



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Evaluación del “Marco de  
Sostenibilidad de las Copas  
Mundiales de Fútbol” de la  
FIFA y su huella de carbono**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Ambiental**

**P R E S E N T A**

Santiago Armando Anaya Ballina

**DIRECTOR DE TESIS**

M.C. Rodrigo Muñoz Sánchez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y  
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL  
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado EVALUACION DEL "MARCO DE SOSTENIBILIDAD DE LAS COPAS MUNDIALES DE FUTBOL" DE LA FIFA Y SU HUELLA DE CARBONO que presenté para obtener el título de INGENIERO AMBIENTAL es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

---

**SANTIAGO ARMANDO ANAYA BALLINA**  
Número de cuenta: 420055312



**Papá:**

Llevas múltiples libros de fútbol, toda la casa tiene algo relacionado con este deporte. En cada ciudad que visitamos, religiosamente, vamos a su estadio. No sé si recuerdas que mi primera exposición en la primaria fue sobre las Copas del Mundo. Ese amor por el fútbol es gracias a ti, y es lo que más memorias nos ha regalado. Este trabajo también lleva tu impacto y, en parte, es tuyo. Te amo.

**Mamá:**

No es ningún secreto que mi mayor motor eres tú. Que si creo que todo tiene solución y todo pasa por algo, es por tu filosofía. Que si la gratitud y el profesionalismo son mis directrices, es porque así me lo enseñaste. Que si los sueños y objetivos no se preocupan, sino que se ocupan hasta lograrse, y que si cuando tenemos razón defendemos lo nuestro hasta el final (como este trabajo), es gracias a ti. Sigamos disfrutando la vida, y que en nuestras hermosas memorias siempre aparezcan unos pajaritos. Te amo.

Por último, ustedes dos son maestros. Sé lo difícil y poco reconocido que es ejercer esta profesión. Que en este agradecimiento se incluyan también a todos los profesores que transmiten su conocimiento con pasión y han dedicado gran parte de su vida a ello, sin esperar nada a cambio. Enrique César Valdez, Alba Vázquez, Rodrigo Muñoz, Alma Huerta, Tair Terán, David Huerta y Francisco Novelo: muchas gracias por enseñar con una pasión indiscutible. Son el engrane de una futura generación de profesionales, a la que habrán dejado un legado que seguirá dejando huella.

SA.



# Índice de contenidos

<b>Índice de contenidos.....</b>	<b>5</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Marco teórico: Análisis histórico de programas de sostenibilidad en eventos deportivos masivos.....</b>	<b>8</b>
1.1 Perspectiva general de la implementación de programas de sostenibilidad de los eventos deportivos.....	8
1.2 Origen de las preocupaciones sobre la sostenibilidad de los eventos deportivos masivos.....	10
1.3 Primeros juegos con un plan de sostenibilidad estructurado: Juegos Olímpicos de Invierno Lillehammer 1994.....	14
1.4 Planes modernos de sostenibilidad: Juegos Olímpicos organizados en el Siglo XXI	17
1.5 Creación del Marco de Sostenibilidad de las Copas Mundiales de Fútbol de la FIFA...	20
1.6 Maduración de las estrategias de sostenibilidad de las Copas Mundiales de Fútbol de la FIFA.....	24
<b>2. Métodos: Revisión de metodologías de cálculo de la huella de carbono de eventos deportivos masivos.....</b>	<b>29</b>
2.1 Introducción al cálculo de la huella de carbono.....	29
2.2 Revisión de distintas metodologías para el cálculo de la huella de carbono.....	31
2.3 Determinación de sectores de mayor relevancia en la huella de carbono de eventos deportivos masivos.....	38
<b>3. Resultados.....</b>	<b>45</b>
3.1 Análisis y crítica de la estrategia de sostenibilidad de la Copa Mundial de la FIFA Qatar 2022.....	45
3.1.1 Datos generales del país anfitrión.....	45
3.1.2 Consideraciones en la selección del país anfitrión.....	46
3.1.3 Planeación y preparativos del torneo en el marco de la línea base de sostenibilidad del país anfitrión.....	47
3.1.4 Resumen y análisis de la estrategia de sostenibilidad de Qatar 2022.....	55
3.1.5 Crítica de la estrategia y análisis de las acusaciones de greenwashing.....	69
3.2 Estimación de la huella de carbono potencial de la Copa Mundial de la FIFA 2026..	71
3.2.1 Contexto general de la planeación de la Copa Mundial de la FIFA 2026.....	71
3.2.2 Consideraciones del contexto normativo regional.....	74
3.2.3 Memoria de cálculo de la estimación de la huella de carbono potencial de los sectores de mayor relevancia.....	81
3.2.4 Análisis comparativo y recomendaciones.....	132
<b>4. Conclusiones.....</b>	<b>139</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>140</b>

# Introducción

A lo largo de las últimas décadas, las actividades humanas han cobrado una creciente relevancia mundial al ser más notorios los impactos ambientales que estos generan. Las prácticas que se realizan cotidianamente, implican consecuencias en distintos sectores como las emisiones atmosféricas, generación de residuos y la disminución de materias primas disponibles. Entre estas actividades, una de las menos estudiadas pero con un impacto considerable son los eventos deportivos, principalmente los de mayor alcance global denominados mega eventos deportivos.

Los mega eventos deportivos son aquellos que concentran grandes cantidades de personas y recursos a lo largo de un período de tiempo en una misma ubicación (Tóffano et al, 2019). Ejemplos de estos son los Juegos Olímpicos o las Copas del Mundo de Fútbol. Realizar este tipo de escenarios implica una mayor magnitud de las consecuencias en el ambiente a partir de las actividades derivadas de los sectores como el transporte internacional y dentro de las ciudades, la construcción de infraestructura, la hotelería, generación de energía así como la producción de mercancía y alimentos.

La cuantificación de la huella de carbono de estos eventos representa un desafío técnico y metodológico, ya que implica el análisis de múltiples fuentes de emisión de las actividades mencionadas que paralelamente se someten a normas internacionales como el GHG Protocol (*Greenhouse Gases*) o las normas ISO. Además, esta tarea enfrenta una complejidad extra por una disponibilidad de datos insuficiente. Bajo este contexto, es sabido que los mega eventos deportivos pueden durar días o semanas y generar las emisiones equivalentes a países de reducida superficie (Lygdopoulos, 2019).

La literatura académica que aborda el impacto ambiental de los mega eventos deportivos es limitada. Solo un reducido número de autores, como Tóffano Pereira et al. (2019) y Collins et al. (2005) han desarrollado estudios sobre actividades específicas relacionadas con estos escenarios. A pesar de los avances de los máximos organismos rectores deportivos como el Comité Olímpico Internacional y la FIFA (Federación Internacional de Fútbol Asociación) para proponer estudios propios que analicen la huella de carbono de sus eventos principales, los Juegos Olímpicos y la Copa Mundial de Fútbol respectivamente, estas iniciativas han sido objeto de críticas. Diversos autores y grupos ambientalistas señalan problemas como *greenwashing*, manipulación de datos y un enfoque que brinda una connotación más orientada a compromisos comerciales que a verdaderos objetivos ambientales, lo que pone en duda la credibilidad de sus resultados.

En este sentido, resulta evidente la necesidad de una mayor difusión y análisis sobre el impacto ambiental de los mega eventos deportivos. Existe un amplio margen de mejora a través del estudio de sectores específicos como el transporte o el consumo energético en los recintos deportivos. Estos análisis pueden contribuir a identificar oportunidades de optimización que permitan integrar de manera más efectiva dos áreas clave en la actualidad como lo son el deporte y la sostenibilidad ambiental.

## Objetivos

El presente trabajo tiene como propósito general analizar el impacto ambiental de los mega eventos deportivos, específicamente de la Copa Mundial de Fútbol de la FIFA, mediante la investigación y evaluación de la huella de carbono generada en torneos previos así como la identificación de las actividades que requieren mayor atención en la próxima edición de 2026. Con base en este análisis, se busca desarrollar recomendaciones fundamentadas en una estimación propia de la huella de carbono que permita identificar las actividades que requieren especial atención.

Para lograr este propósito, se hará una recopilación bibliográfica de los orígenes de la sostenibilidad en los eventos deportivos masivos durante el siglo XX para examinar su evolución con especial atención en la inclusión del ámbito ambiental en los lineamientos y glosario de la FIFA. Además, se analizarán las medidas de sostenibilidad implementadas en ediciones anteriores de la Copa Mundial de Fútbol para comentar su efectividad, limitaciones o inconsistencias en los resultados obtenidos.

Posteriormente, se diseñará una metodología específica para el cálculo de la huella de carbono del torneo de 2026 a realizarse en México, Estados Unidos y Canadá a través de estudios de los sectores clave como el transporte, construcción y hospedaje. Esta metodología integrará fórmulas, bases de datos y estudios previos para realizar una cuantificación detallada del impacto ambiental. De manera paralela, se analizarán los impactos ambientales derivados de las decisiones logísticas de aumentar el número de equipos participantes y partidos disputados a partir de esta edición del torneo.

El trabajo busca no solo contribuir al análisis crítico de las estrategias de sostenibilidad adoptadas en eventos deportivos masivos, sino también proponer herramientas prácticas que permitan mitigar el impacto ambiental que estas implican. Con esto, se espera fomentar una integración más efectiva entre el deporte y los principios de sostenibilidad ambiental en futuros eventos de gran escala.

# **1. Marco teórico: Análisis histórico de programas de sostenibilidad en eventos deportivos masivos**

## **1.1 Perspectiva general de la implementación de programas de sostenibilidad de los eventos deportivos**

El medio ambiente se convirtió en un tema de importancia internacional a mediados del siglo XX por parte de agencias nacionales gubernamentales como la EPA en Estados Unidos y de organismos internacionales como el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) en la ONU (Organización de las Naciones Unidas). Un ejemplo de esto es el concepto de desarrollo sostenible, que fue acuñado por primera vez en 1987 en el informe Brundtland, donde se definía a este desarrollo sostenible como una capacidad de aprovechar los recursos naturales con una adecuada gestión que garantice que no se comprometa su disponibilidad para las generaciones futuras. La industrialización y desarrollos tecnológicos han causado y agravado problemas ambientales alrededor del mundo, causando que prácticamente todos los tipos de seres vivos se hayan visto afectados, amenazados y obligados a adaptarse a la contaminación en el ambiente.

Por otro lado, el ser humano ha desarrollado un estilo de vida orientado a satisfacer necesidades que han mermado la disponibilidad de recursos al generar un consumismo ilimitado de materiales y dispositivos con una vida útil condicionada, así como actualizaciones tecnológicas que requieren adquisición de nuevos productos (Mehmet Tunckol et al., 2019). Todo esto genera como consecuencias cantidades altas en residuos, emisiones y consumo de energía. En la industria deportiva se encuentra un mercado muy importante a nivel de capital, afición y turismo, aunque también de consumo y contribución al daño ambiental.

Los deportes llenan importantes huecos de la sociedad y es un detalle indispensable en la vida diaria al ofrecer actividades que promueven el desempeño físico en un mundo donde hay una tendencia a la baja en la población físicamente activa. En México, la población activa físicamente se redujo de 45.4% a 39.8% en los últimos 10 años (INEGI, 2024a). A su vez, la salud e interacción con otras personas se ven como beneficios del deporte. No obstante, la industria deportiva es responsable de un importante daño a la naturaleza y al ambiente, ya sea en forma de invasión de espacios naturales, construcción de infraestructura que invade medios que antes eran naturales o poco antropizados, el transporte utilizado para llegar a estos recintos y todo el impacto generado por la cadena de suministros de los materiales usados para su práctica (Collins et al., 2005).

Desde el momento en que un deportista empieza a usar equipo para practicar su deporte, genera un impacto ambiental (Mehmet Tunckol et al., 2019). Esto se puede ver como una relación de los deportes y el ambiente, positiva y negativa; perjudicial por los impactos anteriormente mencionados y benéfico por ser visto como un catalizador del

bienestar personal, promoviendo mejores prácticas de sinergia humano-ambiente hasta llegar a un alcance en la sociedad.

Dentro de los impactos ambientales que se generan en el deporte también se encuentra la construcción y administración de centros deportivos, con consecuencias como consumos altos de energía, contaminación atmosférica, emisión de gases de efecto invernadero, generación de residuos, pérdida de hábitat y biodiversidad, erosión de suelos y contaminación de cuerpos de agua (Tóffano Pereira et al., 2019).

A pesar de los impactos notorios que puede generar toda la industria del deporte, los estudios e investigaciones que hablan de esto son muy pocos (Tóffano Pereira et al., 2019). De acuerdo con Talavera et al. (2019), la mayor parte de las investigaciones de la sostenibilidad en los mega eventos deportivos hablan de los efectos de la preparación y consecuencias del evento más que los generados en la propia fase del torneo. Esto es debido a que los efectos se consideran de forma agrupada en todas las etapas a través del tiempo, así que no solo se restringen a unas pocas semanas de la operación sino a efectos más duraderos que conllevan todo lo planeado y estipulado en la planeación y el legado post evento desde sectores de infraestructura, economía, sociedad y ambiente. Por otro lado, hay dos maneras en las que los daños de un evento deportivo se pueden reducir: la mitigación del impacto ambiental directo o de su huella; o bien desde el potencial del evento para aprovechar y usar como motivación para diseñar planes y estrategias a caminos más sostenibles (Death, 2011).

Es necesario tomar en cuenta este mercado deportivo en los temas ambientales y la reformulación de dicha cultura deportiva, cuyos hábitos, emisiones e impactos ambientales en general son muy pocas veces cuestionados. El medio ambiente tiene retos inminentes como la pérdida de hábitat, extinción de especies, o el cambio climático; para combatir esto desde el mundo deportivo son necesarias medidas que cambien su cultura de consumo y construcción en general. De acuerdo con Mehmet Tunckol et al. (2019), estos son algunos de los caminos en los que el ambiente se ve afectado por los deportes:

- Desarrollo de tierras más frágiles o escasas.
- Contaminación por derrame de combustibles, solventes, limpiadores o cualquier otro químico descargado.
- Contaminación lumínica y sonora.
- Consumo de recursos no renovables como aceites, combustibles o metales.
- Consumo de recursos naturales como agua, madera o papel.
- Emisión de GEI por el consumo de electricidad y combustible fósiles.
- Degradación de la capa de ozono por el consumo de refrigerantes.
- Contaminación de suelos y agua por el uso de pesticidas.
- Erosión y compactación del suelo.

- Generación de residuos.
- Consumo de papel en prensa, árbitros, anuncios, publicidad y carteles temporales.

Además, estudios recientes (Wilby et al., 2023) demuestran que los impactos del cambio climático y climas extremos están afectando a la industria del deporte, ya sea desde las instalaciones hasta el rendimiento de los atletas.

## **1.2 Origen de las preocupaciones sobre la sostenibilidad de los eventos deportivos masivos**

Roche (2002) define un mega evento deportivo como un evento mundial que es muy popular, de poca duración, con cobertura mediática internacional y con un legado mundialmente importante y duradero; requiriendo de una larga preparación e involucrando distintos ámbitos en su planeación como lo son lo económico, social y ambiental. Fayos-Solá (1998), agrega a este concepto las múltiples consecuencias en el lugar donde se desarrolla, como impactos turísticos, de infraestructura, sociales, educativos y otros sectores que pueden convertir el evento en un catalizador para la región, ya sean positivos o negativos. Müller et al. (2023) destaca que los mega eventos, junto a las Ferias Mundiales, en un inicio fueron aprovechados como una herramienta para reflejar la búsqueda del progreso tecnológico, industrial y la competencia entre estados-nación de forma pacífica. En el mundo de los deportes, los mega eventos pueden ser Juegos Olímpicos de Verano/Invierno y la Copa Mundial de la FIFA (Talavera et al., 2019).

