dependiente el Puntaje FIFA.

Las estimaciones (1) y (2) son una primera aproximación considerando solo la variable del PIB per cápita y la variable de condiciones físicas IMC. Al analizar estas primeras aproximaciones podemos decir que estas variables son favorables a la clasificación de las selecciones, lo que indica que ante un aumento en el PIB per cápita y en el IMC la selección estará mejor clasificada, por lo que tendrá mejor rendimiento.

En la estimación (3) se agregan las variables de control correspondientes a características de la selección y del país. La introducción de estas variables muestra que el efecto de las variables mencionadas

anteriormente continúa siendo estadísticamente significativas y afectan de la misma manera al rendimiento. También en esta estimación se puede ver el efecto de la población, la cual es favorable a la clasificación de la selección tal como lo indica la literatura.

Finalmente, en la estimación (4) se agrega una nueva variable correspondiente al PIB per cápita rezagado en 20 periodos. Al incluir esta variable el PIB per cápita pierde su significancia y el PIB per cápita rezagado resulta ser estadísticamente significativo y favorable a la clasificación de la selección de fútbol. También en esta estimación se ve que el IMC es positivo y estadísticamente significativo, pero con rendimientos decrecientes. La edad promedio de los seleccionados al no ser estadísticamente significativa puede ser una señal de que el existir una “vida útil” de los futbolistas el rango de edad de estos es más bien similar en las selecciones no generando un efecto sobre el rendimiento.

Como se menciona en la literatura la población resulta ser estadísticamente significativa y favorable al rendimiento deportivo, esto puede ser debido a que al existir una mayor población existe un mayor grupo de individuos de donde seleccionar a los mejores individuos.

Finalmente, las variables relacionadas con las características de las selecciones resultan ser significativas y determinantes a la hora de hablar del rendimiento deportivo, por un lado, la significancia de la variable Antigüedad 2019 indica que mientras el país este hace más tiempo asociado a la FIFA esto afecta positivamente a su rendimiento, lo que puede ser debido a que tienen una mayor experiencia y recorrido en el deporte. Y considerando las variables de las confederaciones resulta ser que la mayoría son significativas con la excepción de la OFC, esta significancia se debe a que los niveles de competición son distintos en cada confederación y afectan de maneras distintas en el rendimiento de las selecciones que pertenecen a estas diversas confederaciones, por ejemplo, países que pertenecen a la CONMEBOL o a la UEFA²³ son más competitivos y parten de una base mucho mayor que las otras confederaciones.

En la Regresión 2 se muestran las estimaciones mediante binomial negativo.

Nuevamente se presenta la estimación (1) como una primera aproximación de los estimadores más relevantes. En esta estimación se puede ver que nuevamente las variables de PIB per cápita e IMC son estadísticamente significativas y favorables a la clasificación de una selección.

²³ Los campeones de los mundiales de fútbol organizados por la FIFA solo han sido de estas dos confederaciones (12 campeones pertenecientes a la UEFA y 9 campeones pertenecientes a la CONMEBOL)

Regresión 1: Estimación MCO

VARIABLES	(1) Ranking FIFA	(2) Puntaje FIFA	(3) Puntaje FIFA	(4) Puntaje FIFA
ln(PIB per cápita)	-7.547*** (1.340)	62.74*** (8.111)	75.54*** (8.193)	4.453 (21.29)
ln(PIB t-20)				74.38*** (19.87)
IMC	-8.524*** (3.098)	42.27** (18.73)	973.6** (384.8)	1,134*** (414.3)
IMC^2			-21.15** (8.348)	-24.76*** (9.005)
Edad promedio			-60.53 (139.3)	-21.86 (158.7)
(Edad promedio)^2			1.642 (2.757)	0.863 (3.130)
ln(Población)			80.78*** (5.348)	80.16*** (5.861)
Antigüedad 2019			0.868** (0.389)	1.007** (0.437)
CAF			303.5*** (28.26)	318.6*** (29.91)
CONCACAF			215.9*** (34.54)	219.4*** (35.97)
CONMEBOL			513.0*** (41.49)	515.0*** (42.22)
OFC			60.41 (80.42)	51.37 (80.96)
UEFA			338.0*** (27.49)	347.1*** (30.55)
Constante	346.7*** (71.75)	-1,030** (433.9)	-12,504*** (4,615)	-14,764*** (4,920)
Observaciones	598	600	600	521
R-cuadrado	0.064	0.101	0.604	0.622
Numero de periodos	4	4	4	4

Error estándar robusto en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Regresión 2: Estimación Binomial negativo (BN)

VARIABLES	(1) Ranking FIFA	(2) Ranking FIFA	(3) Ranking FIFA
ln(PIB per cápita)	-0.148*** (0.0166)	-0.152*** (0.0174)	-0.0226 (0.0413)
ln(PIB t-20)			-0.135*** (0.0384)
IMC	-0.176*** (0.0468)	-1.591*** (0.608)	-1.920*** (0.642)
IMC^2		0.0344*** (0.0132)	0.0420*** (0.0140)
Edad promedio		0.130 (0.270)	0.0142 (0.322)
(Edad promedio)^2		-0.00348 (0.00544)	-0.00124 (0.00644)
ln(Población)		-0.167*** (0.0124)	-0.165*** (0.0137)
Antigüedad 2019		-0.00102 (0.000877)	-0.00123 (0.000997)
CAF		-0.587*** (0.0568)	-0.626*** (0.0590)
CONCACAF		-0.441*** (0.0737)	-0.467*** (0.0792)
CONMEBOL		-1.176*** (0.121)	-1.197*** (0.122)
OFC		-0.178 (0.143)	-0.161 (0.144)
UEFA		-0.693*** (0.0615)	-0.724*** (0.0700)
Constante	6.153*** (1.085)	23.47*** (7.694)	28.49*** (8.119)
Observaciones	598	598	519
Numero de periodos	4	4	4

Error estándar robusto en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Al agregar las variables de control como se ve en la estimación (2) estas variables continúan siendo significativas y favorables para las selecciones.

