



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Análisis de las estrategias utilizadas en el fútbol femenino
mediante el modelado de pases

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

AUTOR/A: Herrero Candela, Raquel

Tutor/a: Rebollo Pedruelo, Miguel

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

Resumen

Las estadísticas son una herramienta utilizada en el mundo del deporte para el análisis de partidos. Estas han ido evolucionando con el paso del tiempo, introduciendo nuevas métricas. En el caso del fútbol masculino, la utilización de analistas de datos por parte de los equipos es cada vez más común.

A pesar de que en el fútbol masculino la investigación de nuevas métricas y formas de analizar un partido está en auge no sucede lo mismo con el femenino. Es por eso, que en este TFG analizaremos los partidos de la Copa del Mundo femenina 2019 mediante las redes de pases. Estudiaremos diferentes métricas y visualizaciones de redes, analizando cuales de estas son más útiles para la obtención de datos de interés de un equipo como, por ejemplo, la estrategia utilizada y las jugadoras más importantes. Además, se realizará una pequeña comparación entre fútbol masculino y femenino demostrando que no son tan diferentes como mucha gente piensa.

Palabras clave: fútbol femenino, redes de pases, métricas, análisis

Abstract

The statistics are a useful tool used in the sports world to analyze matches. Over the years, these tools have been improved introducing new metrics. In men's football, the hiring of data scientists is more and more common.

In men's football there is always a constant learning about new metrics and tactics to analyze a football match, such thing doesn't happen in women's football. This is the reason why in this TFG we are going to analyze the FIFA World Cup women's matches with the help of passing networks. We are going to study different metrics and network visualizations, analyzing the better way to obtain important data of a team, such as, their strategy and most important player. Furthermore, we are going to make a comparison between men and women's football proving that there is no such big difference between them like the people thinks

Keywords: women's football, passing network, metrics, analysis



1	<i>Introducción</i>	1
1.1	Motivación	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Estructura de la memoria	2
2	<i>Estado del arte</i>	3
3	<i>Teoría de grafos y redes</i>	7
3.1	Grafos	7
3.1.1	Matriz de adyacencia.....	8
3.1.2	Caminos y ciclos	9
3.1.3	Subgrafos.....	9
3.2	Métricas	10
3.2.1	<i>Betweenness</i>	10
3.2.2	Cercanía.....	11
3.2.3	Vector propio.....	11
3.2.4	PageRank	12
3.2.5	Clustering	12
4	<i>Visualización de las redes de pases</i>	14
4.1	Arquitectura del sistema	14
4.2	Recolección y formato de los datos	15
4.3	Métodos de visualización	17
4.3.1	Posición media de los jugadores	17
4.3.2	Cercanía entre jugadoras.....	18
4.3.3	Formación ofensiva	19
5	<i>Análisis de redes en el fútbol femenino</i>	21
5.1	Análisis de la Copa del Mundo femenina 2019	21
5.2	Octavos de final: España vs. EE. UU. / Países Bajos vs. Japón	22
5.2.1	España-EE. UU	22
5.2.2	Países Bajos-Japón.....	26
5.3	Cuartos de final: Francia vs. EE. UU. / Italia vs. Países Bajos	28
5.3.1	Francia-EE. UU	28
5.3.2	Italia-Países Bajos	31
5.4	Semifinales: Inglaterra vs. EE. UU. / Países Bajos vs. Suecia	35
5.4.1	Inglaterra-EE. UU.	35
5.4.2	Países Bajos-Suecia	38
5.5	Final: EEUU vs. Países Bajos	41



5.6	Clusters	45
5.7	Conclusiones	48
6	<i>Comparación con fútbol masculino</i>	49
7	<i>Conclusiones</i>	55
7.1	Relación del trabajo desarrollado con los estudios cursados.....	56
8	<i>Bibliografía</i>	57
Apéndice		
A.	<i>Objetivos de desarrollo sostenible</i>	59



Figura 1: Red de pases creada a partir de los datos de la revista redes del partido de Portugal en la final (Conde y Bundio 2007).....	3
Figura 2: Red de pases zonal de Argentina en la semifinal del mundial 2014(Cintia, Rinzivillo y Pappalardo 2015)	4
Figura 3: Red de pases de la final de la Copa del Mundo masculina 2010(Peña y Touchette 2012).....	5
Figura 4: Zonas del campo.....	6
Figura 5: Ejemplo de grafo no dirigido. Nodos (A,B,C,D) con aristas conectándolos....	7
Figura 6: Ejemplo de grafo dirigido con pesos.	8
Figura 7: Matriz de adyacencia.....	8
Figura 8: Ejemplo intermediación	10
Figura 9: Posibles triangulaciones	13
Figura 10: Arquitectura del sistema - Elaboración propia	14
Figura 11: Ejemplo archivo competitions.json.....	15
Figura 12: Ejemplo carpeta matches.....	16
Figura 13: Ejemplo events.....	17
Figura 14: Posición media de las jugadoras de España en el Partido España- Sudáfrica	18
Figura 15: Cercanía España-Sudáfrica.....	19
Figura 16: Ejemplo formación ofensiva	20
Figura 17: Total de pases durante la competición.....	22
Figura 18: Red de pases de España antes del primer cambio.....	23
Figura 19: Red de pases España tras el cambio	23
Figura 20: Red de pases de EE. UU contra España.....	25
Figura 21: Red de pases Países Bajos contra Japón.....	26
Figura 22: Red de pases de Japón contra Países Bajos.....	27
Figura 23: Red de pases de Francia contra EE. UU.....	29
Figura 24: Red de pases de EE. UU contra Francia.....	30
Figura 25: Red de pases de Italia contra Países Bajos	31
Figura 26: Red de pases de Italia tras realizar el primer cambio	33
Figura 27: Red de pases de Países Bajos contra Italia	34
Figura 28: Red de pases de Inglaterra contra Estados Unidos	35
Figura 29: Red de pases de Estados Unidos contra Inglaterra.....	37
Figura 30: Red de pases de Países Bajos contra Suecia.....	38
Figura 31: Red de pases de Países Bajos tras sustitución	39
Figura 32: Red de pases de Suecia contra Países Bajos.....	40
Figura 33: Red de pases de Estados Unidos contra Países Bajos	42
Figura 34: Red de pases de Estados Unidos después de los cambios realizados en la primera parte.....	43
Figura 35: Red de pases de Países Bajos contra Estados Unidos	44
Figura 36: Clusters EE. UU.....	45
Figura 37: Clusters Países Bajos	47
Figura 38: Pases totales Mundial masculino	49
Figura 39: Tiros Mundial masculino	50
Figura 40: Tiros mundial femenino.....	51
Figura 41: Red de pases de Croacia contra Francia	52



Figura 42: Red de pases de Francia contra Croacia.....	53
---	----

Índice de tablas

Tabla 1: Métricas de España contra EE.UU	24
Tabla 2: Métricas de EE.UU contra España	25
Tabla 3: Métricas de Países Bajos contra Japón	26
Tabla 4: Métricas de Japón contra Países Bajos	28
Tabla 5: Métricas de Francia contra EE. UU.....	29
Tabla 6: Métricas de EE. UU contra Francia.....	30
Tabla 7: Métricas de Italia contra Países Bajos	32
Tabla 8: Métricas de Países Bajos contra Italia.....	34
Tabla 9: Métricas de Inglaterra contra EE. UU.....	36
Tabla 10: Métricas de EE. UU contra Inglaterra.....	37
Tabla 11: Métricas de Países Bajos contra Suecia	39
Tabla 12: Métricas de Países Bajos tras realizar cambios.	40
Tabla 13: Métricas de Suecia contra Países Bajos	41
Tabla 14: Métricas de EE. UU contra Países Bajos	42
Tabla 15: Métricas de EE. UU tras los cambios.....	43
Tabla 16: Métricas de Países Bajos contra EE. UU	44
Tabla 17: Métricas de Croacia contra Francia	52
Tabla 18: Métricas de Francia contra Croacia.....	54



1 Introducción

El fútbol es uno de los deportes más populares de la historia (CMD Sport 2022), reuniendo a una gran cantidad de seguidores. A pesar de ello, no se ha encontrado una forma adecuada de analizar el juego, ya que resulta complicado evaluar mediante un componente numérico tanto a jugadores de forma individual como al equipo en general. Esto es debido a que es un deporte basado en pasar una pelota entre diferentes jugadores, creando una gran cantidad de variables que analizar y haciendo difícil no solo como analizarlas, sino como interpretar los resultados de este análisis en el juego en general.

Mientras otros deportes como el baloncesto o el beisbol son más fáciles de analizar, teniendo en cuenta que son equipos de menos personas y los resultados dependen más de la calidad individual de los jugadores, el fútbol es un deporte en el que los resultados son menos amplios y la posesión del balón cambia constantemente, los pases no siempre van hacia delante, sino que pueden ir hacia los lados e incluso hacia atrás. Esto hace que sea difícil decidir qué aspectos del juego son los correctos para analizar de manera adecuada la estrategia de un equipo, siendo así posible comparar la estrategia de un equipo con su oponente o consigo mismo para encontrar fortalezas y debilidades entre diferentes formaciones.

Normalmente, características como mayor posesión de balón y mayor cantidad de pases realizados suele ser distintivo del equipo ganador (Yates y Parziale 2013) pero no siempre es así.

Teniendo en cuenta la importancia del movimiento de balón en este juego, en este trabajo trataremos de aclarar cuales son las mejores métricas para el análisis de la estrategia de un equipo. Para ello, debido a que un equipo está formado por once jugadoras que deben interactuar entre ellas de una forma u otra, utilizaremos redes de pases formando así un grafo donde los nodos serán los jugadores y las aristas los pases. Las redes de pases nos permitirán capturar una gran cantidad de información sobre quien suele pasar el balón a quien, ayudándonos a analizar el porqué de esos pases dándonos una idea de la estrategia utilizada por los equipos en los diferentes partidos.

1.1 Motivación

Mi pasión por el fútbol y la informática es lo que me ha llevado a la realización de este trabajo.

La informática y las nuevas tecnologías están muy presentes en nuestra vida, sin embargo, en el ámbito deportivo todavía no han alcanzado su máximo potencial, en especial en el área de análisis de datos. Actualmente, están empezando a aparecer equipos que buscan analistas de datos para ayudar a mejorar su estrategia tanto dentro como fuera del campo, pero esto solo pasa en los equipos masculinos y todavía queda mucho por descubrir sobre la mejor forma de realizar estos análisis. Es por eso, que en este trabajo se investigará que métricas pueden ser las adecuadas para el análisis de redes de pases así como cuál es la mejor forma de visualizar la red basando este en los partidos del mundial femenino 2019, dándome la oportunidad de aplicar los

conocimientos adquiridos sobre teoría de grafos en un ejemplo real, además de aprender un poco más sobre la ciencia de datos y permitiéndome dar visibilidad al fútbol femenino con la intención de que los resultados de estos análisis puedan ayudar a las selecciones de cara al mundial del 2023.

1.2 Objetivos

El principal objetivo de este trabajo será estudiar las redes de pases de las selecciones femeninas identificando las estrategias utilizadas. Para ello, desglosaremos este objetivo en los siguientes objetivos específicos:

- O1. Adquirir el conjunto de datos del torneo a analizar.
- O2. Construir la red de pases de diferentes partidos.
- O3. Determinar las métricas más significativas para un correcto análisis.
- O4. Determinar la visualización más adecuada para el correcto entendimiento de la red.
- O5. Comparar las redes de las selecciones masculinas y femeninas.

1.3 Estructura de la memoria

La memoria está dividida en 7 capítulos. En el capítulo 1, donde nos encontramos ahora, hacemos una introducción sobre el tema del trabajo y se plantean sus objetivos.

En el capítulo 2, se muestra el desarrollo de las diferentes ideas sobre el análisis de datos en el fútbol las cuales han utilizado técnicas semejantes a las que se van a utilizar en el presente proyecto.

En el capítulo 3, haremos una breve introducción a la teoría de grafos y como esta se va a utilizar para generar y analizar las redes de pases de los partidos. Por otra parte, describiremos las diferentes métricas usadas en estos análisis y debatiremos cuales pueden ser las más adecuadas para un análisis completo y correcto.

En el capítulo 4, explicaremos las diferentes formas de visualizar las redes de pases e intentaremos discernir la más adecuada para un correcto análisis de los datos. Las redes se crearán a partir de los datos disponibles en StatsBomb para el mundial femenino del año 2019 y al que se puede acceder gratuitamente.

En el capítulo 5, realizaremos un análisis de las redes de pases de los partidos jugados por la selección de Países Bajos y EE. UU. ya que fueron las finalistas del torneo. El análisis se realizará con las métricas y visualizaciones que hayamos considerado más adecuadas en los apartados anteriores, comprobando así si las conclusiones a las que hemos llegado concuerdan con los resultados de partidos reales.

En el capítulo 6, se expondrá una pequeña comparación entre el fútbol femenino y masculino mediante el análisis de la final del mundial masculino 2018.

Finalmente, en el capítulo 7, expondremos las conclusiones a las que hemos llegado mediante la realización del trabajo.



2 Estado del arte

Los primeros estudios dedicados al análisis de datos en el deporte utilizaban la llamada Metodología Observacional, basada en un análisis secuencial de los datos desde un punto de vista probabilístico, “el primer evento es simplemente el antecedente y el otro el consecuente, con cierto grado de probabilidad”. (Castellano Paulis y Hernández Mendo 2000; 2002).

Tras el comienzo de la Eurocopa de 2004, la revista REDES decidió crear un concurso llamado Redes contra Redes (Molina y Melero 2004). El objetivo, era realizar una clasificación de los 4 equipos semifinalistas del torneo, ordenándolos del primero al cuarto, a partir de las estadísticas de la primera fase del torneo ofrecidas por la UEFA. Además, a parte de las variables atributivas que se solían utilizar (minutos jugados, faltas cometidas, goles a favor...) se ofrecen por primera vez variables reticulares (quien le pasa la pelota a quien). Para sorpresa de todos los participantes, la final fue Portugal vs. Grecia, ganando el torneo la selección griega y dejando la competición de la revista sin ganador, ya que nadie había apostado por ninguna de las dos como semifinalistas.

Gracias a este desafortunado desenlace, se empieza a considerar la importancia de utilizar el análisis de redes sociales para mejorar el análisis de datos en el deporte, en concreto en el fútbol. Es, la propia revista REDES, la que publica un artículo volviendo a analizar la Eurocopa de 2004 (Conde y Bundio 2007). En este caso, introduciendo el concepto de análisis de redes sociales, así como las primeras métricas utilizadas. El estudio fue realizado con los datos¹ que la revista puso a disposición de los participantes durante la competición.

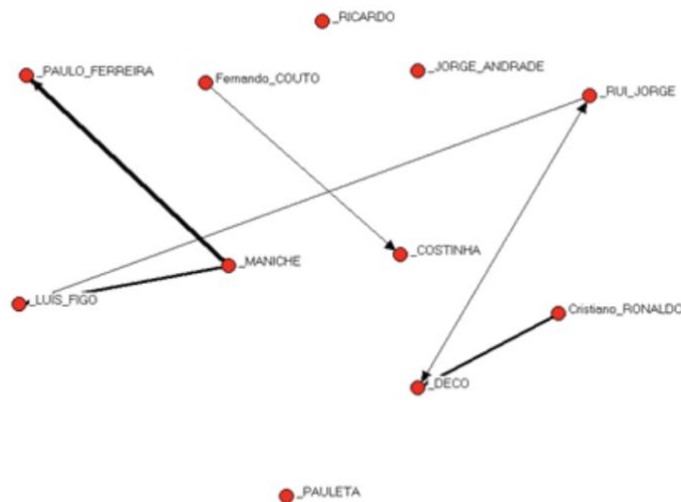


Figura 1: Red de pases creada a partir de los datos de la revista redes del partido de Portugal en la final (Conde y Bundio 2007).

¹ Estos datos todavía se encuentran disponibles en <http://revista-redes.rediris.es/webredes/eurocopa/datos.htm>

Como se puede observar en la Figura 1, las redes de pases todavía eran muy sencillas, estaban formadas por los 11 jugadores iniciales (puntos rojos, nodos del grafo) y la relación entre los jugadores, pases realizados entre ellos, se visualizaba en el grafo como un enlace, con un color más o menos intenso, dependiendo el número de pases.

Así surgen una gran cantidad de estudios basados en el análisis de redes. Beal et al. (2020), estudia la importancia individual de cada jugador para conseguir un equipo eficiente. Para ello, utiliza tres métricas: centralidad, distancia con respecto al evento y frecuencia con la que aparece en un camino. El estudio tenía como objetivo deducir que jugadores serían los más apropiados para formar el equipo titular en los partidos del Mundial 2018, dando como resultado la elección de una gran parte de los jugadores que finalmente el entrenador eligió titulares.

A medida que va creciendo el interés por el análisis de redes de pases, comienzan a surgir nuevas interpretaciones. Cintia, Rinzivillo and Pappalardo (2015) sugieren realizar el análisis sobre una red de pases zonal. Una red dirigida donde los nodos son las zonas del campo y las aristas representan los desplazamientos de balón entre las dos zonas (Figura 2).

En este caso, el número de nodos variará dependiendo del equipo y del partido, permitiendo identificar las diferentes estrategias de pases de un equipo en diferentes partidos.

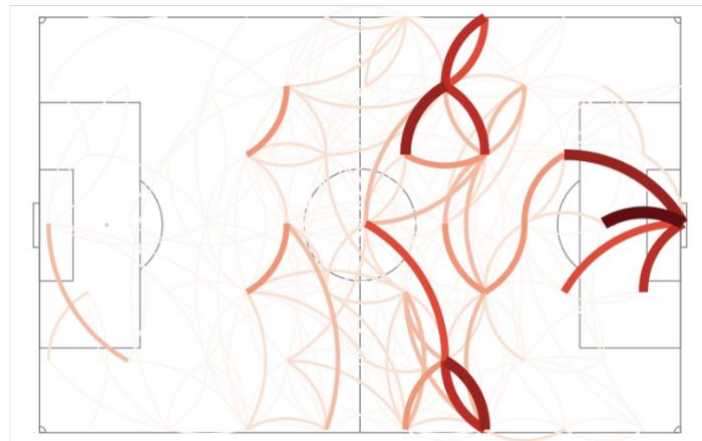


Figura 2: Red de pases zonal de Argentina en la semifinal del mundial 2014(Cintia, Rinzivillo y Pappalardo 2015)

Además, Maya Jariego and Bohórquez (2013) introdujeron la idea de que para un mejor análisis había que diferenciar dentro de la red de pases lo que ellos llamaron pases de juego y pases de adaptación. Los primeros, implican la realización de un pase entre dos jugadores con la intención de aprovechar alguna vulnerabilidad en el equipo contrario. Por ejemplo, centros al área, asistencias, pases en largo del portero. Los de adaptación, tienen la intención de crear movimiento en el equipo contrario para mejorar una situación defensiva u ofensiva, como pueden ser los saques en corto por parte del portero o los pases al hueco.

Por otra parte, el análisis de redes de pases de los grandes equipos de la historia como el Barcelona de Guardiola (Buldú et al. 2019) o de los ganadores de competiciones nacionales o



internacionales ha sido utilizado para comprobar que métricas y que visualizaciones devuelven resultados más similares a la realidad.

De esta manera, Peña and Touchette (2012) realizan un análisis completo de la Copa del Mundo 2010. Para ello, utilizan las asunciones que se habían hecho a lo largo de los años. Por una parte, analizaron el grafo de la red de pases creado por los dos finalistas, España y Países Bajos.

Como podemos observar en la Figura 3, en comparación con la Figura 1, las redes de pases ya son mucho más complejas y detalladas. En este caso, visualizamos a los jugadores según la formación del equipo.

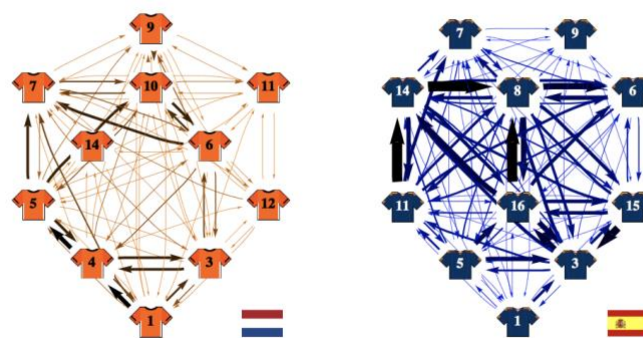


Figura 3: Red de pases de la final de la Copa del Mundo masculina 2010 (Peña y Touchette 2012)

Por otra parte, utilizaron la cercanía, intermediación, *PageRank* y *clustering* como métricas para analizar la aportación individual de los jugadores. Las conclusiones de este estudio fueron las mismas que en muchos otros, grandes valores en cercanía, *PageRank* y *clustering* indicaban que el jugador es importante para el equipo. Además, una intermediación baja y uniformemente distribuida significaba un equipo bien conectado que no depende de ningún jugador en especial.

Sin embargo, el análisis de redes de pases sigue evolucionando y se siguen estudiando nuevas formas para que resulte más efectivo. Así, surgen nuevos artículos estudiando también el juego de España en la Copa del Mundo 2010, pero esta vez considerando dividir el campo (Figura 4) en distintas zonas. Esta interpretación surge a partir de la idea de que los jugadores interactúan entre ellos de diferente manera según la zona del campo en la que se encuentran. En estos casos, la red de pases se crea cada 15 minutos de juego para ver cómo evoluciona (Cotta et al. 2013).



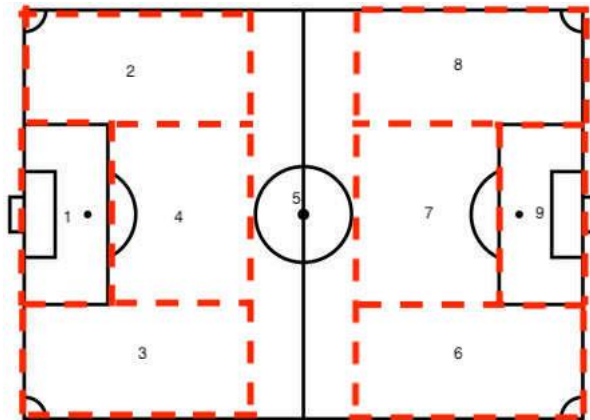


Figura 4: Zonas del campo

Estas constantes ganas de seguir desarrollando esta nueva forma de análisis, evoluciona en la inclusión de la parte dinámico-temporal del juego. Gyarmati and Anguera (2015), crean un sistema para la extracción automática de las estrategias de pases, utilizando un algoritmo dinámico que compara secuencias de pases presentes en diferentes conjuntos de datos. Este nuevo algoritmo permite analizar las secuencias de pases del equipo contrincante. Además, crea patrones, proporcionando datos de la implicación de los jugadores en un determinado modelo de juego, ayudando en la toma de decisiones a la hora de fichar a un jugador.

En los últimos años, se ha estudiado la posibilidad de tratar este análisis mediante hiperredes, permitiendo así representar los ‘movimientos’ de los jugadores a través del tiempo y del espacio. (Ramos et al. 2017; Gonçalves et al. 2017; Shaw y Glickman 2021; Buldú et al. 2018; Clemente et al. 2015).

3 Teoría de grafos y redes

Los grafos son de gran utilidad en el análisis de la estrategia de los equipos ya que nos permiten obtener una visión clara de la interacción entre los jugadores. Gracias a ellos, tenemos toda la información que se genera en un partido de 90 minutos en una simple imagen permitiéndonos realizar cálculos que derivaran en métricas, las cuales nos ayudaran a analizar las cualidades del equipo.

3.1 Grafos

En el contexto de redes, definimos un grafo como un conjunto de nodos y aristas, mediante la siguiente notación $G = (V, E)$, siendo V el conjunto de nodos (también llamado vértices) y E el conjunto de aristas. Representamos V como un set de nodos ordenado, siendo $V = \{v_1, v_2, \dots, v_N\}$. Las aristas $e \in E$ se representan como $e = (v_i, v_j)$, siendo v_i y v_j los nodos conectados por la arista e . Hay dos tipos de grafos, no dirigidos (Figura 5) o dirigidos (Figura 6). En el caso de ser un grafo dirigido se diferencia entre la relación (v_i, v_j) y (v_j, v_i) , ya que en este caso las aristas pueden tener direcciones opuestas, así como existir un par sin necesidad de que exista el otro. Sin embargo, los grafos no dirigidos no tienen dirección, por lo que no hay distinción entre (v_i, v_j) y (v_j, v_i) .