Otro concepto interesante relacionado a la sostenibilidad y los mega eventos deportivos es el legado. El legado es usado para nombrar aquellos efectos o cambios que ocurren a partir de que un lugar es anfitrión de un evento de esta índole, lo que está relacionado principalmente con su carácter positivo o benéfico (Talavera et al., 2019). Boykoff & Gaffney (2020) mencionan que actualmente en cada Juego Olímpico se ven obligados a diseñar una lista de proyectos que perduren como legado del evento para la población local como forma de beneficio.

El crecimiento de los mega eventos deportivos puede ser atribuido al crecimiento de la riqueza después de la Segunda Guerra Mundial que derivó en una cultura de consumismo y se reflejó en una mercantilización de los deportes a tal grado de convertirlos en un mega evento (Müller et al., 2023). Actualmente, la industria de los deportes está valorada en 506.9 mil millones de dólares con un crecimiento de 5.6% respecto al 2023 (Research and Markets, 2024). Para tener mayor noción de este crecimiento, Müller et al. (2023) concluyeron que entre 1964 y 2018, estos mega eventos deportivos han crecido unas 60 veces en cantidad de atletas, periodistas, aficionados, marketing y costos. Este crecimiento incluye la capacidad de los torneos, donde la Copa Mundial ha pasado de 16

participantes con 32 partidos, a aproximadamente 80 encuentros para 2026 con 48 selecciones.

Los ingresos se destacan por una variedad de actividades o ingresos como lo son venta minorista de deportes (36%), infraestructura, consumibles, apuestas (26%), venta de entradas, patrocinio, derechos de transmisión y transferencias de jugadores (26%), además de cuotas de membresía de clubes (15%) (Wilby et al., 2023).

Históricamente, los países buscaban ser anfitriones de estos eventos por su impacto, predominando intereses económicos, deportivos, culturales, de entretenimiento y sobre todo para demostrar un poder blando al mundo, mostrando la destreza tecnológica y deportiva a visitantes de todo el mundo. Para países en vías de desarrollo es una oportunidad de brindar un indicativo a la estabilidad y potencial de este lugar ante el planeta (Talavera et al., 2019); además, brinda una oportunidad de crecimiento y un catalizador, a la economía local, desarrollo urbano y otros sectores de la ciudad.

Teniendo en cuenta de las implicaciones ambientales de un evento deportivo de gran magnitud, llámese mega evento, el organismo deportivo más importante a nivel internacional, el Comité Olímpico Internacional (COI), empezó su acción a inicios de la década de 1990 mediante una serie de programas y actividades que contribuyen a mejorar y concientizar el cuidado del ambiente desde un punto de vista enfocado en el desarrollo sostenible. Estas actividades fueron implementadas en cooperación con otros organismos internacionales de gran peso como las Federaciones Deportivas Internacionales (IFs), Comités Olímpicos Nacionales (NOCs), Comités Organizadores de los Juegos Olímpicos (OCOGs) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP o PNUMA por sus siglas en inglés). Todos estos organismos buscaban contribuir al progreso de un desarrollo sustentable en el deporte (Mehmet Tunckol et al., 2019).

Para tener un panorama mayor, el COI se vio involucrado en el medio ambiente en 1992 al firmar, durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, la Declaración sobre el Medio Ambiente. En ésta se comprometían a proteger el planeta junto a otros miembros del movimiento olímpico. Un cronograma más detallado de los hitos ambientales logrados por los Juegos Olímpicos se detalla en la Tabla 1.1.

Como se puede ver, el movimiento olímpico desde inicios de los años 1990 ha tomado el tema ambiental y la sustentabilidad como factores importantes en el ciclo de vida del proyecto de unos Juegos Olímpicos, dando reconocimiento a la importancia del tema. El concepto de “Juegos Verdes” se ha convertido rápidamente en una realidad desde entonces, siendo un referente en el ámbito de sostenibilidad en mega eventos deportivos, aunado a una ambición de dejar un legado positivo en las ciudades anfitrionas mediante la implementación y adopción de nuevas prácticas, rehabilitación de sitios naturales, mayor concientización entre los locales, etc. Posteriormente, en el 2003 el COI creó el documento “Evaluación de Impacto de los Juegos Olímpicos” con más de 100 indicadores para medir los efectos relacionados a la realización de unos juegos (Gangopadhyay, 2011).

Es necesaria una ética de “deportes verdes” que se promueva a las nuevas generaciones para buscar una combinación adecuada de deportes globalizados, y su industria, junto a la ciencia que promueva la práctica de estos deportes de forma más

sostenible con los recursos y el entorno. Cerezo-Esteve et al. (2022) mencionan que el 62.03% de los impactos ambientales de los mega eventos deportivos son negativos, mientras que el 32.91% son positivos, además de que la mayoría de estos benéficos provienen de los Juegos Olímpicos. Además, se estima que la industria del fútbol produce globalmente más de 30 millones de toneladas de carbono anualmente al ambiente, siendo equivalentes a lo que produce Dinamarca (The Carbon Literacy Project, 2022).

**Tabla 1.1 Cronología de la sustentabilidad en mega eventos deportivos. (Tunckol, 2019).**

1992	Firma de la Declaración sobre el Medio Ambiente por el COI y otros cuerpos involucrados en los Juegos Olímpicos.
1993	Sídney es declarado anfitrión de los JJOO del 2000 siendo ganador con una propuesta que incluye protocolos y medidas ambiciosas en el cuidado ambiental.
1994	Se celebran los Juegos Olímpicos de Invierno en Lillehammer, Noruega. Evento con un énfasis ambiental muy fuerte, considerado como los primeros “Juegos Verdes”.
	El Congreso Olímpico Centennial, nombrado así para los JJOO de Atlanta 1996 celebrando 100 años del primer evento, propone al ambiente como la tercera dimensión del olimpismo junto al deporte y a la cultura.
	UNEP y el COI firman un acuerdo de cooperación entre el deporte y el ambiente.
1995	Las ciudades candidatas a ser sede de los Juegos Olímpicos de Invierno de 2002 son las primeras en ser evaluadas oficialmente en un ámbito ambiental para definir al ganador.
	La Carta Olímpica es modificada para hablar del ambiente por primera vez en el documento.
1999	Se adopta el movimiento olímpico dentro de la Agenda 21 donde se promueve el desarrollo sostenible a través y mediante el deporte.
2000	Sídney logra un avance sin precedentes al ser el primer anfitrión en medir avances ambientales en su toma de decisiones, construcción y manejo de eventos.

Frank Huisigh (2023) comenta que hay 3 principales acciones que pueden ayudar a hacer los eventos deportivos más amigables con el ambiente: utilizar infraestructura existente, hacer accesible la movilidad para los aficionados a los estadios y la venta de boletos en su mayoría para los locales. El torneo de la Copa Mundial de la FIFA 2026 va a ser un éxito en el primer punto, aunque las largas distancias entre los tres países anfitriones impiden el cumplimiento de una movilidad adecuada. Otro punto donde Huisigh menciona que se pueden reducir las emisiones es mediante la mercadotecnia y los asociados de las

industrias, donde cita el caso de los anuncios de tabaco en los años 60 y 70 en los eventos deportivos y una posterior terminación de su patrocinio en la industria del fútbol. Más recientemente, la Premier League ha decidido restringir la publicidad de casinos en el frente de las playeras de sus equipos a partir de 2026 (Sky Sports, 2023).

Medidas como la restricción a construir nuevos estadios pueden ayudar a limitar las emisiones, aunque eso implicaría contar con un selecto grupo de lugares con posibilidad de ser anfitriones, tal como lo menciona Boykoff (2021).

La forma de conseguir mitigar las emisiones y daños ambientales durante los mega eventos deportivos es mediante compensaciones de carbono, un sistema criticado por ser una práctica de *greenwashing* (lavado verde). Este tipo de compensaciones son utilizados por empresas y compañías para contrarrestar sus emisiones de GEI mediante proyectos de reducción de carbono en el extranjero, dando a estas un “permiso para contaminar” (Le Monde, 2022).

Este lavado de imagen al que se someten las grandes organizaciones genera un inconsciente en los aficionados que piensan que los impactos ambientales tienen un legado individual, haciendo creer que sus decisiones pueden mejorar la crisis ecológica al mismo tiempo que exigen de responsabilidad a esta industria y sus verdaderos responsables. Este *greenwashing* desvía su culpa y exime sus responsabilidades en los impactos permanentes en las ciudades, ecosistemas y economías de los países (Scientific American, 2022).

Si bien el inicio de la sostenibilidad en la industria deportiva, a nivel profesional, fue algo tardía, la consideración del tema es importante y se han logrado avances importantes en la mitigación de los impactos. Estos eventos pueden servir incluso como excusa para fomentar la cooperación multilateral en beneficio ambiental o mediante estrategias para modernizar con un enfoque más ecológico.

Como se mencionó anteriormente, la sostenibilidad en un mega evento deportivo se implementó exitosamente por primera vez en los Juegos Olímpicos de Invierno de Lillehammer en 1994, siendo los primeros en ser denominados “juegos verdes” y dando el primer paso para que en 1996 el COI declarase obligatorio para los candidatos a ser anfitriones de los Juegos Olímpicos la práctica a la protección del medio ambiente y la sostenibilidad.

Para llegar a Lillehammer, los avances en el cuidado del ambiente se pueden empezar a analizar muchas décadas atrás antes de lograr el primer paso definitivo. La primera vez que el tema ambiental tuvo eco de cara a un mega evento deportivo fue durante los preparativos de los III Juegos Olímpicos de Invierno 1932, en Lake Placid, donde miembros de Organizaciones No Gubernamentales locales protestaron ante la AFPA, Asociación Para la Protección de los Adirondacks, cadena montañosa en el estado de Nueva York. Éstos pedían su colaboración para hacer frente a las preocupaciones por la vulnerabilidad y fragilidad del ecosistema donde se iban a instalar algunos recintos deportivos. El resultado fue la obtención de mover dichas actividades a lugares lejanos al Parque Natural de Adirondacks hacia la zona de South Meadows (Chappelet, 2008).

Posteriormente, en 1966 Sapporo ganó la candidatura para ser anfitrión de los Juegos Olímpicos de Invierno de 1972. Banff, Canadá era el candidato predilecto y favorito para ganar las votaciones a ese lugar. La sorpresiva decisión fue atribuida a la influencia de los ambientalistas canadienses que se oponían a la construcción de recintos deportivos en el Parque Nacional de Banff; mientras que el programa de Sapporo contemplaba proyectos en un máximo de 35 kilómetros de la Villa Olímpica; esto era un atractivo comparado con los 90 kilómetros de radio que tenían los JJOO de Grenoble la edición anterior (Chappelet, 2008; Del Fiacco & Orr, 2019).

Igualmente, a finales de dicha década, otro avance importante en la sostenibilidad en los mega eventos deportivos tuvo lugar en Denver. Esta ciudad era la más fuerte para ser anfitriona de los Juegos Olímpicos de Invierno de 1976 que finalmente ganó Innsbruck, Austria. El motivo de este cambio fue un referéndum público que dio como resultados un 60% como negativa al interés de los ciudadanos de Denver en albergar el evento, obligando a renunciar a la candidatura a dicha ciudad estadounidense (Chappelet, 2008). El motivo de esta renuencia unánime fue la preocupación a los efectos que podían causar en las cadenas montañosas del estado (Del Fiacco & Orr, 2019).

El último antecedente importante antes de los primeros “juegos verdes” de Lillehammer en 1994 fue dos años antes, en 1992. Ese año se celebraron los Juegos Olímpicos de Invierno en Albertville, Francia, ubicados en los Alpes franceses. Estos juegos son considerados los más dañinos ambientalmente (Konstantaki & Wickens, 2010). A pesar de la natural organización más dispersa de unos Juegos Olímpicos de Invierno que unos de Verano (Del Fiacco & Orr, 2019), el caso de Albertville fue extremo al construir los recintos a lo largo de 13 comunidades alpinas y dando un cuadrante de más de 1,600 kilómetros cuadrados (Konstantaki & Wickens, 2010). Los efectos de la necesidad de los participantes y aficionados en el consumo obligado de combustible y gas para el transporte y recintos fueron obvios. Además, los efectos de algunos lugares fueron mayores; Cantelon & Letters (2000) mencionan efectos en más de 100 hectáreas de bosque que fueron derribados para construir pistas es esquiar, mientras que la pista de trineo fue contaminada con más de 45 toneladas de amoníaco utilizados como enfriamiento (Del Fiacco & Orr, 2019).

Otros efectos de Albertville fueron la reducción en biodiversidad y afectaciones en especies migratorias (Del Fiacco & Orr, 2019). Con todo esto, se considera que los Juegos de Albertville tuvieron el mayor impacto ambiental de la historia (Talavera et al., 2019) y un punto de inflexión para la inminente necesidad de accionar por parte del COI.

### **1.3 Primeros juegos con un plan de sostenibilidad estructurado: Juegos Olímpicos de Invierno Lillehammer 1994**

La historia en particular de cómo los Juegos de Lillehammer, Noruega fueron ambientalmente importantes. Empieza en 1988, cuando grupos de ambientalistas y activistas locales empezaron a manifestarse contra los desarrolladores del comité anfitrión debido a planes de construir recintos deportivos en los bosques del este de dicha ciudad

noruega (Chernushenko, 1996). Las autoridades ambientales se oponían a la construcción de arenas para practicar esquí de fondo y biatlón en estas áreas verdes muy conocidas por su turismo natural y ampliamente protegidas por autoridades locales; además, los planes iniciales contemplaban estos recintos cercanos a campamentos militares cercanos a la ciudad. En este punto, el gobernador del condado tuvo un rol importante, ya que su oficina ambiental tuvo fuertes influencias en impedir el desarrollo inmobiliario en hábitats naturales de “importancia nacional”, generando inevitables negociaciones y siendo un mediador obligatorio en dicha etapa.

A partir de este momento, los avances en la construcción podían verse impedidos o en pausa, empezando una etapa de negociaciones entre las autoridades municipales y el comité organizador. El resultado fue la construcción de recintos para esquí en el bosque, pero con estrictas regulaciones que frenaban mayor desarrollo y el uso de automóvil en la zona.

Con todo esto, el entonces presidente del Comité Olímpico Internacional, Juan Antonio Samaranch, regresó en 1990 después de una primera visita dos años antes, donde apenas comenzaban los diálogos con autoridades locales para empezar a gestionar los planes de desarrollo del evento. Ahora, el resultado fueron hordas de manifestantes enojados por el poco compromiso y avance con lo anteriormente pactado, dejando entrever que el concepto “verde” estaba siendo poco considerado. Se suscitaron múltiples pláticas y negociaciones teniendo como punto de inflexión la controversia en el área de Akersvika, bosque donde, como se mencionó anteriormente, se construyeron las pistas de esquí. Fue desde este momento que los problemas ambientales ocuparon un rol central en la planeación del evento. Para generar mayor compromiso, un coordinador ambiental fue nombrado y el Comité Organizador se vio obligado a implementar pláticas y reuniones con las partes interesadas para tratar el tema ambiental (Chernushenko, 1996).

Este proceso de “planeación por negociación” resultó ser un hito que fue más práctico y eficiente que solamente trabajar siguiendo un plan inicial que habría ocasionado más oposición a su desarrollo y generado más grupos de choque locales en contra de la realización de los Juegos. En lugar de eso, desde las primeras manifestaciones, autoridades locales y regionales colaboraron con temas específicos a medida que aparecían sobre la mesa, siendo un producto de esto la creación de un “foro de planeación” con la intención de incentivar la discusión informal con habitantes locales.

Como resultado de esta planeación y diálogo, urbanistas locales buscaron aprovechar al máximo el paisaje natural de Lillehammer, respetando al mismo tiempo su contexto histórico y económico. Este desarrollo e infraestructura orientados a los Juegos fueron creados con la intención de afectar al mínimo a las áreas designadas como especialmente valiosas por su valor histórico, científico o recreacional. Si un cambio demostraba afectaciones a dichos sitios, se debía argumentar que era para mejorar las condiciones originales (Del Fiacco & Orr, 2019).

