

# “Valoración en la NFL basada en jugadas ofensivas de alta presión.”

## Resumen

En este trabajo se propone un modelo de valoración de jugadores y equipos de la NFL basado en el análisis de redes complejas, incorporando la presión del juego como un factor importante. A diferencia de enfoques tradicionales que se limitan a métricas de frecuencia o eficiencia, nuestro modelo pondera las jugadas ofensivas según el contexto del partido, asignando un multiplicador de presión que distingue entre situaciones regulares y críticas. A partir de datos de la temporada 2024, se construyeron redes dirigidas y ponderadas donde los nodos representan jugadores o rush y las aristas, interacciones ofensivas exitosas. Se aplicaron métricas de centralidad para evaluar el rendimiento de quarterbacks, wide receivers y running backs, tanto en escenarios sin presión como bajo presión. Los resultados validan la capacidad del modelo para identificar no solo a los jugadores más consistentes, sino también a aquellos determinantes en momentos clave, explicando casos como la elección del MVP y destacando el valor de jugadores en equipos menos exitosos.

## Introducción

Todos conocemos el fenómeno mundial que tiene sede cada año en los estadios de renombre del deporte en Estados Unidos, el super bowl, una competencia que genera miles de dólares para dar un espectáculo deportivo a los espectadores, buscando un ganador único del fútbol americano, pero este evento no solo proporciona un entretenimiento a los aficionados sino que también ha dado hincapié a una rama de estudio que ha evolucionado gracias al análisis de datos, abriendo espacio a enfoques innovadores como las redes complejas.

Las redes pueden presentarse en diferentes contextos pero indudablemente nos llevan a verlas como un conjunto de elementos y las conexiones entre dichos elementos; las redes complejas, por otro lado, representan interconexiones en sistemas del mundo real como el internet o ecosistemas. Ya que al poseer propiedades no triviales distintas de las redes simples, permiten analizar y comprender sistemas complejos. En el deporte, estas permiten modelar las interacciones entre jugadores y ofrecer perspectivas que van más allá del análisis estadístico tradicional.

Estudios previos han utilizado redes para analizar diversos enfoques en este deporte, como la estructura social entre entrenadores (Fast y Jensen, 2006), o la predicción del rendimiento de equipos (Matheus y Brandão, 2018). Sin embargo, pocos incorporan el entorno en el que se desarrolla el partido como una variable clave.

En este trabajo, emplearemos redes complejas

para representar a cada jugador como nodos y sus interacciones en jugadas como aristas. Esto con el objetivo de construir una métrica que no mida únicamente el desempeño individual, sino que capture el valor de una jugada bajo presión. Para ello, utilizaremos métricas clásicas de centralidad para valorar buenos rendimientos individuales y ponderamos con mayor peso las jugadas de alta presión, todo esto con fin de aproximarnos más a lo que se percibe como espectador por “jugar bien”.

Como objetivo final, se construirá una métrica global integrada que combina lo deportivo (ofensivamente) y lo humano (presión psicológica), buscando que este enfoque capture patrones colectivos propios de los sistemas complejos, dónde el éxito no depende únicamente de acciones aisladas, sino de coordinación y resiliencia de los equipos.

## Antecedentes

El fútbol americano es uno de los deportes más comerciales y competitivos a nivel mundial. Su origen deriva del rugby y el fútbol a mediados del siglo XIX, pero su fama se incrementó durante el siglo XX. Dada la inminente popularidad del fútbol universitario como una tradición atrayendo al público estadounidense en los equipos colegiales, derivando así en la creación de la NFL (National Football League) fundada en 1920, conformada por 14 equipos, que años más tarde se fusionará con la Liga de Fútbol Americano (AFL) para crear el reconocido Super Bowl, un evento que se convirtió rápidamente en un fenómeno mundial desde su primera edición en el año de 1967. Hoy la NFL es una institución

globalmente conocida conformada por 32 equipos que está activamente en el ojo público, tanto que el gran avance tecnológico ha permitido ver este deporte de una manera diferente. Con múltiples tomas en cámara lenta en repetición instantánea y el análisis de datos tanto de partidos como de los jugadores, es posible tomar decisiones que determinarán la victoria o derrota de un partido, pero también existen diversos enfoques de estudio en este juego.