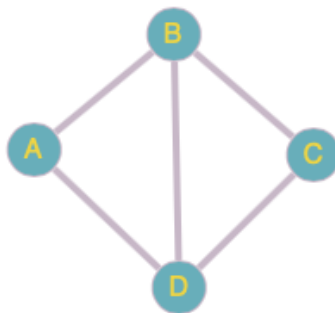


Figura 5: Ejemplo de grafo no dirigido. Nodos (A,B,C,D) con aristas conectándolos

Por otra parte, los nodos pueden tener diferentes grados. En el caso de un grafo no dirigido el grado es el número de aristas que inciden en el nodo, es decir, el número de nodos que se conectan con él. En el caso del grafo dirigido, el grado es la suma del número de aristas que van dirigidas al nodo (grado de entrada) más el número de aristas que salen de ese nodo para dirigirse a otro (grado de salida).

Por último, las aristas pueden ser con pesos o sin pesos. Si un grafo está formado por aristas con pesos, estos valores pueden tener diferentes connotaciones dependiendo del contexto en el que se esté utilizando el grafo. En algunos casos, puede ser la distancia entre los nodos conectados por esa arista o puede representar la 'fortaleza' de la conexión.

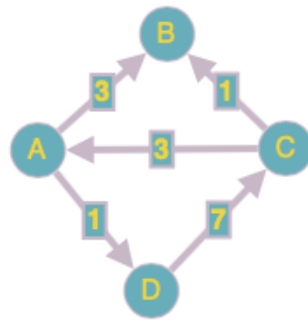


Figura 6: Ejemplo de grafo dirigido con pesos.

Aplicando estos conceptos al fútbol, usaremos los grafos para representar las redes de pases. De esta manera, los nodos serán las jugadoras y las aristas los pases realizados por las mismas. Así, la existencia de una arista (j_1, j_2) significa que se ha realizado un pase entre dos componentes del equipo, dependiendo si el grafo es dirigido o no, sabremos la dirección del pase o simplemente que se ha realizado. El peso de las aristas será el número de pases realizados entre las jugadoras j_1 y j_2 de forma que aumentaremos el tamaño e intensificaremos el color de la arista para indicar el número de pases realizados, cuanto más grande e intenso más pases se realizan entre ellas. Por otra parte, el grado de los nodos representara el número de compañeras con los que la jugadora j_1 ha interactuado, siendo su tamaño proporcional a su grado, cuanto mayor sea el grado, mayor será su tamaño.

3.1.1 Matriz de adyacencia

Un grafo puede ser representado numéricamente como una matriz de adyacencia. Dado un grafo $G = (V, E)$. La matriz de adyacencia A se crea como una matriz $N \times N$, siendo N el número total de nodos, y cada entrada $A_{i,j}$ es una arista formada por (v_i, v_j) . De esta manera, en la matriz el elemento $A_{i,j} = 1$ si hay un enlace entre los nodos v_i y v_j y cero en caso contrario. La Figura 7 nos muestra un ejemplo, donde podemos observar que $A_{1,3} = 1$ al estar unidos v_1 y v_3 mientras que $A_{1,4} = 0$ debido a que no tienen ninguna arista que los conecte directamente.

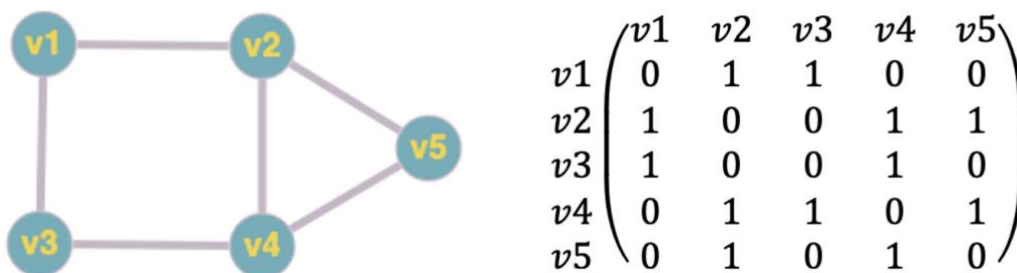


Figura 7: Matriz de adyacencia



Si las aristas tienen pesos, en la matriz A cada valor A_{ij} representará el peso de la arista $e = (v_i, v_j)$. En este caso, si no hay conexión entre dos nodos, es decir, $(v_i, v_j) \notin E$, entonces $A_{ij} = 0$. Sin embargo, cuando un nodo tiene pesos la matriz A ya no se puede considerar estrictamente una matriz de adyacencia ya que estas solo están formadas por 1s y 0s.

Por otra parte, si el grafo es dirigido, es posible que los valores de A_{ij} y A_{ji} difieran debido a que (v_i, v_j) y (v_j, v_i) pueden ser diferentes, mientras que en un grafo no dirigido deben llevar el mismo valor y la matriz de adyacencia es simétrica.

La creación de matrices de adyacencia nos ayudará a calcular los vectores propios del grafo, siendo una posible herramienta para analizar la importancia de los pases realizados entre los jugadores.

3.1.2 Caminos y ciclos

En teoría de grafos, decimos que hay un ‘camino’ entre los nodos v_1 y v_n si existe una secuencia de aristas que conectan diversos nodos desde v_1 hasta llegar a v_n , es decir, si $e_1, e_2, \dots, e_{n-1} \in E$ de forma que para cada $i = 1, 2, \dots, n$, $e_i = (v_i, v_{i+1})$ para $v_1, v_2, \dots, v_n \in V$. También podemos encontrar ciclos, siendo estos un ‘camino’ que empieza y termina en el mismo nodo.

Aplicando estos términos a las redes de pases en el fútbol, un ‘camino’ indica una relación de pases entre diversas jugadoras. Estrictamente hablando, significaría la realización de una gran cantidad de pases comenzando en la j_1 y finalizando en j_n sin ser interceptados por el equipo rival. Desafortunadamente, en una red de pases no podemos visualizar los pases con tanta precisión.

Además, dado que en este caso definimos la red de pases como una única red para todo el partido, es posible que un camino muestre una secuencia de pases entre dos jugadoras que no es real. Por ejemplo, una jugadora A que a veces realiza pases hacia la derecha, a B , o hacia la izquierda, a C . Esta formaría un camino en el grafo que se visualizaría como $C - A - B$ cuando en realidad esos pases no se han producido, los verdaderos caminos han sido $C - A$ y $A - B$. A pesar de esta posible confusión, localizar caminos dentro de una red nos ayudará a tener una idea de las jugadoras más importantes, ya que como vemos en el ejemplo, el camino ‘ficticio’ $C - A - B$ puede indicar que la jugadora A es la que más pases recibe y genera.

3.1.3 Subgrafos

Los subgrafos son subconjuntos de los nodos y aristas del grafo completo. Estos nos pueden aportar información tanto individual como conjunta de los elementos de la red. Considerando un grafo G . Dado un subgrafo que contiene un subconjunto $S_V \subseteq V$ de los nodos del grafo original, una arista (v_i, v_j) solo estará representada en el subgrafo si v_i, v_j pertenece a S_V y (v_i, v_j) pertenece a E .

Los subgrafos nos permiten intuir la importancia de una jugadora dentro del equipo, ya que un nodo que se encuentra en muchos subgrafos se debe a que está conectado con una cantidad de nodos considerable dentro de la red. Esta información nos da la oportunidad de ver las consecuencias de quitar este nodo de la red cuando se produce un cambio, por ejemplo.

El *clustering*, también denominado agrupación, del que hablaremos más adelante, es una métrica centrada en el valor individual de cada nodo. Gracias a ella y a los subgrafos, podemos



analizar la influencia que tienen las interacciones entre subgrupos dentro la red, entendiendo así la importancia que tiene un determinado núcleo de jugadoras para el buen juego general del equipo.

3.2 Métricas

Las siguientes métricas utilizan medidas de centralidad para analizar la importancia de una jugadora dentro del equipo de acuerdo con diferentes parámetros.

3.2.1 Betweenness

Esta métrica, también denominada intermediación, mide la periodicidad en la que un nodo es utilizado para llegar a otro nodo. Esto se puede calcular como el porcentaje de los caminos más cortos que pasan por la jugadora i , siendo los caminos utilizados los que hagan el camino más corto para llegar de la jugadora inicial a la jugadora final pasando por la jugadora i . Por ejemplo, teniendo en cuenta el grafo A de la Figura 8, podemos observar que hay 4 caminos, identificados por los nodos en rojo y las aristas en amarillo, que pasan por i (grafos B, C, D y E). Sin embargo, según la definición de intermediación, solo tendremos en cuenta los caminos de los grafos B y C ya que son los caminos más cortos que pasan por i .

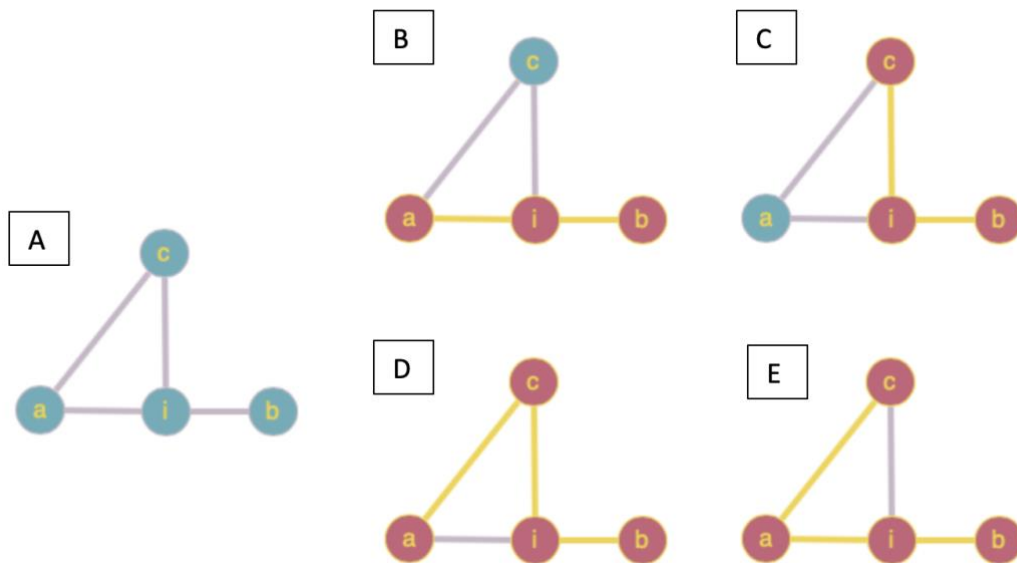


Figura 8: Ejemplo intermediación

De esta manera, definiremos la métrica como:

$$C_I(i) = \sum_{j \neq k \neq i} \frac{n_{j,k}^i}{g_{j,k}}$$



Siendo $n_{j,k}^i$ el número de caminos geodésicos (caminos más cortos) entre j y k pasando por i y $g_{j,k}$ el número total de caminos geodésicos entre j y k .

La intermediación no busca analizar cómo de bien conectada está una jugadora, sino de lo necesaria que es para que el balón fluya correctamente entre otras jugadoras. Así, nos ayuda a saber las consecuencias que tendría en el equipo un posible cambio o una tarjeta roja. Un valor de 0 o muy cercano a este indica poca influencia en el juego.

En principio, tras la definición de intermediación, se puede intuir que, para que un equipo tenga más posibilidades de ganar un partido, los valores de esta métrica deben de ser parecidos entre todas las jugadoras, creando así un equipo bien distribuido en el que todas sean importantes. En el caso que un par de jugadoras destaquen por encima de las demás, una posible expulsión o buena defensa por parte del otro equipo sobre estas debilitaría la estrategia del equipo.

3.2.2 Cercanía

La cercanía, como su nombre indica, mide como de cerca esta un nodo de otro. Se define de la siguiente manera:

$$C_C(v) = \frac{N - 1}{\sum_{i \neq j} l_G(v_i, v_j)}$$

Siendo N el número de nodos del grafo y $l_G(v_i, v_j)$ la longitud del camino más corto entre los nodos (v_i, v_j) .

Los valores de cercanía indican cómo de bien conectada está una jugadora dentro del equipo, es decir, como de fácil es llegar a ella mediante un pase. Por tanto, se puede deducir que cuanto más alto sea el valor de cercanía en una jugadora menor distancia habrá con respecto a sus compañeras, lo que significaría que mejor conectada está.

3.2.3 Vector propio

El vector propio mide el número de aristas que tiene un nodo, así como el número de aristas que tienen los nodos conectados a él y así sucesivamente por toda la red. De esta forma, podemos analizar la influencia que tiene un nodo no solo con sus vecinos sino con todos los nodos de la red.

Esta métrica se define de la siguiente manera. Suponiendo el grafo G y $A = A(G)$ como la matriz de adyacencia. El vector propio de A será X con valor propio λ . Dado que la matriz A está formada por 1s y 0s, la ecuación $AX = \lambda X$ es equivalente al siguiente sistema de ecuaciones lineares:

$$\lambda \cdot x_{v_i} = \sum_{v_j \sim (v_i)} x_{v_j}$$

Esta ecuación nos ayuda a interpretar mejor cómo funciona un vector propio, pensando en X como un vector de V formado por números reales, por ejemplo, $X: V \rightarrow \mathbb{R}$, esta ecuación



implica que el vector propio λ , multiplicado por la función X en su valor v_j no es más que la suma de los valores de X en los vecinos de v_j .

Así pues, una red con fuertes conexiones y nodos tendrá un vector propio alto. Dado que en nuestro caso el número de nodos siempre va a ser 11, un mayor valor numérico en el vector propio implicará una mayor conexión con diferentes jugadoras en el equipo.

3.2.4 PageRank

Esta métrica es un poco más compleja que las anteriores, ya que se basa en la popularidad de una jugadora. De esta forma, se considera que una jugadora es importante si recibe pases de otras jugadoras populares, es por esto, que esta métrica se debe calcular a la vez para todas las jugadoras. Matemáticamente, se define de la siguiente manera:

$$x_i = p \sum_{j \neq i} \frac{A_{ji}}{L_j^{out}} x_j + q$$

Donde $L_j^{out} = \sum_k A_{jk}$ es el número de pases totales realizados por la jugadora j , p es un parámetro heurístico que representa la probabilidad de que una jugadora realice un pase en vez de intentar finalizar la jugada ella sola arriesgando a chutar por ejemplo y la q es un parámetro que le da una popularidad a cada jugadora. Así, los resultados de esta métrica no dependerán solo de los valores de la red, sino que dependerá también de las probabilidades que utilizemos.

3.2.5 Clustering

El término *clustering*, también conocido como agrupación, nos permite identificar subgrupos de jugadoras que tienen una gran importancia dentro del juego del equipo debido a que la conexión entre ellas es realmente fuerte.

El coeficiente de agrupación de un nodo i es la probabilidad de que los nodos adyacentes (vecinos) a i también estén conectados. En otras palabras, es la probabilidad de que se creen fuertes conexiones entre subgrupos de 3 jugadoras tras la realización de una cantidad notable de pases. Esto es conocido en el mundo del fútbol como triangulaciones y son muy importantes para mantener al equipo compacto y con la posesión del balón.

Estas agrupaciones se crean ante la necesidad de querer pasar el balón a una determinada jugadora del trío, siendo esta línea de pase bien defendida por el equipo contrario en algunas situaciones de partido obligando a realizar el pase por medio de la jugadora i .

En la Figura 9 mostramos las posibles triangulaciones realizadas teniendo en cuenta el nodo i . En el caso de que el grafo fuese no dirigido, cualquier subgrupo formado por tres jugadoras podría formar una agrupación.



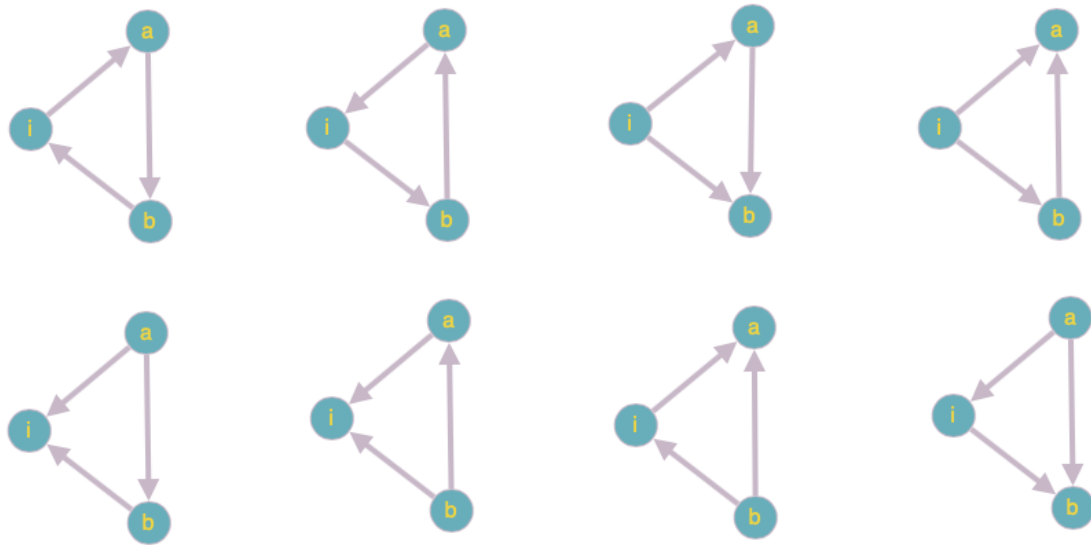


Figura 9: Posibles triangulaciones

La definición matemática de agrupación sería:

$$C_i^W = \frac{(A + A^T)_{ii}^3}{2[d_i(d_i - 1) - 2d^{\leftrightarrow}]}$$

Siendo A la matriz de adyacencia, $d^{\leftrightarrow} = \sum_{i \neq j \in V} A_{i,j}A_{j,i}$ y d_i el grado total del nodo i . De esta manera, el denominador indica el número de total de posibles triangulaciones que pueden ser realizadas gracias a i .

El tipo de grafo que emplearemos a continuación para realizar el análisis, serán grafos no dirigidos, debido a que nos permite un análisis más sencillo de los partidos. Lo que nos interesa es averiguar la estrategia usada y las jugadoras más importantes, por lo que no tenemos necesidad de visualizar la dirección del pase, nuestro único interés es la realización de ese pase entre las jugadoras.



4 Visualización de las redes de pases

4.1 Arquitectura del sistema

El sistema utilizado para la visualización de la solución se muestra en la Figura 10. La plataforma StatsBomb (1) ofrece datos gratuitos de algunas competiciones en formato JSON, en el siguiente apartado se explica con más detalle su estructura. Estos datos los utilizaremos para la visualización de las redes de pases y agrupaciones, así como para obtener las métricas. Para ello, hemos utilizado la herramienta RStudio (2), donde hemos creado 3 archivos, DatosMundial.R, que nos descarga los ficheros JSON del partido que nos interesa directamente desde el repositorio de StatsBomb. Esta información se guarda como dataframe para facilitar filtrar la información necesaria a la hora de hacer la red de pases. El archivo redPases.R, implementa la función encargada de filtrar la información, es decir, guarda la información de nodos (jugadoras) y aristas (pases) necesarios para visualizar el grafo del partido indicado. Esta visualización se realiza mediante el paquete ggplot2 (3). Por último, el fichero main.R se utiliza para pasar los argumentos a la función redPases, entre los que están incluidos el nombre del equipo y su id.

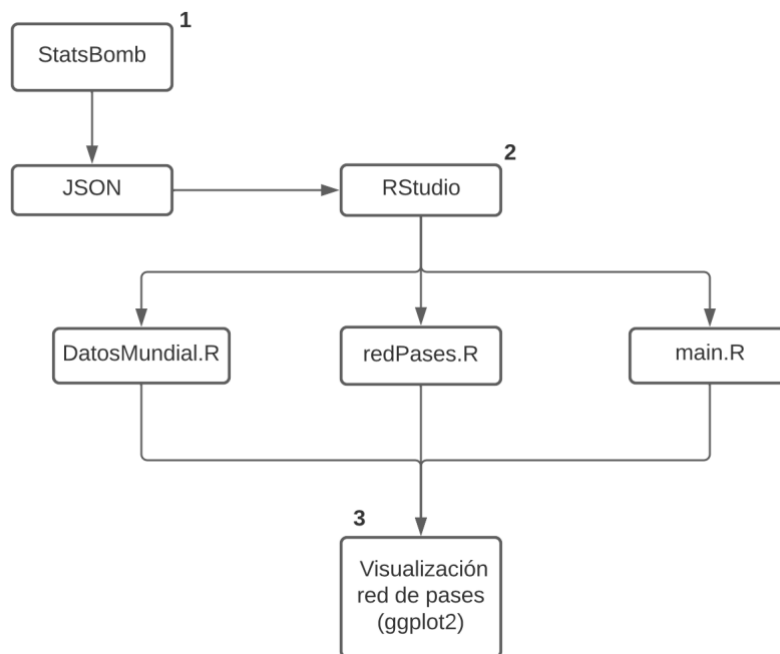


Figura 10: Arquitectura del sistema - Elaboración propia

4.2 Recolección y formato de los datos

El conjunto de datos usado en este análisis está formado por todos los eventos espaciotemporales sucedidos en los partidos de la Copa del Mundo femenina 2019. El acceso a estos datos ha sido posible gracias a StatsBomb², puesto que ofrece un repositorio donde va subiendo conjuntos de datos de diferentes competiciones al que se puede acceder gratuitamente.

Los datos son ofrecidos como ficheros JSON y están estructurados de la siguiente manera:

- *Competitions.json*: Guarda tanto las competiciones como la temporada en la que se desarrollaron.

```
"competition_id" : 53,
"season_id" : 106,
"country_name" : "Europe",
"competition_name" : "UEFA Women's Euro",
"competition_gender" : "female",
"competition_youth" : false,
"competition_international" : true,
"season_name" : "2022",
"match_updated" : "2022-08-01T07:46:11.595364",
"match_updated_360" : "2022-08-02T17:20:46.253297",
"match_available_360" : "2022-08-02T17:20:46.253297",
"match_available" : "2022-08-01T07:46:11.595364"
}, {
"competition_id" : 72,
"season_id" : 30,
"country_name" : "International",
"competition_name" : "Women's World Cup",
"competition_gender" : "female",
"competition_youth" : false,
"competition_international" : true,
"season_name" : "2019",
"match_updated" : "2022-07-13T20:21:27.033445",
"match_updated_360" : "2021-06-13T16:17:31.694",
"match_available_360" : null,
"match_available" : "2022-07-13T20:21:27.033445"
} ]
```

Figura 11: Ejemplo archivo *competitions.json*

- *Matches*: Contiene los partidos correspondientes a cada competición y temporada. Está formada por un conjunto de carpetas cuyo nombre está relacionado con el *competition_ID* de la competición a la que pertenecen y cada archivo json dentro de estas recibe el nombre según el *season_ID* de la temporada a la que pertenece ese partido dentro de esas competiciones.

² Los datos se encuentran disponibles en la siguiente dirección:
<https://github.com/statsbomb/open-data>



```
[ {
  "match_id" : 22963,
  "match_date" : "2019-06-14",
  "kick_off" : "18:00:00.000",
  "competition" : {
    "competition_id" : 72,
    "country_name" : "International",
    "competition_name" : "Women's World Cup"
  },
  "season" : {
    "season_id" : 30,
    "season_name" : "2019"
  },
  "home_team" : {
    "home_team_id" : 1212,
    "home_team_name" : "Jamaica Women's",
    "home_team_gender" : "female",
    "home_team_group" : "Group C",
    "country" : {
      "id" : 113,
      "name" : "Jamaica"
    },
    "managers" : [ {
      "id" : 4243,
      "name" : "Hue Menzies",
      "nickname" : null,
      "dob" : "1964-03-10",
      "country" : {
        "id" : 113,
        "name" : "Jamaica"
      }
    }
  ]
} ]
```

Figura 12: Ejemplo carpeta matches

- *Events*: Guarda todos los eventos que se pueden dar en un partido (pases, tiros, faltas, ...). Está formado por ficheros JSON y son nombrados según el *match ID* del partido al que pertenezcan. En la Figura 13 mostramos un ejemplo del evento más utilizado en nuestro caso, el pase.

```

"possession" : 3,
"possession_team" : {
  "id" : 217,
  "name" : "Barcelona"
},
"play_pattern" : {
  "id" : 1,
  "name" : "Regular Play"
},
"team" : {
  "id" : 217,
  "name" : "Barcelona"
},
"player" : {
  "id" : 5477,
  "name" : "Ousmane Dembélé"
},
"position" : {
  "id" : 16,
  "name" : "Left Midfield"
},
"location" : [ 34.0, 3.0 ],
"duration" : 0.717,
"under_pressure" : true,
"related_events" : [ "6399af5c-74b8-4efe-ae19-85f331d355e8", "dedf4912-f52a-4c90-a56a-0c6528df6e3b" ],
"pass" : {
  "recipient" : {
    "id" : 5211,
    "name" : "Jordi Alba Ramos"
  },
  "length" : 8.062258,
  "angle" : -3.0172377,
  "height" : {
    "id" : 1,
    "name" : "Ground Pass"
  },
  "end_location" : [ 26.0, 2.0 ],
  "body_part" : {
    "id" : 40,
    "name" : "Right Foot"
  }
}
}

```

Figura 13: Ejemplo events

4.3 Métodos de visualización

La gran cantidad de eventos presentes en los partidos de fútbol puede ser utilizada para analizar el comportamiento de un equipo en un partido dado o durante una competición. Esta información debe ser representada con el máximo detalle posible.