Luego de incluir el PIB per cápita rezagado como se muestra en la estimación (3) nuevamente el PIB per cápita pierde su significancia, el PIB per cápita rezagado es significativo y favorable al igual que el IMC, el cual tiene rendimientos decrecientes.

Al igual que en la estimación por MCO, la antigüedad y las confederaciones son estadísticamente significativas con la excepción de la OFC, lo que indica que son variables que tienen un efecto sobre el rendimiento de las selecciones de fútbol, que en este caso es favorable a su clasificación. Por otro lado, y siguiendo con las características de las selecciones mediante esta estimación la antigüedad de las selecciones de fútbol no es estadísticamente significativo, por lo que no se puede indicar que esta sea una variable que tenga efecto sobre el rendimiento.

Luego de ver los resultados de las estimaciones MCO (4) y BN (3) se puede indicar que las variables PIB per cápita en t-20 y el IMC afectan de manera favorable (puntaje +, ranking -) al rendimiento de las selecciones. Cabe destacar que la inclusión de IMC^2 muestra que el efecto del IMC sobre las variables de rendimiento es decreciente.

Por otro lado, el signo que acompaña a la variable de $\ln(\text{población})$ corrobora lo encontrado en la literatura, donde se plantea que mientras más grande o más población tenga un país tiene mejores resultados.

Finalmente, no se puede considerar como una variable que afecte al rendimiento la antigüedad de las selecciones debido a que resulta ser significativo realizando la estimación por MCO, pero no es significativo mediante BN. Pero las variables asociadas a las confederaciones con excepción de la OFC son significativas lo que indica que existe un efecto sobre el rendimiento el pertenecer a estas confederaciones.

6. Conclusiones

Al analizar los resultados mostrados en el apartado anterior podemos concluir que existe una consistencia en el aporte de las condiciones físicas al rendimiento de las selecciones nacionales de fútbol, el IMC tiene un efecto favorable sobre el rendimiento provocando que a mayor IMC promedio de los jugadores la selección estará mejor clasificada. El efecto mencionado anteriormente tiene rendimientos decrecientes por lo que a medida que aumente el IMC promedio de los jugadores esto hará que la selección esté mejor clasificada, pero cada vez con un efecto menor en esta clasificación. Esto significa

que el efecto del IMC sobre la variable de rendimiento tiene un máximo (mínimo) sobre la variable Puntaje FIFA (Ranking FIFA)²⁴.

Analizando el efecto que tiene el PIB per cápita sobre el rendimiento se ve que los resultados son bastante consistentes mostrando que el PIB tiene un efecto favorable que contribuye al rendimiento, por lo que las selecciones con mayor PIB tienen una mejor clasificación. Por otro lado, el PIB en el periodo t-20 al igual que el PIB de t tiene un efecto favorable en la clasificación de la selección.

Sin embargo, al realizar un análisis de las estimaciones MCO (4) y BN (3) se ve como el PIB per cápita pierde su significancia y el PIB t-20 es estadísticamente significativo y contribuye a la clasificación.

La población como se plantea bastamente en la literatura es un determinante del rendimiento y como se muestra en las estimaciones efectivamente es un determinante para el rendimiento deportivo de las selecciones, lo que puede ser debido a que al existir una mayor cantidad y diversidad de individuos que elegir para una selección se escogerá a los más apropiados y capacitados, a diferencia de países más pequeños o con menos población que existe menor cantidad y diversidad para la selección no permitiendo tener un buen nivel de selección.

Con respecto al ingreso contemporáneo podemos decir que el PIB del periodo t no tiene un efecto sobre el rendimiento de la selección de fútbol en este mismo periodo, esto puede ser debido a que las inversiones que se realizan en el periodo t no tendrán un efecto instantáneo en la clasificación, ya que en general las inversiones que se realizan ante aumentos en el PIB son a largo plazo, y las inversiones que se realizan a corto plazo no son determinantes para el rendimiento, dado esto el efecto a través del ingreso contemporáneo no tiene un efecto sobre el rendimiento.

Por otro lado, la significancia del PIB en el periodo t-20 y del IMC, muestra que existe realmente un efecto del PIB per cápita sobre el rendimiento a través de efectos por la nutrición y mejoras físicas, pero también a través de la institucionalidad, las que pueden ser inversiones a largo plazo en infraestructura y desarrollo de deportistas, entre otras. Dado esto se puede decir que los efectos de las variables de PIB per cápita rezagado e IMC son variables que tienen un efecto favorable, pero decreciente, lo que indica que se irá convergiendo a un punto óptimo y que luego de alcanzar el óptimo si no se mantiene se comenzara a distanciar generando así un efecto transitorio a nivel de selección, pero un efecto que será permanente a nivel general debido a que siempre los países podrán ir convergiendo al óptimo de estas variables, generando así constantes avances en el rendimiento.