Anteriormente se han escrito trabajos relacionados con los deportes con un análisis de redes complejas. Para el fútbol americano, la mayoría de estos trabajos se centran en analizar la ofensiva y la defensiva por separado. Los jugadores se tratan como nodos, y determinadas jugadas (principalmente pases) como aristas cuyo peso está determinado por la frecuencia de la jugada. El análisis de estos es una métrica integrada de valoración, que puede ser individual o colectiva, y está basada fuertemente en las métricas de grado (in-grado, pases exitosos recibidos y ex-grado, pases exitosos lanzados). Sin embargo, también existe una diversidad de enfoques que se han desarrollado a lo largo de los años en la materia. Un ejemplo de estos, es el que trabajan Salim Matheus y Brandão Wladimir en su trabajo “Predicting the Success of NFL Teams using Complex Network Analysis” (2018) donde investigan las propiedades de la red social de la NFL (social network) y demuestran que estas pueden ser caracterizadas como redes libres de escala y de mundo pequeño. Además, proponen un método para predecir el éxito de los equipos de la NFL basado en las propiedades y métricas de la red evaluando dichas métricas por medio de la comparativa con estadísticas usuales de la eficiencia de pases. Por otro lado, un trabajo más enfocado al estudio de las relaciones sociales es el que manejan Andrew Fast y David Jensen en su artículo titulado “The NFL Coaching Network: Analysis of the Social Network Among Professional Football Coaches” (2006) que, al igual como se hace en otros deportes, se analiza la influencia de los entrenadores en sus jugadores además de identificar y caracterizar un entrenador ganador, asimismo proponen un modelo para predecir el éxito de sus equipos en las playoffs.

Como aspectos para complementar un estudio, consideramos: añadir pesos a las aristas basados en métricas distintas a la frecuencia de las jugadas, como yardas recorridas, acarreo por yardas ganadas o anotación exitosa; así como añadir un nodo especial de acarreo (rushes) además de los nodos de jugadores y, como última propuesta consideramos la valoración de las jugadas según el contexto del

partido, premiando escenarios como la capacidad de remontar marcadores adversos o culminaciones exitosas en momentos críticos de una serie ofensiva (jugadas en zona roja, o con poco tiempo en el reloj), para que tengan más peso.

Nuestro agregado de valor para este trabajo, está basado en el último punto de los anteriores. Definir una métrica de valoración de un partido basada en jugadas ofensivas, que permita valorar cuando un equipo se encuentra en situaciones críticas, entre las cuales planteamos:

- Los últimos minutos de cada mitad.
- Un equipo va ganando por más de 14 puntos a otro.
- Jugadas en tercera oportunidad.
- Analizar el juego de los equipos en “zona roja” (últimas 20 yardas del campo)

De esta manera, podremos no solo enfocarnos en las habilidades físicas y su desempeño en éxito/fracaso, sino que podemos añadir ese factor “presión” y valorar la fortaleza mental del equipo, tanto como métrica individual, como también formando parte de una métrica de valoración general.

Nuestro objetivo general es definir un sistema de valoración de jugadores y equipos que integre lo deportivo y lo mental, ponderando de manera adecuada y asignando pesos según el contexto de cada jugada, permitiendo la identificación de factores extradeportivos que influyan en el resultado.

En particular:

- Se identificarán los momentos de mayor presión dentro de un partido, para segmentar las jugadas en contexto regular y de alta presión.
- Se diseñará un sistema de reglas que permite añadir peso a cada jugada crítica.
- Se integrará una métrica influenciada por el sistema de reglas anterior, y basada en métricas clásicas de análisis de redes, obteniendo como resultado una métrica ajustada a nuestro problema.
- Se crearán a manera de resumen, estadísticas por equipo basadas en nuestra métrica y se comparará con estadísticas tradicionales, para la búsqueda de hallazgos de interés.

## Marco Teórico

En esta sección desglosaremos los conceptos, definiciones y métricas usadas a lo largo de este proyecto.

En el ámbito deportivo, las redes complejas han ganado relevancia para modelar interacciones entre jugadores. En deportes con equipos como el baloncesto o el fútbol, estas redes suelen representar a los jugadores como nodos y sus interacciones como aristas, dando incipiente a cuantificar roles, influencia y unión del equipo.

**Definición 0.1.** Una **red**  $G$  es un par ordenado  $G = (V, E)$ , donde  $V$  es un conjunto finito de vértices (nodos) y  $E$  es un conjunto de aristas (conexiones o enlaces) que relacionan parejas de nodos  $(a, b)$  de  $V$ .

Entendiendo que las redes son conjuntos de elementos ordenados, podemos hablar de como es que las conexiones entre estos elementos determinan el tipo de red que utilizamos.

**Definición 0.2.** Sea  $G = (V, E)$  una red. se dice que  $G$  es una **red dirigida (o digráfica)** si existen  $(a, b) \in V$  tales que las parejas ordenadas  $(a, b)$  y  $(b, a)$  representan distintas aristas. En caso contrario, se dice que  $G$  es una **red no dirigida**.

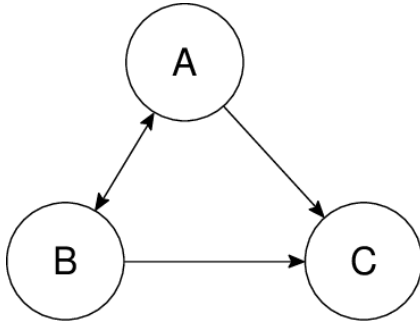


Figura 1: Ejemplo de red dirigida.