Uno de los principales problemas al visualizar los datos en forma de redes de pases se encuentra en la posición de los nodos. Las diferentes técnicas, que explicaremos a continuación, pueden revelar distintos atributos tanto de las jugadoras como del equipo.

Por otra parte, los partidos también se pueden analizar por periodos de tiempo. En este caso, dependiendo del periodo de tiempo que la visualización esté mostrando, nos permite analizar el comportamiento del equipo durante los momentos clave del partido.

Todas las imágenes presentadas a continuación son de elaboración propia, realizadas con los datos proporcionados por StatsBomb.

4.3.1 Posición media de los jugadores

Este primer método refleja la posición media de las jugadoras en el campo y el número de pases realizados entre cada jugadora durante el partido.

En esta técnica, la posición de los nodos la calculamos ejecutando la media de la posición de cada jugadora en el momento en el que realizaron o recibieron un pase. Este tipo de



representación ayuda a visualizar la táctica del equipo. Por ejemplo, cómo podemos observar en la Figura 14, en este partido España planteó un juego por el interior del campo, concentrando a una gran cantidad de jugadoras muy juntas en un espacio reducido.

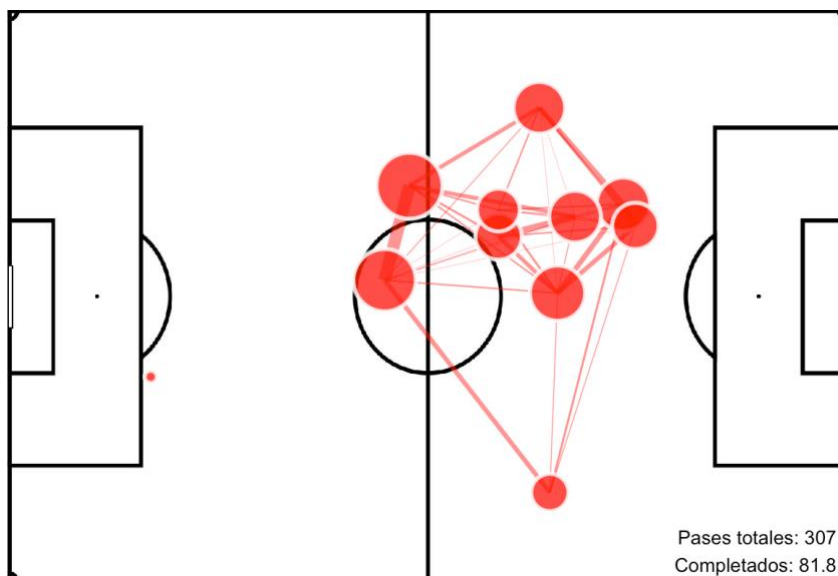


Figura 14: Posición media de las jugadoras de España en el Partido España- Sudáfrica

Por otra parte, también ayuda a identificar a las jugadoras más importantes, cuanto más grande es el nodo, más pases ha recibido esa jugadora. De esta forma, nos permite visualizar rápidamente las posibles piezas claves del equipo. Además, las aristas que unen los nodos tienen tamaños distintos dependiendo del número de pases realizados entre esas dos jugadoras, cuanto más gruesa es la arista, más pases intercambiados. Así, un rápido vistazo a esta visualización nos ayudará a analizar las posibles estrategias utilizadas por el equipo.

A diferencia de las visualizaciones siguientes, se observa que la portera no ha realizado ningún pase, esto es debido a que en este caso se pasa como argumento un número de pases mínimo. La creación de la primera arista depende de este número, por lo tanto que la portera no este conectada con nadie, indica que no llegó a realizar el mínimo número de pases con ninguna jugadora, pero como vemos a continuación no significa que fuesen todos fallidos.

4.3.2 Cercanía entre jugadoras

Esta técnica se centra en las relaciones entre subgrupos de jugadoras en vez de en su posición en el campo. El grafo se creará teniendo en cuenta la frecuencia de los pases, si hay un grupo de jugadoras que realizan pases entre ellas de forma regular, los nodos que las representan estarán cerca en el grafo. En el caso de que un par de jugadoras no conecten, los nodos estarán más alejados.

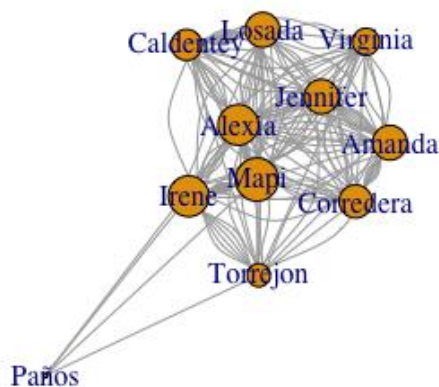


Figura 15: Cercanía España-Sudáfrica

En la Figura 15, podemos observar cómo los nodos pierden sus posiciones y se colocan dependiendo de la cantidad de pases que se han realizado. En este caso, el tamaño de los nodos depende del coeficiente de cercanía. Alexia, Irene y Mapi son las que tienen más tamaño, indicándonos que son el subgrupo mejor relacionado dentro del equipo. La gran cantidad de aristas en el centro de la imagen sugiere que todas las jugadoras realizan pases entre ellas de forma habitual, pero no nos permite analizar la estrategia del equipo tan fácilmente como lo hacía la métrica anterior, ya que no podemos observar su posición en el campo.

4.3.3 Formación ofensiva

En el fútbol, los equipos se organizan en lo que llamamos una ‘formación’, la cual indica la posición individual de las jugadoras dentro del equipo. Esta se describe mediante una serie de números que indican la colocación de las jugadoras, siendo el primer número la línea de defensa. Por ejemplo, una formación 4-3-3 representa que el equipo está colocado de manera que tiene una línea de 4 defensas, 3 centrocampistas y 3 delanteras. Estos números siempre deben de sumar 10 ya que es el número de jugadoras dentro de un equipo sin contar a la portera.

A pesar de que un equipo define su formación al empezar el partido, esta puede ir cambiando durante el encuentro. Debido a esto, esta visualización no se basa en los eventos, sino en los movimientos de las jugadoras. Esta técnica, conocida como *tracking*, nos permite analizar, en diferentes puntos del partido, la posición individual de una jugadora con respecto al equipo durante todos los minutos de juego. Esta es una diferencia importante con respecto a las visualizaciones anteriores ya que solo nos muestran la posición de una jugadora cuando está tiene el balón.

Esta visualización es una mezcla de las dos anteriores. En este caso, la posición de los nodos se basa en la posición de las jugadoras de acuerdo con la formación establecida y la



distancia relativa entre las componentes de un equipo representa sus posiciones cuando el equipo tiene la posesión. En este caso, el tamaño de cada nodo representa el coeficiente de agrupación (*clustering coefficient*), cuanto más grande sea, en más triangulaciones participará esa jugadora. El grosor de las aristas indica el número total de pases realizados entre dos jugadoras durante el partido.

Como podemos observar en la Figura 16, está visualización muestra más de 11 nodos. Esto se debe a que en este caso las sustituciones se deben mostrar también, siendo estas los nodos que encontramos en las afueras del campo. Cada sustituta se encuentra alineada con la jugadora por la que se realizará el cambio.

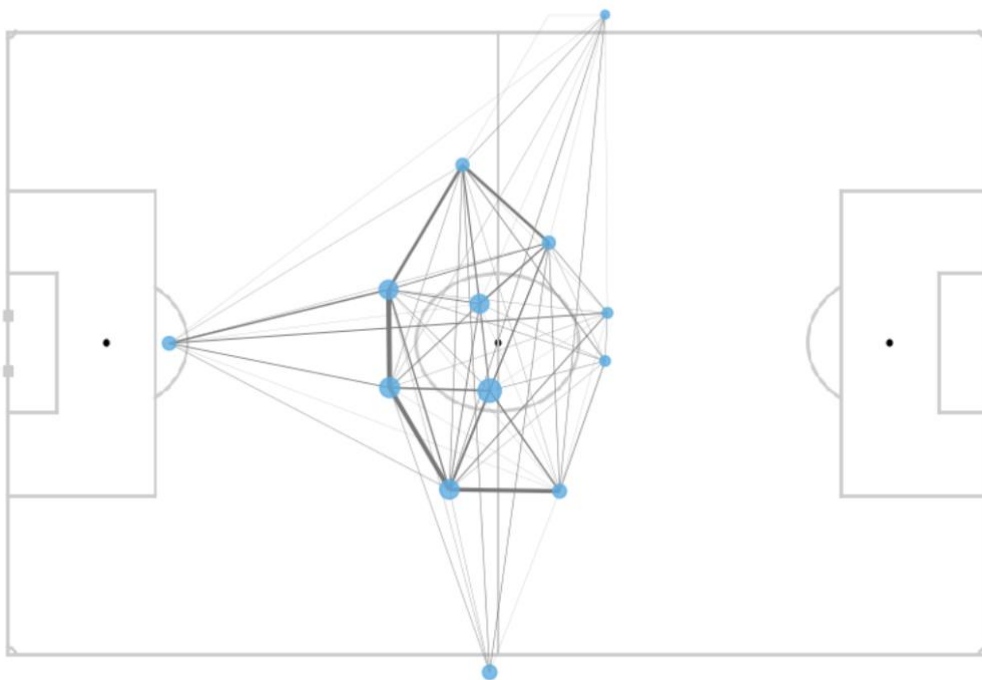


Figura 16: Ejemplo formación ofensiva

Esta representación nos permite mostrar el comportamiento del equipo de una manera sencilla. Por ejemplo, en este caso vemos como al equipo le resulta más fácil mover la pelota desde las centrales hacia las bandas, dejando a las delanteras sin casi participación en el juego.

5 Análisis de redes en el fútbol femenino

En este apartado trataremos de aplicar las métricas explicadas con anterioridad al fútbol femenino, utilizando estas para obtener información sobre las estrategias de los equipos en una competición real como es la Copa del Mundo. De esta manera, dado que sabemos cuál fue el resultado de los partidos a analizar, podremos deducir que información aportan los resultados numéricos de las mismas y como nos ayudan estos a analizar el juego de un equipo.

Por otra parte, para un mejor entendimiento de los datos cuantitativos, utilizaremos la posición media de los jugadores como método de visualización para las redes de pases. La combinación de estos dos elementos nos ayudará a entender mejor la estrategia y las jugadoras importantes dentro de una selección.

Los diferentes colores en la visualización de los campos que veremos durante el análisis se deben simplemente a una cuestión estética. Hemos decidido colorear los nodos según el color de la primera equipación de cada selección, es por eso, que en las redes de pases de EE. UU, el campo es de color verde mientras que los demás son blancos.

5.1 Análisis de la Copa del Mundo femenina 2019

La Copa del Mundo es una competición que se realiza cada cuatro años. Las selecciones tienen un tiempo limitado para prepararse, lo que significa que la estrategia empleada por una selección puede cambiar mucho durante la competición. Esta falta de tiempo para crear una estrategia hace que el análisis de datos se convierta en algo muy importante en este tipo de torneos. Los entrenadores deben encontrar un once inicial adecuado para cada tipo de partido, por lo que el análisis de datos les puede ayudar a identificar tanto los puntos débiles de sus contrincantes como las jugadoras con las mejores características para atacar esas debilidades.

En la Copa del Mundo femenina del año 2019, la cual vamos a analizar, hubo pocas sorpresas, EE. UU. partía como favorita debido a que era la vigente campeona y las posibles candidatas para competirle el título eran Alemania (segunda en el ranking FIFA), Japón (finalista en el Mundial de 2015), Francia, Inglaterra y Países Bajos (ganadora de la Eurocopa 2017). Finalmente, Japón cayó en octavos contra la finalista Países Bajos y Alemania y Francia en cuartos contra Suecia y EE. UU. respectivamente.

Como podemos observar en el gráfico de la Figura 17, las selecciones con mayor número de pases son las que llegaron a las fases finales del torneo a excepción de Italia. Analizando estos datos podemos intuir que en general la posesión del balón influye en el resultado final de los partidos, cuanto más posesión más posibilidades de ser el equipo ganador.



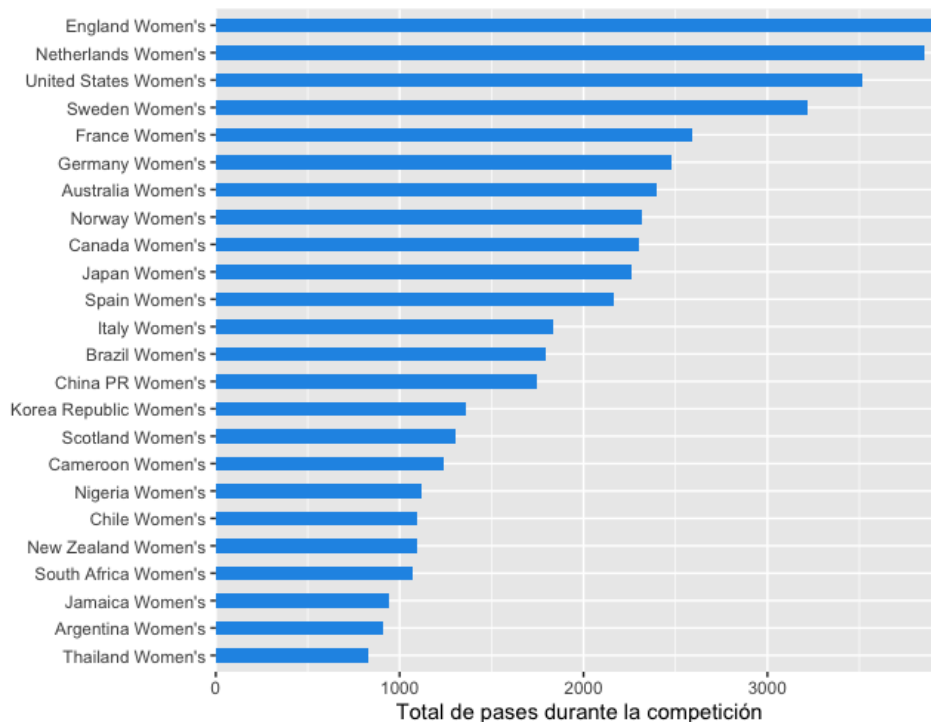


Figura 17: Total de pases durante la competición

A continuación, analizaremos los partidos de las selecciones finalistas de esta competición, desde la primera fase eliminatoria hasta la final. En fase de grupos, tanto Estados Unidos como Países Bajos consiguieron ganar todos los partidos de sus respectivos grupos.

5.2 Octavos de final: España vs. EE. UU. / Países Bajos vs. Japón

5.2.1 España-EE. UU

En este partido Estados Unidos consiguió ganar a España por la mínima 1-2, siendo los dos goles por parte de la favorita desde el punto de penalti.

Como podemos observar en la Figura 18, en los primeros 30 minutos, las jugadoras españolas no consiguieron tener un juego fluido. Vemos como la red de pases tiene algunos nodos totalmente desconectados indicando que jugadoras como Gutiérrez y Hernández no fueron capaces de participar activamente. La única jugadora con algo de peso en el equipo fue Fuentes ya que consiguió conectar al equipo. Observando la imagen, se puede intuir que la estrategia de España fue volcar el juego hacia la banda derecha para hacerle llegar balones a Fuentes, la cual se asociaba mayoritariamente con Rueda para intentar mantener el balón. A pesar de los problemas del equipo para mantener el balón, parece que la estrategia funcionó ya que en el minuto 9, Fuentes consiguió marcar el gol de empate.

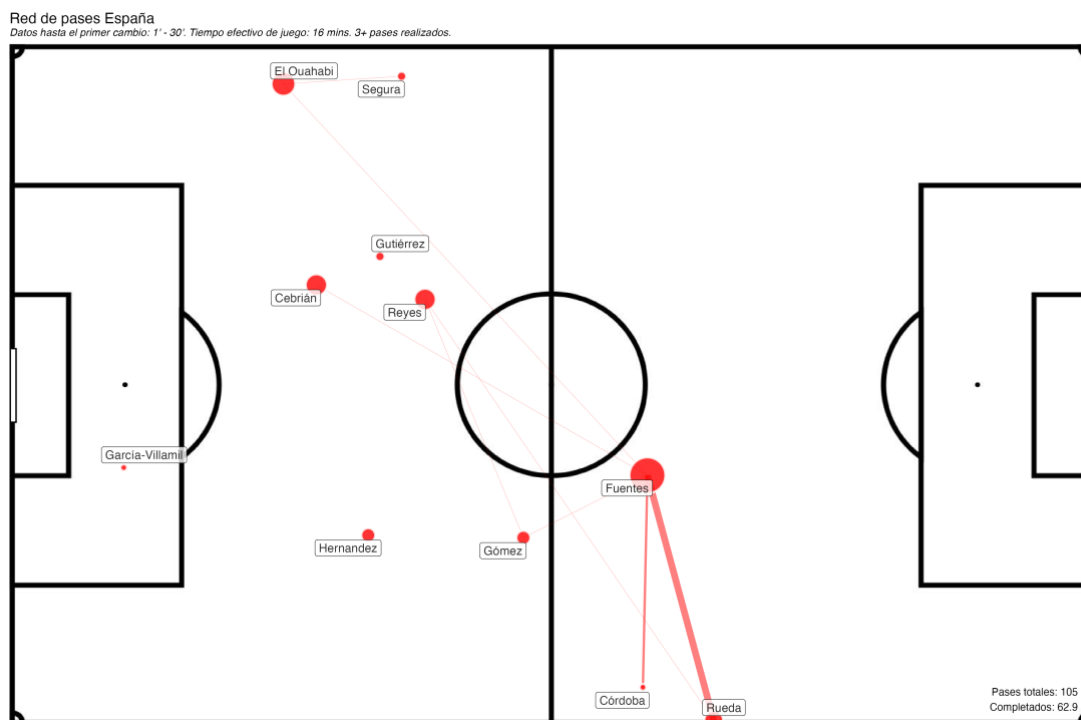


Figura 18: Red de pases de España antes del primer cambio

Teniendo en cuenta el análisis de los 30 primeros minutos, se podría pensar que Estados Unidos pudo haber metido más de dos goles, es por eso por lo que hemos considerado analizar también la red de pases a partir del primero cambio. Este cambio se realizó por lesión de Gómez, siendo sustituida por Pérez.

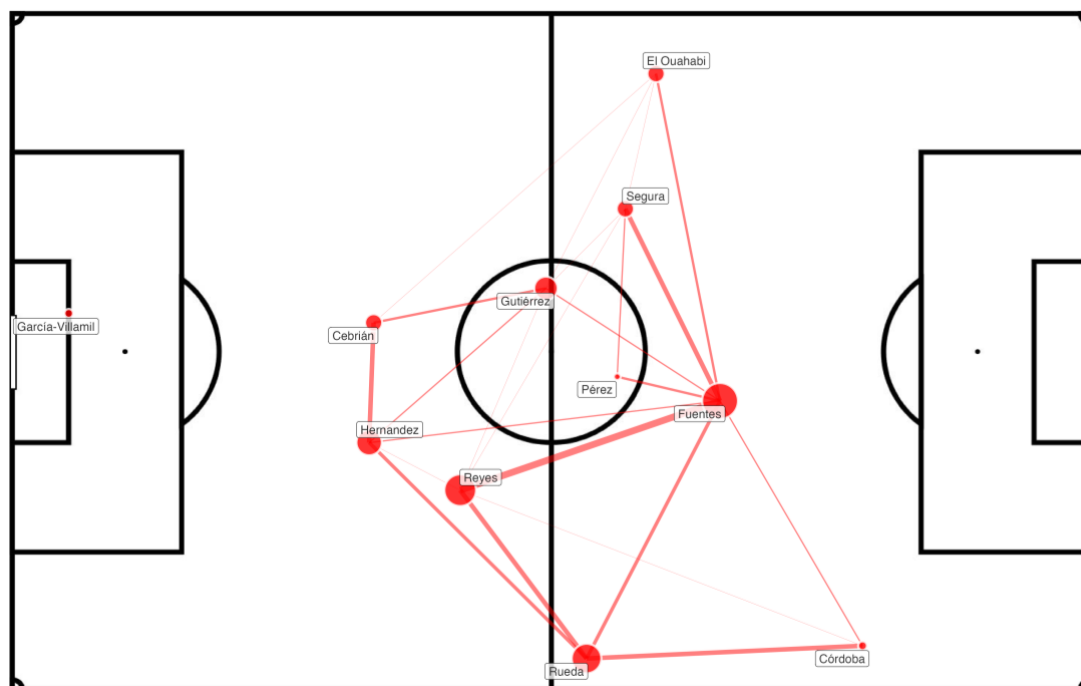


Figura 19: Red de pases España tras el cambio



Observando la Figura 19, vemos como el cambio ayudó a las jugadoras españolas a encontrar su juego. El equipo dejó de estar metido en su campo y empezó a tocar más balón en campo contrario. Las laterales Rueda y El Ouhabi adelantaron sus posiciones y a pesar de que parece que el juego siguió volcado hacia la derecha, vemos como los nodos de Fuentes, Reyes y Rueda aumentan su tamaño indicando que recibieron y generaron más pases. Las centrocampistas comenzaron a tocar más la pelota. Esta nueva estrategia, permitió la creación de subgrupos dentro del equipo dando paso a que se pudieran realizar triangulaciones siendo la más importante para el equipo la asociación entre Reyes – Rueda y Fuentes.

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	Page_Rank	Vector propio
Segura	0.0669797337	0.10000000	0.73333333	0.10772409	0.6707818
Hernández	0.0382887050	0.09090909	0.75000000	0.09721392	0.6553508
Fuentes	0.0354084439	0.09090909	0.83333333	0.14041653	1.0000000
El Ouhabi	0.0000000000	0.07142857	1.00000000	0.07224294	0.5076864
Córdoba	0.0007168459	0.07692308	0.9523810	0.06437847	0.4377847
Cebrián	0.0052483359	0.07692308	0.9047619	0.07281092	0.4696925
Rueda	0.0028673835	0.07692308	0.9523810	0.09258668	0.6547247
Pérez	0.0021350763	0.07692308	0.9047619	0.06044939	0.4178332
Gutiérrez	0.0336007525	0.10000000	0.73333333	0.10942713	0.7465296
García-Villamil	0.0000000000	0.06250000	1.00000000	0.04092455	0.2418970
Reyes	0.0814213900	0.10000000	0.73333333	0.14182539	0.9786776

Tabla 1: Métricas de España contra EE. UU

Analizando la Figura 19, la jugadora que más destacaba era Fuentes, sin embargo, los resultados de las métricas, Tabla 1, nos ayudan a identificar a otra jugadora importante del equipo como es Reyes. Esta parece ser la encargada de controlar el juego de España, la obtención del mayor valor de intermediación y cercanía indican que es la que más influencia tiene en el equipo. Por otra parte, vemos que jugadoras como Segura, Gutiérrez, Hernández y Fuentes tienen valores de cercanía iguales o parecidos a Reyes indicando que España consiguió estar bien conectada. Por último, los altos valores de PageRank y vector propio de Reyes y Fuentes ratifican la idea de que son las jugadoras más importantes del equipo, por lo que una buena defensa a estas podría ser la causa de que España no pudiese marcar otro gol a pesar de estar relativamente bien organizadas.



Red de pases EE.UU

Datos hasta el primer cambio: 1' - 85'. Tiempo efectivo de juego: 45 mins. 3+ pases realizados.