Además, algunas tierras locales, como granjas, fueron nombradas como “valiosas”, donde éstas fueron protegidas junto con otras áreas de bosque. Finalmente, la mayor parte de la infraestructura fue construida, sin tener otra alternativa, en áreas anteriormente enfocadas como suelo de uso intensivo residencial o industrial (Chernushenko, 1996). Otro

avance fue la implementación del método MOM (management, operation, maintenance por sus siglas en inglés). Con esto se garantizó seguridad, calefacción, ventilación y más estándares de calidad y bienestar para un recinto deportivo, a su vez tomando en cuenta el ámbito ambiental.

Después de llegar a una etapa de estabilidad entre todos los involucrados, las autoridades noruegas lideradas por la entonces primer ministro Gro Harlem Brundtland (también líder de la elaboración del Informe Brundtland elaborado por distintas naciones y entregado para la ONU en 1987), reconocieron la importancia ambiental y sostenible en la organización del evento (Talavera et al., 2019).

Finalmente, el término “vitrina ambiental” fue posteriormente mencionado por el ministro del Medio Ambiente para describir el objetivo general de desarrollo en la región de Lillehammer, el cual fue aprobado por el parlamento noruego con la premisa de que *“Todo desarrollo debe ajustarse al paisaje natural, cultural y otras características regionales. A la vez que, a largo plazo, sea crucial para preservar y mejorar las cualidades que ya son un activo para el turismo, construyendo los edificios necesarios para el evento de una manera respetuosa para el medio ambiente”*. Esto generó un eco a nivel internacional que le dio un reconocimiento e importancia aptos para que la prensa reconociera a este mega evento como los primeros juegos verdes (Tóffano Pereira et al., 2019).

Los juegos se celebraron con tranquilidad y el ministro del Medio Ambiente concluyó que el evento demostró cómo la planeación inteligente, investigación y desarrollo podían ayudar a hacer unos Juegos Olímpicos más ambientalmente amigables. Este evento demostró que los objetivos ambientales deben ser aceptados como una responsabilidad conjunta, donde se deben destinar recursos económicos adecuados y una colaboración activa.

No obstante, la Sociedad Noruega de Conservación Natural preparó un documento buscando responder dos interrogantes, ¿“Hubo algún cambio como resultado de los Juegos Olímpicos de Invierno de 1994?”, “si es así, esto fue suficiente como para darle el reconocimiento a este evento como evento verde?”. Concluyeron que hubo cambios claros, por primera vez hubo intentos e intenciones de mejorar la concientización ambiental y se permitió la acción para su protección en un evento de gran envergadura. Sin embargo, todavía había un gran camino que recorrer y los cambios deben ser más fuertes para que un mega evento pueda reducir su impacto en una ciudad anfitriona (Chernushenko, 1996).

Finalmente, los Juegos de 1994 concluyeron sin algún escándalo ambiental y son considerados revolucionarios por sus logros y avances (Del Fiacco & Orr, 2019). Por otro lado, esto sirvió de inspiración para que los principales eventos, como los Juegos Olímpicos y la Copa Mundial de Fútbol, incluyeran el concepto de sostenibilidad en su planeación e implementación; los Juegos de 1994 fueron un avance e hito que empezó a tomar forma desde 1988.

## 1.4 Planes modernos de sostenibilidad: Juegos Olímpicos organizados en el Siglo XXI

Para los Juegos Olímpicos (JJOO) de Sídney 2000, el país agregó 5 objetivos ambientales en su plan maestro de cara a la organización del evento: conservación y uso de energía renovable, conservación del agua, reducción de residuos, protección a la salud humana a través de controles en aire, agua y suelo; y la protección de ambientes naturales significativos (Konstantaki & Wickens, 2010). Un dato interesante es que antes del anuncio oficial del COI, el Comité Organizador de Sídney publicó las pautas ambientales para organizar dichos Juegos, asegurando de esta manera votos cruciales para que esta ciudad ganase la candidatura (Del Fiacco & Orr, 2019).

Además, se aprovechó un área de la ciudad de 220 hectáreas y que estaba poco utilizada. Después de postular para la edición anterior de 1996 y ver que su oferta era deficiente en la sostenibilidad de infraestructura y recursos, decidieron darle un rediseño al plan.

En este nuevo plan se sustituyó el plan inicial de destinar la mitad del área como área verde, en su lugar mejor se aprovechó todo el espacio para no tener muy concentrado el recinto olímpico y saturar de estadios o zonas de práctica. Para no descuidar el enfoque ambiental se publicó el SREP 24 (*Sydney Regional Environmental Plan*, por sus siglas en inglés) y el SEPP 38 (*State Environmental Planning Policy*). Con estos documentos se destinó una guía de cumplimiento ambiental para el desarrollo de la infraestructura en construcción para el evento y se destinaron lineamientos legales obligatorios; lo que dio pie al cumplimiento nacional y el anteriormente mencionado requisito del COI del cuidado del ambiente (Searle, 2002).

Los JJOO de Sídney también tuvieron la asistencia y colaboración de grupos ambientales y de organizaciones no gubernamentales (Del Fiacco & Orr, 2019). Muchos proyectos e iniciativas fueron resultado de la colaboración entre los organizadores y Greenpeace Australia (Talavera et al., 2019). A lo largo de los JJOO en la época actual, los avances en beneficios ambientales han venido a la par con colaboraciones entre actores como dichas organizaciones no gubernamentales que actúan como guardianes, supervisores y consultores que comprometen una transparencia y compromiso entre todos los involucrados (Talavera et al., 2019).

A pesar de que los JJOO en Sídney fueron reconocidos por su éxito ambiental y su legado a futuro, los resultados no fueron completamente positivos. Un hecho importante es que el evento tuvo lugar en un radio de 40 kilómetros centrado en Homebush Bay, un sitio que antes se utilizaba como relleno sanitario (Kearins & Pavlovich, 2002). A pesar de las medidas de remediación, en 1997, el área todavía estaba saturada de contaminantes en el suelo y agua, como asbestos y metales pesados (Del Fiacco & Orr, 2019).

Además, Kearins & Pavlovich (2002) resaltan efectos adversos, como pérdida de biodiversidad en la ciudad. Algunos recintos fueron construidos en lugares ecológicamente vulnerables (Boykoff & Mascarenhas, 2016), y los avisos de activistas no fueron escuchados

del todo. Las iniciativas ambientales se fueron olvidando con el tiempo debido a limitaciones en tiempo y presupuesto (Kearins & Pavlovich, 2002).

Aunado a eso, la falta de planeación para aprovechar los recintos recién construidos fue el inminente problema. Un ejemplo de esto es el Colonial Stadium en Melbourne, que si bien no fue diseñado para el evento fue construido para potenciar el desarrollo de infraestructura deportiva en el país, convirtiendo dicho estadio en uno de los más modernos del mundo. Su resultado fue una devaluación en un 50% de sus ingresos esperados en los años posteriores debido a la falta de aprovechamiento durante temporada baja, es decir, cuando los torneos de rugby y fútbol no estaban en activo (Taylor & Francis, 2002).

A pesar de dichos efectos o la falta de objetivos cumplidos, se puede ver como contraparte benéfica la remediación de Homebush Bay, que recibió un trabajo de limpieza que sin la presión del evento nunca hubiera recibido. También, los beneficios en transporte público implicaron un avance en la infraestructura urbana (Del Fiacco & Orr, 2019). Finalmente, los JJOO del 2000 sí obtuvieron avances en la implementación de uso de energía solar, conservación hídrica y reciclaje de residuos, así como de materiales de la construcción (Kearins & Pavlovich, 2002).

Posteriormente, para los Juegos Olímpicos de Atenas 2004, algunos autores comentan que no se cumplieron los requisitos de sostenibilidad (Al Sholi et al., 2023a; Talavera et al., 2019) aunque hubo avances en el desarrollo sostenible de la ciudad y país en cuestión, Grecia. Las mejoras en infraestructura de movilidad y transporte público permitieron un mayor avance en reducción del uso de automóvil, dando una mejora social, así como una disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub> en el ambiente. Por otro lado, el consumo de energía de forma industrial disminuyó en un 7% entre 1996 y 2005 (Tziralis et al., 2008), dando a entender que la concientización fue un impacto indirecto en la sociedad griega.

Los Juegos Olímpicos de Beijing en 2008 fueron en su momento los más comprometidos con el medio ambiente (Death, 2011; Del Fiacco & Orr, 2019; Talavera et al., 2019). Al ser un país con fuertes problemas en contaminación atmosférica y en sus cuerpos de agua, su remediación y mejora eran puntos clave para tener una candidatura atractiva. Esto se vio reflejado en más de 160 propuestas en colaboración con Greenpeace China y destinando más de 17 mil millones de dólares para lograrlo (Del Fiacco & Orr, 2019).

Los compromisos del gobierno chino incluyeron mover fábricas de altas emisiones a las afueras de la ciudad, normativas en los automóviles y medidas de transición a aparatos ahorradores, entre las más importantes (Del Fiacco & Orr, 2019). Si bien los resultados no fueron meramente exitosos, las medidas brindaron avances en el desarrollo como nuevas leyes en movilidad que llegaron para quedarse a nivel nacional, además de un crecimiento exponencial en las líneas del metro y un modelo gubernamental de transición a medidas más efectivas (Talavera et al., 2019). La contraparte es que los resultados no se vieron muy reflejados en ese entonces, por ejemplo, la mudanza de las industrias a las afueras de la ciudad solo destinó las emisiones a otros puntos en lugar de brindar una solución tajante desde lo legislativo (Cerezo-Esteve et al., 2022b). Otro lado positivo es que, a diferencia de lo ocurrido en Sídney y Atenas, las instalaciones construidas en la urbe asiática fueron aprovechadas en el mega evento; mientras que todas las leyes instaladas empezaron a

dejar resultados en el mediano plazo, las concentraciones de PM2.5 bajaron de  $52.4 \frac{\mu g}{m^3}$  en 2008 a  $37.9 \frac{\mu g}{m^3}$  en 2021 dejando de ser la ciudad más contaminada del mundo (CNN, 2021).

El caso de Beijing sentó buenas bases para un compromiso más serio en las ciudades anfitrionas de un mega evento deportivo, cuatro años más tarde Londres aprovechó los comentarios para replicar lo positivo y corregir esto. Las estrategias para el evento de 2012 fueron reflejadas en 12 medidas de sostenibilidad y aprovecharon el boom de la mercadotecnia para colaborar con planes enfocados en energías renovables y bajos en consumo, dando resultados tanto en la publicidad como en la realidad (Del Fiacco & Orr, 2019).

Los JJOO de Río 2016 fueron uno de los eventos más desastrosos de la historia, ambientalmente hablando. El programa de dicha edición planteaba acciones para contrarrestar el impacto ambiental como la cosecha de más de 400,00 árboles en el país y la limpieza de la Bahía de Guanabara para las actividades acuáticas. Al final las condiciones del agua no fueron las mejores, para la instalación de campos de golf se vieron afectados miles de especies endémicas y las promesas que decían los organizadores nunca se cumplieron, aumentando considerablemente la degradación de las áreas naturales de la ciudad (Boykoff & Mascarenhas, 2016).

Por otro lado, Boykoff & Mascarenhas (2016) mencionan que los Olímpicos deberían ser congruentes con su compromiso ambiental y sus patrocinios, y aclaran que en estos documentos todavía no hay requisitos ambientales para ser un patrocinador. A pesar de las grandes sumas de dinero recibidas para aparecer en el evento, es irónico considerar una relación entre Coca-Cola o McDonald's y el COI, cuando dichas empresas son las responsables de muchos impactos ambientales en el mundo. Marcar estándares para colaborar con el COI podría implementar un cambio; Del Fiacco & Orr consideran a la mercadotecnia como una herramienta muy importante. El caso de Londres puede ser visto como una ironía o hipocresía entre lo que no hacen y adjudican realizar de cara a un evento de tal envergadura (2019).

Los avances en el cuidado del ambiente y la sostenibilidad en los mega eventos deportivos a través de los Juegos Olímpicos como brújula del desarrollo han sido claros, aunque no totalmente completos. Del Fiacco & Orr (2019), mencionan que los documentos del COI de sostenibilidad deberían ser revisados. En estos se menciona que el organismo es muy laxo en las recomendaciones que brinda, no compromete requisitos obligatorios, no genera incentivos o beneficios por el cumplimiento de estos y tampoco impone sanciones en caso de que se fracase en conseguirlos. Todo esto deja entrever que el resultado del ambiente en los mega eventos deportivos solo puede ser un elemento de relleno o secundario.

A pesar de lo anterior, la importancia del COI en la sostenibilidad de los mega eventos deportivos, y eventos deportivos de menor magnitud, es que fueron los primeros en tomar la batuta de la responsabilidad que conlleva la industria deportiva en el ambiente para dar frente a los efectos que se pueden ocasionar y buscar mitigarlos.

## 1.5 Creación del Marco de Sostenibilidad de las Copas Mundiales de Fútbol de la FIFA

El fútbol es el deporte más popular a nivel mundial, sus eventos deportivos juegan un papel muy importante en la sociedad moderna, generando un gran potencial en fortalecer economías locales, mejorar el bienestar subjetivamente de los aficionados, impulsar el turismo e incrementar el desarrollo regional mediante infraestructura directa e indirecta. En estos mega eventos se da pie a una gran área de oportunidad para implementar investigaciones respecto a sus impactos. La FIFA estima que hay 265 millones de jugadores activos en todo el mundo y una base de fanáticos de 4 mil millones de personas, es decir una de cada dos personas en el mundo (Wilby et al., 2023).

El primer proyecto ambiental en un evento deportivo de fútbol fue “*Green Goal*” de cara a la Copa del Mundo Alemania 2006 (Tóffano Pereira et al., 2019), implementado desde el Comité Organizador durante la planeación del torneo. Esto fue acorde con la colaboración de distintas partes como la FIFA, el Ministerio Federal de Medio Ambiente de Alemania, la Fundación Nacional de Medio Ambiente Alemana y el Instituto Oko. Al ser la primera vez que se hacía un protocolo ambiental, la falta de referencia fue clara y los objetivos fueron más medidas generales de protección ambiental como evitar la generación de residuos, cuidado del agua y uso de medios de transporte ambientalmente amigables.

Como comparación, Preuss (2013) destaca que los requisitos de la FIFA para brindar una oferta de candidatura a ser anfitrión de un evento están enfocados en una participación ambiental desde un lado más administrativo junto a medidas enfocadas en reducir la huella de carbono; esto comparado con los requisitos del COI que buscan infraestructura sostenible junto a medidas claras de desarrollo desde la etapa de planeación.

En Alemania 2006, el medio ambiente fue tomado en cuenta desde la etapa de postulación para ser anfitrión del evento. En esta propuesta, la Federación Alemana de Fútbol incluyó un capítulo completo llamado “Iniciativas ambientales en los estadios” (Mehmet Tunckol et al., 2019), donde enfatizaron la importancia de la planeación amigable con el entorno a la vez de su correcto manejo durante el torneo. Para medir estos avances durante la Copa, “*Green Goal*” fue designado como la iniciativa establecida para medir y cuantificar estos objetivos en cuatro áreas principales: agua, reciclaje, energía y movilidad (EBR, 2005). Los titulares del evento se dirigían hacia la organización de la primera Copa Mundial con neutralidad climática.