La elección de las métricas de centralidad se justifica en la capacidad de estas de responder a preguntas de importancia para el análisis ofensivo.

### Grado ponderado de entrada y de salida.

**Definición 0.3.** Sea  $G = (V, E)$  una red dirigida y ponderada, donde  $w_{ij}$  denota el peso del enlace dirigido del nodo  $i$  al nodo  $j$  (si tal enlace existe, de lo contrario  $w_{ij} = 0$ ).

Definimos el **grado ponderado de salida** de un nodo  $i$ , denotado como  $s_{out}(i)$ , como la suma de los pesos de todos los enlaces que salen de  $i$ :

$$s_{out}(i) = \sum_{j \in V} w_{ij}$$

Análogamente, definimos el **grado ponderado de entrada** de un nodo  $i$ , denotado como  $s_{in}(i)$ , como la suma de los pesos de todos los enlaces que inciden en  $i$ :

$$s_{in}(i) = \sum_{j \in V} w_{ji}$$

En otras palabras, el grado ponderado de entrada y salida mide las aristas que inciden y salen a un nodo respectivamente en base a los pesos de dichas aristas.

### Centralidad Intermedia

**Definición 0.4.** Sea  $G = (V, E)$  una red. Para cada  $v \in V$  definimos la **centralidad intermedia** como

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{s,t}(v)}{\sigma_{s,t}}$$

Esta centralidad ayuda a identificar nodos claves que actúan como puentes en un flujo determinado.

### Centralidad de Percolación

**Definición 0.5.** Sea  $G = (V, E)$  una red y sea  $x_s \in [0, 1]$  el estado de percolación (o nivel de infección/importancia) del nodo origen  $s$ .

Definimos la **centralidad de percolación** de un nodo  $v$ , denotada como  $PC(v)$ , como la fracción de caminos percolados que pasan a través de dicho nodo:

$$PC(v) = \frac{1}{N-2} \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{s,t}(v)}{\sigma_{s,t}} \frac{x_s}{\sum_{j \in V} x_j}$$

Donde:

- $\sigma_{s,t}$  es el número total de caminos más cortos (o de máximo valor) desde el nodo  $s$  al nodo  $t$ .
- $\sigma_{s,t}(v)$  es el número de esos caminos que pasan a través del nodo  $v$ .
- El término  $\frac{x_s}{\sum_{j \in V} x_j}$  pondera la contribución del camino según la importancia relativa del nodo origen  $s$ .

Esta centralidad permite evaluar la vulnerabilidad de una red ante la ausencia de un determinado nodo.

## Metodología

### I. Datos

Para este trabajo, los datos recolectados fueron proporcionados por la librería “nflfastR” del lenguaje R y exportados desde Rstudio, en formato txt. Esta librería proporciona un acceso completo y fácil a los datos de juego de la NFL play-by-play ocurridos desde 1999 hasta la temporada actual. Para los fines propuestos en este escrito se filtraron los datos de la temporada 2024, buscando la información más importante de los partidos de fútbol americano. Estos incluyen los partidos por equipo participante, drives, downs, yardas para primera y 10, yardas por anotar, yardas ganadas, tipo de jugadas, tiempos, entre otros.

### II. Criterios

Primeramente, se tomaron en cuenta tres roles de jugadores en un equipo de fútbol americano:

- 1) Quarterback: Aquel jugador que dirige el rumbo de la jugada ofensiva, cuyo valor generado en esta se traduce en dos tipos de jugada:
  - Lanzar pases exitosos a sus compañeros.
  - Hacer acarreos.
- 2) Running Backs: Jugadores que se encuentran en la parte trasera del esquema ofensivo y cerca del quarterback cuyo valor generado al juego es:
  - Recibir pases cortos y hacer acarreos
- 3) Wide Receivers: Aquellos jugadores que fungen como receptores en una jugada ofensiva, cuyo valor generado al juego es:
  - Recibir pases largos.
  - Recibir pases cortos.

Por otra parte, se estableció una función para asignar un valor base a cada jugada, basado en su éxito. Para ello, primero se dividieron las jugadas en dos grupos: de equipos especiales y de serie ofensiva. Siendo estas últimas claves en nuestro enfoque. Después se asignó un valor por cada jugada que se suma o resta al total de la puntuación base.

Además, se definió un criterio para cuantificar la “presión” de una jugada que eventualmente se convirtió en el multiplicador de presión. Ya

que existen jugadas de alta presión por sí solas, y basadas en diferentes contextos como el tiempo, la posición en el campo en el momento de la jugada, el marcador, etc.; Decidimos denominar a este tipo de jugadas como atómicas. Así, se definieron las jugadas de mayor y menor presión en función de cuántas y qué tipo de jugadas atómicas incluyen.

Para clarificar esto, se definió el siguiente sistema multiplicador, con la finalidad de añadir o reducir la valoración base definida anteriormente. Este sistema, incluyó cuatro niveles de presión, y definirían el factor por el que se multiplica el valor base de cada jugada.