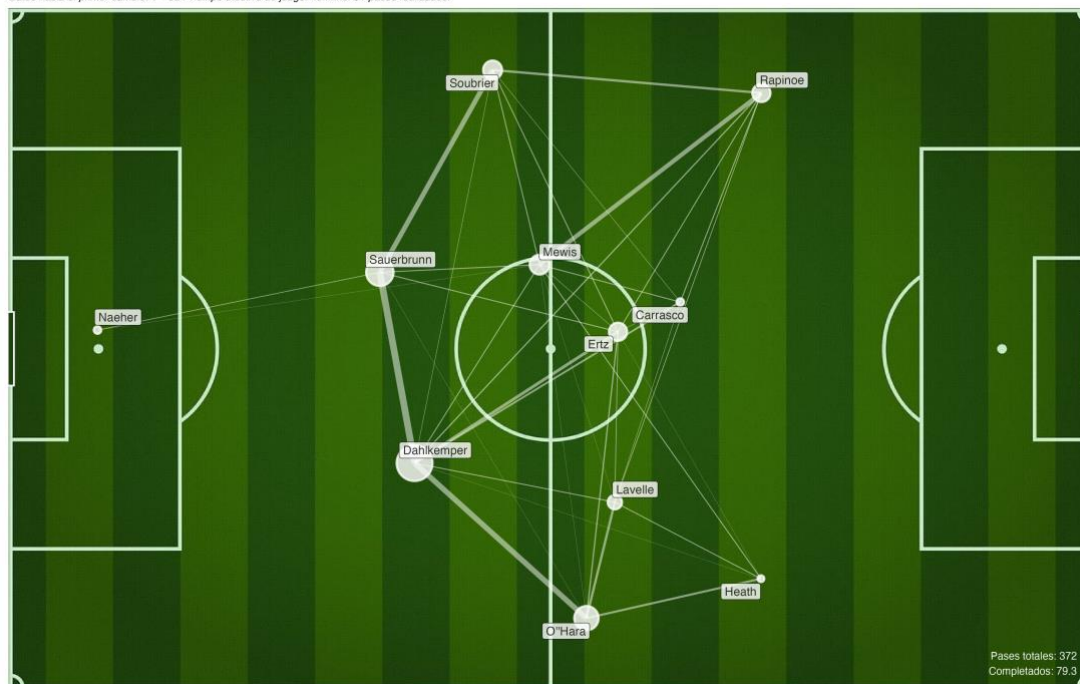


Figura 20: Red de pases de EE. UU contra España

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Dalhkemper	0.020039223	0.10000000	0.8888889	0.14037298	1.0000000
Carrasco	0.007147114	0.10000000	0.8888889	0.07882469	0.5421752
Naeher	0.001085768	0.09090909	0.9166667	0.04305635	0.2396399
Soubrier	0.002957967	0.08333333	0.9285714	0.08699103	0.6204406
Ertz	0.010441643	0.10000000	0.8888889	0.08946277	0.6272338
O'Hara	0.006795903	0.09090909	0.9166667	0.10058330	0.7146703
Rapinoe	0.019297709	0.08333333	0.8928571	0.10082231	0.6349882
Sauerbrunn	0.005135805	0.09090909	0.9166667	0.11059008	0.8307374
Lavelle	0.004173825	0.09090909	0.9166667	0.07062294	0.4608408
Mewis	0.023288873	0.10000000	0.8888889	0.09723057	0.6178126
Heath	0.010747281	0.08333333	0.9285714	0.08144298	0.5193943

Tabla 2: Métricas de EE.UU contra España

En el caso de Estados Unidos, vemos en la Figura 20 que el equipo se posiciona ocupando todo el ancho del campo. Como podemos observar tanto en la imagen como en la Tabla 2, la estrategia era sacar la pelota en corto desde la portera hasta las defensas, en concreto, hacía Sauerbrunn, y a partir de ahí realizar pases entre todas las jugadoras del equipo hasta tener la oportunidad de llegar a portería con una ocasión clara. Vemos como la línea defensiva es la que más pases realiza, probablemente gracias a una buena presión de España, pero aun así Estados Unidos consiguió que todas sus jugadoras participaran en el juego. Los valores de cercanía de todas las jugadoras son muy similares lo que parece indicar que todas las jugadoras están bien conectadas entre si. Sin embargo, parece que Dalhkemper y Mewis son las jugadoras con más influencia en el equipo, ayudándolo a mantener la posesión del balón a pesar de una aparente buena defensa de España que impedía que el balón llegara a las delanteras, como muestra la poca influencia que tenía Carrasco en el juego con uno de los valores de intermediación más

bajos. Por otra parte, la Tabla 2 destaca también la participación de Sauerbrun, Rapinoe y O'Hara. Sus destacados valores en PageRank indican una gran influencia en el juego, teniendo facilidad no solo para llegar a sus compañeras más cercanas sino para distribuir el balón eficientemente por todo el campo.

5.2.2 Países Bajos-Japón

Países Bajos consiguió ganar a Japón 2-1, marcando el gol de la victoria de penalti en el último minuto de partido. La selección holandesa consiguió adelantarse en el marcador a los 20 minutos de partido, pero el combinado nipón hizo el empate poco antes del descanso.

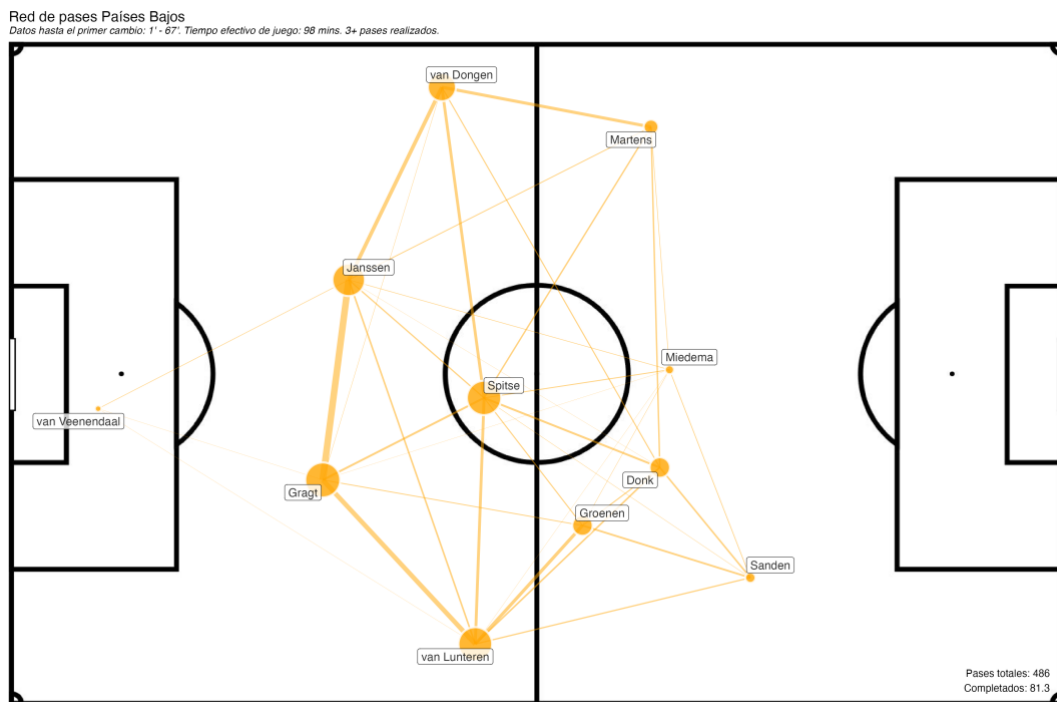


Figura 21: Red de pases Países Bajos contra Japón

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Donk	0.004866180	0.09090909	0.9722222	0.07986350	0.5258240
Van Lunteren	0.022315123	0.10000000	0.9111111	0.12951731	0.9448116
Janssen	0.011759080	0.10000000	0.9111111	0.13051174	1.0000000
Groenen	0.014972767	0.09090909	0.9166667	0.09259157	0.6199448
Martens	0.003653322	0.09090909	0.9166667	0.07287406	0.4967746
van Dongen	0.005797678	0.10000000	0.9111111	0.09797377	0.7326607
van Veenendaal	0.000324412	0.07692308	0.9523810	0.03666727	0.2288515
Sanden	0.001459854	0.09090909	0.9722222	0.06796066	0.4258152
Spitse	0.017102927	0.10000000	0.9111111	0.12114344	0.8546027
Gragt	0.005177691	0.10000000	0.9111111	0.11191199	0.9574000
Miedema	0.001459854	0.09090909	0.9722222	0.05898470	0.3871713

Tabla 3: Métricas de Países Bajos contra Japón

Como podemos observar en la Figura 21, aparentemente Países Bajos tiene un estilo de juego muy parecido a Estados Unidos, las jugadoras se posicionan a lo ancho del campo, siendo la



estrategia del equipo sacar el balón en corto y tratar de llegar a las delanteras mediante una gran cantidad de pases. En este caso, observamos como la portera no tiene preferencia por ninguna jugadora, sino que juega en corto con casi toda la línea defensiva. La línea de defensas junto a Spitse parecen ser las jugadoras más importantes, debido a que tienen los nodos más grandes, siendo la centrocampista la encargada de distribuir el balón entre ataque y defensa. Esto lo podemos observar en la red de pases, ya que se posiciona en medio del campo y genera pases con todas las jugadoras. Por otra parte, en la Figura 21 también observamos como Janssen intentaba realizar ataques rápidos metiendo balones en largo para las delanteras Miedema y Martens. El análisis de la Tabla 3 nos permite corroborar las conclusiones sacadas de la red de pases. Van Lunteren, Janssen, Spitse y Gragt son las jugadoras más importantes del equipo, por lo que podemos intuir que Países Bajos, en este partido, encontró más facilidades para jugar el balón por la derecha.

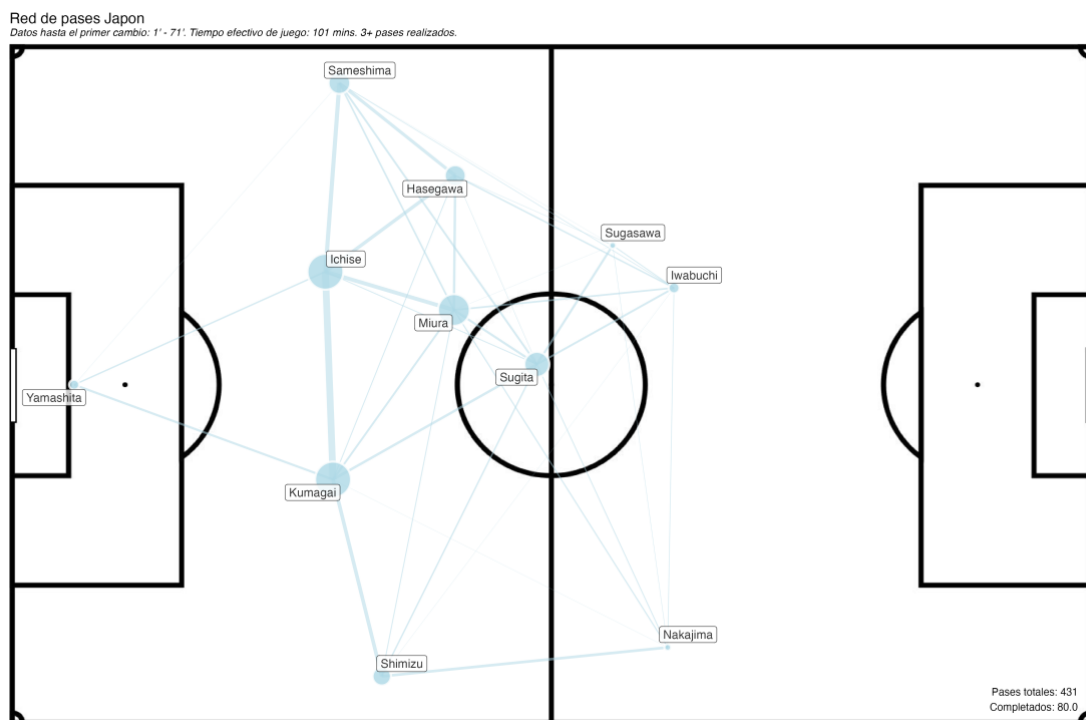


Figura 22: Red de pases de Japón contra Países Bajos.

Analizando la Figura 22, la estrategia de Japón fue intentar jugar por el centro del campo, la cual no pareció funcionar muy bien ya que la mayoría de los pases fueron realizados en su propio campo y encontraron muchas dificultades para conectar con sus delanteras. Vemos como las centrocampistas tenía que colocarse cerca de las defensas para poder cobrar importancia en el juego. Podemos observar varias triangulaciones entre jugadoras importantes, Kumagai – Miura – Ichise y Ichise – Miura – Hasegawa, destacando así a Ichise y Miura como los encargados de unir al equipo.

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Sameshima	0.057465682	0.07692308	0.7142857	0.13201061	0.8627305
Yamashita	0.000000000	0.05882353	1.0000000	0.03038325	0.1638699
Nakajima	0.020588235	0.07692308	0.8571429	0.07025090	0.2189941
Sugita	0.040944138	0.09090909	0.7500000	0.09824409	0.5442317
Iwabuchi	0.006067251	0.07142875	0.8666667	0.06311872	0.2620039
Ichise	0.057371795	0.07692308	0.7619048	0.16020192	1.0000000
Miura	0.033047236	0.09090909	0.7500000	0.10335708	0.5390981
Shimizu	0.000000000	0.06666667	1.0000000	0.05964204	0.2210843
Kumangai	0.114950820	0.09090909	0.6666667	0.12248956	0.7071982
Hasegawa	0.018225013	0.08333333	0.8214286	0.09641293	0.5913380
Sugasawa	0.006895384	0.0833333	0.7857143	0.06388891	0.2472453

Tabla 4: Métricas de Japón contra Países Bajos

Analizando los resultados de las métricas (Tabla 4) vemos como Japón es un equipo totalmente desconectado, debido a que los valores de intermediación son muy diferentes. Además, Kumangai es la que tiene el valor más alto con diferencia indicando que es por la que pasan más balones y haciendo al equipo totalmente dependiente de ella. Por otra parte, Ichise, Miura y Sameshima destacan teniendo los Pagerank más altos, indicando que tienen una gran influencia sobre otras jugadoras del equipo, probablemente se influyen entre sí. En la red de pases podemos ver como casi todo el juego de Japón se realiza por el centro-izquierda del campo, justo por donde se encuentran estas jugadoras, lo que las convierte en una pieza importante en la estrategia del equipo.

Como podemos observar, tanto en la selección japonesa como en la española, aparecen dos jugadoras que no tienen casi incidencia en el juego. Es cierto que una es la portera, pero estos resultados parecen indicar que la clave para ganar los partidos es tener un equipo bien conectado en el que participen todas las jugadoras por la igual. La participación de todas las jugadoras en la selección americana y holandesa, incluida la portera, es lo que les permitió avanzar a la siguiente fase.

Analizando estos dos partidos, a pesar de que EE. UU y Países Bajos consiguieron ganar, ninguna de las dos selecciones consiguió que sus delanteras, las encargadas de meter goles, participase activamente en el juego. Debido a esto, es de suponer, que para los siguientes partidos se probasen otras estrategias, quizás realizando cambios en el once inicial.

5.3 Cuartos de final: Francia vs. EE. UU. / Italia vs. Países Bajos

5.3.1 Francia-EE. UU

En este partido Estados Unidos ganó a Francia por 1-2, con dos goles de Megan Rapinoe, uno nada más empezar el partido y otro en el minuto 65. Francia por su parte, consiguió marcar en el minuto 81.

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Henry	0.022387027	0.10000000	0.8888889	0.11069918	0.7743376
Majri	0.002844982	0.08333333	0.9285714	0.11198102	0.9491104
Bussaglia	0.015706790	0.10000000	0.8888889	0.10849262	0.8933714



Le Sommer	0.011708156	0.10000000	0.8888889	0.10505067	0.8400991
Thiney	0.004988985	0.09090909	0.9166667	0.07219557	0.4854924
Nka	0.009867674	0.09090909	0.9166667	0.10814970	0.8291605
Diani	0.006407463	0.09090909	0.9166667	0.07882836	0.4845562
Torrent	0.011917563	0.08333333	0.9285714	0.08707479	0.5461040
Bouhaddi	0.001029521	0.08333333	0.8928571	0.03907361	0.2297670
Gauvin	0.001029521	0.09090909	0.9166667	0.05313607	0.3472032
Renard	0.021179978	0.10000000	0.8888889	0.12531842	1.0000000

Tabla 5: Métricas de Francia contra EE. UU

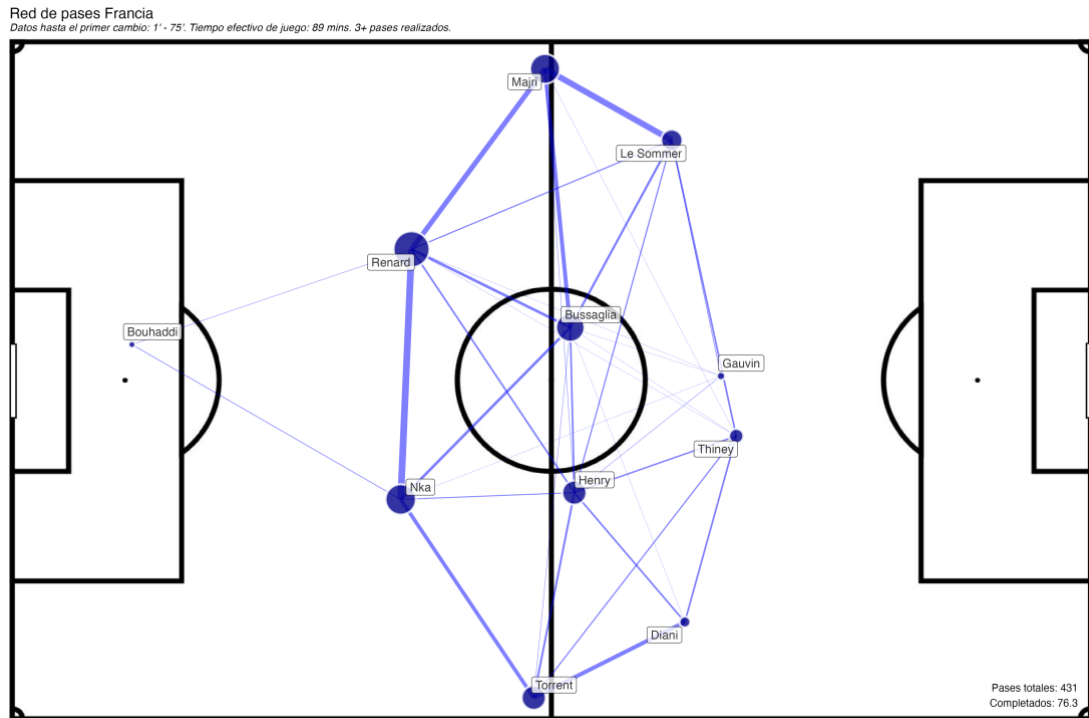


Figura 23: Red de pases de Francia contra EE. UU

Analizando la Tabla 5, vemos que Francia es un equipo muy bien conectado, teniendo todas las jugadoras valores de cercanía iguales o muy parecidos. Además, Renard, Henry y Majri destacan un poco por encima de las demás, siendo por ellas por las que pasa gran parte del juego. Por otra parte, analizando la Figura 23 junto a las métricas vemos que Bussaglia, Le Sommer y Nka también tienen una gran participación, los PageRank y vectores propios de las jugadoras mencionada son muy parecidos. De esta manera, se puede intuir que tienen preferencia a jugar por la banda izquierda apoyándose con las centrocampistas, dejando la banda derecha con menos participación. En la red de pases podemos observar cómo hay varios pases recurrentes entre diferentes jugadoras creando unas triangulaciones (agrupaciones o clusters) dentro del equipo. Por ejemplo, Nka – Renard – Bussaglia, Majri – Bussaglia – Renard, Bussaglia – Majri – Le Sommer.



Red de pases EE UU
 Datos hasta el primer cambio: 1' - 62'. Tiempo efectivo de juego: 81 mins. 3+ pases realizados.

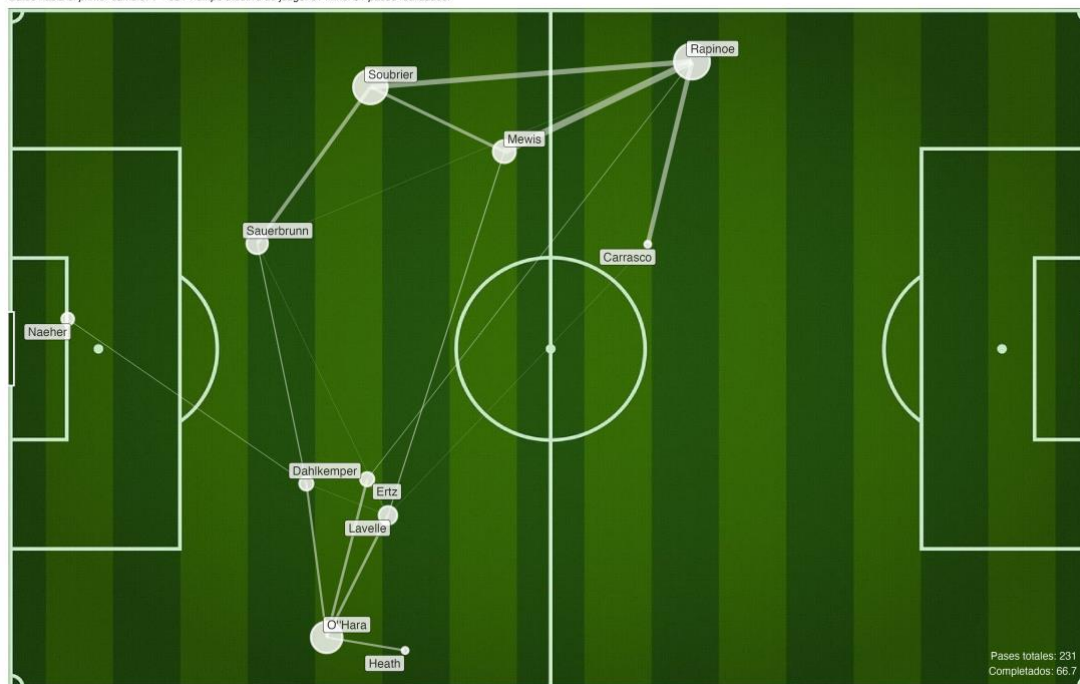


Figura 24: Red de pases de EE. UU contra Francia

La red de pases, Figura 24, muestra que la entrenadora de Estados Unidos decidió no realizar ningún cambio en el once con respecto al partido de octavos. En este caso, podemos observar que la formación es muy irregular. Por un lado, la banda izquierda consiguió asociarse con regularidad, realizando una importante cantidad de pases entre la agrupación Soubrier – Mewis – Rapinoe. Vemos como jugadoras como Dahlkemper y Ertz muy importantes para el equipo en el partido de octavos, perdieron mucha influencia. Esto probablemente fue debido a un buen planteamiento defensivo de Francia, que, viendo la estrategia usada por las jugadoras americanas en el partido anterior, intentó no darles la opción de sacar el balón jugado mediante Dahlkemper y Ertz provocándoles dificultades a las norteamericanas para salir jugando por la derecha.

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Dahlkemper	0.0145238095	0.08333333	0.8214286	0.07919576	0.3549389
Carrasco	0.0028218695	0.06666667	0.8000000	0.06686947	0.5262999
Naeher	0.0055105356	0.07142857	0.7333333	0.04727987	0.2193752
Soubrier	0.0225748715	0.08333333	0.7857143	0.11869107	0.8615723
Ertz	0.0222980600	0.07692308	0.7619048	0.07097703	0.3446546
O'Hara	0.0692592593	0.08333333	0.7142857	0.11670614	0.4674151
Rapinoe	0.0649338835	0.08333333	0.7500000	0.14578134	1.0000000
Sauerbrunn	0.0087037037	0.08333333	0.8214286	0.07984941	0.4989727
Lavelle	0.0563719653	0.09090909	0.6944444	0.10387936	0.5773275
Mewis	0.0655946347	0.09090909	0.6666667	0.12667612	0.9379286
Heath	0.0007407407	0.06250000	0.8333333	0.04409444	0.1644992

Tabla 6: Métricas de EE. UU contra Francia



Como podemos observar Dahlkemper, Sauerbrunn y Ertz, tiene valores mucho más bajos con respecto a la Tabla 2, corroborando su pérdida de importancia en el equipo. Sin embargo, a pesar de que, en este partido, EE. UU fue un equipo muy desconectado y no consiguieron asociarse con las jugadoras que habían sido importantes en partidos anteriores, surgieron otras componentes del equipo que dieron un paso al frente. De esta forma, a pesar de los problemas que parece que le generó Francia con su estrategia, jugadoras como Soubrier, Rapinoe y Mewis se convirtieron en las jugadoras más importantes (PageRank y vector propio altos) llevando a la victoria a Estados Unidos.