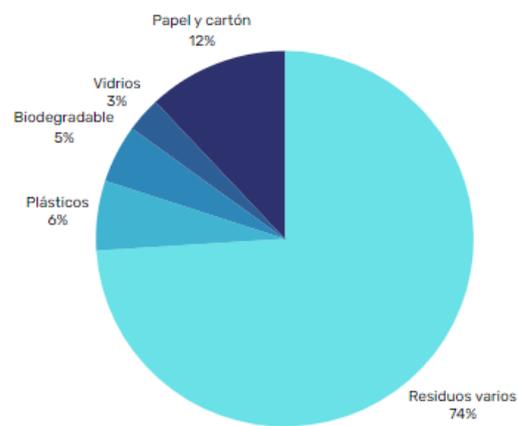
A pesar de la poca y baja claridad de los objetivos al no tener un evento referencia para basar sus medidas, “*Green Goal*” le dio un estatus a la protección ambiental en un mega evento de fútbol por primera vez en la historia. La implementación de energías renovables, la eficiencia energética, la concientización del reciclaje y del transporte público fueron temas que dejaron huella y han sido ejes principales en posteriores eventos.

Respecto a los cuatro temas anteriormente mencionados, algunos objetivos que se tenían en mente eran (DW, 2005):

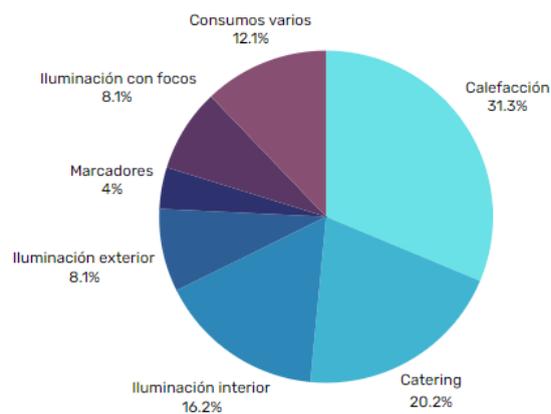
- Neutralidad climática

- Reciclaje y reducción de residuos, buscar reducir en un 20% el volumen de residuos en los estadios
- Concientización y eficiencia del uso de transporte público con la meta que el 50% de aficionados usen dichas alternativas
- Reducción del consumo energético en los estadios en un 20%
- Manejo responsable del agua con una reducción del 20% en los estadios

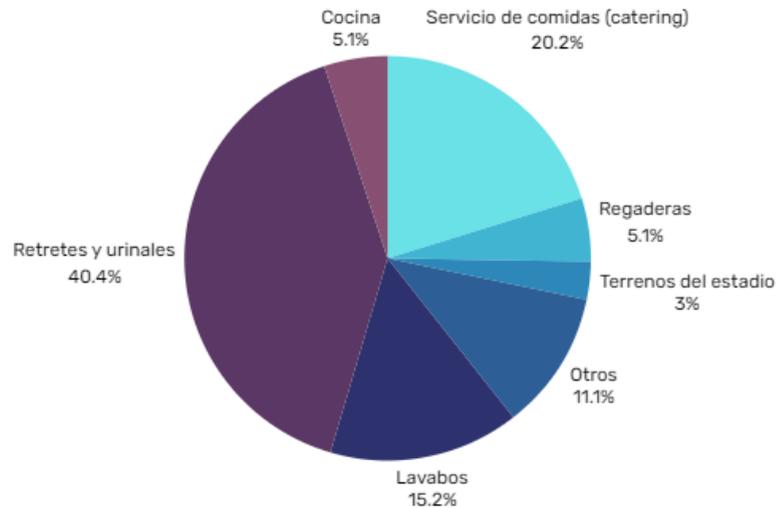
Cabe destacar que los datos de línea base para comparar y estimar los valores esperados antes del torneo fueron obtenidos de los partidos de la liga local de fútbol, Bundesliga, durante los años anteriores (Mehmet Tunckol et al., 2019). Con esto se tuvo un sesgo por la importancia y magnitud de los partidos y evento, aunque fue un buen parámetro al ser valores locales y medidos meticulosamente para dicho propósito.



*Ilustración 1.1 Gráfica de proporción de residuos en estadios mundialistas durante partidos de la Bundesliga en 2004 (Tunckol, 2019)*



*Ilustración 1.2 Gráfica de porcentaje de consumos de energía en los estadios mundialistas durante partidos de la Bundesliga en 2004 (Tunckol, 2019)*



*Ilustración 1.3 Gráfica de consumos de agua en estadios mundialistas durante partidos de la Bundesliga en 2004 (Tunckol, 2019)*

Dos avances interesantes en el cuidado del ambiente en un mega evento de fútbol fueron la separación de residuos en los estadios a partir de las categorías mencionadas en la Ilustración 1.1. Por otro lado, hubo una inversión de un millón de euros en proyectos ambientales en Sudáfrica y Asia para mitigar los daños ambientales, estimados por el Comité Organizador en 100,000 toneladas de dióxido de carbono equivalente, bajo la premisa de la compensación de emisiones (DW, 2005).

Respecto al consumo de energía y sus impactos ambientales, se puede ver en la Ilustración 1.2 la cantidad de actividades directas que implican un consumo elevado; a esto se le tiene que sumar un consumo indirecto en las telecomunicaciones y transmisión que no son despreciables.

Además, la concientización de los usuarios juega un papel importante como efecto secundario en la conservación de recursos. De acuerdo con Mehmet Tunckol et al. (2019), este resultado bilateral se puede notar como efecto benéfico al implementar medidas alternativas como el uso de energías renovables o medidas de reciclaje que dejan un impacto inconsciente en los usuarios para aplicarlas en su vida diaria.

En el tema energético, como referencia, anteriormente un estadio sede de un partido mundialista consumía entre 2 a 3 millones de kWh anualmente, equivalentes al consumo de más de 500 hogares en el mismo periodo de tiempo (Mehmet Tunckol et al., 2019). Si bien el consumo energético no deja un impacto directo como lo hacen los residuos o el agua (residual), el uso de combustibles fósiles es uno de los mayores problemas ambientales en un mega evento (Collins et al., 2005) debido a su contribución al cambio climático. Esto se agrega a una suma importante de consumo energético por la cobertura mediática y el turismo, incluso con la implementación de infraestructura temporal como servicios de prensa, de catering y hotelería.

Con respecto al consumo hídrico (Ilustración 1.3), un detalle importante que mencionan Tunckol et al. (2019) es la cantidad utilizada, que incrementa notoriamente de un evento deportivo a un mega evento como la Copa del Mundo. En datos más claros sobre esto, el consumo de agua en un partido de la liga alemana era de 10 a 20 mil metros cúbicos, mientras que para un partido de la Copa Mundial, con mayor asistencia, se esperaron consumos promedio de 42 mil metros cúbicos. Así como los consumos indirectos de energía se tienen otros ámbitos que, si bien no cuentan para el consumo del estadio o responsablemente del torneo, son cantidades considerables que llegan a dar un impacto a la ciudad como lo fue el caso de Atenas en 2004 (Tziralis et al., 2008). Estas emisiones indirectas de alcance 3, como el transporte de los asistentes al evento, pueden llegar a ser de una magnitud considerable.

Para estos factores, las medidas de reducción de consumo fueron implementadas. Algunos ejemplos fueron baños secos, lavabos con flujo inteligente, iluminación baja en energía y otras medidas alternativas a partir de energía renovable (EBR, 2005; DW, 2005; Mehmet Tunckol et al., 2019). Estas medidas fueron poco visibles para los espectadores, pero los resultados en los estadios se presentaron oficialmente como positivos. Además, las medidas de separación de residuos, promoción de bebederos para evitar el consumo de botellas y las alternativas claras en el transporte público fueron implementaciones positivas que generaron resultados claros en las ciudades sede. Un dato que ejemplifica lo anterior es que, según los organizadores, el 70% de los aficionados optaron por viajar a los partidos usando transporte público, autobuses o bicicletas (Mehmet Tunckol et al., 2019)

A pesar de estos resultados, la noción de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) por parte del Comité Organizador fue clara. Su solución contemplada fue abatir las más de 100,000 toneladas de GEI usando bonos de carbono, que compensan las emisiones reduciéndolas en otro sitio. El balance final de la FIFA de este torneo declaró un evento neutral en carbono, adjudicando un logro considerado increíble. El problema fue que no se tomaron en cuenta las emisiones indirectas de alcance 3, es decir, aquellas relacionadas a los viajes internacionales y la aviación de los jugadores y asistentes (Talavera et al., 2019).

Después del torneo, reportes externos a los oficiales contradicen la neutralidad de carbono presentada por el Comité Organizador. Si bien las acciones implementadas demostraron resultados positivos, factores indirectos anteriormente mencionados no fueron tomados en cuenta. Para dicho torneo, el transporte de aficionados y los equipos representó el 79.63% de las emisiones totales de GEI, la hotelería el 12.70%, la construcción de estadios e infraestructura el 4.52%, la electricidad 2.72% y la calefacción el 0.44%. (Legacy Report, 2007).

Similar al caso de Lillehammer, Alemania 2006 fue el primer paso para diseñar y gestionar un torneo de gran envergadura de fútbol que tome en cuenta el ámbito ambiental y de sostenibilidad dentro de su planeación y desarrollo. A pesar de los resultados sesgados o pocos informados, las iniciativas y medidas implementadas fueron un gran avance y asentaron una base para posteriores torneos.

## 1.6 Maduración de las estrategias de sostenibilidad de las Copas Mundiales de Fútbol de la FIFA

En 2010 el torneo se desarrolló en Sudáfrica, un país en vías de desarrollo con muchas ciudades sumidas en la pobreza y desigualdad social. El Comité Organizador trató de emular el programa anterior y publicó *Green Goal 2010* adaptado a su contexto. Por ende, los enfoques daban soluciones ambientales, pero más en un desarrollo económico y social desde lo educativo y la mejora a la calidad de vida (Talavera et al., 2019). A pesar de eso, una gran discrepancia y síntoma de la situación del país africano fue la creación de comités por ciudad, que dejó una falta de cohesión y comunicación de cara a soluciones generales, sino a objetivos locales con problemas de presupuesto y corrupción en puerta (Death, 2011).

El torneo de 2010 buscaba ser aprovechado por los locales, tanto población como gobernantes, para demostrar que el “continente negro” era capaz de organizar mega eventos deportivos, dejar un buen sabor a partir de su hospitalidad, paisajes naturales, grandes ciudades y su infraestructura (Talavera et al., 2019).

El proyecto de *Green Goal 2010* contó con 127 puntos a tratar, entre actividades de pequeñas y locales como la siembra de árboles o colocar carteles hasta proyectos de mayor gravedad como infraestructura en la ciudad, además de estar separados por ubicación y compromiso. Estas discrepancias de ciudad a ciudad impedían medir un avance nacional o encontrar resultados tangibles en toda la extensión del torneo. Un ejemplo de esto es que ciudades como Ciudad del Cabo o Durban tuvieron reconocimientos por sus logros obtenidos, mientras que Rustenburg o Mangaung fueron menos proactivas producto de la falta de dinero o mano de obra (Death, 2011) (Figuras 1.4 y 1.5).

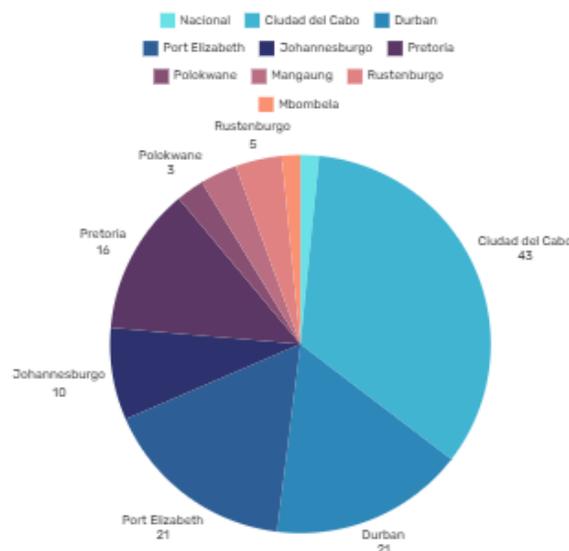
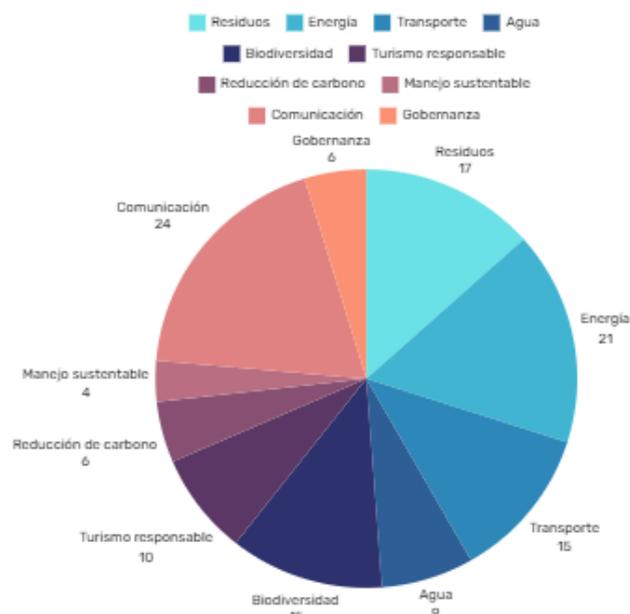


Ilustración 1.4 Cantidad de medidas de sostenibilidad en Sudáfrica 2010 por ciudad (Death, 2011)



*Ilustración 1.5 Cantidad de medidas de sostenibilidad en Sudáfrica 2010 por tema (Death, 2011)*

El país contaba con un sistema de transporte público deficiente y con una dependencia a los combustibles fósiles, dejando una oportunidad de crecimiento en esta área. Por esta razón, las mejoras brindadas para el torneo en el tema de movilidad fueron las más significativas en cuanto al legado para los locales. Entre estos se pueden encontrar mayor cantidad de autobuses, trenes, medidas de seguridad, nuevas líneas de autobús, mejoras en los aeropuertos y estaciones de trenes, etc. Todo esto generó crecimiento social al presentar cambios en las conductas de los usuarios, económico y ambiental al reducir las emisiones (Talavera et al., 2019).

La construcción de cinco estadios fue presumida por la FIFA como un buen avance en los tres ámbitos del desarrollo sostenible, dando ejemplos de resultados positivos en la reducción de consumo de energía, agua y residuos. A pesar de eso, nuevamente las críticas sobre los ajustes de presupuesto hicieron eco aunado al debate del futuro de las instalaciones después del torneo.

Un ejemplo es Ciudad del Cabo, que tiene dos grandes estadios usados para rugby y fútbol, Athlone y Newlands, anteriormente construidos y con datos que argumentaban que una gran capacidad no se refleja en grandes entradas para los partidos después del evento. Es irónico saber que estos estadios no fueron usados para la Copa Mundial de la FIFA porque el máximo organismo quería la construcción de uno nuevo que pueda brindar postales con la Montaña de la Mesa de fondo, emblema de la ciudad mundialmente reconocido. Para contrarrestar las críticas de esta decisión, el gobierno anunció la creación de un parque urbano de 70 hectáreas en los alrededores del estadio para dar un mensaje que de todas formas el lugar iba a ser un nuevo espacio verde de la ciudad (Death, 2011). Actualmente en esas áreas hay un parque con campos de fútbol, golf y juegos para niños y está bien conservado; además el estadio es constantemente usado para conciertos y

eventos locales. De todas maneras, la causa de la decisión de construir un nuevo estadio y no aprovechar el vigente, así como el argumento, no deja de sorprender.

Los problemas políticos en Sudáfrica han generado desinterés en los temas ambientales, incluso a pesar de que el ecoturismo de su flora y fauna es uno de los principales activos económicos del país (Gangopadhyay, 2011). Por esta razón, la falta de normativas ambientales de cara al torneo fue notoria, mientras que el programa de *Green Goal* de esa edición fue incluso considerado como un lavado verde de los organizadores. El país para ese año se encontraba en el 115 de 163 en rankings de calidad del agua, aire, degradación de suelo e infraestructura urbana (Death, 2011).