²⁴ En el anexo II se muestra gráficamente los máximos y mínimos de esta variable respecto al rendimiento.

Lo planteado en este último párrafo indica que el ingreso si tiene un efecto sobre el rendimiento a través de mejoras en las condiciones físicas y por otro lado por mejoras en la institucionalidad.

Considerando la significancia de las otras variables estimadas se logra corroborar lo planteado en la literatura mostrando el efecto que tiene la población, y las confederaciones sobre el rendimiento de las selecciones de futbol.

Finalmente, y dados los resultados y conclusiones planteadas en este documento se puede decir que para poder mejorar el rendimiento deportivo al menos a nivel de selecciones de futbol masculino se deben plantear proyectos a largo plazo que tendrán efectos positivos en el rendimiento a futuro, como pueden ser inversiones en infraestructura, programas de nutrición y salud, y desarrollo de individuos a una edad temprana.

Otros canales de transmisión del rendimiento pueden ser una posible nueva investigación debido a que siempre es interesante analizar cómo se puede alcanzar un mejor rendimiento y que caminos tomar para poder alcanzarlo. Por otro lado, realizar el análisis de como las mejoras físicas afectan al rendimiento en otros deportes es bastante interesante debido a que las condiciones físicas necesarias para cada deporte varían, por lo que los resultados pueden ser bastante interesantes y distintos para cada deporte.

7. Referencias

- Baker, J., Horton, S., Robertson-Wilson, J., & Wall, M. (2003). Nuturing sport expertise: Factors influencing the development of elite athlete. *Journal of sports science and medicine*, 2, 1-9.
- Barnsley, R. H., Thompson, A. H., & Legault, P. (Marzo de 1992). Family Planning: Football Style. The relative age effect in football. *International review for the sociology of sport*, 77 - 87.
- Barnsley, R., Barnsley, P. E., & Thompson, A. H. (Noviembre - Diciembre de 1985). Hockey success and birthdate: The relative age effect. *Cahper Acsepl Journal*, 51(8), 23 - 28.
- Baxter-Jones, A. D. (1995). Growth and development of young athletes. *Sport Medicine*, 20(2), 59 - 64.
- Bedard, K., & Dhuey, E. (Noviembre de 2006). Th persistence of early childhood maturity: International evidence of long-run age effects. *The quarterly ournal of economics*, 121(4), 1437 - 11472.
- Bourke, A. (Noviembre de 2003). The dream of being a professional soccer player. *Journal of sport & social issues*, 27(4), 399 - 419. doi:10.1177/0193732503255478
- Contreras, D., & Gómez-Lobo, A. (Abril - Junio de 2006). En busca del oro: ¿Qué determina el éxito en los deportes internacionales? *El trimestre economico*, 73(290), 241 - 263.
- Eber, N. (Mayo de 2003). Sport practice, health, and macroeconomic performances. *Journal of sports economics*, 4(2), 126 - 144. doi:10.1177/1527002503251639
- Helsen, W. F., Winckel, J., & Williams, A. M. (Junio de 2005). The relative age effect in youth soccer across Europe. *Journal of sports sciences*, 23(6), 629 - 636.
- Hoffmann, R., Ging, L. C., & Ramasamy, B. (2002). The socio-economic determinants of international soccer performance. *Journal of Applied economics*, V(2), 253 - 272.
- Horton, S. (2008). The economics of nutritional intervention. En R. D. Semba, & M. W. Bloem (Edits.), *Nutrition and health: Nutrition and health in developing countries* (Segunda ed., págs. 859 - 871). Totowa, NJ: Humana Press.
- Jiang, M., & Xu, L. C. (2005). Medal in transition: Explaining medal performance and inequality of Chinese provinces. *Journal of comparative economics*, 33, 158 - 172.
- Kuper, S., & Szymanski, S. (2009). *Soccernomics*. New York: Nation Books.

- Leeds, M. A., & Leeds, E. M. (2009). International soccer success and national institutions. *Journal of sports economics*, 10(4), 369 - 390.
- Luiz, o. M., & Fadal, R. (2011). An economic analysis of sports performance in Africa. *International journal of social economics*, 38(10), 869 - 883.
- Macmillan, P., & Smith, I. (Marzo de 2007). Explaining international soccer rankings. *Journal of sports economics*, 202 - 213.
- Perkins, J. M., Subramanian, S. V., Smith, G. D., & Özaltin, E. (Marzo de 2016). Adult height, nutrition, and population health. *Nutrition reviews*, 74(3), 149 - 165.
- Semba, R. D. (2008). Nutrition and development: A historical perspective. En R. D. Semba, & M. W. Bloem (Edits.), *Nutrition and health: Nutrition and health in developing countries* (Segunda ed., págs. 1 - 31). Totowa, NJ: Humana Press.
- Sherar, L. B., Baxter-Jones, A. G., Faulkner, R. A., & Russell, K. W. (Junio de 2007). Do physical maturity and birth date predict talent in male youth ice hockey players? *Journal of sports sciences*, 25(8), 879 - 886.
- Smith, L. C., & Haddad, L. (Octubre de 2002). How potent is economic growth in reducing undernutrition? What are the pathways of impact? New cross-country evidence. *Economic development and cultural change*, 51(1), 55 - 76.
- Torgler, B., & Schmidt, S. L. (2007). What shapes player performance in soccer? Empirical findings from a panel analysis. *Applied Economics*, 39, 2355 - 2369.