Por otra parte, O'Hara intentó controlar el juego por la banda derecha siendo la jugadora más importante por este costado, pero no llegó a tener una gran influencia en el juego en general. Su PageRank alto indica una gran cantidad de pases recibidos, pero su vector propio que resulta ser bajo indica que no tuvo gran influencia en el juego del equipo en general.

Tras el análisis de los dos primeros partidos en fases eliminatorias por parte de Estados Unidos, podemos deducir que es un equipo que puede adaptar su forma de jugar según el tipo de escenario. A pesar de que parece que su estrategia es salir con el balón jugado, no tiene problema en cambiarla si el equipo contrario encuentra la manera de neutralizarla. Esto se debe a la calidad individual de las jugadoras, que cambian su forma de jugar según el tipo de partido, haciendo difícil la realización de un análisis de su forma de jugar por parte de los equipos rivales.

5.3.2 Italia-Países Bajos

En este partido Países Bajos consiguió vencer a Italia por 0-2, marcando los goles en el minuto 70 y 80.

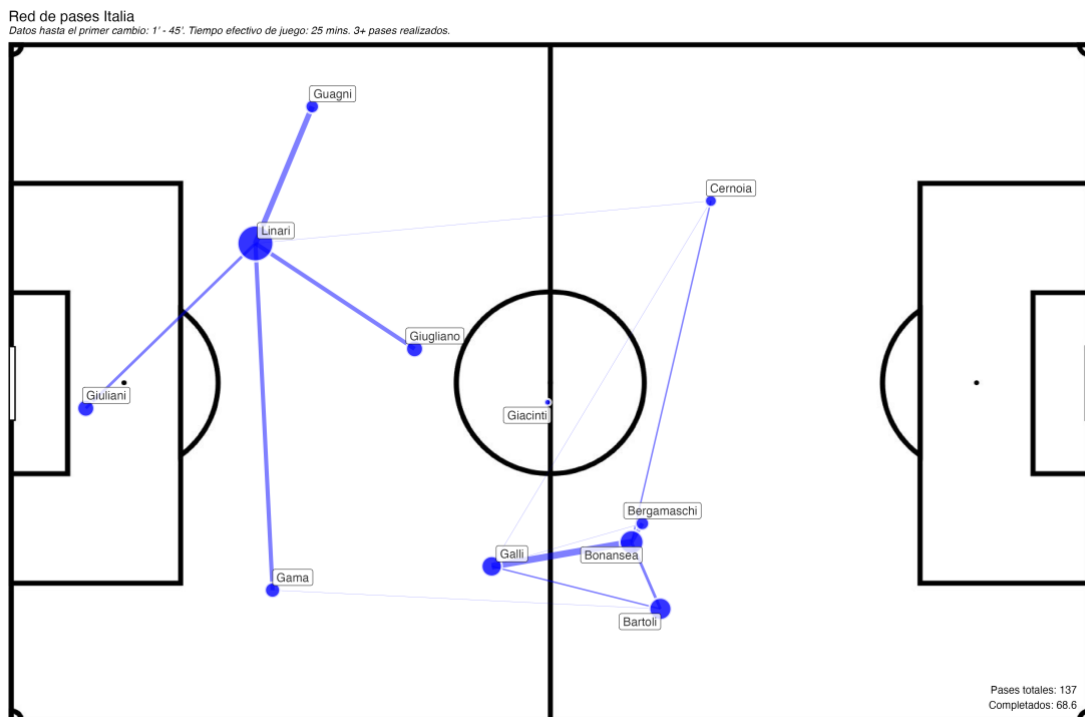


Figura 25: Red de pases de Italia contra Países Bajos



Analizando la red de pases de Italia (Figura 25), vemos que es el equipo más desconectado hasta el momento. La relación entre las centrocampistas y las defensas es mínima. Se puede observar como Linari y Gama se encargan de hacerles llegar balones largos a las delanteras intentando crear así una ocasión de ataque. Por otra parte, parece que cuando la pelota llegaba a alguna jugadora de la agrupación Bartoli – Bonansea – Galli intentaban crear un ataque más elaborado realizando pases entre ellas. Dado que la Figura 25 muestra los pases realizados hasta el primer cambio, tras 45 minutos de juego, y se fueron al descanso 0-0 parece que la posible estrategia de las italianas era dejarles la posesión a las holandesas y defender hasta encontrar una ocasión de contraataque.

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Guagni	0.0014814815	0.06250000	0.8333333	0.05118637	0.3172040
Galli	0.1003296678	0.09090909	0.5555556	0.13296855	1.0000000
Bonansea	0.0498139844	0.08333333	0.6428571	0.12577167	0.9886213
Linari	0.1203058556	0.08333333	0.5714286	0.13516854	0.8448660
Bartoli	0.0143961353	0.07692308	0.8095238	0.09922234	0.8282365
Giuliani	0.0048953301	0.06666667	0.8000000	0.07428665	0.5968524
Giugliano	0.0618831353	0.09090909	0.6388889	0.10275101	0.7072228
Gama	0.0297630550	0.07692308	0.7142857	0.08841875	0.6329757
Bergasmachi	0.0068530021	0.07692308	0.8095238	0.06918102	0.5269142
Cernoia	0.0093121693	0.06666667	0.8000000	0.07024727	0.5045652
Giacinti	0.0009661836	0.06666667	0.9000000	0.05079784	0.3284975

Tabla 7: Métricas de Italia contra Países Bajos

La Tabla 7 nos ayuda a contrastar lo que intuimos de la Figura 25, un equipo muy desconectado con valores de intermediación muy diversos, totalmente dependiente de Galli y Linari. Estas son las únicas con influencia en el juego, tratando de conectar a las diferentes jugadoras. Vemos como Giacinti que aparece totalmente sola y sin ninguna arista en la red de pases tiene el coeficiente de intermediación más bajo, al igual que el PageRank, lo que nos demuestra que cuanto más bajos sean estos valores menor influencia tiene esa jugadora en el equipo. La visualización de la red de pases nos ayuda a identificar fácilmente a estas jugadoras.

Tras los cambios realizados en el descanso, Figura 26, vemos como la red de pases sigue estando muy desconectada. Linari sigue siendo la jugadora más importante, en parte porque recibe los pases de la portera, siendo la encargada de distribuir el balón. Vemos como Cernoia retrasa su posición, cobrando así más importancia debido a su asociación con Gama, tratando estas dos de sacar el balón mediante cambios de sentido de derecha a izquierda y viceversa.



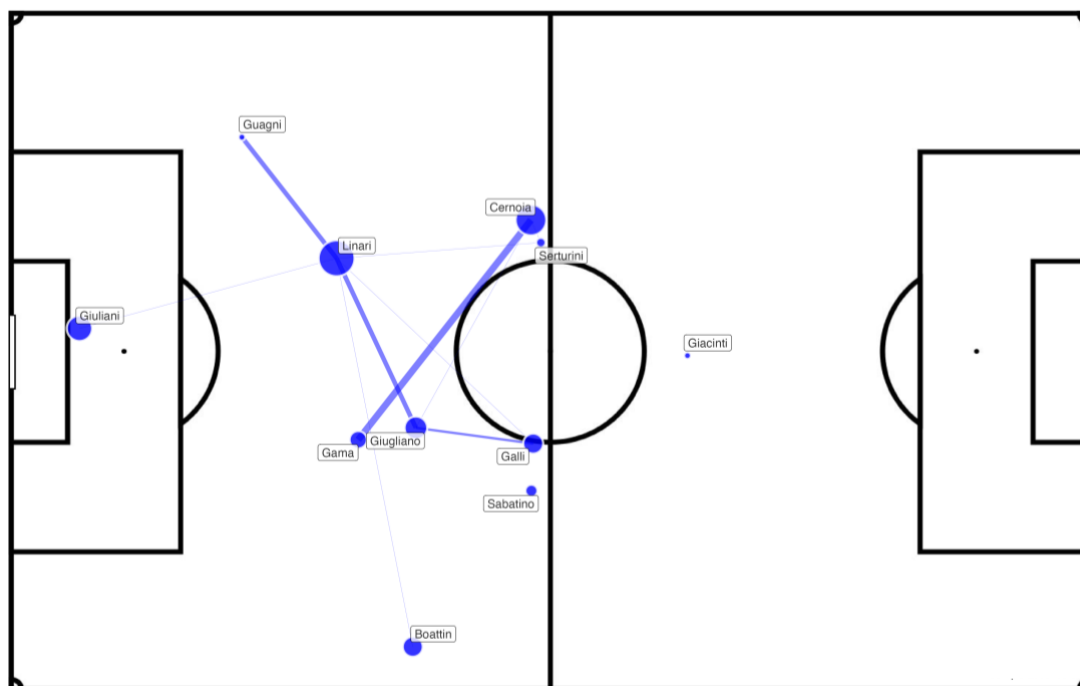


Figura 26: Red de pases de Italia tras realizar el primer cambio

Como podemos observar en la Figura 27, Países Bajos decidió no hacer ningún cambio con respecto a octavos de final. Analizando la red de pases, observamos ligeros cambios con respecto a la forma de jugar. Las jugadoras se siguen posicionando a lo ancho del campo, pero esta vez, las laterales adelantas sus posiciones, realizando y recibiendo la mayoría de los pases pegadas a la línea del medio del campo.

Por otra parte, Donk que en el partido contra Japón caía a banda derecha para ayudar en la posesión de balón por ese costado, mantiene su posición en el medio. Vemos como la agrupación Janssen – Spitse – Gragt muy importante para el juego de países bajos en el partido anterior, pierde influencia en el juego. Esto puede ser debido a un buen marcaje de las jugadoras italianas a Spitse, las cuales basando su estrategia en robar balones e ir a la contra, decidieron no dejar que le llegase el balón a la jugadora que contra Japón había sido encargada de la creación del juego. Sin embargo, al igual que EE. UU en su partido contra Francia, las holandesas fueron capaces de cambiar su forma de jugar. Analizando la Figura 26, parece que la gran mayoría del juego se realizaba por las dos bandas, siendo las dos laterales jugadoras muy influyentes en el juego del equipo. Además, la realización de pases largos entre las centrales y las atacantes fue un recurso bastante utilizado. Por otra parte, la influencia de las laterales en este partido hizo que se creasen nuevas agrupaciones importantes en las dos bandas. La triangulación van Lunteren – Sanden – Groenen que ya había sido importante en el partido anterior cobró más relevancia y el desplazamiento de Donk a su posición habitual creó una nueva agrupación van Dongen – Martens – Donk permitiendo a la selección poder atacar por las dos bandas.



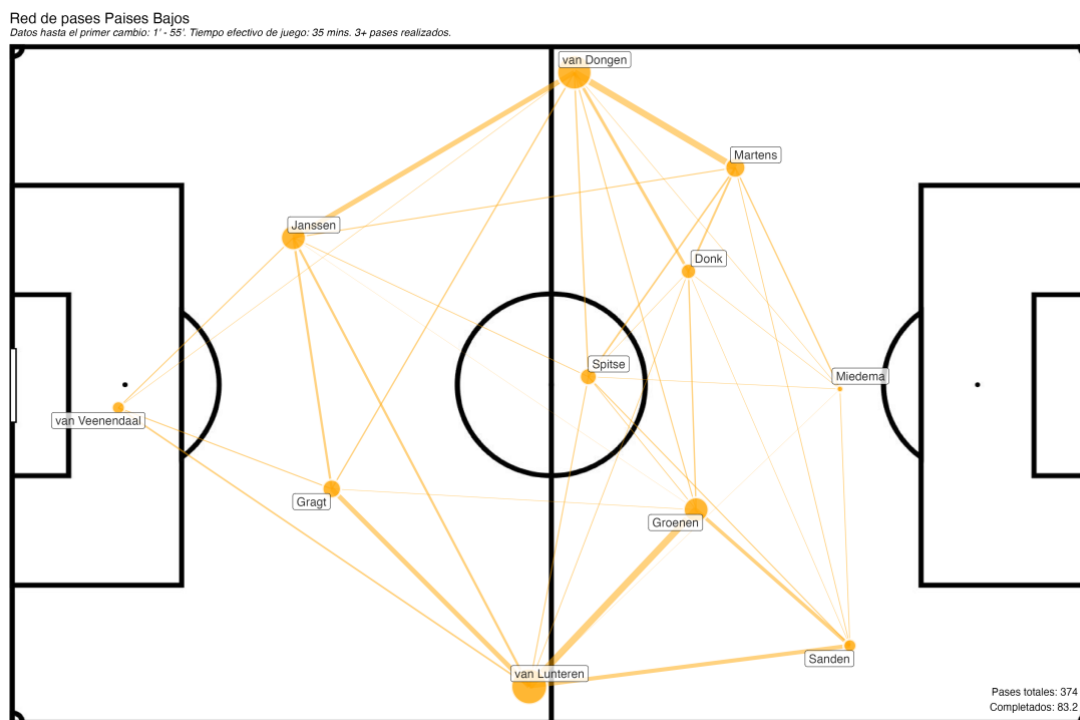


Figura 27: Red de pases de Países Bajos contra Italia

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Donk	0.007328659	0.1000000	0.8222222	0.06837250	0.4395441
Van Lunteren	0.074590589	0.09090909	0.8333333	0.14886188	1.0000000
Janssen	0.022364061	0.1000000	0.8222222	0.10579831	0.8164889
Groenen	0.012109692	0.09090909	0.8611111	0.09815260	0.7337336
Martens	0.012606887	0.09090909	0.8611111	0.10155869	0.6708110
Van Dongen	0.024898814	0.08333333	0.8571429	0.12622065	0.8301138
Van veenendal	0.002806792	0.07692308	0.8571429	0.05531540	0.3962777
Sanden	0.000000000	0.07692308	1.0000000	0.08013517	0.5724189
Spitse	0.005679624	0.09090909	0.8611111	0.06811273	0.4533599
Gragt	0.010528271	0.07692308	0.8571429	0.08914086	0.7272385
Miedema	0.004864389	0.09090909	0.8611111	0.05833121	0.3526390

Tabla 8: Métricas de Países Bajos contra Italia

Analizando las métricas y comparándolas con la Tabla 3, vemos como en la línea defensiva tres jugadoras pierden peso en la circulación de balón, valores de intermediación más bajos, mientras que van Lunteren, se convierte en la jugadora más importante. Además, es un equipo menos conectado, ya que los valores de intermediación son muy dispares y van Lunteren destaca muy por encima de las demás. El resto de las jugadoras también pierden peso en la circulación de balón del equipo, siendo esto debido probablemente a una buena defensa de Italia. Por otra parte, como hemos deducido en el análisis de la Figura 27, las laterales van Lunteren y van Dongen, tienen una gran influencia en el equipo, PageRank y vector propio altos, siendo las encargadas de recibir los pases y distribuirlos hacia todo el equipo. El caso de van Dongen es interesante, ya que su valor de intermediación 0.0248, comparado con el de van



Lunteren 0.074 parece pequeño. Sin embargo, si lo comparamos con el resto de las jugadoras, convierte a van Dongen en la jugadora más importante después de van Lunteren. Así, después de las redes y métricas que llevamos analizadas, parece que cuanto mayor el valor de intermediación, mayor es el PageRank y el vector propio, considerando a las jugadoras que cumplan estos requisitos las más influyentes dentro del equipo.

5.4 Semifinales: Inglaterra vs. EE. UU. / Países Bajos vs. Suecia

5.4.1 Inglaterra-EE. UU.

Estados Unidos consiguió ganar a Inglaterra por 1-2, sucediendo todos los goles del partido en la primera parte.

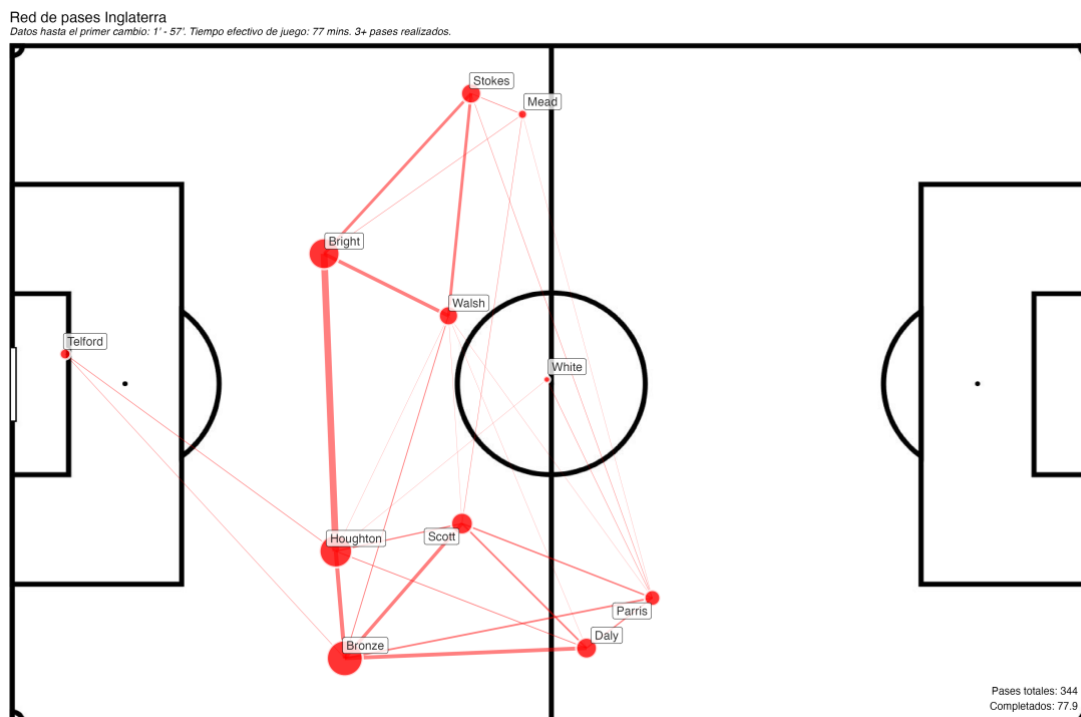


Figura 28: Red de pases de Inglaterra contra Estados Unidos

El análisis de la Figura 28 y la Tabla 9, nos muestra la necesidad de utilizar las métricas para realizar un mejor análisis de la red de pases. A simple vista, fijándonos solo en la Figura 28, parece que el juego de Inglaterra está orientado hacia la derecha y que las norteamericanas realizaron una fuerte presión en campo contrario. Suponemos esto, debido a que la mayoría de las jugadoras iniciaron los pases desde su propio campo llegando a la jugadora de destino que también estaba en campo propio. Además, parece que las jugadoras que más pases realizaron fueron las defensas, siendo la combinación Bright – Houghton la más utilizada. Por otra parte, parece que intentaron crear triangulaciones rápidas para salir de presión, mediante las agrupaciones Stokes – Walsh – Bright y Bronze – Scott – Daly. Por otra parte, podemos observar la dificultad que tuvieron para asociarse con sus delanteras, ya que tanto Parris como White tuvieron que retrasar sus posiciones hasta casi su propio campo para recibir el balón.

Analizando la Tabla 9, efectivamente los grandes valores de PageRank y vector propio de Bronze y Houghton nos muestran que fueron las encargadas de conectar al equipo intentando realizar pases al mayor número de jugadoras posibles. Sin embargo, gracias a las métricas descubrimos la gran influencia en el juego de Walsh, siendo esta una de las jugadoras más importantes a la hora de distribuir el juego de su equipo, ya que es el puente entre defensas y atacantes.

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Mead	0.011602921	0.09090909	0.7500000	0.05277804	0.2673601
Telford	0.001511361	0.07692308	0.9047619	0.04847680	0.3154376
Stokes	0.008300006	0.07142857	0.8666667	0.08215437	0.5411606
White	0.002410000	0.07692308	0.8571429	0.04394809	0.2231317
Scott	0.010398764	0.07692308	0.8571429	0.08496206	0.5536270
Walsh	0.061970745	0.10000000	0.7555556	0.11255109	0.7563957
Bronze	0.041441168	0.09090909	0.8055556	0.14309351	0.9657032
Bright	0.018930254	0.08333333	0.7857143	0.11882411	0.9109825
Parris	0.030504685	0.08333333	0.7857143	0.08954370	0.5185451
Daly	0.020668311	0.08333333	0.7857144	0.09626874	0.6500532
Houghton	0.036706230	0.09090909	0.7777778	0.12739950	1.0000000

Tabla 9: Métricas de Inglaterra contra EE. UU

En este partido, la seleccionadora de Estados Unidos decidió realizar dos cambios con respecto a los partidos anteriores. Sorprendentemente, uno de los cambios fue Mewis por Horan, a pesar de las buenas actuaciones de la primera. El otro cambio, Rapinoe por Press, fue debido a molestias de la jugadora.

Como podemos ver, a continuación, en la Figura 29, los cambios hicieron que la estrategia de Estados Unidos cambiara ligeramente con respecto a los dos partidos anteriores. Las bandas fueron la principal opción para el ataque, a diferencia del partido de octavos, donde se jugó sobre todo por el centro. A pesar de los cambios, la banda izquierda siguió teniendo importancia con Soubrier, Press y Horan realizando la misma triangulación que habían usado sus compañeras anteriormente. La banda derecha cobró importancia con la agrupación O'Hara – Lavelle – Heath pudiendo asociarse con facilidad en campo contrario.

En la Tabla 10, vemos como consigue ser un equipo todavía más conectado que en los partidos anteriores, siendo los valores de intermediación muy distribuidos. Soubrier y O'Hara destacan como las jugadoras con más influencia en el equipo, siendo las encargadas de distribuir pases hacia todas sus compañeras. Tanto el PageRank como el vector propio de las jugadoras aumentan generalmente con respecto a partidos anteriores, indicando que en este partido EE. UU. consiguió llevar un juego más organizado, en el que todas las jugadoras tienen un papel importante.



Red de pases EE UU

Datos hasta el primer cambio: 1' - 64'. Tiempo efectivo de juego: 80 mins. 3+ pases realizados.

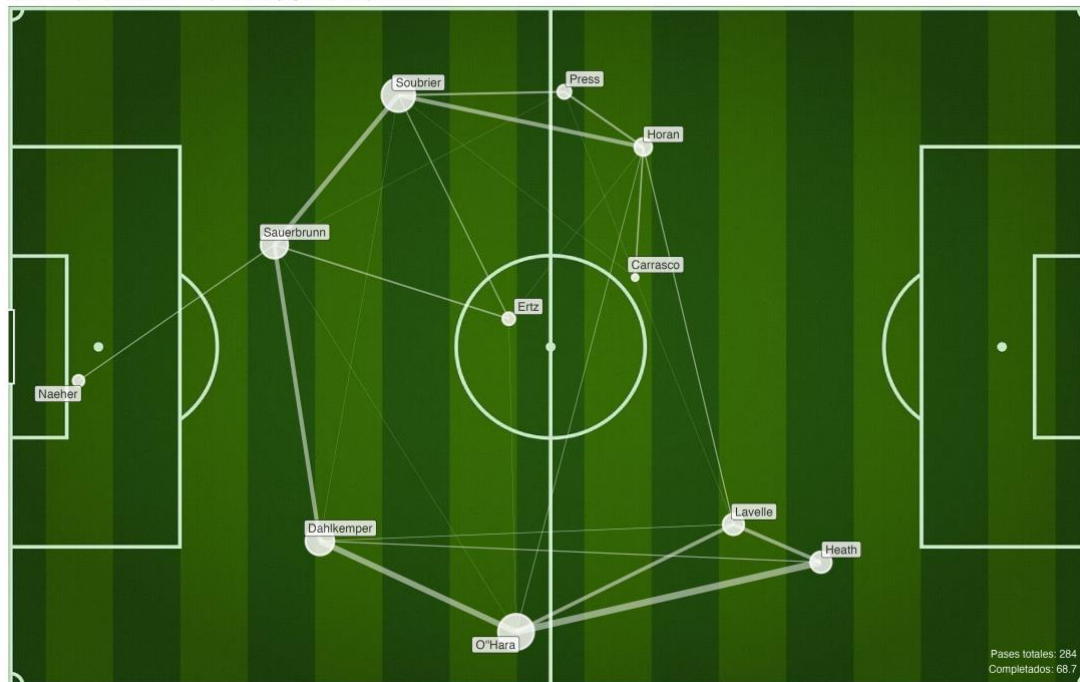


Figura 29: Red de pases de Estados Unidos contra Inglaterra

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Dahlkemper	0.025937841	0.10000000	0.8000000	0.09942331	0.7989009
Carrasco	0.004163783	0.08333333	0.8214286	0.05819868	0.3884144
Naehar	0.001853885	0.07692308	0.8571429	0.04504804	0.3071752
Press	0.019459035	0.10000000	0.8000000	0.08786788	0.6318495
Soubrier	0.035642317	0.09090909	0.8333333	0.13052136	0.9333706
Ertz	0.006421775	0.09090909	0.8333333	0.07050103	0.5394196
O'Hara	0.043542859	0.09090909	0.8055556	0.12829430	1.0000000
Horan	0.021603589	0.08333333	0.8214286	0.09718390	0.7351817
Sauerbrunn	0.013371320	0.07692308	0.8571429	0.10074260	0.7724967
Lavelle	0.012334087	0.07692308	0.9047619	0.08957264	0.7076773
Heath	0.015669516	0.08333333	0.8214286	0.09264626	0.7559724

Tabla 10: Métricas de EE. UU contra Inglaterra

Tras el análisis de los tres partidos en fases eliminatorias antes de la final, parece que estados unidos no depende de ninguna jugadora para realizar un buen juego. Todas las jugadoras son importantes en el equipo, lo que facilita a la entrenadora la selección del once, pudiendo elegir cualquier formación dependiendo del análisis de la estrategia del equipo contrario.