La Copa Mundial de Sudáfrica 2010 fue el mayor desastre ambiental causado por un mega evento de fútbol. Su huella de carbono fue nueve veces mayor al de Alemania 2006 (McCarthy, 2010), Durante la previa al torneo, consultores estimaban que este iba a producir 896,661 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes, ocho veces más que las emitidas en Alemania 2006, además de 1,856,589 toneladas de CO<sub>2e</sub> atribuidas a los viajes internacionales (NORAD, 2009). El costo de mitigar esta huella de carbono fue estimado en 5 y 12 millones de dólares. Estos porcentajes consideran que el 67% es de vuelos de larga duración de países lejanos al país meridional africano, tomando en cuenta la importancia de mitigación de emisiones de carbono en los viajes obligados para este tipo de circunstancias. Para tener una noción de estas emisiones, el propio torneo de 2010 generó las mismas que todo Malta en 2014 (Tóffano Pereira et al., 2019).

**Tabla 1.2 Huella de carbono de la Copa Mundial de la FIFA 2010. Obtenido de NORAD,2010**

Componente	Emisiones (tCO <sub>2e</sub> )	Porcentaje
Transporte internacional	1,856,589	67.4
Transporte entre ciudades	484,961	17.6
Transporte dentro de las ciudades	39,577	1.4
Construcción y materiales para los estadios	15,359	0.6
Consumo de energía de los estadios y recintos	16,637	0.5
Consumo de energía en hospedaje	340,128	12.4
Total, excluyendo transporte internacional	896,661	
<b>Total, incluyendo transporte internacional</b>	<b>2,753,250</b>	<b>100</b>

Con todo esto, la Copa Mundial de 2010 fue un desastre en términos ambientales y brindó un panorama oscuro de cara al compromiso de la FIFA con la sostenibilidad. El lema de los organizadores en Ciudad del Cabo fue *Ke Nako*, que significa “es tiempo” en sesotho, haciendo alusión al momento de África de hacer pie de su poderío y potencial. Considerando esto y la construcción de grandes aeropuertos y estadios, es cuestionable si los proyectos solo fueron elefantes blancos para argumentar esa imagen a pesar de la falta de planeación y aprovechamiento en un mediano y largo plazo (Talavera et al., 2019).

Además, las sumas de dinero utilizadas para la creación de dicha infraestructura demuestran todavía más una interrogante ante los resultados presentados y la calidad de vida de los sudafricanos en general. La falta de agua, sanidad y electricidad sigue siendo un tema de qué hablar todavía hoy en día, por lo que es inadmisibles pensar que el proyecto de sostenibilidad en Sudáfrica fue un éxito.

Posteriormente, Brasil 2014 fue un evento similar a Sudáfrica, otro país en vías de desarrollo con múltiples escalas que lo colocan en una posición compleja en cuanto a pobreza, economía y corrupción (Talavera et al., 2019). La suma de dos mega eventos deportivos junto a los JJOO de 2016 pusieron al país en miras para desarrollar ambos proyectos en paralelo, generando mejoras que daban un beneficio y aprovechamiento a las dos competiciones.

El reporte de sustentabilidad de la FIFA de dicho torneo reportó las emisiones del torneo en más de 2.7 millones de toneladas de CO<sub>2e</sub>, muy superiores a las 251,000 toneladas mitigadas. Estas se repartieron en un 83.7% generados por transporte, 9.6% por operaciones del torneo, 5.7% por hospedaje, 0.6% por producción de mercancía y 0.3% por logística. Sin embargo, también se mencionan beneficios como el reciclaje de 445 toneladas de residuos, el aprovechamiento de 24% de combustible utilizado con alternativas como etanol, la capacitación de 18,000 personas sobre temas de sustentabilidad en el país y más de 251,000 toneladas de dióxido de carbono equivalente compensados mediante proyectos a lo largo de Brasil (FIFA World, 2014).

Otro beneficio fue la implementación de la certificación LEED para la verificación como requisito en los estadios, siendo el Maracanã el más importante en recibir la acreditación. Igualmente, la implementación de sistemas REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) como técnicas para implementar proyectos de mitigación de carbono (Crabb, 2018).

Por otro lado, Lygdopoulos (2023) menciona que el plan de la FIFA de plantar más de 1.4 millones de árboles en el país terminó con únicamente 70,000. Además, Crabb, (2018) menciona las discrepancias en el uso de bonos de carbono para la mitigación de emisiones por parte de la FIFA; entre los comentarios se encuentran desigualdades entre los proyectos de mitigación dando un beneficio a las élites y no a los pueblos afectados por los proyectos, la nula participación de éstos y la priorización de cumplir metas globales sin tomar en cuenta los contextos y problemáticas locales de las ciudades afectadas.

Brasil 2014 tuvo el problema de ser como el torneo anterior respecto a infraestructura poco aprovechada a mediano y largo plazo. Los estadios nuevamente fueron vistos como elefantes blancos tanto por locales como internacionales por su descuido al terminar el

torneo y el torneo quedó lejos de las expectativas de ser neutral en carbono (Meira Reis et al., 2019). A pesar de los resultados obtenidos en capacitación, concientización y colaboración con el COI, los resultados e impactos ambientales generados por ambos torneos fueron muy malos.

Finalmente, el torneo de Rusia 2018 cuenta con muy pocos informes que debatan los impactos ambientales o problemáticas derivadas de esta (Talavera et al., 2019). Se destacan reportes y comentarios que valoran al Comité Organizador priorizando el aprendizaje de las ediciones anteriores en no emular los famosos “elefantes blancos” y aprovechar al máximo la infraestructura creciente, construyendo únicamente lo necesario (Ermolaeva & Lind, 2021).

Este torneo de 2018 tuvo una emisión de 2,238,539 tCO<sub>2e</sub> (FIFA, 2018), con el 56% generado por el transporte internacional, 16.8% de transporte entre ciudades anfitrionas y el 11.3% desde el hospedaje como las principales causantes de emisiones. El valor total tuvo una disminución de más de 400,000 tCO<sub>2e</sub> comparado con 2014 y 2010 de más de 2.7 millones en cada uno. Además, las emisiones causadas por el transporte dentro de la ciudad fueron las menores entre estos últimos 3 torneos mencionados (Talavera et al., 2019).

**Tabla 1.3 Emisiones de carbono de las Copas del Mundo de la FIFA 2006-2018. Obtenido de (Talavera et al., 2019).**

<b>Emisiones de CO<sub>2e</sub> por Copa del Mundo (Toneladas)</b>	<b>Alemania 2006</b>	<b>Sudáfrica 2010</b>	<b>Brasil 2014</b>	<b>Rusia 2018</b>
Transporte internacional		1,856,589	1,379,189	1,258,694
Transporte entre ciudades	67,456	484,961	802,397	377,600
Transporte dentro de las ciudades	5,544	39,577	98,464	35,553
Construcción de estadios y materiales	4,140	15,359		
Uso y consumo de energía en el lugar	2,890	16,637	262,759	221,088
Hotelería	11,640	340,128	155,316	252,826
Otros (logística, mercancía, etc.)			25,631	92,778
<b>Total</b>	<b>91,670</b>	<b>2,753,251</b>	<b>2,723,756</b>	<b>2,238,539</b>

## 2. Métodos: Revisión de metodologías de cálculo de la huella de carbono de eventos deportivos masivos

### 2.1 Introducción al cálculo de la huella de carbono

La huella de carbono es el volumen total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera a partir de las actividades humanas, ya sea a nivel individual o colectivo derivados de actividades de producción y del consumo de bienes y servicios (CEPAL, 2023). Ésta incluye la evaluación de las emisiones de un producto a lo largo de todo su ciclo de vida: desde su obtención de materias primas, la manufactura, uso, hasta su disposición final y manejo de residuos. También se aplica a eventos, como los mega eventos deportivos al considerar las emisiones del transporte, la construcción de infraestructura y el uso de materiales necesarios para su realización (Al Sholi et al., 2023). Es una de las herramientas más importantes para cuantificar las emisiones de estos gases para poder identificar adecuadamente la aportación al cambio climático y su posible reducción.

Los principales GEI son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y Ozono ( $\text{O}_3$ ) (Parlamento Europeo, 2023). La importancia de los GEI radica en su alto potencial de calentamiento global (GWP por sus siglas en inglés), que es la capacidad de cada gas para atrapar calor en la atmósfera. Estos gases absorben la radiación de onda larga que es reemitida por la superficie terrestre y evitan que sea devuelta al espacio, lo que provoca el efecto invernadero y, como consecuencia, el aumento de la temperatura global (Espíndola & Valderrama, 2012).

El potencial de calentamiento global de un gas se mide en toneladas o kilogramos de dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_{2e}$ ). El  $\text{CO}_2$  tiene un valor de referencia de 1 y es usado como base para comparar y darle una magnitud al impacto de los demás gases (Lygdopoulos, 2023). Por ejemplo, un hidrofluorocarbono (HFC) utilizado como refrigerantes en aparatos de aire acondicionado como el HFC-13, tiene un GWP de 11,700; lo que quiere decir que una tonelada de HFC-13 es 11,700 veces más dañina a la atmósfera que una tonelada de  $\text{CO}_2$ . (US EPA, 2023). Esta misma ponderación es utilizada para calcular la huella de carbono, donde los valores finales son reflejados en la cantidad de  $\text{CO}_2$  equivalente.

Cabe destacar que el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) fue creado en 1988 por el Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) con el objetivo de ser la principal autoridad en informes científicos sobre el cambio climático y sus impactos ambientales y socioeconómicos (Núñez et al., 2012). Este organismo no realiza investigaciones empíricas ni experimentos por sí mismo, sino que revisa, evalúa y sintetiza la información científica más reciente proveniente de estudios y publicaciones a nivel local y global. En otras palabras, los informes y documentos del IPCC se basan en el conocimiento por la comunidad científica global.

Un ejemplo de los avances científicos que el IPCC incorpora es la vida media de los contaminantes atmosféricos. Estos estudios analizan la persistencia y concentración de los gases GEI en diferentes horizontes temporales (como 20, 50, 100 y 200 años, por ejemplo) (Espíndola & Valderrama, 2012) y sus resultados son actualizados en los Reportes de Evaluación del IPCC, el más reciente, el Sexto Informe, publicado en 2023 (Tabla 2.1). Con estos análisis se puede jerarquizar e identificar a los contaminantes más perjudiciales para el clima.

**Tabla 2.1 Gases de efecto invernadero y su valor en potencial de carbono a 100 años. Recuperado de (IPCC, 2023).**

Contaminante	Fórmula química	GWP a 100 años
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	29.8
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	273
tricolorofluorometano	CFC-11	6,230
Tetracloruro de carbono	CCl <sub>4</sub>	2,200
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	24,300
Azufre trifluorometil	SF <sub>5</sub> CF <sub>3</sub>	18,500
Cloroformo	CHCl <sub>3</sub>	20.6
Clorometano	CH <sub>3</sub> Cl	5.54
Fluoroformo (HFC-23)	CHF <sub>3</sub>	14,600

El IPCC establece la relación entre el aumento de concentración de los GEI en el ambiente y el aumento de las temperaturas. En su Sexto Informe mencionan que las actividades humanas han aumentado la temperatura en 1.1°C en la última década, comparada con la temperatura promedio de 1850 a 1900. El cambio climático ya ha mostrado efectos en la atmósfera y en los océanos, lo que demuestra la necesidad de contar con medidas de adaptación y la urgencia de desafíos de mitigación serios (IPCC, 2023).

La huella de carbono es de suma importancia para cuantificar las emisiones de GEI y poder establecer un panorama de la magnitud de las acciones y hábitos del ser humano. En los mega eventos deportivos no es la excepción, si se toman en cuenta los datos anteriores de los últimos 4 eventos (Sudáfrica 2010, Brasil 2014, Rusia 2018 y Qatar 2022), la suma de la huella de carbono de estos corresponde a 11,346,580 tCO<sub>2e</sub> oficialmente, aunque en los capítulos anteriores se ha puesto en duda la veracidad de estos datos. Para dimensionar el impacto de estos eventos, con los datos del Atlas Global de Carbono (2022), herramienta desarrollada por el Proyecto Global de Carbono, las emisiones del Mundial 2022 (3.6 MtCO<sub>2</sub>) fueron superiores a los de Islandia ese mismo año (3.5 MtCO<sub>2</sub>). Visto de otra

manera, dicha suma de los torneos anteriores es superior a las emisiones juntas de Honduras (11MtCO<sub>2</sub>), Uruguay (7.9 MtCO<sub>2</sub>) y El Salvador (7.6 MtCO<sub>2</sub>).

Por otro lado, si se quiere considerar el doble de las emisiones oficiales de dichos torneos por los errores de cálculo mencionados, es decir, 22,693,170 tCO<sub>2eq</sub>, serían valores superiores a las emisiones de 2022 de Bolivia (22MtCO<sub>2</sub>), Croacia (18 MtCO<sub>2</sub>) o Panamá (12 MtCO<sub>2</sub>). Para redondear la magnitud del impacto de estos mega eventos deportivos, las últimas 4 Copas del Mundo en conjunto harían el total de emisiones para estar en el puesto 103 mundial, es decir con una huella de carbono mayor a las emisiones de 110 países en un solo año.

Dentro de la huella de carbono de los mega eventos se contemplan múltiples sectores que contribuyen a las emisiones totales del evento, como la construcción de infraestructura, transporte, uso de energías renovables, hotelería y proyectos de bonos de carbono adecuados. Es importante considerar todos estos sectores para tener un esbozo adecuado de las emisiones totales del evento.

## **2.2 Revisión de distintas metodologías para el cálculo de la huella de carbono**

Para entender la forma en que se calcula la huella de carbono, es necesario diferenciar los dos enfoques metodológicos que dan pie a cada uno de los métodos a continuación. El primero es el enfoque Bottom-Up (de abajo hacia arriba en inglés) donde el nivel de datos a baja escala es muy preciso y detallado desde el nivel de emisión de todo el proceso de un producto con su ciclo de vida o de un estudio como el flujo vehicular y la cantidad de personas que transitan en cierto punto con distintos horarios (Carmona Aparicio et al., 2016). Un ejemplo de datos bottom-up para un mega evento deportivo son los consumos energéticos por actividad y por estadio, para empezar una jerarquización desde actividad, lugar, área hasta terminar agrupando los valores y resultados. Por otro lado, el enfoque Top-Down (de arriba hacia abajo en inglés) engloba datos agregados a nivel nacional, estatal o regional, de forma más generalizada (Gutiérrez Escajeda et al., 2014). El enfoque Top-Down es útil cuando no hay suficiente disponibilidad de datos específicos y es más adecuado recurrir a una estimación como el consumo de energía a nivel nacional. Aunque sea distinto el procedimiento de ambos, lo recomendable para un estudio es la combinación de ambos enfoques (Espíndola & Valderrama, 2012).

Por otro lado, el Análisis de ciclo de vida (ACV) es una metodología fundamental para la medición de huella de carbono, ya que ésta evalúa las emisiones de GEI asociadas a todas las fases de un producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. Esta metodología es particularmente útil en el enfoque Bottom-Up al capturar datos detallados de cada etapa para lograr una evaluación exhaustiva (Kulkarni, 2019). En el contexto de mega eventos deportivos, el ACV ayuda a identificar las fases más intensivas en emisiones, como la construcción de infraestructura, transporte y las etapas de la cadena de valor donde más se identifican puntos críticos (Al Sholi et al., 2023).

Además, el ACV es esencial en muchos estándares y normas de cálculo de huella de carbono, donde estos principios aseguran una cuantificación completa en el reporte de emisiones. La importancia de esta metodología radica en asegurar una visión completa de todos los procesos al incluir toda la producción y desecho y brindar un marco estructurado.