Anexo

I. FIFA

La FIFA fue fundada en mayo de 1904 en París por siete países: Francia, Bélgica, Dinamarca, Holanda, España (representada por el Madrid FC, antecesor del real Madrid), Suecia y suiza. Esta asociación fue fundada con el objeto de establecer y unificar las reglas para partidos internacionales de futbol. Actualmente la FIFA presenta siete objetivos principales entre los que se encuentran mejorar constantemente el futbol y promoverlo en todo el mundo, organizar competencias internacionales propias, elaborar disposiciones y reglamentos rectores del futbol y de todo aquello relacionado con este deporte y garantizar su aplicación, entre otras²⁵.

En 1913 la FIFA fue admitida como miembros de la IFAB (International Football Association Board), asociación creada por dos representantes de cada una de las asociaciones del reino unido (Inglaterra, escocia, gales e irlandia) el 2 de junio de 1886 con el fin de salvaguardar las reglas del juego.

Las federaciones miembros constituyen las diferentes confederaciones reconocidas por la FIFA y que pertenecen a un mismo continente (o espacio geográfico similar). Actualmente son 211 las federaciones asociadas a la FIFA. En la tabla 5 se muestran las confederaciones y el número de países que las constituyen.

Tabla 5: Número de Federaciones por Confederación al 2019.

Confederación	Número de Federaciones ²⁶	Descripción
CONCACAF	35	Confederación de Norteamérica, Centroamérica y el caribe de futbol.
CONMEBOL	10	Confederación Sudamericana de futbol.
UEFA	55	Unión de federaciones Europeas de futbol.
CAF	54	Confederación Africana de futbol.
AFC	46	Confederación Asiática de futbol.
OFC	11	Confederación de futbol de Oceanía.

Fuente: Elaboración propia con datos de <https://es.fifa.com/associations/>

²⁵ Ver Apéndice A para más detalles de los objetivos de la FIFA.

²⁶ Ver Apéndice B para detalle de federaciones miembro.

En agosto de 1993, la FIFA creó el FIFA/Coca-Cola World Ranking (Ranking FIFA), con el propósito de ordenar a las federaciones miembro de la FIFA con respecto a sus habilidades y niveles de rendimientos. El Ranking FIFA es importante para determinar qué países serán cabeza de serie en la máxima cita del fútbol mundial que es el mundial de fútbol.

La FIFA considera un sistema de puntos para elaborar el ranking FIFA, este sistema de puntos se realiza en base a los partidos jugados por cada selección y otras variables. Para elaborar el ranking FIFA se ordenan los países desde el país con mayor cantidad de puntos hasta el con menos puntos, donde la federación con más puntos será la federación número 1 del ranking FIFA y la con menor cantidad de puntos será el último lugar del ranking que para 2019 sería el puesto 211²⁷. Luego de su introducción en el año 1993, el cálculo de puntos para elaborar el ranking FIFA ha sufrido tres modificaciones²⁸. El sistema de puntuación para obtener el ranking FIFA en su primera versión consistía en la asignación de puntos a las selecciones según el resultado de los partidos disputados (3 puntos por victoria, 1 punto por empate).

En 1999 se realizó la primera modificación al sistema luego de que la FIFA considerara que existían diversos factores que afectaban el resultado de un partido, dado esto se le asignó distintos pesos a los resultados, considerando diferencias entre los equipos según su confederación, variación de puntos según número de goles realizados y recibidos, localía, entre otras cosas.

La segunda revisión²⁹ y modificación del cálculo del sistema de puntos fue en el año 2006 luego de la copa del mundo Alemania 2006, donde se incluyen clasificaciones de los partidos según importancia, se elimina la variación según goles realizados y recibidos, localía y el periodo de partidos considerados para el cálculo se reduce de ocho años a cuatro años, además de simplificar el cálculo de la puntuación.

Finalmente, en 2018 previo a la realización de la copa del mundo Rusia 2018, se introdujo el actual sistema de puntuación basado en un modelo ELO³⁰, donde se consideran el puntaje anterior al encuentro, la importancia del partido, resultado del partido y resultado esperado del partido según las clasificaciones de las selecciones.

²⁷ Ver Apéndice C para ver el ranking FIFA al 20/12/2018.

²⁸ Las modificaciones se realizaron en 1999, 2006 y 2018.