5.4.2 Países Bajos-Suecia

Países Bajos consiguió ganar este partido por 1 – 0 en el tiempo de descuento. La entrenadora holandesa realizó un cambio en el once inicial con respecto a los partidos anteriores, cambiando a Sanden por Beerensteyn. Esto es probablemente debido a que su aportación durante el torneo fue mínima.

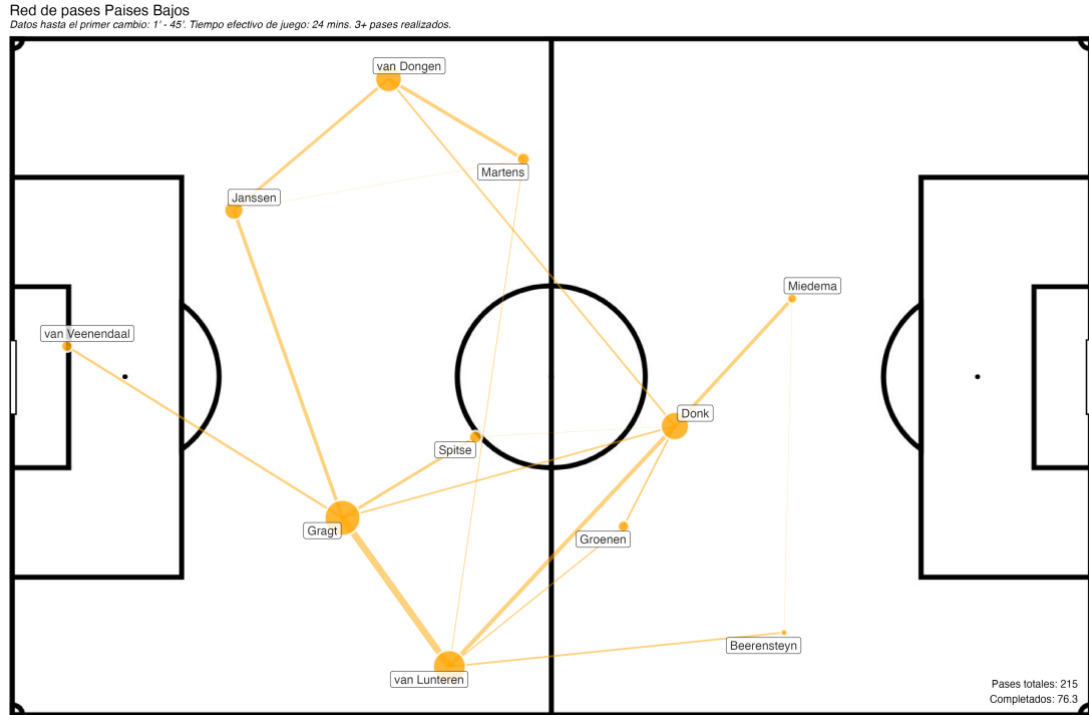


Figura 30: Red de pases de Países Bajos contra Suecia

Analizando la red de pases, Figura 30, se puede observar como las jugadoras, que siempre habían conseguido posicionarse a lo ancho del campo creando una red totalmente conectada, pierden completamente su estilo de juego. Vemos como Miedema, la delantera, queda totalmente desconectada del equipo, dependiendo principalmente de que le lleguen pases por parte de Donk. Por otra parte, la asociación van Lunteren – Groenen – Sanden, que era recurrente en la banda derecha desaparece debido al cambio de esta última.

Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Donk	0.027094153	0.10000000	0.84444444	0.13083709	0.8927530
Van Lunteren	0.011819920	0.09090909	0.86111111	0.12176766	0.9178988
Janssen	0.011139283	0.08333333	0.8571429	0.08531526	0.6055715
Groenen	0.003403804	0.09090909	0.8888889	0.06914052	0.4882071
Martens	0.021708962	0.10000000	0.9285714	0.08631895	0.5403162
Beerensteyn	0.002281746	0.08333333	0.8571429	0.06567691	0.4263580
Van Dongen	0.013570621	0.08333333	0.9047619	0.06567691	0.6563902
Van Veenendaal	0.001970443	0.07692308	0.9287514	0.06058167	0.4523921
Spitse	0.001149425	0.08333333	0.8571429	0.06105044	0.4335702
Gragt	0.052646111	0.10000000	0.84444444	0.14308260	1.0000000
Miedema	0.008771086	0.09090909	0.86111111	0.07383518	0.4876070

Tabla 11: Métricas de Países Bajos contra Suecia

Analizando la Tabla 11, observamos que las jugadoras con más influencia en el equipo son Gragt, van Lunteren y Donk. Esto demuestra que Países Bajos prefiere jugar por la banda derecha, dado que en todos los partidos van Lunteren tiene gran relevancia en el juego. Además, Donk tiene tendencia a desplazarse a la banda derecha para ayudar a sacar el balo jugado desde esa posición.

Dado que el primero cambio se realizó tras el descanso y el partido llegó hasta la prórroga analizaremos la red de pases tras la realización de todos los cambios, siendo el ultimo cambio en el minuto 71. El posible cambio de estrategia gracias a los cambios pudo favorecer la victoria de Países Bajos.

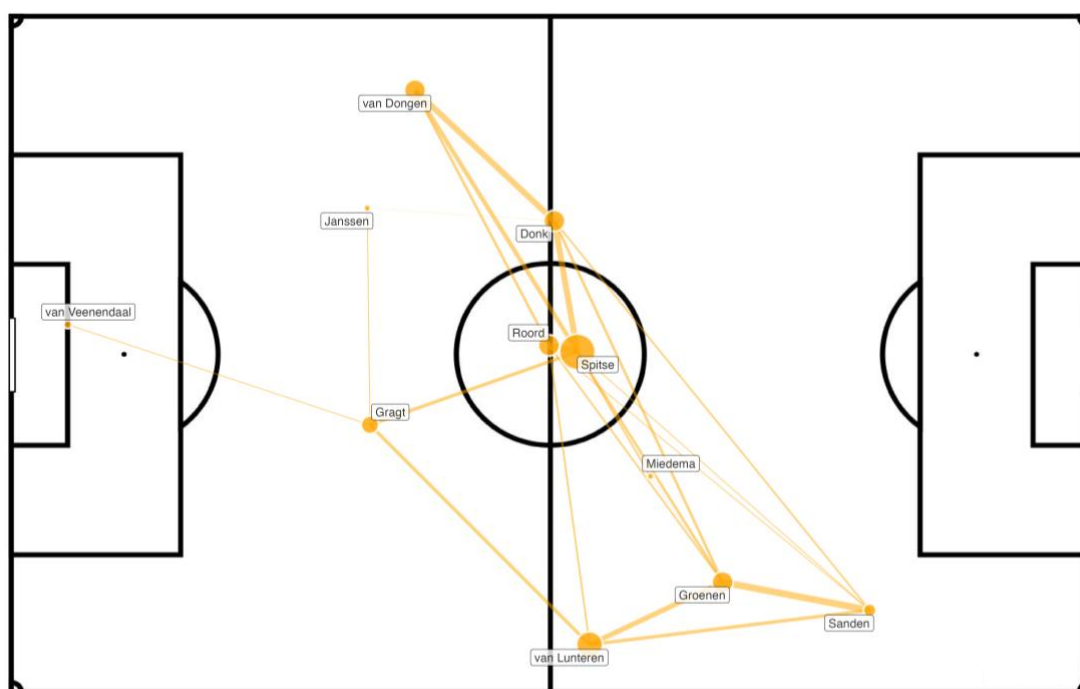


Figura 31: Red de pases de Países Bajos tras sustitución



Nombre	Intermediación	Cercanía	PageRank	Vector propio
Donk	0.092588951	0.09090909	0.12727367	1.0000000
Van Lunteren	0.032833025	0.08333333	0.10167077	0.8196596
Janssen	0.006432137	0.06666667	0.04957653	0.3399751
Groenen	0.042890979	0.08333333	0.11699051	0.9980439
Roord	0.026440413	0.08333333	0.10051285	0.8779143
Van Dongen	0.026163831	0.07142857	0.09004178	0.7330059
Van Veenendal	0.013644002	0.06666667	0.05805915	0.3804801
Sanden	0.007987620	0.07692308	0.09548376	0.8788731
Spitse	0.096575034	0.09090909	0.13219345	0.9999923
Gragt	0.032221785	0.07692308	0.07980245	0.5285527
Miedema	0.000000000	0.06250000	0.04839507	0.4108712

Tabla 12: Métricas de Países Bajos tras realizar cambios.

El análisis de la red de pases tras el último cambio (Figura 31) junto con las métricas (Tabla 12) nos permite ver como Países Bajos consiguió hacerse con el dominio del centro del campo, surgiendo como jugadoras más importantes a Donk y Spitse siendo las encargadas de actuar de puente entre las bandas. Vemos como la estrategia se basó principalmente en la realización de cambios de sentido de una banda a otra, creándose dos claras agrupaciones en las bandas para mover el balón rápido y deshacerse de la presión sueca. Esto es algo que no habían logrado conseguir en la primera parte. La inclusión de Roord ayuda también a mantener la posesión en el centro del campo, permitiendo a Países Bajos tener el balón más controlado durante los minutos importantes de partido.

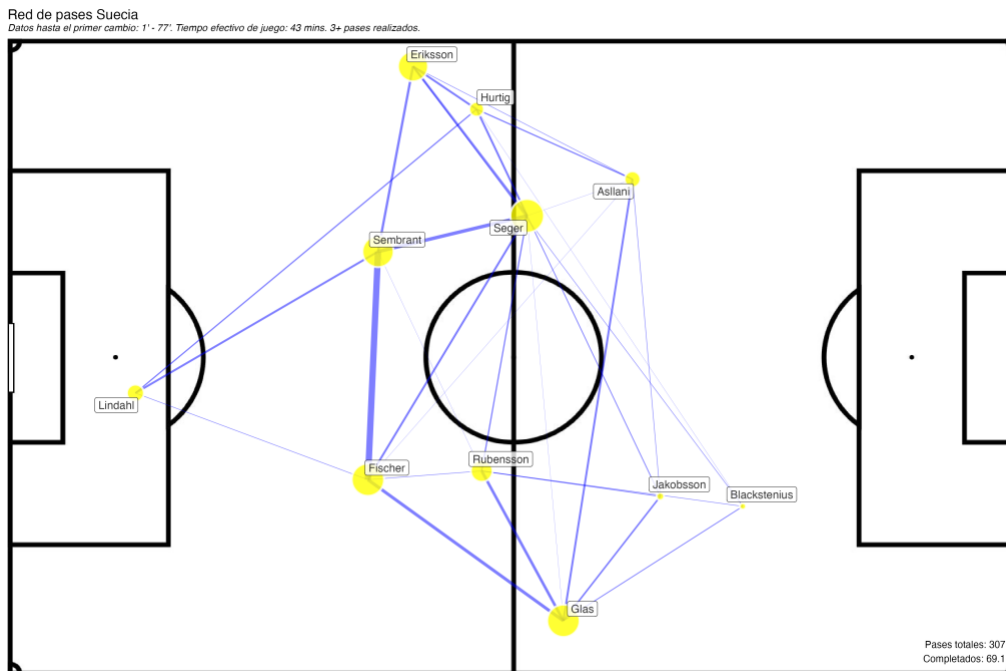


Figura 32: Red de pases de Suecia contra Países Bajos



Nombre	Intermediación	Cercanía	Clustering	PageRank	Vector propio
Rubensson	0.009513824	0.09090909	0.8611111	0.07098588	0.4477153
Blackstenius	0.007789152	0.09090909	0.8611111	0.05717001	0.3292615
Jakobsson	0.000000000	0.07142857	1.0000000	0.06529625	0.4071997
Glas	0.019856275	0.09090909	0.8333333	0.11614773	0.7323776
Asllani	0.023266713	0.10000000	0.8000000	0.07879078	0.5107876
Hurtig	0.024273099	0.07692308	0.8571429	0.09081981	0.5379319
Sembrant	0.025123558	0.09090909	0.8611111	0.12332451	0.9711443
Eriksson	0.005065909	0.08333333	0.9285714	0.08631642	0.6107341
Fischer	0.028586702	0.09090909	0.8333333	0.08631642	1.0000000
Lindahl	0.006857931	0.07142857	0.8666667	0.06632081	0.5099293
Segeer	0.049666839	0.10000000	0.8000000	0.11888574	0.8741484

Tabla 13: Métricas de Suecia contra Países Bajos

Analizando la Figura 32, Suecia tuvo facilidad para realizar pases entre la línea defensiva y el medio del campo, pero tuvo problemas para realizar el pase final hacia las delanteras. En la Tabla 13 vemos como Seger fue la jugadora con más influencia en el juego, siendo la encargada de ejercer de ‘puente’ entre sus compañeras. Por otra parte, Sembran y Fischer también tuvieron un papel destacado siendo las encargadas de distribuir la pelota desde el centro de la defensa hacia otras posiciones del campo.

5.5 Final: EEUU vs. Países Bajos

La final fue ganada por Estados Unidos por 2-0. Los dos goles fueron marcados en el segundo tiempo, uno de ellos de penalti.

Analizando la red de pases (Figura 33), EE. UU. volvió a utilizar el once utilizado contra España y Francia. La estrategia fue la misma que en todos los partidos de la competición, intentar tener la posesión jugando por el centro y cuando esto no era posible, jugar por las bandas. Vemos como nuevamente, las bandas tienen gran importancia en el juego, utilizando a las centrales Dahlkemper y Sauerbrun para distribuir el juego hacia ellas. A excepción del partido contra Francia, que parece que hizo un buen trabajo defensivo para neutralizar la banda derecha, observamos que independientemente de las jugadoras presentes en el campo, en todos los partidos consiguen realizar triangulaciones significantes por las bandas. El partido final no fue distinto, Lavelle, O’Hara y Heath consiguieron mover el balón fructíferamente entre ellas, al igual que Soubrier, Rapinoe y Mewis. También observamos, que igual que en todos los partidos anteriores, Carrasco, siendo la delantera centro, tiende a retrasar su posición para intentar recibir más balones y ayudar a conectar el centro del campo con los extremos.



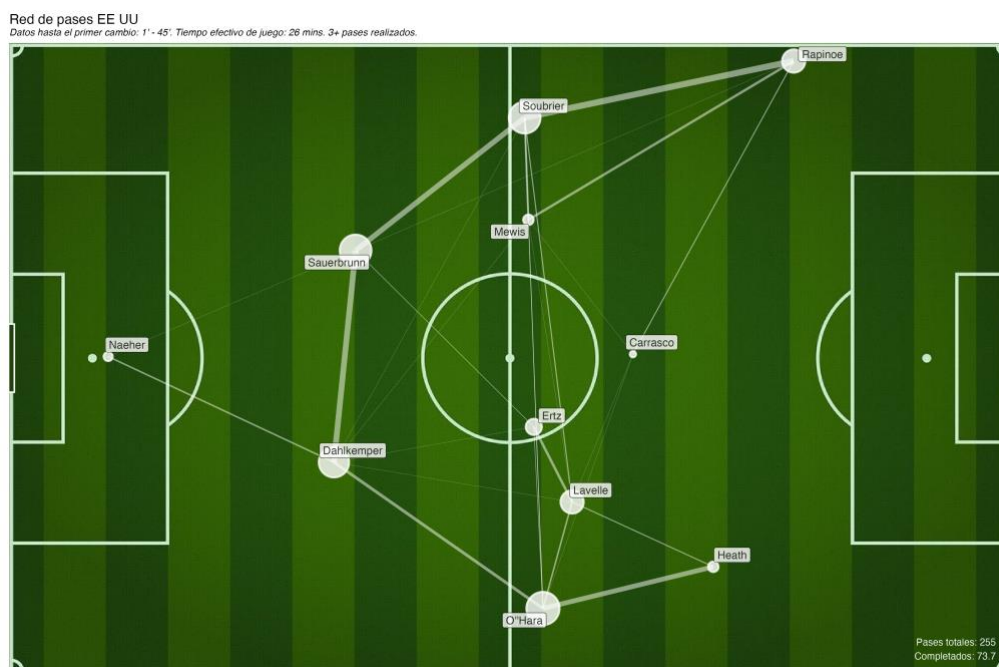


Figura 33: Red de pases de Estados Unidos contra Países Bajos

Nombre	Intermediación	Cercanía	PageRank	Vector propio
Dahlkemper	0.0463667040	0.09090909	0.10947592	0.7869878
Carrasco	0.0019293924	0.08333333	0.06448293	0.4159798
Naether	0.0007936508	0.06666667	0.05351298	0.3939213
Soubrier	0.0481974789	0.09090909	0.13248351	1.0000000
Ertz	0.0082826234	0.09090909	0.07436021	0.5256437
O'Hara	0.0107018900	0.09090909	0.10662744	0.6920567
Rapinoe	0.0090382820	0.08333333	0.08789545	0.6748140
Sauerbrunn	0.0240904913	0.08333333	0.10815850	0.8697584
Lavelle	0.0055281883	0.08333333	0.09256842	0.6043399
Mewis	0.0309677760	0.10000000	0.09528339	0.7009395
Heath	0.0141035229	0.09090909	0.07515125	0.4754971

Tabla 14: Métricas de EE. UU contra Países Bajos

Analizando la Tabla 14, vemos como Dahlkemper y Soubrier son el pase más común cuando sus compañeras quieren llegar a otra jugadora a la que no pueden acceder directamente probablemente al estar cubierta por una jugadora rival. Además, de estas dos jugadoras O'Hara vuelve a tener gran importancia en el juego del equipo como ha ocurrido en todos los partidos del campeonato y Sauerbrunn también tiene una gran influencia en el equipo. Es un equipo bastante equilibrado, en el que todas las jugadoras participan activamente en el juego.

Dado que los dos goles del equipo norteamericano fueron después del primer cambio, haremos un breve análisis de esta etapa del partido.



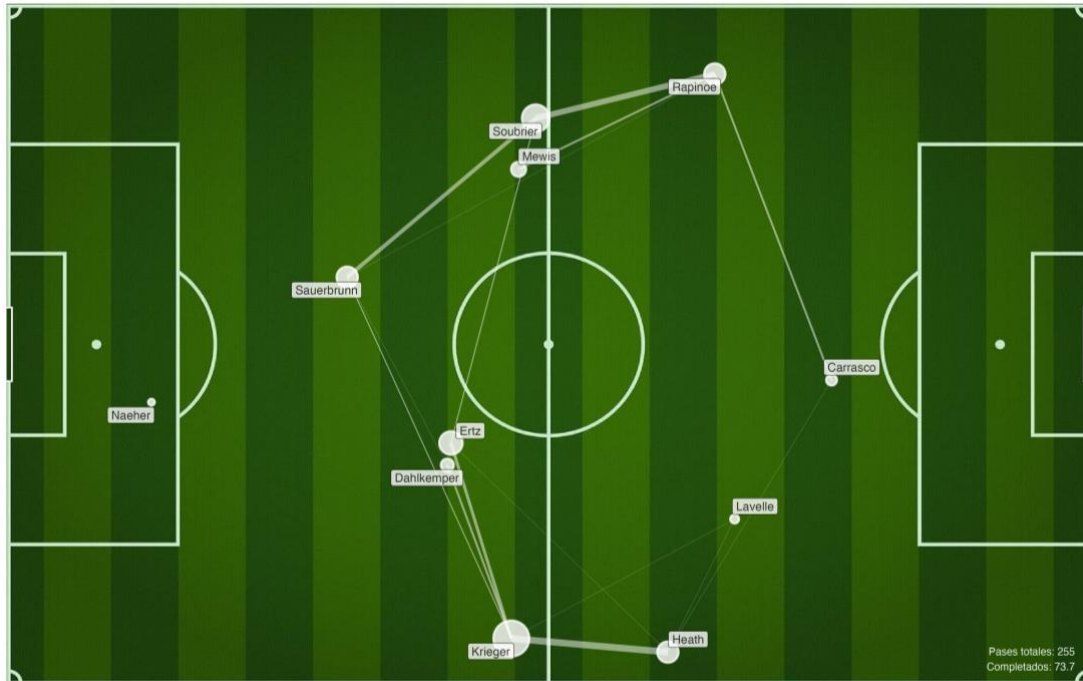


Figura 34: Red de pases de Estados Unidos después de los cambios realizados en la primera parte.

Nombre	Intermediación	Cercanía	PageRank	Vector propio
Dahlkemper	0.025217083	0.06666667	0.07037577	0.48159170
Carrasco	0.022760943	0.07142857	0.07735261	0.49039384
Krieger	0.139434761	0.08333333	0.15718939	1.00000000
Naehner	0.000000000	0.04347826	0.02112878	0.05779189
Soubrier	0.058068783	0.07692308	0.12097002	0.84617399
Ertz	0.054822663	0.08333333	0.09885275	0.66451647
Rapinoe	0.049911817	0.07142857	0.12777079	0.88164484
Sauerbrunn	0.207716049	0.07142857	0.11458991	0.75385358
Lavelle	0.026944444	0.06666667	0.06418685	0.31944683
Mewis	0.008641975	0.06250000	0.05616869	0.31307368
Heath	0.006481481	0.06250000	0.09141443	0.60868917

Tabla 15: Métricas de EE. UU tras los cambios.

La Figura 34 muestra que el cambio de O'Hara por Krieger, hizo que las jugadoras de la banda derecha retrasaran mínimamente su posición hacia campo propio. La influencia que había tenido O'Hara durante todos los partidos, la adquirió Krieger, siendo junto con Sauerbrunn la jugadora más importante del partido. En este tiempo, vemos a Carrasco como delantera centro pura y Rapinoe, al igual que hizo en el partido contra Francia, tuvo gran influencia en la distribución del juego del equipo.

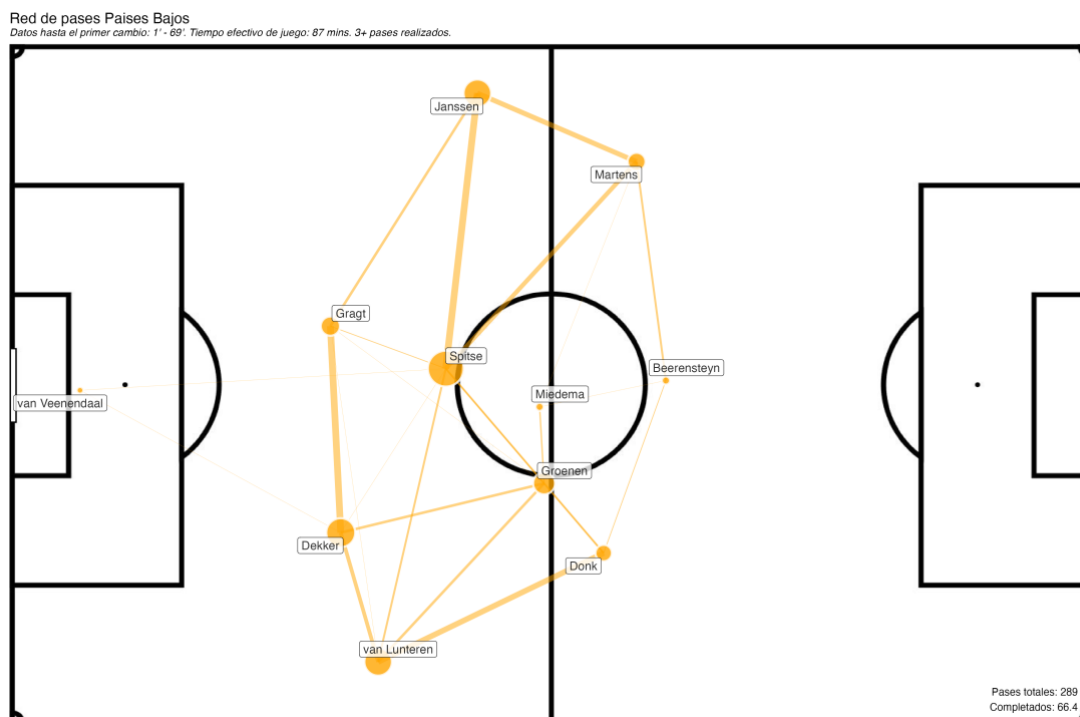


Figura 35: Red de pases de Países Bajos contra Estados Unidos

Analizando la Figura 35, parece que la entrenadora de Países Bajos realizó un cambio de estrategia. Sustituyó a van Dongen por Dekker, cambiando completamente la línea defensiva, ya que movió a Janssen al lateral izquierdo. Sorprendente cambio ya que van Dongen había sido pieza clave en todos los partidos anteriores. Por otra parte, tras el partido de Suecia, volvió a dejar a Sanden en el banquillo poniendo en su lugar a Beerensteyn. Vemos como Miedema, actuó prácticamente de centrocampista jugando detrás de esta, lo cual mermo todavía más su influencia en el equipo, haciendo prácticamente invisible su nodo en la red de pases.