Dentro de los protocolos, enfoques y estándares más comunes para medir las emisiones de GEI y estimar la huella de carbono se encuentran:

#### **a. GHG Protocol**

El GHG Protocol es el estándar internacional más utilizado para medir y gestionar las emisiones de GEI de empresas, organizaciones y gobiernos. De hecho, el 90% de las 500 empresas más grandes de Estados Unidos, denominados *Fortune 500*, usan este protocolo para declarar sus emisiones (GHG Protocol, 2024). El protocolo establece marcos para cuantificar, gestionar y reportar las emisiones de carbono con un enfoque coherente y transparente. Además, GHG Protocol ofrece cursos de capacitación para empleados de las empresas de forma digital y en formato asíncrono.

Dentro de esta metodología, se incluyen 3 tipos de alcances para categorizar y seccionar los tipos de emisión. Estos son:

- Alcance 1: Emisiones directas de fuentes realizadas por la empresa, negocio o dentro de los límites del área de estudio como puede ser una ciudad.
- Alcance 2: Emisiones indirectas relacionadas con el consumo de energía comprada, casi siempre referidas a la electricidad, aunque también incluye calefacción, ventilación o refrigeración.
- Alcance 3: Emisiones indirectas de toda la cadena de valor, esto incluye proveedores, viajes de negocios, transporte y distribución de mercancía, uso y desecho de productos.

GHG Protocol proporciona guías adaptadas para diferentes sectores y tipos de organizaciones (Tabla 2.2). Dentro de sus documentos se incluyen guías para corporaciones, cadenas de valor, ciudades (para gobiernos), objetivos de mitigación, proyectos y análisis de ciclos de vida.

Cada uno de estos documentos permite realizar un inventario completo de emisiones a partir de las distintas áreas, alcances y factores de emisión proporcionados, incluso con las fórmulas necesarias para adaptar esos valores a diferentes regiones y condiciones geográficas. Con la información específica obtenida en cada documento, y complementada con datos propios o fuentes confiables que permiten hacer los cálculos, es posible realizar una estimación de la huella de huella de carbono de manera precisa.

Cabe destacar que este protocolo es el que usa la FIFA como herramienta para sus planes de sostenibilidad y cálculo de emisiones en sus reportes.

**Tabla 2.2 Estándares y Guías elaborados por el GHG Protocol. Recuperado de (GHG Protocol, 2024).**

Estándares	Guías
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Estándar de Contabilidad y Reporte para Corporativos. Para organizaciones, empresas, agencias gubernamentales, ONGs y universidades.</li> <li>● Estándar para la cadena de valor (Alcance 3).</li> <li>● Protocolo GEI para ciudades.</li> <li>● Estándar de objetivos de mitigación a nivel nacional y estatal.</li> <li>● Estándar de políticas y acciones</li> <li>● Estándar de Productos (Análisis de Ciclo de Vida).</li> <li>● Protocolo de proyectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Guía de Alcance 2.</li> <li>● Guía de cálculo de Alcance 3</li> <li>● Guía de orientación sobre la sectorización y mudanza de tierras.</li> <li>● Estimación y reporte de emisiones evitadas.</li> <li>● Protocolo del sector público.</li> <li>● Guía de emisiones potenciales de las reservas de combustibles fósiles.</li> <li>● Guía de agricultura.</li> <li>● Guía suplementaria para orientación de bosques y árboles en ciudades.</li> </ul>

### **b. Carbon Disclosure Project (CDP)**

Es una organización sin fines de lucro que actúa como una plataforma global de reporte para que las empresas, ciudades, estados e inversionistas divulguen sus emisiones de gases de efecto invernadero y sus estrategias para el desarrollo sostenible (CDP, 2024). A través del CDP, las organizaciones comparten su progreso en la reducción de emisiones, gestión de riesgos ambientales y su adaptación a las metas internacionales de sostenibilidad a través de cumplimiento de normativas locales, nacionales y globales como el Acuerdo de París.

El Carbon Disclosure Project no proporciona una metodología específica para calcular las emisiones de GEI, sino que se enfoca en la transparencia y divulgación al ser un marco que incentiva a las organizaciones a informar y reportar de manera voluntaria sus huellas de carbono y sus acciones para mitigar el impacto ambiental. Esta divulgación implica otros beneficios a las empresas como el mejorar su imagen y reputación a través de generar confianza con la insignia de divulgador de CDP.

Dentro de los datos de alcance de CDP, se encuentran más de 23,000 organizaciones y 700 instituciones financieras que utilizan el CDP para reportar sus emisiones y estrategias. Esta plataforma abarca distintos ámbitos de sostenibilidad como las emisiones de GEI, seguridad hídrica, protección de bosques y cadena de suministro.

A pesar de la gran cantidad de actores que participan en CDP, solo un tercio de las empresas que proporcionaron información en la plataforma tienen planes de transición climática. Además, la plataforma usa 24 indicadores para desglosar la información, CDP reporta que solo el 1% de las empresas brindó información de cada una de estas; ninguna de ese porcentaje brinda información completa de países del G20 (CDP, 2021).

La FIFA no tiene una relación con esta plataforma; sus reportes los hace en su propia página y sus medidas de transparencia son independientes a cualquier organismo como CDP. Respecto al área deportiva, ningún organismo deportivo es miembro del CDP, solo Juventus es el único equipo de fútbol que colabora en la plataforma para brindar transparencia de sus acciones (Juventus, 2023).

### **c. PAS 2050 “Verificación de la Huella de Carbono”**

Es una norma con especificaciones publicada por British Standards Institution en 2008 elaborado a partir de la participación de diversos expertos principalmente británicos (AEC, 2022). Este documento es voluntario, por lo tanto, no es obligatorio ni requisito legal. No obstante, aunque no sea usado para cumplir una obligación legislativa, el cumplimiento de las recomendaciones puede servir como orientación para las obligaciones legales necesarias.

PAS 2050 sirve para evaluar la huella de carbono de cualquier producto o servicio, es decir no está diseñado para calcular la huella completa de una organización o evento. Esto significa que es una metodología orientada al análisis de ciclo de vida de sus productos a partir de dos enfoques: negocio a negocio, cuando el producto se entrega a otra organización para la elaboración de otro producto; y negocio a consumidor, cuando se considera el ciclo de vida completo del producto incluyendo las actividades posteriores a la entrega al usuario.

Esta metodología usa como referencia las normas ISO para los términos y definiciones como la “ISO 14021: Etiquetas y declaraciones ambientales”, “ISO 14040 Análisis de ciclo de vida” (principios, requisitos, guía y documentación de datos) y la “ISO 14064 Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación para la cuantificación e informe de las emisiones” (CSR Consulting, 2022). Además, se incluye en sus requisitos la lista de gases obligatorios que deben incluirse en las evaluaciones y el estudio debe tener un enfoque de ciclo de vida a 100 años.

El correcto análisis ciclo de vida permite disponer de un método claro para evaluar las emisiones de GEI, alternativas de productos, logística, materias primas y suministradores a partir de dichos estudios.

Esta metodología es complementaria al GHG Protocol, ya que, aunque puedan parecer competencia, ambos tienen propósitos distintos y pueden usarse de manera conjunta. Mientras que el GHG Protocol también ofrece herramienta para hacer un análisis de ciclo de vida de productos, su principal enfoque es la gestión y reporte de emisiones a nivel organizacional para brindar una transparencia a sus acciones. Por otro lado, PAS 2050 brinda una metodología más detallada para evaluar las emisiones de productos específicos al registrar todas las acciones para identificar áreas de oportunidad (GHG Protocol, 2022).

Por lo tanto, las herramientas y resultados que se generan son diferentes. Esto no significa que una metodología sea mejor que la otra, sino que los enfoques y objetivos son distintos. Ambos pueden ser utilizados juntos para obtener una visión más completa de las emisiones de carbono.

La FIFA no tiene un uso oficial de esta metodología, aunque en el Plan de Sostenibilidad de Qatar 2022 (FIFA, 2020) se mencionan las normas ISO relacionadas con la medición de GEI como la ISO 14064. Aunque estas normas no se basan directamente en el PAS 2050, están alineadas con algunos principios utilizados por este método, por lo que ciertos enfoques pueden coincidir de manera indirecta. Además, el uso de PAS 2050 puede ser un buen complemento para la evaluación en los mega eventos deportivos a través de los productos utilizados, producción de mercancía, construcción de infraestructura y la forma en la que alimentos, mercancía y equipos son transportados y distribuidos durante el evento.

#### **d. Normas ISO**

ISO es una federación mundial independiente de organismos nacionales de normalización que desarrolla y publica estándares y normas internacionales con el objetivo de asegurar la calidad, seguridad y eficiencia en distintas industrias y productos (ISO, 2018). Estas normas brindan una certificación para dar validez al cumplimiento de las acciones, misma que implica un prestigio en las organizaciones y empresas al ser una muestra de compromiso con sus acciones. En el contexto ambiental, estas normas se centran en la cuantificación de emisiones o descargas, verificación y reporte de datos. Dentro de la evaluación de huella de carbono se encuentran:

##### **i. ISO 14064**

La ISO 14064 es el estándar internacional para la cuantificación, informe y verificación de las emisiones y remociones de GEI. Se divide en tres partes:

- ISO 14064-1: Especificación con orientación a nivel de las organizaciones para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero
- ISO 14064-2: Cuantificación, seguimiento e informe de las reducciones de emisiones de GEI de proyectos
- ISO 14064-3: Verificación y validación de declaraciones de gases de efecto invernadero.

La ISO 14064 es muy importante para gestionar las emisiones de GEI de manera estructurada y verificable (Manglai, 2022). Al ser una ISO, además de la transparencia que se ve como beneficio, la credibilidad de los inventarios y el cumplimiento de metas se vuelve mayor.

La FIFA usa esta norma en sus planes de sostenibilidad para estructurar y certificar sus acciones al tener una aplicación en el reporte y gestión de actividades como construcción, transporte y operación de instalaciones; además de permitir identificar oportunidades de reducción de emisiones (FIFA, 2020; FIFA 2021b).

##### **ii. ISO 20121**

La "ISO 20121: Sistema de gestión para la sostenibilidad de eventos" es una norma que establece un marco para guiar a las organizaciones a gestionar sus eventos de manera

sostenible desde la planificación hasta la ejecución (ISO, 2024). Esta norma puede aplicar a eventos de todo tipo y tamaño, con el propósito de minimizar el impacto ambiental sin dejar de lado los beneficios económicos y sociales.

Desde esta norma se buscan acciones de reducción de residuos, uso eficiente de recursos, consumo energético, infraestructura temporal y estrategias de transporte. En el caso de mega eventos deportivos, tanto el COI como la FIFA la usan en sus planes de sostenibilidad. Es un requisito obligatorio para ser anfitrión de unos Juegos Olímpicos, mientras que la Copa de 2022 fue la primera Copa Mundial de Fútbol en tener esta certificación (IOC, 2016.; FIFA, 2020).

### **iii. ISO 26000**

La “ISO 26000: Guía sobre responsabilidad social” es la norma ISO que ofrece una guía para que organizaciones desarrollen prácticas socialmente responsables en sus acciones (ISO, 2024). Esta norma es de las pocas ISO que no ofrece una certificación al ser con propósitos de orientación y no brinda requisitos obligatorios.

Esta norma está enfocada en orientar a las organizaciones para que actúen de manera ética y transparente en temas como derechos humanos, prácticas laborales, medio ambiente, responsabilidad con los consumidores y trato justo. Al evaluar y mejorar su impacto social y ambiental, promueven el desarrollo sostenible a la vez de generar confianza con los interesados.

En ésta, el enfoque del medio ambiente es orientar una responsabilidad ambiental y dar un enfoque precautorio para concientizar las perspectivas de “quien contamina paga” y tener la certeza de los impactos de sus acciones (Argandoña et al., 2011). Respecto a la huella de carbono, a través de esta norma se busca proponer metas de adaptación al cambio climático y mitigación de las emisiones, ya sea con la búsqueda de alternativas o reducción de emisiones directas.

La FIFA menciona ligeramente en su plan de sostenibilidad a la norma ISO 26000 como parte de la construcción de la estrategia. Sin embargo, solo es mencionado una vez en sus documentos y no se da un mayor desglose de los aportes de esa ISO en las distintas áreas del reporte (FIFA, 2020).

### **e. AA 1000**

La AA1000 es una norma desarrollada por AccountAbility, firma global de consultoría y estándares que colabora con empresas, inversores y gobiernos en temas de sostenibilidad y responsabilidad corporativa (AccountAbility, s.f.). AccountAbility ofrece servicios como estrategias de sostenibilidad, gestión de riesgos ambientales, evaluación de impacto y comunicación de información donde AA1000 sirve como un marco de referencia al proporcionar un conjunto de principios y estándares con la premisa de responsabilidad, sostenibilidad y transparencia.

AA1000 no ofrece una metodología de cálculo de emisiones de carbono, aunque ese marco brinda reportes de sostenibilidad que incluyen la huella de carbono. Ésta usa como fundamentos la norma ISO 14064 y el GHG Protocol (AccountAbility, 2024). Por lo tanto, es una herramienta complementaria para promover la rendición de cuentas a las organizaciones en los reportes de carbono. Además, su certificación está reconocida por Carbon Disclosure Project, por lo que funge como auditor para dar credibilidad y visto bueno para que CDP lo reconozca en sus proyectos (Global Reporting, 2023).

#### **f. UK BEIS**

El Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido (UK BEIS por sus siglas en inglés) fue una entidad gubernamental producto de la fusión del Departamento de Energía y Cambio Climático con el Departamento de Negocios, Innovación y Habilidades en la que se agrupaban las responsabilidades de ciencia, investigación, desarrollo, energía, desarrollo sostenible y cambio climático. Dentro de sus labores se encuentra la contribución de la publicación de una base de datos de factores de emisión para el cálculo de huella de carbono en sectores clave como transporte, energía, residuos y materiales. En la actualidad, UK BEIS todavía existe, aunque no como una entidad única, sino dividida en distintas agencias gubernamentales para dividir funciones y responsabilidades; entre los importantes del tema se encuentra el Departamento de Ciencia, Innovación y Tecnología (UK BEIS, 2024).

Cabe destacar que la FIFA utilizó a UK BEIS como la principal referencia para los factores de emisión en su reporte de gases de efecto invernadero para el Mundial 2022 en Qatar. Sin embargo, es importante notar que los valores de UK BEIS están orientados al contexto del Reino Unido. En general, la disponibilidad de datos detallados para regiones como Europa o Norteamérica contrasta con la falta de datos específicos en otras ubicaciones, lo que genera una disyuntiva entre trabajar con datos limitados o utilizar factores de emisión de otras zonas. Esto último puede aumentar la incertidumbre en los resultados, como ocurrió en el caso de Qatar para dicho documento, donde la FIFA optó por usar esta base de datos consciente de la posible incertidumbre asociada.

#### **g. Enfoques para eventos deportivos** **- FIFA Sustainability Strategy**

FIFA Sustainability Strategy es el nombre a la estrategia que la FIFA ha implementado desde la Copa Mundial de Brasil 2014 para las acciones de sustentabilidad en cada edición de Copa Mundial de Fútbol varonil desde entonces y el femenino desde la edición de 2023 en Australia y Nueva Zelanda (FIFA, s.f.). En esta se agrupan estrategias y acciones para mitigar el impacto ambiental de tales eventos deportivos en todos los ámbitos del desarrollo sostenible al incluir el tema social, gobernanza y económico. Esta fue el resultado del compromiso de la FIFA para unirse como la primera federación deportiva al Marco de Acción del Deporte por el Clima de la ONU en 2016.

Esta es la vía de comunicación de la FIFA para las acciones a realizar en un mega evento deportivo, aunque en el fútbol los equipos y estadios pueden hacer acciones independientes y no referidas a un evento específico. Ejemplos de esto son la antes mencionada Juventus en Carbon Disclosure Project, Forest Green Rovers en el Marco de Acción del Deporte por el Clima (UNEP, 2022) o el Atlanta United con la certificación LEED para su estadio (U.S. Green Building Council, 2017).