#### 1) Presión media.

Descritas como aquellas situaciones que por sí solas se consideran de presión, estas no contienen una combinación de varios factores. Se consideran normales. Entre ellas destacamos:

- Tercera oportunidad
- Zona roja en primera o segunda oportunidad.
- Dos últimos minutos, ganando o empatando.
- Encajonado en primera o segunda oportunidad.

#### 2) Presión alta.

Al igual que las anteriores no son una combinación de otros factores, pero estas se consideran menos comunes. Destacamos las siguientes:

- Cuarta oportunidad.
- Conversión de 2 puntos.

#### 3) Presión muy alta.

Descritas como aquellas jugadas que no terminan el partido, pero cuentan con un gran peso en el desarrollo de este. Entre ellas destacamos:

- Remontada decisiva.
- Zona roja decisiva.
- Encajonado decisivo.

#### 4) Presión extrema.

Descritas como aquellas con el objetivo de empatar o ganar. Destacan por la combinación de múltiples factores. Entre estas se describieron tres principales:

- Cuarta oportunidad, poco tiempo y con posibilidad de remontar.
- Intento de conversión, poco tiempo y con posibilidad de remontar.

### III. Filtrado de jugadas de interés

Una vez delimitados los criterios, se filtraron las jugadas del conjunto de datos inicial. Dando como resultado 38,335 filas con 23 columnas que cumplieran con las condiciones. Sin embargo, ya que existían varios valores NaN se realizó una limpieza de los datos nuevamente. Una vez filtrados y limpios los datos, se aplicó la función de valoración base para posteriormente utilizar el multiplicador de presión propuesto, añadiendo tres columnas más.

Para este trabajo se utilizó el lenguaje de programación Python con librerías como Pandas y, posteriormente, NetworkX y Matplotlib.

### IV. Construcción de la red

Para el análisis se generó una red por equipo para cada partido, obteniendo un total de 570 redes. La construcción se limitó a las jugadas ofensivas con valoración positiva, es decir, aquellas que tuvieron éxito.

Los nodos representan a los jugadores, incluyéndose además un nodo auxiliar para los acarreo (RUSH). Las aristas son dirigidas y están ponderadas por la valoración de la jugada. Estas se clasifican en dos tipos: conexiones entre jugadores (cuando hubo pases exitosos) y conexiones desde un jugador hacia el nodo RUSH (en acarreo exitoso).

Asimismo, se realizaron dos variantes del análisis según la ponderación de las aristas: uno utilizando únicamente la valoración base y otro aplicando el multiplicador de presión.

A modo de ejemplo, se muestran a continuación las redes correspondientes al partido Philadelphia vs. Washington de la temporada regular (sólo para Philadelphia).

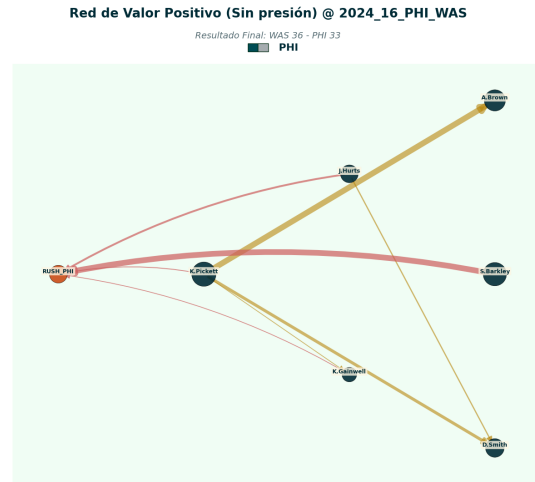


Figura 2: Red de Philadelphia en el partido contra Washington en temporada regular (sin multiplicador de presión).

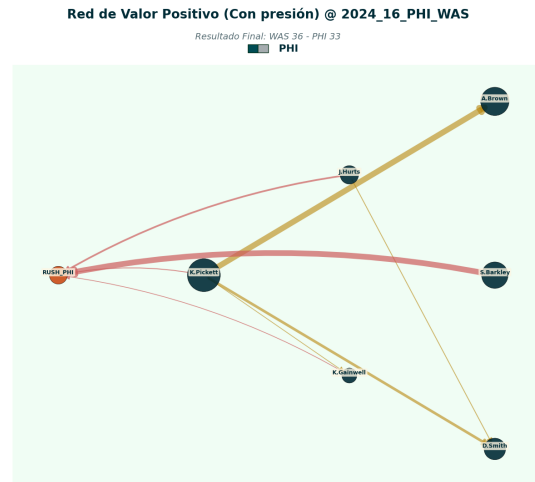


Figura 3: Red de Philadelphia en el partido contra Washington en temporada regular (con multiplicador de presión).

### V. Métricas

Las métricas seleccionadas para el proyecto fueron las siguientes: para el ranking de quarterbacks se utilizó el grado ponderado de salida, y para los wide receivers, el grado ponderado de entrada. Además, se implementó un caso especial para clasificar los rushers utilizando el grado ponderado de salida hacia el nodo rush.