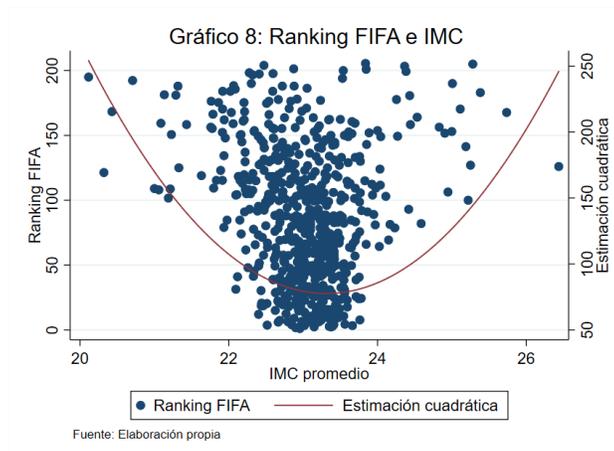
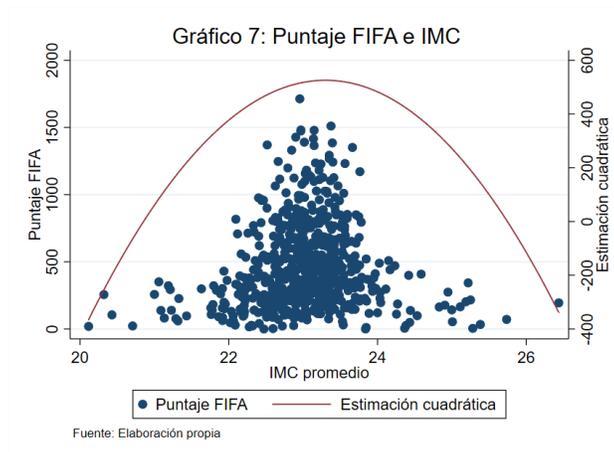
²⁹ Ver Apéndice D para más detalle del cálculo.

³⁰ Ver Apéndice E para más detalles del cálculo.

II. IMC

A continuación, se muestran los gráficos 7 y 8 donde se muestra que el IMC tiene un punto máximo con respecto al puntaje FIFA y un punto mínimo con respecto al ranking FIFA. Esto quiere decir que el efecto que tiene el IMC sobre el puntaje o ranking FIFA es favorable pero decreciente.

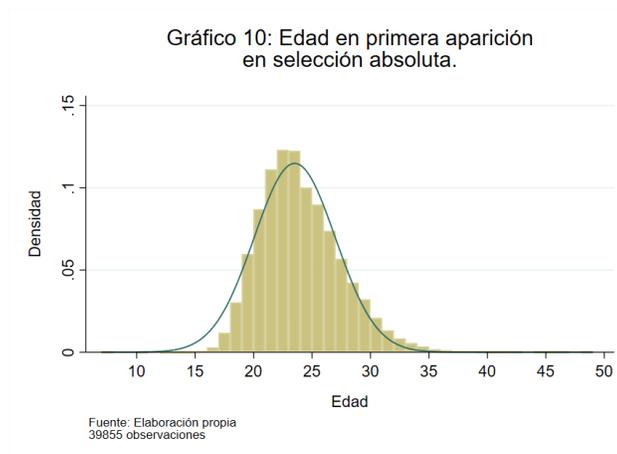
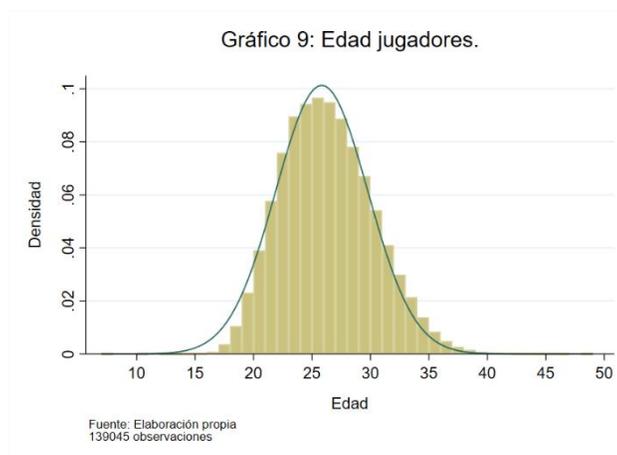
Si se analizan los gráficos se puede determinar que el IMC óptimo en ambos casos es al redor de 23.3, lo que significa que a medida que las selecciones suben desde valores de IMC menores a 23.3 el efecto sobre la variable de rendimiento es favorable, luego de este punto si el IMC crece más allá de 23.3 el efecto es desfavorable al rendimiento.



III. Edad jugadores

A continuación, se muestran gráficamente la distribución de las edades de los jugadores de las selecciones de fútbol que integran la muestra. En el Gráfico 9 se muestra la distribución de la edad de los jugadores y todas las veces que participaron de la selección. Por lo que si un jugador participo durante 10 años en la selección estará considerado 10 veces.

El Gráfico 10 muestra la distribución de la edad de los jugadores al hacer su primera aparición o haber sido nominado³¹ por primera vez a la selección absoluta.

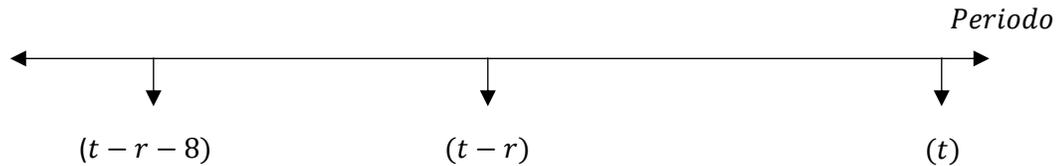


³¹ Un jugador puede haber sido nominado a su selección y no haber ingresado a jugar. Pero de todas maneras es considerado para todos los efectos de este documento.

IV. Cobertura de rezago.

A continuación, se muestra la cobertura del rezago sobre los individuos.

Figura 3: Cobertura del rezago.



Al analizar la Figura 3 podemos ver la cobertura que tiene el rezago en el canal de transmisión a través de mejoras en la condición física.