#### **- Agenda Olímpica 2020+5**

El Comité Olímpico Internacional nombró como “Agenda Olímpica 2020+5” al programa de 15 estrategias para mejorar su desempeño y rol como la máxima federación deportiva de cara a una adaptación y reestructuración después de la pandemia de Covid-20. Ésta incluye medidas económicas, sociales y ambientales como el fortalecimiento de acciones para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y optimizar la sostenibilidad de los Juegos Olímpicos. Dentro de esto, el plan incluye su colaboración con el Marco de Acción del Deporte por el Clima, donde el COI ha publicado sus documentos de metodología de cálculo de huella de carbono y mega eventos deportivos (COI, 2018). Cabe destacar que estos documentos argumentan la metodología al incluir en sus fundamentos la norma ISO 14064, GHG Protocol y la OEF (Huella Ambiental de la Organización de la Comisión Europea por sus siglas en inglés).

### **2.3 Determinación de sectores de mayor relevancia en la huella de carbono de eventos deportivos masivos**

Para calcular la huella de carbono en mega eventos deportivos es necesario analizar sectores clave que representan las mayores fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero. Las antes mencionadas metodologías mundialmente reconocidas como el GHG Protocol, las normas ISO y la AA1000 funcionan como las herramientas para medir y gestionar el impacto de cada sector. La tabla 2.3 ofrece una vista general de los sectores a través de sus principales fuentes de emisión y una vista general de los métodos de cálculo más comunes para cuantificar las emisiones.

En cada uno de los sectores clave, los alcances de emisiones juegan un papel importante para identificar las fuentes de carbono. En el caso de la construcción e infraestructura, por ejemplo, el Alcance 1 incluye las emisiones directas de la maquinaria de construcción, mientras que el Alcance 3 contempla las emisiones indirectas de la cadena de suministro de materiales utilizados en los proyectos como el cemento y acero (Al Sholi et al., 2023). Otro ejemplo es en el transporte, donde el Alcance 1 abarca las emisiones directas de los vehículos utilizados en el evento y el Alcance 3 estudia los viajes derivados de los espectadores y participantes desde otros puntos al lugar sede. Con este tipo de clasificación se permite una distribución más precisa y detallada de las emisiones para ayudar a estrategias de reducción específicas.

**Tabla 2.3 Sectores clave en la cuantificación de huella de carbono, sus fuentes de emisión y métodos de cálculo.**

Sector o actividad	Fuentes de emisión	Métodos de cálculo
Construcción de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción y transporte de materiales de construcción</li> <li>● Maquinaria de construcción</li> <li>● Consumo de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Factores de emisión de los materiales y energía utilizada</li> <li>● Análisis de ciclo de vida de los productos</li> </ul>
Hotelería y alojamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Consumo de energía en calefacción, aire acondicionado, iluminación, agua caliente</li> <li>● Generación de residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Factor de emisión de energía y residuos</li> <li>● Consumo energético por huésped y por día</li> <li>● Generación y manejo de residuos</li> <li>● Gestión hídrica</li> </ul>
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Transporte de aficionados, equipos y staff</li> <li>● Viajes: locales, internacionales</li> <li>● Tipo de transporte: tren, autobús, avión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Factor de emisión por tipo de vehículo y transporte</li> <li>● Calculadoras de huella de carbono por transporte</li> <li>● Emisión per cápita</li> </ul>
Energía en sedes deportivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Consumo de energía en iluminación, calefacción/refrigeración, ventilación y tecnología (pantallas, sonido, telecomunicaciones)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Factor de emisión por tipo de energía utilizada</li> </ul>
Alimentos y catering	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Producción y transporte de alimentos</li> <li>● Consumo energético en su refrigeración y preparación</li> <li>● Residuos orgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Factor de emisión de consumo energético y de transporte</li> <li>● Factor de emisión de tipo de alimento</li> <li>● Análisis de ciclo de vida de alimentos</li> </ul>
Gestión de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Emisiones de vertederos</li> <li>● Tratamiento de residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Factor de emisión de residuos sólidos</li> <li>● Porcentajes de tratamiento y reciclaje</li> </ul>

Dentro de cada sector o actividad, se encuentran las múltiples fuentes anteriormente citadas que proponen sus métodos de cálculo, factores de emisión y metodologías independientes para el cálculo de las emisiones de GEI. La FIFA en su Reporte de Emisiones de Qatar 2022 menciona sus fuentes para sus cálculos de la huella de carbono (Tabla 2.4). Cabe destacar que la mayoría de estas fuentes son de acceso público para sus factores de emisión o fórmulas, aunque algunos sectores recibieron atención privada como los servicios de catering por South Pole, organismo privado que cobra por estudios de la huella de carbono de distintas áreas de estudio (South Pole, s.f.). Otra anotación es que cada sector, material y tema tiene su propia fórmula, donde algunas áreas como la construcción reciben un análisis detallado mediante el Análisis de Ciclo de Vida.

**Tabla 2.4 Referencia de los factores de emisión del Reporte de Emisiones GEI de la FIFA para el Mundial 2022. Obtenido de FIFA (2021)**

<b>Actividad</b>	<b>Referencia</b>
Construcción de infraestructura (Materiales utilizados)	UK BEIS 2019, Ecoinvent 3.6, Environmental Product Declaration (EPD)
Hotelería y alojamiento	Cornell Hotel Sustainability Benchmarking (CHSB) 2019
Transporte	UK BEIS 2019
Energía en sedes deportivas	Mohammed 2016, International Energy Agency (IEA) 2019, UK BEIS 2019
Alimentos y catering	Base de datos de South Pole
Gestión de residuos	UK BEIS 2019, Ecoinvent 3.6, Environmental Product Declaration (EPD)
Combustibles	UK BEIS 2019

Dentro de las principales áreas de interés para el cálculo de la huella de carbono se puede hacer un desglose de las principales fuentes de datos disponibles, la fórmula general para explicar la cuantificación de ese sector de estudio y las principales variables necesarias para hacer una estimación de la fórmula:

- **Construcción de infraestructura**

Cabe destacar que en la construcción e infraestructura se suele hacer el cálculo de la huella de carbono a partir del análisis de ciclo de vida de los materiales con estudios de la cuna a la tumba y la disponibilidad de datos muchas veces es incompleta por la privacidad y hermetismo de los organizadores en un mega evento deportivo.

- **Fuentes de datos**

1. UK BEIS (2019)

2. US EPA (2024b)
3. Ecoinvent 3.10 (2023)
4. SimaPro (2022)

- **Fórmula general**

$$E_{CO_2} = \sum MFE_m + EFE_e$$

- **Variables**

- $E_{CO_2}$ : Emisiones de CO<sub>2</sub> [kg CO<sub>2</sub>]
- $M$ : Cantidad de material [kg]
- $FEm$ : Factor de emisión del tipo de material  $\left[ \frac{kg\ CO_2}{kg\ material} \right]$
- $E$ : Energía utilizada [kWh]
- $FEE$ : Factor de emisión del tipo de energía  $\left[ \frac{kg\ CO_2}{kWh} \right]$

● **Hotelería y alojamiento**

- **Fuentes de datos**

1. UK Beis (2022)
2. Cornell Hotel Sustainability Benchmarking Tool (2024)

- **Fórmula general**

$$E_{CO_2} = \sum P_h \times N_{nh} \times FE_h$$

- **Variables**

- $E_{CO_2}$ : Emisiones de CO<sub>2</sub> [kg CO<sub>2</sub>]
- $P_h$ : Número de personas por opción de hospedaje
- $N_{nh}$ : Número de noches en el hotel
- $FE_h$ : Factor de emisión del hotel u opción de hospedaje [kg/noche]. Este factor depende del número de estrellas del hotel, de la ubicación, tamaño del lugar, habitaciones ocupadas y del tiempo de uso de la habitación

● **Transporte**

- **Fuentes de datos**

1. GHG Protocol, Guía de Cálculo de Alcance 3 (2013)
2. IPCC (2003)

- **Fórmula general**

$$E_{CO_2} = \sum A \times Dv \times FE_v$$

- **Variables**

- $E_{CO_2}$ : Emisiones de CO<sub>2</sub>  $\left[ \frac{kg\ CO_2}{pasajeros\ kilómetro} \right]$
- $A$ : Aficionados [pasajeros]

- $Dv$ : Distancia recorrida por tipo de vehículo [km]
- $FEv$ : Factor de emisión por tipo de vehículo  $\left[ \frac{kg\ CO_2}{km\ del\ vehículo} \right]$ . Este factor varía por el tipo y cantidad de combustible utilizado, tipo de transporte y la ubicación.

- **Energía en sedes deportivas**

Es fundamental distinguir el tipo de alcance (1, 2 o 3) que se evalúa en el estudio de la huella de carbono respecto a la energía, ya que cada alcance abarca diferentes fuentes de emisiones y niveles de control sobre las actividades a evaluar. Además, es necesario identificar y especificar la etapa del suministro energético a la que corresponde cada emisión: producción, transporte o consumo de energía.

- **Fuentes de datos**

1. GHG Protocol (2013)
2. EPA (2024)
3. UK Beis (2024)

- **Fórmula general**

$$E_{CO_2} = \sum C \times Tc \times P \times FE_e$$

- **Variables**

- $E_{CO_2}$ : Emisiones de CO<sub>2</sub> [kg CO<sub>2</sub>]
- $C$ : Consumo energético [kWh]
- $Tc$ : Tiempo de consumo energético [h]
- $P$ : Personas
- $FE_e$ : Factor de emisión del tipo de energía  $\left[ \frac{kg\ CO_2}{kWh} \right]$

- **Alimentos y catering.**

En el caso de los alimentos y catering, es importante considerar que, al igual que en el sector de Construcción e infraestructura, los datos de emisiones abarcan generalmente aspectos del transporte y refrigeración de los alimentos. Esto implica que los factores de emisión pueden ser sensibles o estar incompletos debido a la confidencialidad en la cadena de suministro, así como a la variabilidad de los métodos de transporte y conservación utilizados. Estas limitaciones pueden afectar la precisión de los datos y aumentar la incertidumbre en los cálculos de emisiones asociados al catering.

- **Fuentes de datos**

1. UK Beis (2024)
2. EPA (2024)

- **Fórmula general**

$$E_{CO_2} = \sum C_{pc} \times Tp \times P \times FE_a$$

- **Variables**

- $E_{CO_2}$ : Emisiones de CO<sub>2</sub> [kg CO<sub>2</sub>]
- $C_{pc}$ : Consumo de alimento per cápita [kg ó m<sup>3</sup>]
- $Tp$ : Tiempo promedio de estancia [días]
- P: Personas
- $FE_a$ : Factor de emisión del tipo de alimento  $\left[ \frac{kg\ CO_2}{kg\ alimento} \right]$ . Este varía además del tipo de alimento, del destino final al que se somete: relleno sanitario, incineración, uso como composta o donación a terceros.

● **Gestión de residuos**

- **Fuentes de datos**

1. UK Beis (2024)
2. GHG Protocol (2013)

- **Fórmula general**

$$E_{CO_2} = \sum C_R \times FE_R \times \frac{1\ tonelada}{0.9072\ toneladas\ (tonelada\ corta)}$$

- **Variables**

- $E_{CO_2}$ : Emisiones de CO<sub>2</sub> [kg CO<sub>2</sub>]
- $C_R$ : Cantidad y tipo de residuo [kg o m<sup>3</sup>]
- $FE_R$ : Factor de emisión del tipo de residuo  $\left[ \frac{Ton\ CO_2}{tonelada\ corta\ de\ residuo} \right]$ . Este varía por el tipo de residuo y el método de tratamiento al que se va a destinar.

Una anotación importante es que cada fórmula de éstas tiene un factor de pérdida, el cual permite ajustar el cálculo de la huella de carbono para reflejar las ineficiencias y desperdicios característicos de cada sector. Ejemplos de esto son el rendimiento de combustible, pérdidas energéticas en los equipos o malas prácticas en la recolección de residuos que hacen asumir que no se logra un 100% de rendimiento. Estos factores de pérdida varían según el ámbito, aunque generalmente oscilan entre el 1 y 15%. Los ajustes ayudan a estimar de forma más realista el impacto de emisiones de cada actividad, aunque para métodos prácticos se muestran las fórmulas sin este detalle y de manera muy general para su mejor entendimiento (IEA, 2023).

Por otro lado, es importante mencionar que el cálculo de la huella de carbono en un mega evento deportivo se ve influenciado por distintos factores como la ubicación o contexto socioeconómico para identificar las áreas de mayores emisiones y, por ende, la mayor área de acción. Un ejemplo es que en el reporte de GEI de la FIFA para 2022, gran porcentaje de los estudios fueron a la construcción de infraestructura y el tema hídrico, desde su desalinización hasta su tratamiento; temas de mayor prioridad en el país árabe, comparado con Brasil en 2014 y en Rusia en 2018 que la mayor área de estudio fue en el transporte.



### 3. Resultados

#### 3.1 Análisis y crítica de la estrategia de sostenibilidad de la Copa Mundial de la FIFA Qatar 2022

##### 3.1.1 Datos generales del país anfitrión

Qatar es un pequeño país ubicado en el Golfo Pérsico con una población de 3.065 millones de habitantes donde solo el 15%, aproximadamente 300,000 son nacionales cataríes y el resto son residentes inmigrantes de todo el mundo. Su población femenina es la más baja del mundo en porcentaje de población total con un 24.7% y su población es la más urbanizada del mundo con el 99.2% habitando en una ciudad (Visit Qatar, 2024).

Respecto a sus condiciones geográficas, Qatar es una península que cubre un área de aproximadamente 11,000 kilómetros cuadrados (Visit Qatar, 2024), similar a la superficie de Querétaro de 11,699 km<sup>2</sup> (INEGI, 2024b.) que la colocaría en la entidad federativa mexicana número 29 por tamaño. Por otro lado, su topografía es principalmente plana, donde su punto más alto es de 103 metros sobre el nivel del mar.

El país presenta un fuerte poderío y crecimiento económico similar al resto de los países árabes y emiratos relacionado a una fuerte cantidad de ingresos por exportaciones de gas natural, Qatar es el tercer país con mayores reservas de gas contando con el 12.5% de disponibilidad mundial, solo detrás de Rusia (24.3%) e Irán (17.3%) (Worldometer, 2024).

**Tabla 3.1 Datos generales de Qatar.** (Visit Qatar, 2024; Worldometer, 2024; ICEX, 2022).

Datos generales de Qatar	
Superficie	11,581 km <sup>2</sup>
Población	3,065, 243 (octubre 2024)
Grupos de población	15% de Nacionales, 85% extranjeros
Capital	Doha (665,597 habitantes en 2024)
Idiomas oficiales	Árabe
Clima y geografía	Seco, desierto subtropical con poca precipitación. Clima entre 20°C y 45°C
Precipitación	71.3 mm al año
PIB	244.69 millones de dólares 87,661 dólares per cápita

Al ser un país desértico, sus oportunidades de agricultura son escasas; únicamente el 5% del territorio es tierra agrícola, con una fuerte dependencia de las importaciones de alimentos principalmente de Arabia Saudí. Solamente el 0.2% del PIB viene de la agricultura y pesca, mientras que la industria representa el 50.3% (ICEX, 2022).

En el tema hídrico, Qatar no cuenta con ríos o lagos en su territorio; los 71.3 milímetros de lluvia anuales, son equivalentes a menos de diez centímetros de agua acumulada por metro cuadrado en el suelo. Además, las constantes tormentas de arena, polvo y neblina son factores que agudizan la disponibilidad de agua dulce natural en el país que solo son de 25% derivados de escorrentías y agua subterránea. Para contrarrestar este problema, se usa la desalinización de agua del mar con capacidades de producción mayores a 116.1 millones de metros cúbicos al año, equivalente al 60% de su consumo total (ICEX, 2020; Pure Aqua, 2021; Inc., 2022).