Para los running backs se empleó la centralidad intermedia, mientras que la centralidad de percolación permitió listar a los jugadores

res más relevantes de cada equipo. Dado que estos algoritmos buscan por definición caminos de peso mínimo, se aplicó la inversa de los pesos durante el cálculo para que identificaran correctamente las rutas de mayor flujo.

Finalmente, la métrica global por equipo se obtuvo promediando los grados ponderados de entrada y salida para todos sus integrantes.

Cabe destacar, para que todas las métricas anteriores midan el rendimiento de toda la temporada, se calcularon como la suma de los valores obtenidos en cada red (partido); esta decisión se tomó para no sobrevalorar, mediante un promedio, a aquellos jugadores que disputaron pocos partidos, y a su vez, premiar a los jugadores/equipos que avanzaron más en el torneo.

## Resultados / Discusión

A continuación se presentan y analizan los resultados obtenidos con diversas métricas de centralidad para las posiciones de interés en las redes ofensivas generadas de la NFL de la temporada 2024, contrastando estos resultados con estadísticas oficiales del desempeño observado durante esta temporada.

### Análisis de Quarterbacks

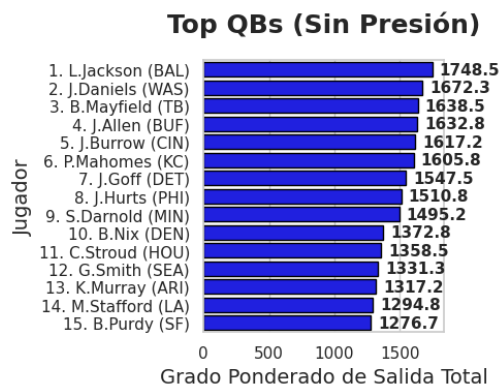


Figura 4: Ranking de jugadores usando el grado ponderado de salida.

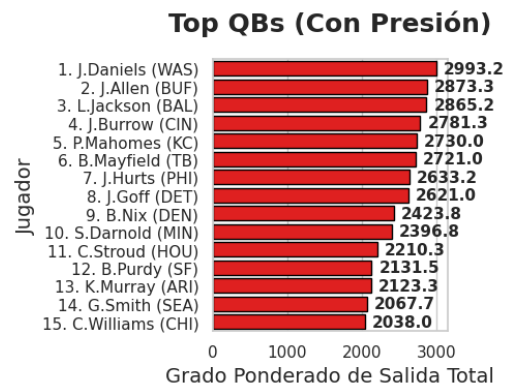


Figura 5: Ranking de jugadores el grado ponderado de salida y el multiplicador de presión

Para este primer ranking tomamos en consideración la disputa por el premio MVP de la temporada entre Lamar Jackson (Baltimore Ravens) y Josh Allen (Buffalo Bills), registrado a principios de este año (*Rodriguez, A*). Ya que dicho premio galardona al jugador más valioso de la temporada, lo cual sirve como un excelente caso de estudio real para validar nuestra métrica para QB.

Notese que para la métrica sin presión, Lamar Jackson (Baltimore Ravens) es el QB con mayor valor de juego ofensivo generado, y sus perseguidores más cercanos son Jayden Daniels (Washington Commanders), Baker Mayfield (Tampa Bay Buccaneers) y Josh Allen (Buffalo Bills). Los valores de las métricas sin presión indican que Lamar Jackson merecía ganar el MVP de la temporada.

Sin embargo, al aplicar el multiplicador de presión, los resultados varían significativamente. En primer lugar, notamos que Josh Allen tiene métricas mayores y justifica que haya sido el ganador del MVP por encima de Lamar Jackson, al aparecer en momentos de presión alta, lo cuál generalmente es bien valorado por los críticos del deporte. En segundo lugar, notamos que Josh Allen no es quien encabeza la lista, pues quien lo hace es Jayden Daniels, indicando que su valor de juego ofensivo generado fue el mejor para todos los jugadores de la NFL y más aún, indicando que bajo nuestros criterios, era el merecedor del MVP para esta temporada, su buen juego lo justifica. La discrepancia entre este resultado y los hechos reales podría atribuirse a factores extradeportivos, como su menor posición mediática y su experiencia en comparación con los otros candidatos.

## Análisis de Wide Receivers



Figura 6: Ranking de jugadores usando el grado ponderado de entrada.

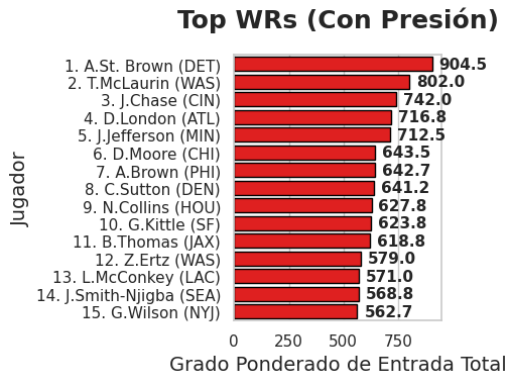


Figura 7: Ranking de jugadores usando el grado ponderado de entrada y el multiplicador de presión.