Según lo planteado en la literatura considerada para formular el rezago (Perkins, Subramanian, Smith, & Özaltın, 2016 y Smith & Haddad, 2002) el ingreso se relaciona con las mejoras en condiciones físicas. En primer lugar, el ingreso tiene efectos durante el embarazo de la madre $(t - r)$ y hasta el fin de la primera infancia (8 años) $(t - r - 8)$. Por lo tanto, al ver la Figura 3 podemos ver que las condiciones físicas de un grupo de individuos situado en el periodo t está relacionado con el ingreso disponible en el periodo $t-r$. El ingreso en $t-r$ afectará al grupo correspondiente a los individuos no nacidos (madre embarazada) y a los niños que tienen hasta 8 años (primera infancia).

Dado lo anterior, las edades correspondientes al grupo de individuos situado en t y considerando un rezago de 20 periodos corresponde a $[19^{32}, 28^{33}]$.

³² Niños aún no nacidos en el periodo $t-20$ que fueron afectados desde el embarazo.

³³ Niños que se encontraban en el final de la primera infancia (8 años) $(t-20-8)$

Apéndice

I. Apéndice A

Objetivos de la FIFA

- a) Mejorar constantemente el futbol y promoverlo en todo el mundo, considerando su carácter universal, educativo y cultural, así como sus valores humanitarios, particularmente mediante programas juveniles y de desarrollo.
 - b) Organizar competiciones internacionales propias.
 - c) Elaborar disposiciones y reglamentos rectores del futbol y de todo aquello relacionado con este deporte y garantizar su aplicación.
 - d) Controlar todas las formas del futbol, adoptando las medidas adecuadas para evitar la violación de los estatutos, reglamentos y decisiones de la FIFA, así como de las reglas de juego.
 - e) Hacer todo lo posible por garantizar que todos aquellos que quieran practicar este deporte lo hagan en las mejores condiciones, independiente del género o la edad.
 - f) Fomentar el desarrollo del futbol femenino y la participación de las mujeres en todos los niveles de gobernanza del futbol.
 - g) Promover la integridad, el comportamiento ético y la deportividad con el fin de impedir que ciertos métodos o prácticas, tales como la corrupción, el dopaje o la manipulación de partidos, pongan en peligro la integridad de los partidos, competiciones, jugadores, oficiales y federaciones miembro o den lugar a abusos en el futbol asociación.
-
-

Elaboración propia con información de los estatutos del 2020 de la FIFA disponible en:

<https://resources.fifa.com/image/upload/fifa-statutes-2020.pdf?cloudid=hdkaolpj72hvi3piebfq>

II. Apéndice B

Federaciones por Confederación al 2019.

Confederación	Número de Federaciones	Federaciones
CONCACAF	35	Anguilla, Antigua and Barbuda, Aruba, Bahamas, Barbados, Belize, Bermuda, British Virgin Islands, Canada, Cayman Islands, Costa Rica, Cuba, Curacao, Dominica, Dominican Republic, El Salvador, Grenada, Guatemala, Guyana, Haiti, Honduras, Jamaica, Mexico, Montserrat, Nicaragua, Panama, Puerto Rico, St. Kitts and Nevis, St. Lucia, St. Vincent and the Grenadines, Suriname, Trinidad and Tobago, Turks and Caicos Islands, US Virgin Islands, USA
CONMEBOL	10	Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Peru, Uruguay, Venezuela
UEFA	55	Albania, Andorra, Armenia, Austria, Azerbaijan, Belarus, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, England, Estonia, Faroe Islands, Finland, France, Georgia, Germany, Gibraltar, Greece, Hungary, Iceland, Israel, Italy, Kazakhstan, Kosovo, Latvia, Liechtenstein, Lithuania, Luxembourg, Malta, Moldova, Montenegro, Netherlands, North Macedonia, Northern Ireland, Norway, Poland, Portugal, Republic of Ireland, Romania, Russia, San Marino, Scotland, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, Ukraine, Wales
CAF	54	Algeria, Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Cameroon, Cape Verde Islands, Central African Republic, Chad, Comoros, Congo, Congo DR, Côte d'Ivoire, Djibouti, Egypt, Equatorial Guinea, Eritrea, Eswatini, Ethiopia, Gabon, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenya, Lesotho, Liberia, Libya, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Mauritius, Morocco, Mozambique, Namibia, Niger, Nigeria, Rwanda, Sao Tome e Principe, Senegal, Seychelles, Sierra Leone, Somalia, South Africa, South Sudan, Sudan, Tanzania, Togo, Tunisia, Uganda, Zambia, Zimbabwe
AFC	46	Afghanistan, Australia, Bahrain, Bangladesh, Bhutan, Brunei Darussalam, Cambodia, China PR, Chinese Taipei, Guam, Hong Kong, India, Indonesia, IR Iran, Iraq, Japan, Jordan, Korea DPR, Korea Republic, Kuwait, Kyrgyz Republic, Laos, Lebanon, Macau, Malaysia, Maldives, Mongolia, Myanmar, Nepal, Oman, Pakistan, Palestine, Philippines, Qatar, Saudi Arabia, Singapore, Sri Lanka, Syria, Tajikistan, Thailand, Timor-Leste, Turkmenistan, United Arab Emirates, Uzbekistan, Vietnam, Yemen
OFC	11	American Samoa, Cook Islands, Fiji, New Caledonia, New Zealand, Papua New Guinea, Samoa, Solomon Islands, Tahiti, Tonga, Vanuatu