Nombre	Intermediación	Cercanía	PageRank	Vector propio
Dekker	0.029805659	0.09090909	0.10538130	0.7237724
Donk	0.007767886	0.09090909	0.08764610	0.6272844
Van Lunteren	0.017061927	0.09090909	0.10480058	0.7385499
Janssen	0.009556172	0.09090909	0.10960597	0.9441375
Groenen	0.009325128	0.09090909	0.09060195	0.6738571
Martens	0.010431213	0.09090909	0.10712098	0.8747023
Beerensteyn	0.007423657	0.10000000	0.06734027	0.4728165
Van veenendal	0.001960471	0.08333333	0.05323905	0.3837811
Spitse	0.027866693	0.10000000	0.12395200	1.0000000
Gragt	0.009954536	0.08333333	0.08656015	0.6856254
Miedema	0.002179992	0.08333333	0.06375166	0.4372485

Tabla 16: Métricas de Países Bajos contra EE. UU

Analizando la red de pases junto con la Tabla 6 observamos que, tras el cambio de estrategia, Spitse volvió a ser la jugadora encargada de mover el balón entre la defensa y las delanteras, recuperando así la influencia que tuvo en el partido contra Japón. Por otra parte,



Dekker también ejerció de puente entre las defensas y las centrocampistas. El desplazamiento de Janssen al lateral derecho permitió la creación de una nueva agrupación formada por Janssen – Martens – Spitse, convirtiendo la banda izquierda en la zona más común para mover el balón.

5.6 Clusters

La visualización de los *clusters* nos permite analizar las relaciones entre las diferentes jugadoras. De esta manera, podemos analizar las jugadoras con más influencia en el juego, así como las más desconectadas. Si hay un *cluster* formado por una sola jugadora, asumimos que no participa activamente.

Para visualizar los *clusters* hemos utilizado la cercanía entre jugadoras ya que al colocar los nodos según la cantidad de pases que realizan, nos permite ver las agrupaciones claramente sin que se crucen entre ellas.

A continuación, en las Figuras 36 y 37, analizaremos los *clusters* de la selección norteamericana y holandesa durante los partidos de las fases de eliminación. Esta visualización junto a las métricas y las redes de pases anteriores, nos ayudaran a analizar las estrategias de estos equipos.

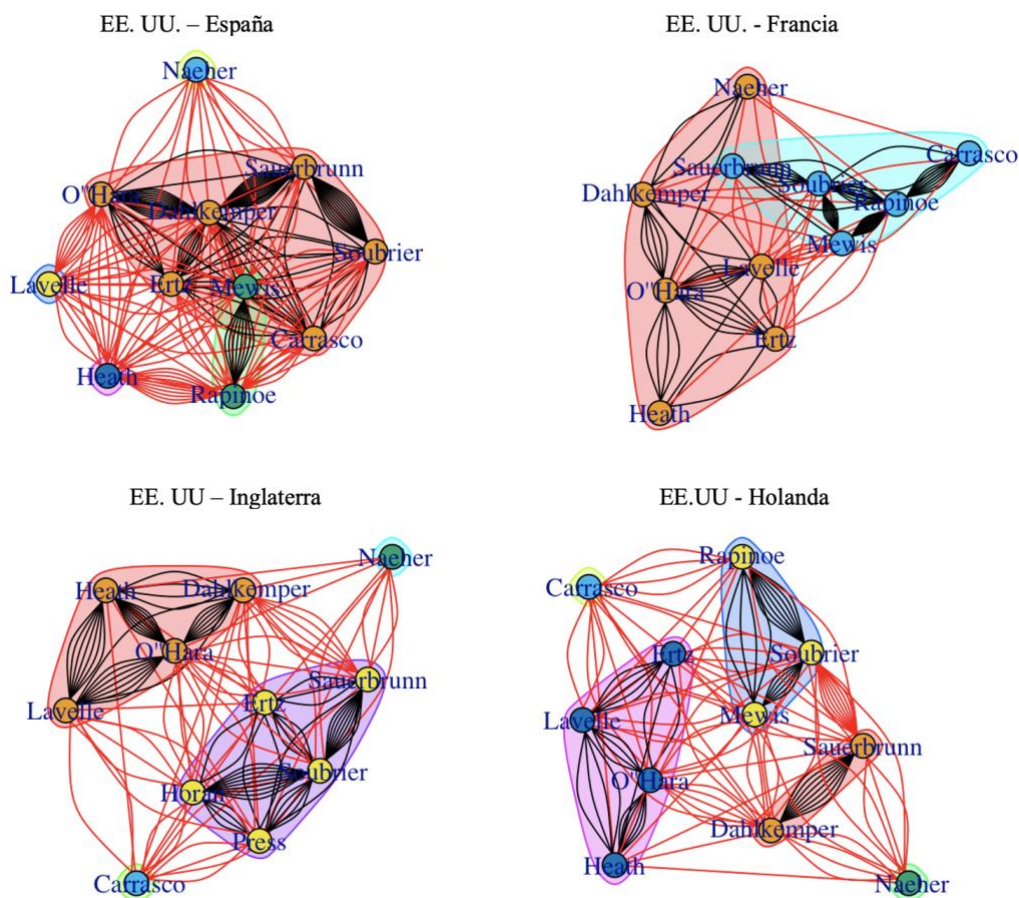


Figura 36: Clusters EE. UU.

Como podemos observar, los *clusters* son muy diferentes dependiendo del partido. Es cierto, que la portera, Naehher, por regla general no es incluida en ninguna agrupación. Esto nos puede indicar que la portera solo participa en el juego cuando hace alguna parada o la pelota sale del campo, debido a que es ella la que tiene que iniciar la jugada en esos momentos. Sin embargo, las jugadoras no cuentan con ella a la hora de realizar un pase para salir de la presión o sacar el balón jugado.

Analizando los *clusters*, vemos como en el partido contra España, tal y como habíamos visto en la red de pases, las jugadoras de la línea defensiva cobran mucha importancia en el movimiento del balón, recibiendo la ayuda de Ertz para jugar la pelota con las delanteras - la podemos ver dentro del área roja junto con las defensas. Por otra parte, se crea una agrupación entre Mewis y Rapinoe, dejándonos claro que en este partido el juego de Estados Unidos fue por banda izquierda. De esta forma, Lavelle y Heath se quedan sin contribuir en el juego general del equipo. Esto corrobora los datos obtenidos en la Tabla 2, siendo Naehher, Lavelle y Heath las jugadoras con PageRank y vector propio más bajos, indicándonos así la relación entre el *clustering* y las métricas anteriormente mencionadas.

A pesar de que en el partido contra Francia pudieron realizar menos pases, debido probablemente a una buena defensa por parte del equipo contrario, es el partido en el que más conectadas están las jugadoras. Vemos como Naehher participa un poco más en el juego formando parte de un *cluster*. Hay dos grupos bien diferenciados. Tal y como visualizamos los *clusters*, sabemos que la agrupación azul formado por Sauerbrunn, Soubrier, Rapinoe, Carrasco y Mewis tiene más importancia dentro del juego, pero sin la de la red de pases esa es toda la información que podemos obtener. Con la ayuda de la Figura 24, vemos como estas jugadoras juegan todas por la zona izquierda del campo, dejándonos claro que las jugadoras norteamericanas tienen más facilidad para jugar por la banda izquierda y no utilizan demasiados pases en largo de una banda a otra ya que no vemos una gran cantidad de pases entre dos jugadoras de diferentes *clusters*.

Los cambios realizados ante Inglaterra permitieron que el equipo estuviera más equilibrado. En este caso, vemos dos agrupaciones. De nuevo, como en el partido contra Francia, una está formada por jugadoras que se mueven más por banda derecha y otra por las de la banda izquierda, con los mismos problemas para utilizar el centro del campo para mover el balón de un *cluster* a otro.

En la final, vemos por primera vez 3 *clusters*, sin tener en cuenta los individuales. La diferencia con el partido de Francia, es que tanto O'Hara como Soubrier subieron sus posiciones (Figura 33), dejando así de realizar tantos pases a las centrales Dahekemper y Sauerbrunn y permitiendo una mejor conexión con las centrocampistas. Es por esto, que las centrales tienen su propia agrupación. Aun así, la presencia de Rapinoe hace que se juegue más por la izquierda, vemos como las agrupaciones azul y rojo se relacionan mucho entre ellas gracias a una gran cantidad de pases entre Sauerbrunn y Soubrier.



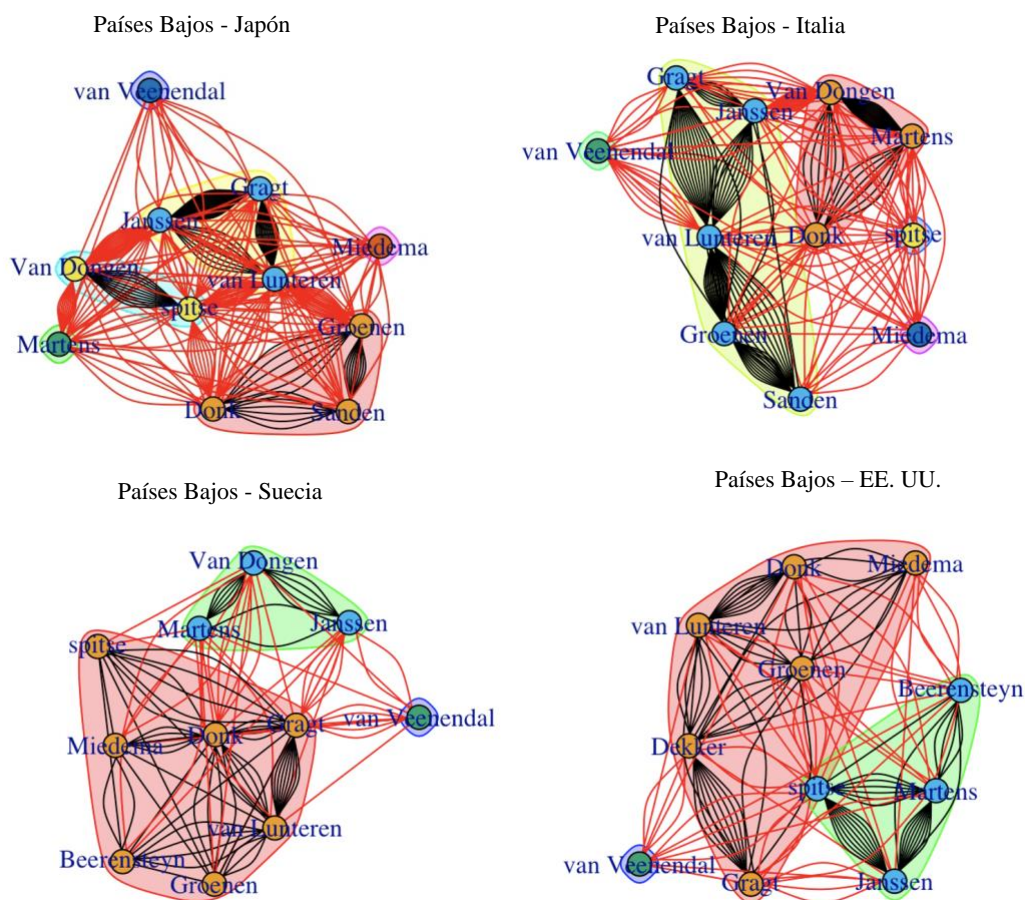


Figura 37: Clusters Países Bajos

En el partido Países Bajos – Japón observamos unos *clusters* muy diferentes a los analizados en los partidos de Estados Unidos. En este caso, vemos como hay tres grupos bien definidos. Uno formado por las centrales y la lateral derecha (*cluster* amarillo), otro por las centrocampistas Groenen y Donk y la extremo derecha (*cluster* rojo), gracias a la Figura 21 podemos observar que las dos jugadoras nombradas anteriormente tendieron a posicionarse en la banda derecha a pesar de no ser su posición habitual. Por último, tenemos a van Dongen y Spitse. Tanto Miedema, la delantera centro, como Martens la extremo izquierdo se quedaron descolgadas del equipo. Analizando los *clusters*, vemos como todas las agrupaciones tienen una o varias jugadoras que realizan una considerable cantidad de pases con compañeras de otros grupos. Estos pases, parecen ser siempre para distribuir el balón a la derecha, dejándonos ver que es por esta banda, por donde Países Bajos genera su juego y concentra a sus jugadoras.

En el partido contra Italia, el *cluster* amarillo, nos muestra que la estrategia sigue siendo la misma, jugar por la derecha. Janssen realiza pases largos hacia van Lunteren, la lateral derecha. Esto es debido, a que ya no puede utilizar a Spitse para distribuir el juego de izquierda a derecha, cobrando así más relevancia la figura de Donk, que como podemos observar en la red de pases, vuelve a su posición habitual, para intentar equilibrar al equipo y que se juegue también por la banda izquierda. Este nuevo posicionamiento, se debe probablemente a una fuerte defensa de Italia sobre Spitse, haciendo que van Dongen, Martens y Donk cobraran protagonismos en la fluidez del juego por banda derecha.



Los últimos dos partidos, nos muestran unos *clusters* más parecidos a los de EE. UU. con dos agrupaciones bien definidas, pero sin ninguna jugadora que ejerza de nexo entre los dos grupos.

En el partido contra Suecia tuvieron poca influencia las centrocampistas, siendo de nuevo Gragt y van Lunteren las que más pases realizaron entre ellas, volviendo a destacar así la preferencia del equipo de tratar de sacar el balón jugado por banda derecha. Observamos como Donk se encuentra en el centro del *cluster*, indicando que trato de conectar al equipo, pero sin mucho éxito. Por otra parte, las jugadoras de la agrupación verde, ubicadas en la banda izquierda trataron de generar peligro, pero como podemos observar en la red de pases (Figura 30) no consiguieron realizar pases importantes desde la zona de ataque.

Para finalizar, en la final Spitse consiguió volver a coger la importancia del primer partido, siendo la encargada de distribuir el juego hacia todas las jugadoras. La red de pases (Figura 35), nos permite visualizar como Miedema se colocó como centrocampista por detrás de la delantera para poder participar en el juego, ayudando así a distribuir el juego por banda derecha y hacerle llegar balones a la delantera.

5.7 Conclusiones

Tras el análisis de los partidos eliminatorios de la Copa del Mundo femenina llegamos a varias conclusiones. Las métricas son útiles para identificar a las jugadoras con más influencia en el juego, ya que a veces observando solo la red de pases no tenemos toda la información. Sin embargo, de las cinco métricas que se han estudiado no todas tiene la utilidad esperada. La intermediación, el vector propio y el PageRank son las más adecuadas para identificar a las jugadoras importantes, esto lo hemos podido comprobar durante todos los análisis, cuanto más grandes son estos valores, más influencia parece que tiene la jugadora en el equipo. Además, generalmente van sincronizados, cuanto más alto el PageRank, más alto el vector propio y la intermediación.

La agrupación también ha resultado de interés, pero no como esperábamos, esta ayuda a analizar la estrategia del equipo con la ayuda de las redes de pases. Sin embargo, los datos cuantitativos no son de mucha ayuda, es por eso por lo que hemos analizado los partidos con dos visualizaciones diferentes. Por una parte, la posición media de las jugadoras junto con las métricas para la estrategia a grandes rasgos y las jugadoras más influyentes y por otra parte la cercanía entre jugadoras para analizar los subgrupos influyentes dentro del equipo. Lo mismo sucede con la cercanía, nos sirve para ubicar a los nodos en la visualización de los *clusters* pero como valor número, no nos da ninguna ventaja competitiva.

Finalmente vemos como el análisis de datos puede ser una parte importante del juego. Las redes de pases nos han permitido sacar la estrategia de las selecciones, lo que les permite a los entrenadores realizar los onces según estos datos, permitiéndoles analizar cuáles son los puntos fuertes y débiles tanto de su equipo como de los contrarios. En nuestro caso, las redes de pases nos han permitido averiguar que EE. UU prefiere jugar por la banda izquierda y tiene como referente a su capitana Megan Rapinoe, mientras que Países Bajos prefiere jugar por la derecha y trata de mantener la posesión del balón por medio del centro del campo.



6 Comparación con fútbol masculino

La opinión general es que el fútbol masculino tiene más seguidores que el femenino porque los jugadores tienen más calidad, más físico y juegan mejor que las chicas en general. A continuación, analizaremos la Copa del Mundo masculina de 2018 comparándola con los datos de la Copa del Mundo femenina 2019 que hemos utilizado durante todo el trabajo.

Primero veremos algunas estadísticas generales, como el número de pases y tiros acumulados por las selecciones durante todo el torneo, así como los eventos que más suceden en los partidos. Por otra parte, analizaremos la final de la competición mediante redes de pases y sus métricas tal y como hemos hecho con el femenino, comparando las estrategias usadas por los equipos masculinos con los femeninos.

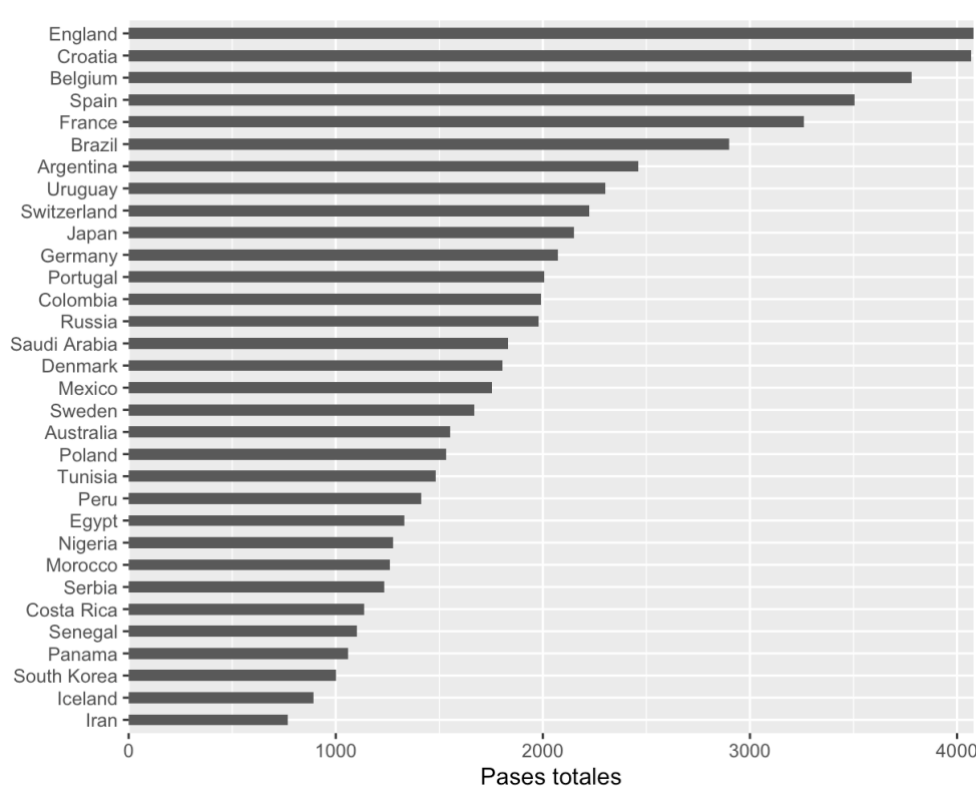


Figura 38: Pases totales Mundial masculine

Comparando la Figura 38 con la Figura 17, observamos como el número de pases generado por las selecciones, no presenta una gran diferencia. Los equipos masculinos con más pases realizados hicieron un poco más de 4000 mientras que los femeninos un poco menos. Además, observamos que se vuelve a dar el caso de que los equipos semifinalistas – Inglaterra, Croacia, Bélgica y Francia – son los que más pases realizan en el torneo, debido también por supuesto a que jugaron más partidos. Sin embargo, al igual que en el mundial femenino destacaba el caso de Italia, que había llegado a cuartos de final y había realizado muchos menos pases que equipos que se quedaron en octavos. En el caso del fútbol masculino, destaca el caso de la selección española, que aun perdiendo en octavos contra Rusia, realizó en total más pases que la selección francesa, ganadora del torneo. Esto demuestra las similitudes en el juego, en los dos casos, la persona que realiza más pases y por tanto que tiene más posesión tiene más

posibilidades de ganar, pero observamos como tanto en el fútbol masculino como en el femenino no siempre es así.

Comparando los tiros totales en las Figuras 39 y 40, tampoco encontramos grandes diferencias. En el caso del femenino, el que más tiros realizó fue Estados Unidos acabando el torneo como ganadora, mientras que en el caso del masculino fue Croacia quien disparó más veces a puerta. Sin embargo, tanto Francia como Países Bajos, que fueron finalistas en sus respectivos torneos, siendo el primero el ganador del suyo, ocupan los dos la quinta posición el ranking. Estos resultados muestran, la poca diferencia que hay en la forma de jugar al fútbol dependiendo del sexo. En los dos casos, hay equipos que les gusta tener la posesión y hay equipos que tiran más a portería que otros, siendo estos los que más posibilidades tienen de ganar, pero no sucediendo siempre así.