En el análisis de los Wide Receivers identificamos un grupo consistente de alto rendimiento, encabezado por J.Chase (Cincinnati Bengals), A. St. Brown (Detroit Lions), J. Jefferson (Detroit Lions), T.McLaurin (Washington Commanders) y D.London (Atlanta Falcons). Al aplicar el multiplicador de presión conseguimos solamente una permutación de estos nombres, premiando más a los jugadores de Detroit y Washington, ambos siendo reconocidos por ser equipos muy consistentes en temporada regular y que llegaron a la ronda de playoffs. Al compararse estos rankings con las estadísticas oficiales de receptores, vemos que nuestro top 5 también aparece en los rankings de yardas ganadas por recepciones y pases efectivos de touchdown (*NFL*), corroborando la validez de nuestro ranking.

## Análisis de Running Backs

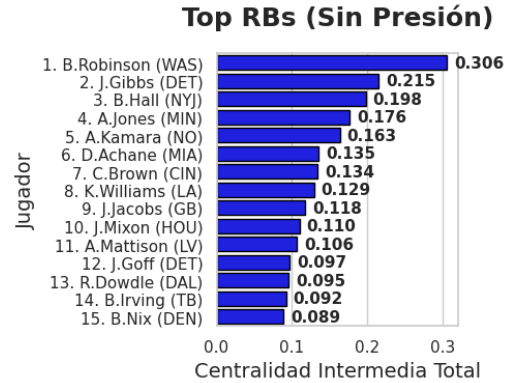


Figura 8: Ranking de jugadores usando la centralidad intermedia.

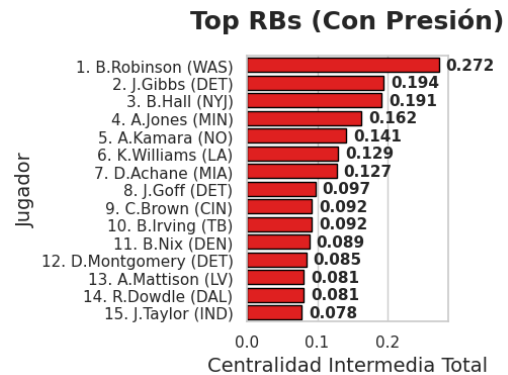


Figura 9: Ranking de jugadores usando la centralidad intermedia y el multiplicador de presión.

En el ranking de Running Backs, el top 5 se mantuvo estable entre las métricas con presión y sin presión, dominado por jugadores de Detroit y Washington, lo cual es coherente con su rendimiento en la temporada regular y su enfrentamiento en Playoffs. No obstante, se encontró una anomalía significativa dada la ausencia de dos jugadores clave en el top 15, D.Henry (Baltimore Ravens) y S.Barkley (Philadelphia Eagles), siendo este último el mejor Running Back según la prensa (*Fox Sports*).

En general, los jugadores que aparecen en el ranking coinciden con las estadísticas reales, salvo la ausencia de este par de jugadores. Al indagar más en ello, se encontró que en muchas de las jugadas de ambos RBs mencionados, no se registraron en la base de datos los pases previos a sus acarreos, mermando sus métricas de centralidad intermedia, pues ya no actuaban como puentes para flujo ofensivo (puede observarse en las redes de las figuras 1

y 2). Para atender este caso, hicimos un análisis de rushers utilizando la métrica de grado ponderado de salida, pero filtrando aquellos jugadores que tenían enlaces con el nodo rush.

### Análisis de Rushers

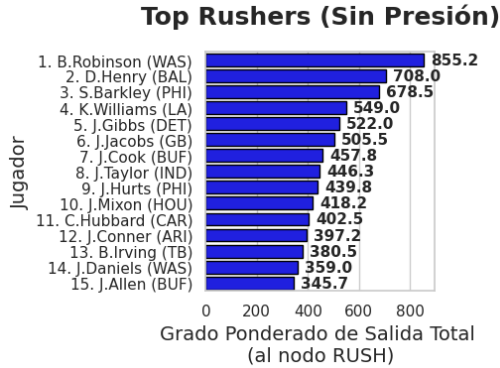


Figura 10: Ranking de jugadores usando grado ponderado de salida al nodo rush.

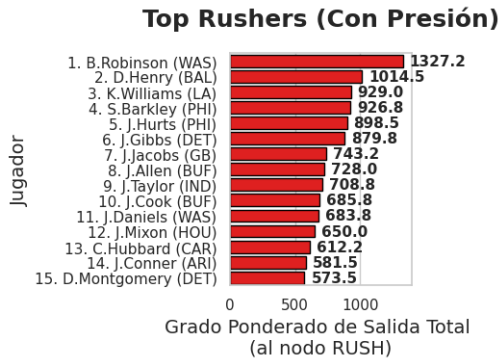


Figura 11: Ranking de jugadores usando grado ponderado de salida al nodo rush y el multiplicador de presión.