Fuente: Elaboración propia con datos de <https://es.fifa.com/associations/>

III. Apéndice C

Ranking FIFA al 20-12-2018			Ranking FIFA al 20-12-2018		
Ranking	País	Puntaje	Ranking	País	Puntaje
1	Belgium	1727	29	IR Iran	1481
2	France	1726	31	Venezuela	1478
3	Brazil	1676	32	Paraguay	1476
4	Croatia	1634	33	Republic of Ireland	1474
5	England	1631	34	Bosnia and Herzegovina	1472
6	Portugal	1614	35	Northern Ireland	1465
7	Uruguay	1609	36	Costa Rica	1464
8	Switzerland	1599	37	Iceland	1452
9	Spain	1591	38	Scotland	1446
10	Denmark	1589	39	Turkey	1443
11	Argentina	1582	40	Morocco	1440
12	Colombia	1575	41	Australia	1436
13	Chile	1565	42	Czech Republic	1435
14	Sweden	1560	43	Greece	1428
14	Netherlands	1560	44	Nigeria	1427
16	Germany	1558	44	Montenegro	1427
17	Mexico	1540	46	Bulgaria	1425
18	Italy	1539	46	Norway	1425
19	Wales	1525	48	Russia	1424
20	Poland	1518	49	Congo DR	1420
20	Peru	1518	50	Japan	1414
22	Austria	1509	51	Hungary	1412
23	Senegal	1505	51	Ghana	1412
24	Romania	1501	53	Korea Republic	1405
25	USA	1497	54	Jamaica	1404
26	Tunisia	1493	55	Cameroon	1394
27	Slovakia	1483	56	Egypt	1393
28	Ukraine	1482	57	Ecuador	1382
29	Serbia	1481	58	Finland	1378

Ranking FIFA al 20-12-2018			Ranking FIFA al 20-12-2018		
Ranking	País	Puntaje	Ranking	País	Puntaje
59	Bolivia	1374	88	Iraq	1271
60	Albania	1372	89	Georgia	1269
61	Burkina Faso	1371	90	Israel	1265
62	Slovenia	1369	91	Kyrgyz Republic	1264
62	Honduras	1369	92	Trinidad and Tobago	1260
64	Mali	1363	93	Qatar	1258
65	Côte d'Ivoire	1356	94	Benin	1257
66	Guinea	1354	95	Uzbekistan	1251
67	Algeria	1347	96	Estonia	1242
68	North Macedonia	1343	97	India	1240
69	Saudi Arabia	1335	98	Faroe Islands	1238
70	El Salvador	1327	99	Palestine	1236
71	Panama	1326	100	Vietnam	1229
72	South Africa	1325	101	Mauritania	1222
72	Cape Verde Islands	1325	101	Armenia	1222
74	Syria	1322	103	Haiti	1219
75	Uganda	1320	104	Libya	1217
76	Belarus	1317	105	Kenya	1210
76	China PR	1317	106	Madagascar	1209
78	Canada	1314	107	Azerbaijan	1206
79	United Arab Emirates	1309	108	Niger	1205
80	Curacao	1306	109	Korea DPR	1196
81	Lebanon	1296	109	Jordan	1196
82	Oman	1295	111	Namibia	1191
83	Zambia	1292	112	Central African Republic	1180
84	Congo	1280	113	Bahrain	1178
85	Gabon	1277	114	Zimbabwe	1175
86	Luxembourg	1276	115	Sierra Leone	1172
86	Cyprus	1276	116	Philippines	1171

Ranking FIFA al 20-12-2018			Ranking FIFA al 20-12-2018		
Ranking	País	Puntaje	Ranking	País	Puntaje
117	Mozambique	1167	146	Lesotho	1069
118	Thailand	1160	147	Afghanistan	1068
119	Kazakhstan	1159	148	Equatorial Guinea	1063
120	Tajikistan	1158	149	Guatemala	1061
120	Guinea-Bissau	1158	150	Liberia	1051
122	New Zealand	1157	151	Ethiopia	1049
123	Togo	1136	152	Maldives	1046
124	Chinese Taipei	1134	153	Suriname	1037
125	Angola	1131	154	Dominican Republic	1036
126	Antigua and Barbuda	1126	154	New Caledonia	1036
127	Sudan	1120	156	Mauritius	1022
127	Turkmenistan	1120	157	Tahiti	1020
129	Nicaragua	1119	158	Kuwait	1018
130	Malawi	1115	159	Indonesia	1003
131	Kosovo	1113	160	Belize	1002
132	Latvia	1112	161	Nepal	1001
133	Andorra	1111	162	Barbados	998
133	Lithuania	1111	163	Vanuatu	996
135	Yemen	1106	164	South Sudan	994
136	St. Kitts and Nevis	1105	165	Singapore	991
137	Rwanda	1094	166	Gambia	986
138	Tanzania	1087	167	Malaysia	985
139	Myanmar	1085	168	Papua New Guinea	984
139	Burundi	1085	169	Fiji	981
141	Hong Kong	1078	170	Moldova	979
141	Eswatini	1078	171	St. Lucia	976
143	Comoros	1076	172	Cambodia	970
144	Solomon Islands	1073	173	Grenada	968
145	Botswana	1071	174	Cuba	963