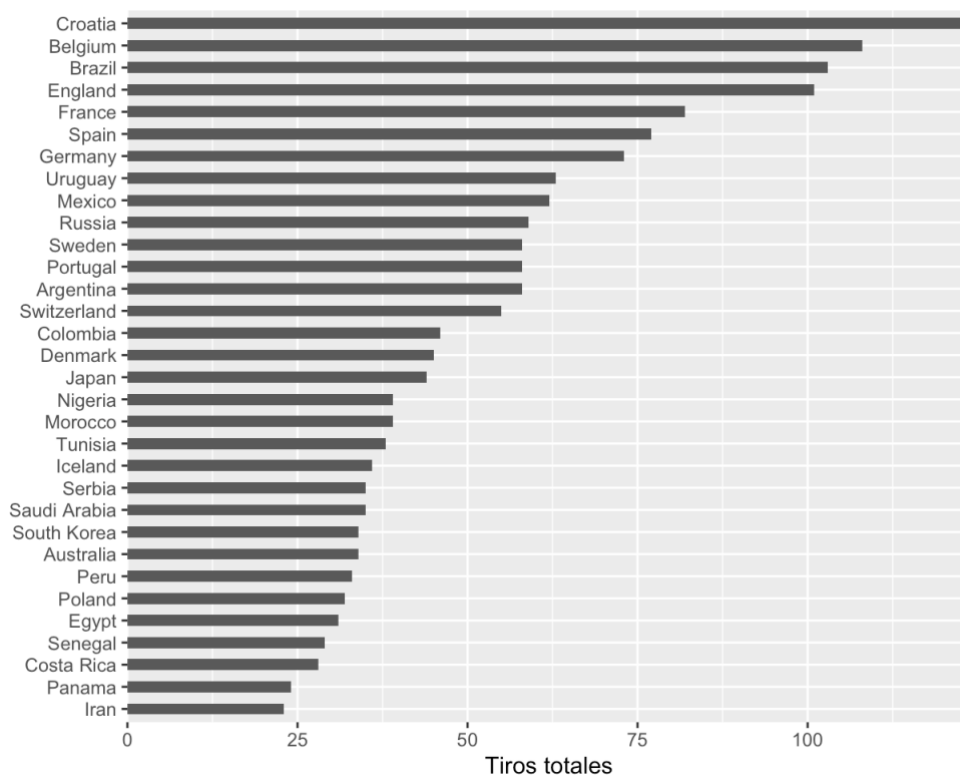


Figura 39: Tiros Mundial masculino



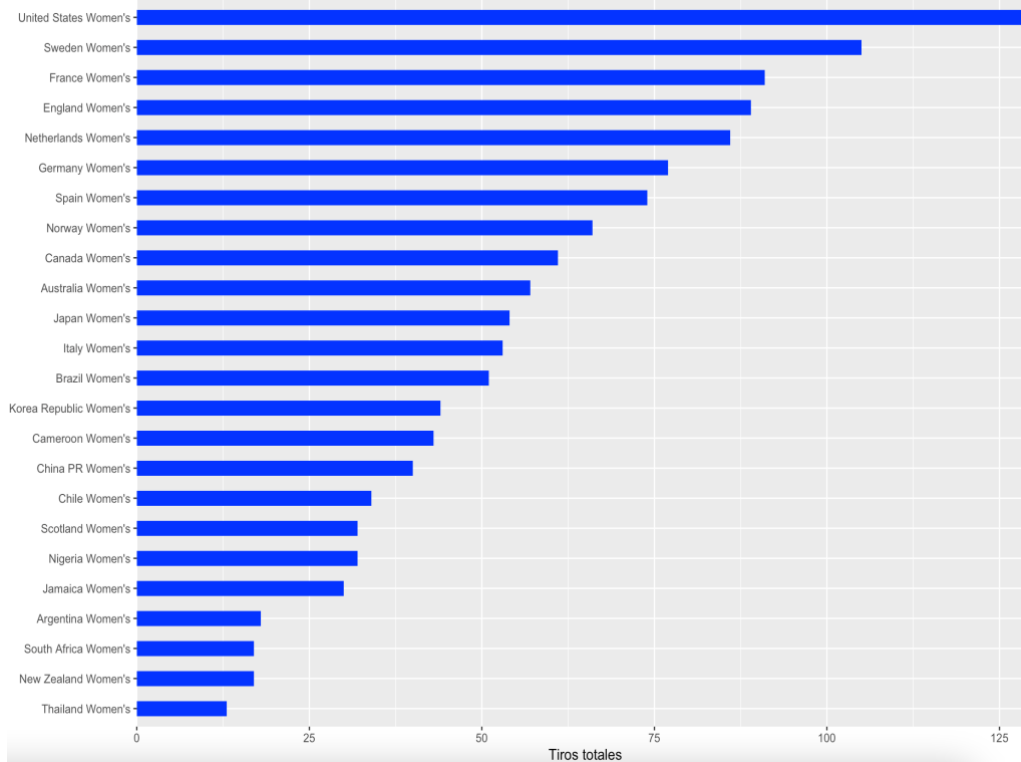


Figura 40: Tiros mundial femenino

Tras analizar las estadísticas generales, vamos a centrarnos en el análisis de la final de la copa del mundo masculina. Se enfrentaron Francia contra Croacia, alzándose con el trofeo la selección francesa que consiguió vencer a los croatas por 4 – 2.

A rasgos generales, vemos como las selecciones ganadoras siguieron la misma estrategia, las dos realizaron su primer cambio en los primeros minutos de la segunda parte, mientras que Países Bajos y Croacia se esperaron al minuto 70 para realizarlos. Por otra parte, el número de pases realizados hasta el primer cambio de cada equipo muestra, a pesar del resultado, que la final masculina fue mucho más disputada. En la final femenina, EE. UU llevaba 255 pases en 45 minutos mientras que Países Bajos realizó 289 en 70 minutos, mostrando un gran dominio de balón por parte de la selección norteamericana. En cambio, en la final masculina Croacia realizó 403 pases y Francia 162, mostrando que a pesar de que Croacia controlaba claramente el juego, la selección francesa era mucho más efectiva de cara a puerta, dado que en el minuto 38 antes de que se realizaría ningún cambio, ganaba 2 -1.



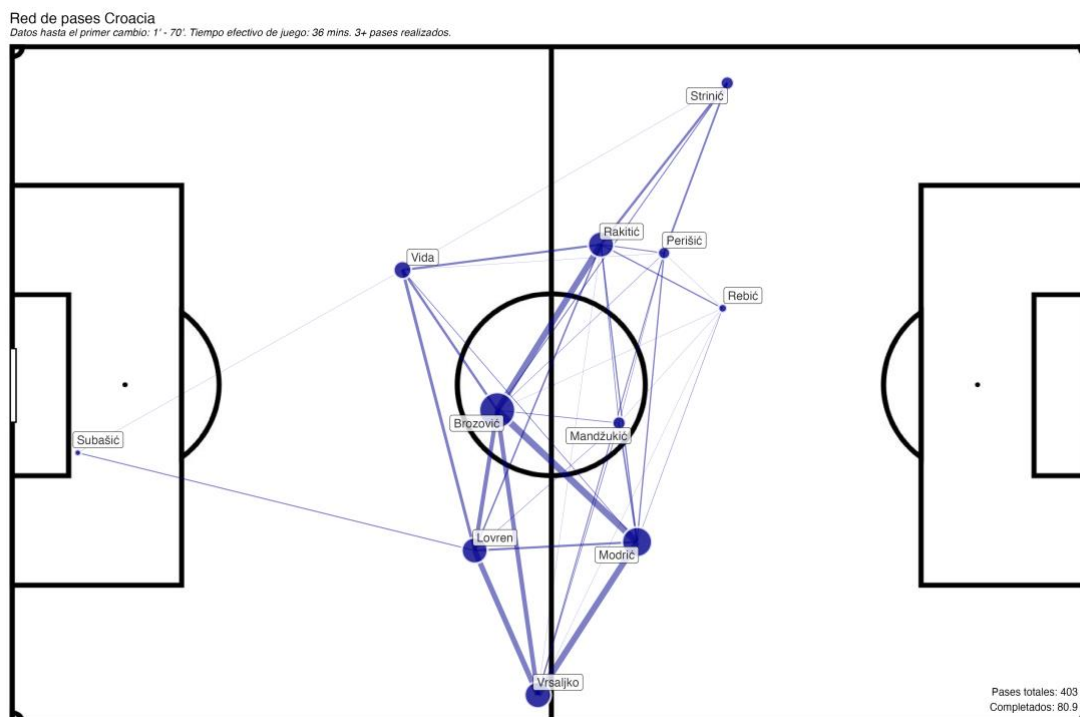


Figura 41: Red de pases de Croacia contra Francia

Nombre	Intermediación	Cercanía	PageRank	Vector propio
Rebić	0.0006061173	0.08333333	0.05478597	0.29956149
Subašić	0.0001907487	0.06250000	0.02751923	0.09618309
Lovren	0.0455469511	0.08333333	0.11254023	0.72848457
Vida	0.0329304194	0.09090909	0.07885463	0.45890459
Perišić	0.0088220017	0.09090909	0.07932687	0.44845939
Rakitić	0.0615284630	0.10000000	0.12319886	0.71276305
Strinić	0.0000000000	0.07692308	0.05926220	0.30381567
Modrić	0.0164174816	0.09090909	0.13536039	0.89790742
Brozović	0.0218544677	0.09090909	0.15105858	1.00000000
Mandžukić	0.0039887493	0.09090909	0.06869093	0.40778946
Vrsaljko	0.0303368223	0.08333333	0.10940211	0.77724319

Tabla 17: Métricas de Croacia contra Francia

Analizando la red de pases, vemos como la estrategia de Croacia fue mantener la posesión del balón mediante la realización de pases. La Figura 41 muestra una red muy red muy parecida a las Figura 33 y 35, indicándonos que la selección croata utilizó estrategias muy parecidas a las utilizadas por las finalistas del mundial femenino. Esta se basaba en mover el balón por todo el campo hasta encontrar la situación perfecta para atacar hacia la portería. Observamos como Brozović es el eje del equipo, encargado de mover la pelota entre los defensas y los centrocampistas tanto a la derecha como a la izquierda, al igual que hacía Spitse para la selección holandesa femenina. El hecho de que Brozović sea el que tiene el PageRank más alto nos confirma que era el que más influencia tenía sobre el juego del equipo. La principal diferencia con las redes de pases obtenidas en la final femenina la vemos en los laterales. Mientras que EE. UU y Países Bajos decidieron no arriesgar y dejar a sus laterales a la misma altura, sin subir demasiado al ataque, Croacia adelantó la posición de su lateral izquierdo,



Strinić, dándole la oportunidad de realizar pases largos hacia él y realizar un ataque más rápido. Esta táctica no resultó ser muy efectiva ya que vemos como la mayoría del juego se realiza por la derecha gracias a la participación de Modrić, Brozović, Vrsaljko y Lovren, que como podemos observar en la Tabla 17 coincide con los jugadores que más influenciaron el juego general del equipo.

Por otra parte, la Figura 42 nos muestra una red de pases que no habíamos visto en ningún partido de los analizados del mundial femenino. La estrategia de la selección francesa parece ser realizar pases largos a los delanteros y salir a la contra. Vemos como es un equipo muy separado y posicionado a lo ancho del campo, los dos laterales Pi y Pavard se posicionaron prácticamente pegados a la línea de fuera del campo y los centrocampistas Pogba, Kanté y Matuidi tuvieron que bajar a zonas defensivas para poder recibir el balón. A diferencia de la selección croata y las selecciones femeninas finalistas, los pases habituales del portero no son a los dos centrales, sino que prefiere sacar en largo hacia el delantero centro. La estrategia utilizada por Francia probablemente se debió a una alta presión de la selección croata cuando no tenía balón. Sin embargo, la calidad de los jugadores franceses permitió al equipo solventar la presión de Croacia mediante pases largos a la espalda de los defensas croatas permitiéndoles marcar 4 goles y alzarse con la victoria.

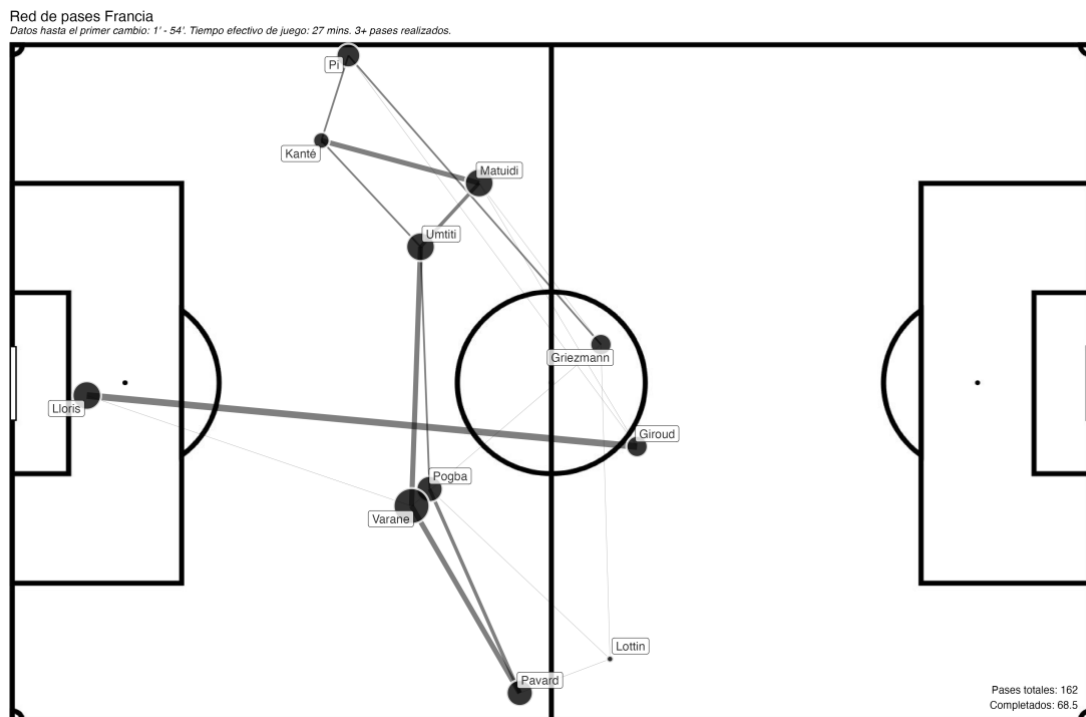


Figura 42: Red de pases de Francia contra Croacia

Analizando la Tabla 18, observamos como es la primera vez que un portero, Lloris, tiene un valor de PageRank y vector propio similares a muchos jugadores, corroborando la influencia que tuvo este en el juego de Francia.



Nombre	Intermediación	Cercanía	PageRank	Vector propio
Griezmann	0.024306558	0.083333333	0.08154251	0.5967696
Pavard	0.019121151	0.083333333	0.09639890	0.7834268
Matuidi	0.012005109	0.07142857	0.08128890	0.5913486
Lloris	0.006037385	0.07142857	0.07902538	0.7444383
Lottin	0.000000000	0.066666667	0.05968744	0.4585568
Pi	0.014706728	0.083333333	0.07605232	0.5495999
Kanté	0.013492063	0.07692308	0.07634204	0.5227145
Giroud	0.075597242	0.09090909	0.12813717	1.0000000
Pogba	0.067357483	0.10000000	0.11312067	0.8530488
Varane	0.036108485	0.09090909	0.11204869	0.8962808
Umtiti	0.020156685	0.083333333	0.09635598	0.7626812

Tabla 18: Métricas de Francia contra Croacia

La comparación realizada entre las dos finales nos muestra que no hay una gran diferencia entre la forma de jugar de los equipos masculinos y femeninos. Los dos tratan de dominar el partido mediante la posesión del balón y por lo general suelen tener una banda por donde prefieren jugar. Es cierto, que la estrategia utilizada por Francia no la hemos visto en ningún partido de los analizados en fútbol femenino, pero esto no indica que haya equipos que la utilicen. Por otra parte, vemos como los cambios se realizan alrededor del mismo minuto, indicando que la resistencia de las jugadoras es igual que la de los jugadores.



7 Conclusiones

En este apartado se realizará una valoración sobre el cumplimiento de los objetivos y los problemas que hemos encontrado para llegar a ellos. Para ello, volveremos a recordar cuales eran los objetivos principales y como se han ido cumpliendo.

O1. Adquirir el conjunto de datos del torneo a analizar.

La obtención de datos ha sido más compleja de lo pensado. Hay grandes plataformas que ofrecen conjuntos de datos gratuitos, el problema ha sido que la mayoría son de competiciones masculinas. La idea principal era analizar partidos de la liga femenina española pero tras ver que no estaban disponibles, se decidió utilizar el conjunto de datos de la Copa del Mundo femenina 2019 ofrecido por StatsBomb., cumpliendo así el O1. Este cambio, nos ha permitido realizar un análisis más completo debido a que hemos podido analizar una competición en la que el tiempo para prepararse es limitado, hay menos partidos y las estrategias utilizadas están más marcadas que en los partidos de liga.

O2. Construir la red de pases de diferentes partidos.

La construcción de las redes de pases se ha llevado a cabo mediante la realización de un programa en RStudio. La utilización de este nuevo programa nos ha permitido aprender un nuevo lenguaje, R, permitiéndonos incluir mejoras en la red de pases.

O3. Determinar las métricas más significativas para un correcto análisis.

La determinación de las métricas se ha realizado mediante el paquete `igraph`, que tiene disponibles una gran variedad de métricas. Tras la creación del grafo, obtener los resultados de las métricas ha sido sencillo gracias a este paquete. En este caso, tuvimos complicaciones al elegir que métricas eran las que debíamos incluir el análisis, debido a la cantidad de opciones y la complejidad. Finalmente, de las cinco métricas elegidas, dos no nos aportaban gran información de manera numérica. La solución a este problema ha sido la creación de nuevos grafos que muestran estas métricas de manera visual.

O4. Determinar la visualización más adecuada para el correcto entendimiento de la red.

Tras el análisis de las tres visualizaciones introducidas, se decidió usar la posición media de las jugadoras debido a que era la que más claridad aportaba. El problema que encontramos para cumplir este objetivo fue que cuando se producen cambios al descanso se pierde mucha información debido a que la segunda parte no se visualiza de ninguna forma, en estos se ha decidido crear una segunda visualización con los cambios realizados cumpliendo así con el O4.

O5. Comparar las redes de las selecciones masculinas y femeninas.

La comparación entre los dos sexos se ha realizado de manera general y con el análisis de la final de la Copa del Mundo masculina de 2018, cumpliendo así con este objetivo y ayudando a demostrar que la diferencia entre la forma de jugar entre los equipos masculinos y femeninos es casi inexistente.

Finalmente, el objetivo principal, analizar las redes de pases de las selecciones femeninas para identificar las estrategias utilizadas, ha sido cumplido satisfactoriamente. La consecución



de este objetivo nos ha permitido profundizar en la ciencia de datos y darnos cuenta de la importancia que puede tener la informática dentro de ámbitos como el deporte.

7.1 Relación del trabajo desarrollado con los estudios cursados

El aprendizaje de la teoría de grafos es una constante durante toda la carrera. Por lo tanto, hay diferentes asignaturas relacionadas con el trabajo desarrollado. Una de ellas, sería MAD, donde se empiezan a ver las primeras aplicaciones de los grafos, en este caso utilizamos algoritmos como el camino más corto para saber cómo llegar más rápido de una ciudad a otra, por ejemplo.

Por otra parte, tenemos REDES y DCLAN, esta última específica de la rama de Tecnologías de la Información. En estas utilizamos los grafos para encontrar las rutas más adecuadas para el envío de paquetes de forma eficiente, utilizando algoritmos como el de Kruskal y Dijkstra. Normalmente, en estas asignaturas nos encontramos con el grafo ya hecho y hemos de aplicarle los diferentes algoritmos. Este aprendizaje nos ha servido para realizar las redes de pases en forma de grafo y saber interpretarlas, ayudándonos también a identificar a las jugadoras más importantes del equipo.

Finalmente, la asignatura de Estadística, nos ha permitido saber interpretar las métricas así como realizar gráficos. Ayudándonos a comprender mejor las diferentes fórmulas pertenecientes a las métricas.



8 Bibliografía

- BEAL, R., CHANGDER, N., NORMAN, T.J. y RAMCHURN, S.D., [sin fecha]. Learning the Value of Teamwork to Form Efficient Teams. [en línea]. S.l.: Disponible en: www.aaai.org.
- BULDÚ, J.M., BUSQUETS, J., ECHEGOYEN, I. y SEIRULLO, F., 2019. Defining a historic football team: Using Network Science to analyze Guardiola's F.C. Barcelona. *Scientific Reports*, vol. 9, no. 1. ISSN 20452322. DOI 10.1038/s41598-019-49969-2.
- BULDÚ, J.M., BUSQUETS, J., MARTÍNEZ, J.H., HERRERA-DIESTRA, J.L., ECHEGOYEN, I., GALEANO, J. y LUQUE, J., 2018. *Using network science to analyse football passing networks: Dynamics, space, time, and the multilayer nature of the game*. 8 octubre 2018. S.l.: Frontiers Media S.A.
- CASTELLANO PAULIS, J. y HERNÁNDEZ MENDO, A., 2000. Análisis secuencial en el fútbol de rendimiento. *Psicothema*, vol. 12, pp. 117-121.
- CASTELLANO PAULIS, J. y HERNÁNDEZ MENDO, A., 2002. Análisis diacrónico de la acción de juego en fútbol. . S.l.:
- CINTIA, P., RINZIVILLO, S. y PAPPALARDO, L., 2015. A network-based approach to evaluate the performance of football teams. . S.l.:
- CLEMENTE, F.M., COUCEIRO, M.S., MARTINS, F.M.L. y MENDES, R.S., 2015. Using network metrics in soccer: A macro-analysis. *Journal of Human Kinetics*, vol. 45, no. 1, pp. 123-134. ISSN 18997562. DOI 10.1515/hukin-2015-0013.
- CMD SPORT, [sin fecha]. Descubre cuáles son los deportes más populares del mundo - CMD Sport. [en línea]. [Consulta: 6 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.cmdsport.com/multideporte/actualidad-multideporte/descubre-cuales-los-deportes-mas-populares-del-mundo/>.
- CONDE, M. y BUNDIO, J., 2007. Exploraciones en Fútbol y Redes Sociales Análisis del desempeño deportivo durante la Eurocopa 2004 a partir del análisis de redes sociales. *REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales Vol.13*,
- COTTA, C., MORA, A.M., MERELO, J.J. y MERELO-MOLINA, C., 2013. A network analysis of the 2010 FIFA world cup champion team play. *Journal of Systems Science and Complexity*, vol. 26, no. 1, pp. 21-42. ISSN 15597067. DOI 10.1007/s11424-013-2291-2.
- GONÇALVES, B., COUTINHO, D., SANTOS, S., LAGO-PENAS, C., JIMÉNEZ, S. y SAMPAIO, J., 2017. Exploring team passing networks and player movement dynamics in youth association football. *PLoS ONE*, vol. 12, no. 1. ISSN 19326203. DOI 10.1371/journal.pone.0171156.
- GYARMATI, L. y ANGUERA, X., 2015. Automatic Extraction of the Passing Strategies of Soccer Teams. [en línea], Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1508.02171>.



- MAYA JARIEGO, I. y BOHÓRQUEZ, R., 2013. Análisis de las redes de distribución de balón en fútbol: pases de juego y pases de adaptación. *REDES - Revista hispana para el análisis de redes sociales* ,
- MOLINA, J.L. y MELERO, J.J., [sin fecha]. Redes contra redes. La Eurocopa 2004 de Portugal al desnudo. [en línea]. [Consulta: 6 septiembre 2022]. Disponible en: <http://revista-redes.rediris.es/webredes/eurocopa2004.htm>.
- NACIONES UNIDAS, [sin fecha]. Reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos - Desarrollo Sostenible. [en línea]. [Consulta: 6 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/inequality/>.
- PEÑA, J.L. y TOUCHETTE, H., 2012. A network theory analysis of football strategies. [en línea], Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1206.6904>.
- RAMOS, J., LOPES, R.J., MARQUES, P. y ARAÚJO, D., 2017. Hypernetworks reveal compound variables that capture cooperative and competitive interactions in a soccer match. *Frontiers in Psychology*, vol. 8, no. AUG. ISSN 16641078. DOI 10.3389/fpsyg.2017.01379.
- SHAW, L. y GLICKMAN, M., 2021. BARÇA SPORTS ANALYTICS SUMMIT Dynamic analysis of team strategy in professional football. . S.l.:
- YATES, P.A. y PARZIALE, E.J., 2013. Keep the Ball! The Value of Ball Possession in Soccer. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/257730596>.



Apéndices

A. Objetivos de desarrollo sostenible

En este apéndice relacionaremos los ODS creados por Naciones Unidas con este trabajo

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.				X
ODS 4. Educación de calidad.				X
ODS 5. Igualdad de género.			X	
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.				X
ODS 10. Reducción de las desigualdades.			X	
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.				X
ODS 12. Producción y consumo responsables.				X
ODS 13. Acción por el clima.				X
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				X
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X

La principal relación de este trabajo con los objetivos de desarrollo sostenible la encontramos con el ODS 5. La intención de destacar la igualdad de género la podemos ver en el O5 de los objetivos específicos del TFG. La razón por la que se ha decidido analizar el fútbol femenino y no el masculino es precisamente para dar visibilidad a las mujeres. Durante todo el análisis y en concreto en la comparación con el masculino, se puede ver que las mujeres pueden jugar igual de bien que los hombres. A pesar de que hoy en día el fútbol femenino está avanzando, todavía hay una gran brecha en cuanto salario y reconocimiento. Las futbolistas no tienen los mismos derechos que los futbolistas aun teniendo el mismo trabajo, es decir, realizando los mismos sacrificios. El análisis realizado en este TFG puede ayudar a los equipos femeninos a mejorar



sus estrategias, tratando así de darle visibilidad al mismo y hacerlo más competitivo, de forma que pueda llegar al nivel del masculino.

El ODS 10 también podría estar levemente relacionado con este trabajo. Una de las metas de este objetivo, la 10.3 dice lo siguiente:

“Garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando las leyes, políticas y prácticas discriminatorias y promoviendo legislaciones, políticas y medidas adecuadas a ese respecto”(Naciones Unidas 2015)

Esto se podría aplicar al fútbol femenino dándole la importancia que merece, viendo, como ya hemos dicho antes, gracias a nuestro análisis, que tiene las mismas características que el masculino. Una de las principales diferencias es el premio en metálico que se les da a un género y a otro cuando ganan una competición como la Copa de Europa, la creación de una ley al respecto obligando a dar la misma cantidad permitiría el crecimiento del fútbol femenino.

Por desgracia, el resto de los ODS no tienen relación con el trabajo realizado, esto se debe a que es un trabajo centrado en un área temática muy concreta, el deporte. Es cierto, que el deporte, en concreto el fútbol, ayuda a mucha gente a olvidarse de sus problemas durante un momento, pero no resuelve los grandes problemas del mundo, ayudando a mejorar la vida de los más desfavorecidos, que es el objetivo principal por el que se crearon los ODS.