El ranking de rushers sin presión confirma que Bijan Robinson es el líder de la lista e incorpora inmediatamente a los ausentes en la lista anterior, D. Henry y S. Barkley, demostrando que son jugadores que sí generan valor ofensivo, aunque las métricas iniciales no lo identifican dada la estructura de los datos.

Al aplicar el multiplicador de presión, J. Hurts (Philadelphia Eagles) entra al ranking, mientras que K. Williams (Los Angeles Rams) se pone por encima de Barkley. Esto no necesariamente indica un rendimiento negativo de Barkley, sino que Philadelphia tuvo una alta generación de valor ofensivo mediante acarreos y que lo hizo con más de un jugador,

mostrando que es un equipo versátil, con muchas opciones al ataque, y puede ser un factor que influyó en la victoria de Philadelphia en el Super Bowl.

### Análisis de Jugadores Vitales para su equipo

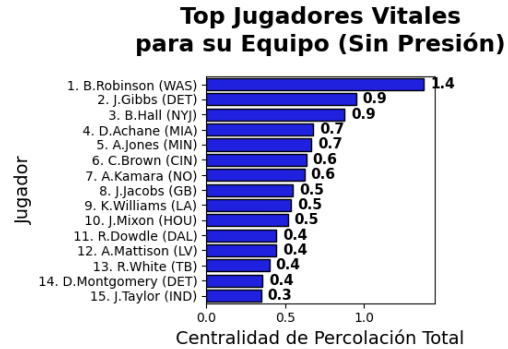


Figura 12: Ranking de jugadores usando centralidad de percolación.

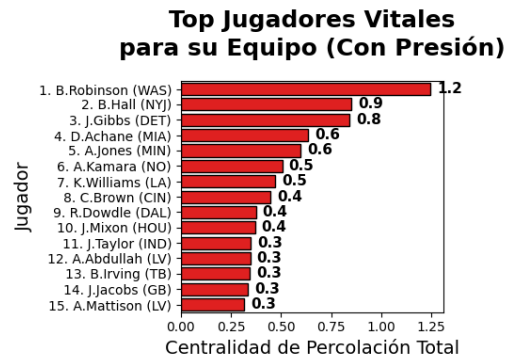


Figura 13: Ranking de jugadores usando centralidad de percolación y el multiplicador de presión.

La centralidad de percolación se empleó para identificar la eficiencia estructural de los jugadores en la red ofensiva, haciendo que las jugadas de alto impacto se interpreten como rutas de menor flujo al utilizar la inversa de los pesos. En este análisis destaca B. Robinson (Washington Commanders) en ambos escenarios; su posición en la cima sugiere que es la ruta de menor resistencia de su ofensiva, siendo el nodo indispensable que conecta el juego aéreo con el terrestre de manera eficiente, independientemente del contexto, siendo congruente con el buen nivel del equipo en la temporada, quedando claro que es una pieza irremplazable en su esquema.

Al comparar los datos agregando el factor de presión, el ranking cambia un poco. Algunos juga-



dores como K. Williams (Los Angeles Rams) y A. Abdullah (Las Vegas Raiders) suben de posición, lo que prueba que mantienen su nivel en momentos difíciles y se vuelven una opción segura cuando no hay margen de error. En cambio, C. Brown (Cincinnati Bengals) y J. Jacobs (Green Bay Packers) descienden puestos, indicando que su aparición en el ranking se debe mayormente a jugadas en momentos de baja presión, en otras palabras, su valoración se mantiene más fija que para el resto de jugadores del ranking al agregar el multiplicador.

Para concluir, esta métrica separa el rendimiento individual del rendimiento colectivo y nos permite encontrar jugadores estructuralmente fuertes en equipos que no tuvieron éxito colectivo, convirtiéndose en foco de interés para el resto de equipos como posibles futuros fichajes.

### Análisis de la métrica global por equipos.



Figura 14: Ranking de equipos usando la métrica global.

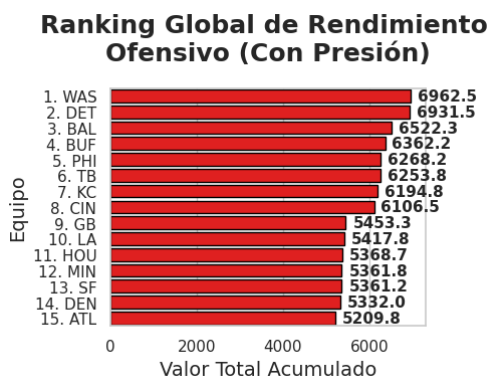


Figura 15: Ranking de equipos usando la métrica global y el multiplicador de presión.