Ranking FIFA al 20-12-2018			Ranking FIFA al 20-12-2018		
Ranking	País	Puntaje	Ranking	País	Puntaje
175	Chad	956	204	Somalia	868
176	Bermuda	952	207	British Virgin Islands	867
177	Guyana	951	208	Turks and Caicos Islands	864
178	Dominica	950	208	Anguilla	864
179	Puerto Rico	948	210	Bahamas	858
180	St. Vincent and the Grenadines	946	211	San Marino	854
181	Liechtenstein	937	Fuente: Elaboración propia con datos de https://es.fifa.com/fifa-world-ranking/ranking-table/men/rank/id12406/		
182	Malta	926			
183	Macau	925			
184	Laos	923			
185	Sao Tome e Principe	920			
186	Bhutan	917			
187	Aruba	916			
188	Mongolia	915			
189	Seychelles	911			
190	Cook Islands	908			
190	American Samoa	908			
192	Guam	907			
192	Bangladesh	907			
194	Gibraltar	905			
195	Brunei Darussalam	903			
196	Timor-Leste	900			
197	Samoa	896			
197	Djibouti	896			
199	Pakistan	888			
200	Montserrat	887			
201	Sri Lanka	886			
202	US Virgin Islands	881			
203	Cayman Islands	874			
204	Tonga	868			
204	Eritrea	868			

IV. Apéndice D

Fórmula aplicada para calcular el Puntaje FIFA desde 2006 a 2018, con ejemplo de cálculo.

Ranking Mundial FIFA Coca-Cola	
Criterio básico	Factores para el Ranking Mundial
Partidos	Todos los partidos internacionales "A"
Resultados	Ganado-Empatado-Perdido (3-1-0 puntos)
Importancia del partido	1 (partido amistoso) a 4 (Mundial FIFA)
Calidad del oponente	Posición en el Ranking mundial (N° 1 = 2.00, N° 30 = 1.70, N° 118 = 0.82, etc.) Fórmula: $[200 - \text{posición}] / 100$
Calidad regional	Basado en los resultados en los tres últimos mundiales (partidos ganados por confederación)
Periodo evaluado	Últimos cuatro años, gradualmente decreciente en importancia de los resultados (100% - 50% - 30% - 20%)
Número de partidos considerados por año	Puntaje promedio acumulado de todos los partidos en los últimos 12 meses (mínimo: 5 partidos)
Ejemplo	Cálculo de puntaje para un solo partido (agregado al total)
Ganador	3 puntos
(a) Puntos	
Calidad del partido	x2.5
Oponente	x1.8
Peso regional	x1.0
Factor Multiplicador	x100
Total	1350
(b) Puntos totales por 12 meses	
Partido 1	1350
Partido 2	0
Partido 3	1630
Partido 4	1710
Partido 5	1080
Partido 6	0
Partido 7	530
Promedio	900
(c) Total de equipo por 4 años	
Año 1	900

Año 2	760
Año 3	600
Año 4	1200
(d) Peso de los puntos por cada año	
100%	900
50%	380
30%	180
20%	240
Puntaje total	1700

Fuente: Elaboración propia utilizando Leeds & Leeds (2009)

V. Apéndice E

Fórmula aplicada para calcular el Puntaje FIFA desde 2018, con ejemplo de cálculo.

Ranking Mundial FIFA Coca-Cola	
Fórmula	$P = P_{Antes} + I * G (W - We)$
P	Puntaje total
P _{Antes}	Puntos antes del partido
I	Importancia del partido
I = 05	Amistosos disputados durante los periodos fijados en el calendario internacional masculino
I = 10	Amistosos disputados durante los periodos fijados en el calendario internacional masculino
I = 15	Partidos de la fase de grupos de la liga de naciones
I = 25	Play-offs y finales de la liga de naciones
I = 25	Partidos de clasificación para la fase final de las competiciones de las confederaciones para la copa mundial de la FIFA
I = 35	Partidos de la fase final de las competiciones de las confederaciones hasta los cuartos de final
I = 40	Partidos de la fase final de las competiciones de las confederaciones a partir los cuartos de final; todos los partidos de la Copa FIFA confederaciones
I = 50	Partidos de la fase final de la copa mundial de la FIFA hasta los cuartos de final
I = 60	Partidos de la fase final de la copa mundial de la FIFA a partir de los cuartos de final

W	Resultado del partido
1	Victoria
0.5	Empate
0	Derrota
We	Resultado esperado del partido
We	$1/(10^{(-dr/600)} + 1)$ Donde dr = diferencia entre los puestos en la clasificación de los dos equipos, es decir, dr = [Pantes de la selección A - Pantes de la selección B]

Ejemplo Cálculo de puntaje aplicando la formula

La selección A tiene 1300 puntos antes del partido y gana un clasificatorio continental contra la selección B, que tiene 1500 puntos.

Para la selección A, la fórmula es: $P = 1300 + 25 * (1 - (1/(10^{(-\frac{1300-1500}{600})} + 1)))$

Para la selección B, la fórmula es: $P = 1500 + 25 * (0 - (1/(10^{(-\frac{1500-1300}{600})} + 1)))$

Por lo tanto, la selección a gana 17 puntos y tiene P = 1317 después del partido. El equipo B pierde la misma cantidad de puntos y, por lo tanto, termina con 1483 puntos después del partido.

Fuente: elaboración propia con información de
<https://resources.fifa.com/image/upload/fifa-world-ranking-technical-explanation-revision.pdf?cloudid=o1x9opdeidahofz8zbbp>