Finalmente, se calculó una métrica global por equipo promediando los grados de entrada y de salida para todos los nodos de jugadores. El ranking resultante sin presión muestra a Detroit como el líder, lo cual es coherente con su record de victorias en temporada regular (15-2), donde además ganaron muchos de sus partidos con amplia diferencia en el marcador. En contraste, equipos como Kansas City, que se encuentra en el puesto número 7 del ranking, a pesar de llegar al Super Bowl y obtener el mismo record de victorias que Detroit, muestra que tuvo menor generación ofensiva, coincidiendo con la forma en que ganaron sus partidos, con marcadores más ajustados.

Al aplicar el multiplicador de presión, el equipo líder resultó ser Washington, que tuvo un record de 12-5 en temporada regular y fueron los encargados de eliminar a Detroit, premiando nuevamente la generación de buen juego en momentos críticos. Por otra parte, el ganador del Super Bowl fue Philadelphia, con un buen record en temporada regular de 14-3, sin embargo, en nuestros dos rankings aparece en quinto lugar, mostrando que no fue el equipo con mayor generación ofensiva, pero que supo sacar los resultados en los momentos correctos.

En conjunto, esta métrica global captura no solo la cantidad de partidos ganados sino que también la forma en que se ganaron, lo cual se apega al objetivo de ser fiel a lo que significa “jugar bien” para la percepción humana.

### Conclusión

El estudio realizado demuestra la viabilidad del uso de redes complejas para el análisis del fútbol americano, más aún el integrar la presión como variable a tomar en cuenta para la valoración del rendimiento, tanto de jugadores individuales como equipos. La metodología propuesta logró replicar hallazgos de estadísticas oficiales, además de mostrar datos adicionales, como la identificación de jugadores clave en contextos de alta exigencia o la detección de talentos en equipos de menor éxito.

La incorporación del multiplicador de presión permitió tomar en cuenta partes del juego usualmente omitidas en análisis estadísticos, tales como la fortaleza mental y la capacidad de ejecución en momentos decisivos. Esto se evidenció en casos como el de Jayden Daniels, quien, bajo nuestra métrica, surgió como el jugador más valioso, o en la consistencia ofensiva de equipos como Washington y

Detroit, cuyas redes reflejaron un alto nivel de eficiencia en situaciones críticas.

Dadas las limitaciones en la estructura de la base de datos, reiteramos la importancia de la limpieza y buen procesamiento de datos para el buen funcionamiento de métricas. Futuros rubros de trabajo en esta rama podrían incorporar mas roles de juego, además de la defensiva, ampliando los criterios de presión para un modelo mucho más complejo y completo.

En definitiva, este enfoque no solo enriquece el análisis deportivo desde una perspectiva matemática compleja, sino que acerca la métrica a la intuición humana sobre lo que significa “jugar bien”, estableciendo una conexión entre lo analítico y la naturaleza contextual e impredecible del deporte.

## Referencias

- [1] Vicencio, G. (2023, 6 julio). Un Paseo por el campo de la historia: La NFL. Fox Sports. <https://www.foxsports.com.mx/2023/07/06/un-paseo-por-el-campo-de-la-historia-la-nfl>
- [2] León R. (s.f.) Estadio profesional de Futbol Americano. Historia NFL. Facultad de Estudios Superiores Acatlán. [https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2024/jul\\_sep/0862519/0862519\\_A7.pdf](https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2024/jul_sep/0862519/0862519_A7.pdf)
- [3] Fast, A. & Jensen, D. (2006). The NFL coaching network: analysis of the social network among professional football coaches.
- [4] Salim, M. & Brandão, W. (2018) Predicting the Success of NFL Teams using Complex Network Analysis. <https://www.scitepress.org/papers/2018/66971/66971.pdf>
- [5] Alves E., Jordão F., Peron T., Ribeiro P. & Aparecido F.(2024). Predicting soccer matches with complex networks and machine learning. <https://arxiv.org/html/2409.13098v1>
- [6] M.E.J Newman. (2010). Networks, an introduction. Oxford.
- [7] Estrada E. & Knight P. (2015). A First Course in Network Theory. Oxford.
- [8] Rodríguez, A. (2025, 4 septiembre). Allen vs Lamar: El debate del MVP de 2024 se vuelve a abrir. NFL.com. <https://www.nfl.com/mundo/noticias/allen-vs-lamar-el-debate-del-mvp-de-2024-se-vuelve-a-abrir>
- [9] NFL. (s.f.). 2024 NFL Receiving Touchdowns Leaders & Stats. NFL.com. <https://www.nfl.com/stats/player-stats/category/receiving/2024/REG/all/receivingtouchdowns/DESC>
- [10] Fox Sports. (2025, 30 enero). Eagles RB Saquon Barkley’s historic 2024 season by the numbers. Fox Sports. <https://www.foxsports.com/stories/nfl/philadelphia-eagles-saquon-barkleys-historic-2024-season-numbers>