### **3.1.2 Consideraciones en la selección del país anfitrión**

La candidatura de Qatar para ser anfitrión de la edición de 2022 tuvo un fuerte empuje por el interés de la FIFA en organizar una primera Copa Mundial en Medio Oriente (Talavera et al., 2019). La candidatura aprovechó el momento económico que posiciona a Qatar como uno de los países más fuertes de la región, dando condiciones que permiten absorber el derrame económico que este evento implica. Además, se vio como oportunidad para reforzar la posición internacionalmente, similar al caso de Sudáfrica, para brindar una imagen positiva al mundo mediante elementos de poder blando como exposición cultural, de negocios y desarrollo nacional (Hayajneh et al., 2017). La oportunidad de albergar estos juegos fue un catalizador para que el país fomente un progreso enfocado al cumplimiento de objetivos en paralelo, los compromisos para la Copa y a nivel nacional concentrados en un solo documento, *Qatar National Vision 2030*.

Un aspecto positivo y de aprovechamiento ambiental es que las condiciones de Qatar al ser un país con extensión menor a 12,000 km<sup>2</sup>, obligan al desarrollo de la Copa del Mundo en un radio no mayor a 60 kilómetros, donde la distancia máxima entre estadios es de 55 kilómetros. Los nueve estadios concentrados en Doha y sus suburbios permiten diseñar una planeación y ejecución optimizada con beneficios en la reducción de emisiones por transporte. Esto no exime contrapartes con los problemas climáticos que acechan al país y la gran concentración de personas en un solo lugar.

Desde marzo de 2009 el país presentó su candidatura; su propuesta fue liderada por la premisa de ser el país exótico y externo (Cerezo-Esteve et al., 2022). Finalmente ganó la votación en diciembre de 2010 al obtener la mayoría de los votos frente a Estados Unidos, Corea del Sur, Japón y Australia.

Posteriormente, la organización del evento supuso la creación de proyectos y una organización que implicó la creación de infraestructura, nuevos estadios, adaptaciones a la oferta inicial y consideraciones de cara a las producciones nacionales de agua, energía y alimentos ante la inminente futura llegada de turismo en grandes cantidades para el torneo.

### 3.1.3 Planeación y preparativos del torneo en el marco de la línea base de sostenibilidad del país anfitrión

Talavera et al. (2019) mencionan que el desafío más importante que se encontró Qatar en la preparación del evento en términos de sustentabilidad fue el de adoptar las mejores medidas y leyes para su adecuación al Plan Nacional 2030. Por otro lado, Raji (2022) contempla a la desalinización del agua como el principal reto ambiental por sus múltiples efectos como el alto consumo de energía derivado de la quema de combustibles fósiles, la salmuera resultante, la afectación a la vida marina alrededor de las plantas y la posibilidad de matar a animales o microorganismos por la succión del bombeo de esta agua.

Durante los años previos al torneo, la FIFA mantuvo su postura de comprometerse a ser un Mundial con emisiones neutras en carbono (FIFA, 2021b). Esto se refiere a que todas las emisiones de dióxido de carbono que sean emitidas por actividades relacionadas al torneo van a ser compensadas (Al Sholi et al., 2023). El máximo organismo de fútbol comentó esto al tener en consideración los problemas ambientales de Qatar, la construcción de siete nuevos estadios junto a la remodelación del único estadio sede construido antes del torneo, las altas temperaturas y los viajes internacionales de aficionados de todo el mundo a la península del Golfo Pérsico.

La forma de conseguir este balanceo de las emisiones es mediante compensaciones de carbono, sistema criticado por ser una práctica de *greenwashing* (lavado verde en inglés) (Earth.Org, 2022). Los comentarios de inconformidad son porque estas compensaciones son a través de financiación de proyectos que fomentan la captura de carbono donde las empresas y compañías invierten altas cantidades de dinero, dando una connotación similar a un efecto de licencia o permiso para contaminar o del “colonialismo de carbono” (Le Monde, 2022; Oakland Institute, 2022), mientras que Greenpeace (2022) lo considera como un método ineficiente para contrarrestar las emisiones.

Por otro lado, el reto todavía era mayor al tener en cuenta que, de acuerdo con Our World in Data (2023), Qatar es el país con mayores emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita con 37.6 toneladas anuales, 9.4 veces más que México. Esto no es exclusivo del país, sino una tendencia a que los países ricos en petróleo son los que más emisiones per cápita generan, donde siete de los primeros diez países son altos productores de “oro negro”.

Con todo esto, la FIFA calculó 3.6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e en su reporte de emisiones publicado en junio de 2021. Los valores desglosados están en la Figura 2.1. Además, el reporte estima que el 74.7% de las emisiones son parte de la fase del torneo, 24.5% de la preparación y sólo 0.8% generados post torneo (FIFA, 2021b)

En modo de comparación con la Ilustración 3.1, el torneo de Qatar en sus inicios fue calculado con emisiones mucho mayores a cualquier edición anterior del torneo, incluso casi un millón más de toneladas emitidas de CO<sub>2e</sub> al segundo lugar.

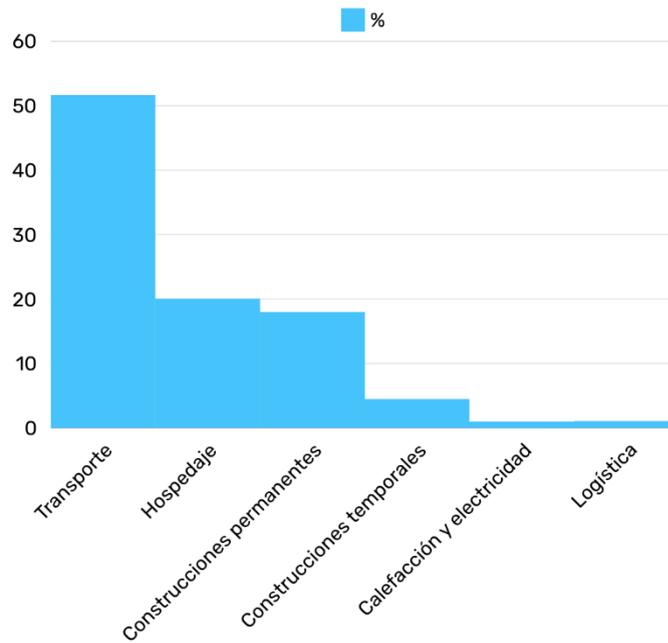


Ilustración 3.1 Porcentaje estimado de emisiones por actividad. Recuperado de (FIFA, 2021)

Las compensaciones de carbono para mitigar el torneo fueron gestionadas por *Global Carbon Council*, donde la mitad de las emisiones se destinaron como responsabilidad del gobierno qatarí y la otra mitad para la FIFA (*Le Monde*, 2022). Un detalle para considerar es que el GCC (Global Carbon Council) fue creado por la Organización del Golfo para la Investigación y Desarrollo, es decir, una agencia vinculada a las compensaciones de la región MENA (Medio Oriente y Norte de África, por sus siglas en inglés), creada en 2016 y con más de 90 proyectos en activo (Global Carbon Council (GCC), 2024). Esta colaboración entre la FIFA, Qatar y GCC recibió muchas críticas por sospechas de credibilidad y transparencia o influencia en las decisiones tomadas respecto a los proyectos a entablar (Lygdopoulos, 2023; Earth.Org, 2022.; Bloomberg, 2022; Fossil Free Football, 2022; Le Monde, 2022).

Para inicios del torneo en noviembre de 2022, la GCC solo aprobó tres proyectos para compensar las emisiones de la Copa del Mundo, dos granjas eólicas en Turquía y Serbia, y una planta hidroeléctrica también en la nación otomana (Global Carbon Council (GCC), 2024; Earth.Org, 2022). Estos proyectos estimaban mitigar aproximadamente 350,000 créditos de carbono, muy lejanos a los 3.6 millones esperados.

Además, durante la previa del torneo el país estimaba un aproximado de 1,300 vuelos al día durante la Copa para la entrada y salida de aficionados (Forbes, 2024). Por otro lado, las semillas de césped para las canchas de los estadios fueron importados desde América del Norte y con transporte climatizado especialmente diseñado (WIRED, 2022). Aunado a esto, el riego de los campos de entrenamiento y estadios implica aproximadamente 10,000 litros para cada uno, además de agua dulce proveniente de agua desalinizada (Reuters, 2022). Todo esto acumulado implica sumas indirectas a la huella de carbono del evento (Scientific American, 2022).

Las actividades ambientales a menudo quedan relegadas a un segundo plano producto de un sistema deportivo global que prioriza mega eventos enfocados en los miles de millones de dólares, prestigio y poder en juego. Con esto, los gobiernos y organismos deportivos quedan victoriosos porque no hay una supervisión independiente o sería que les implique una verdadera rendición de cuentas (Scientific American, 2022).

Cuando se habla de eventos deportivos, muchas veces las afirmaciones son más ambiciosas que la realidad en sí. Después de los resultados de las ediciones anteriores, el Comité Organizador de la Copa de 2022 volvió a afirmar que los estadios o recintos construidos se mantendrán en un uso constante incluso después de la clausura del torneo. Esta afirmación permite alargar la huella de carbono a lo largo de muchos años en lugar de las semanas que dura la Copa o el mega evento en cuestión. Este tipo de declaraciones es un ejemplo de aquellos comentarios donde los organizadores se comprometen a no dejar elefantes blancos, proyectos costosos que por su poco uso queda abandonado (Bloomberg, 2022). Las principales preocupaciones ambientales de Qatar son:

- **Disponibilidad de agua potable**

Como se mencionó anteriormente, Qatar es un país extremadamente árido, caracterizado por precipitaciones irregulares, escasas y de muy baja cantidad, además de la nula disponibilidad de cuerpos de agua superficiales, como ríos o lagos. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Qatar se encuentra entre los 15 países con menor cantidad de agua recibida por lluvia (FAO, 2024). Además, para agravar la situación, es uno de los países con mayor huella hídrica per cápita en el mundo y aproximadamente un tercio del suministro de agua se perdía debido a fugas en 2010 (Abulibdeh, 2019). Ante esta problemática, más del 85% del agua utilizada en el país es obtenida a través de la desalinización y el tratamiento de aguas residuales, mientras que la única fuente natural son los acuíferos disponibles a lo largo del territorio (Lawler et al., 2023).

Históricamente, al igual que otros países del Golfo Pérsico, Qatar dependía de la extracción de agua subterránea. Sin embargo, este método ha sido utilizado en exceso, ya que la tasa de extracción de estos acuíferos excede entre tres y cinco veces su capacidad de recarga, que depende exclusivamente de las limitadas precipitaciones disponibles (Lawler et al., 2023). Esta sobreexplotación ha reducido drásticamente la cantidad de agua subterránea disponible, permitiendo la intrusión de agua salina y deteriorando la calidad del agua. De hecho, la disponibilidad de agua, que cubría el 15% del territorio en 1970 (1,683 km<sup>2</sup>), se redujo al 2% (275 km<sup>2</sup>) en 2009, debido a un aumento en la extracción de más de 250 millones de metros cúbicos anuales (Abulibdeh, 2019).

El uso excesivo de fertilizantes y pesticidas también pone en riesgo las reservas hídricas del país (Lawler et al., 2023). Más del 92% del agua subterránea extraída es destinada al riego agrícola. Sin embargo, la baja calidad de la agricultura en Qatar, junto con la ineficiencia y poca disponibilidad de agua, impulsó la promulgación de una ley nacional que prohíbe la creación de nuevos pozos para evitar un mayor deterioro de los acuíferos y fomentar un uso más racional del recurso (Abulibdeh, 2019).

Por otro lado, el agua tratada desempeña un papel crucial en el país, especialmente para el riego de áreas verdes en ciudades, jardines, parques y plazas públicas. El 14% de la demanda nacional de agua es satisfecha por esta fuente (Abulibdeh, 2019). Anteriormente, aproximadamente la mitad del agua tratada se perdía por evaporación al ser inyectada superficialmente, debido a la falta de infraestructura para su transporte a las ciudades. No obstante, en 2015, la cantidad de agua tratada y aprovechada alcanzó más de medio millón de litros diarios (Naeem et al., 2024).

Ante la creciente demanda de agua potable por parte de la población, en paralelo con el poder económico del país, la alternativa principal ha sido la desalinización. Los planes de expansión de plantas desalinizadoras contemplan una producción de más de 1.7 millones de metros cúbicos al día para 2030, a través de más de 13 instalaciones (Lawler et al., 2023; Naeem et al., 2024). A pesar de ser una solución efectiva, este proceso es costoso debido a las dificultades del pretratamiento del agua de mar, que presenta desafíos como altas temperaturas, arena, turbidez, salinidad y organismos marinos. Además, más del 50% del agua bombeada se convierte en salmuera, un subproducto con serias implicaciones ambientales (Lawler et al., 2023).

El consumo energético para obtener agua mediante desalinización o tratamiento de aguas residuales es extremadamente alto. Por ejemplo, producir una tonelada de trigo con agua desalinizada requiere 9,400 kWh de energía mediante ósmosis inversa. En procesos de desalinización por destilación de múltiples etapas, se necesitan 45,000 kWh para desalinizar el agua de mar, lo que equivale al consumo energético de 26 barriles de petróleo crudo para producir una tonelada de alimento. Por otro lado, cada metro cúbico de agua desalinizada requiere aproximadamente 20 kWh de energía (Abulibdeh, 2019).

Aunque Qatar ha construido infraestructura de almacenamiento, el país cuenta con muy poca seguridad hídrica en caso de emergencia, ya que sus reservas solo garantizan entre 2 y 7 días de suministro (Naeem et al., 2024). Las mejoras en la infraestructura de tuberías han reducido significativamente las fugas en los últimos años (Stockhusen et al., 2024).

A pesar de que las plantas desalinizadoras tienen una capacidad de producción satisfactoria, este proceso no es sostenible a largo plazo. Qatar, junto a Arabia Saudita y los Emiratos Árabes Unidos, es responsable del 55% de la producción global de salmuera. De acuerdo con Naeem et al. (2024), si el país continúa operando bajo el escenario de "*business as usual*" (sin cambios significativos en la gestión de sus recursos), la demanda de agua solo podrá ser satisfecha durante 32 años. Esto implica que, de no adoptarse nuevas estrategias, los recursos hídricos disponibles llegarán a un punto crítico en unas pocas décadas.

Los residuos de una planta desalinizadora dependen del método, tecnologías disponibles, calidad del influente y los niveles de mantenimiento de la planta (Cortés & Martín Domínguez, 2000). Los impactos del vertido de agua con salmuera son de 8 a 10 veces el volumen de agua depurada si es por destilación, de 2.5 a 3 veces si es por ósmosis inversa (Gacía & Ballesteros, 2001). La densidad superior de la salmuera hace que se deposite en el fondo del lugar donde es vertido, afectando inevitablemente a la ecología local (Lawler et al., 2023). Esta agua también está cargada con productos químicos

resultado del tratamiento de agua como biocidas, antiincrustantes y antiespumantes (Cortés & Martín Domínguez, 2000).

Las especies marinas se ven afectadas a las variaciones de temperatura, pH y salinidad, por lo que varias comunidades litorales en el Golfo Pérsico están afectadas por este proceso de extracción de agua. Cortés & Martín Domínguez (2000) mencionan que el agua puede incrementar 15°C en la zona del efluente. El metabolismo del nitrógeno, del carbono y la fotosíntesis de las algas marinas también se ve afectado en zonas donde se vierte el agua residual de las plantas desalinizadoras (Romero, 1999). Los niveles del oxígeno en plantas destiladoras aumentan considerablemente, Gacía & Ballesteros, 2001) mencionan que hay algas o microorganismos capaces en adaptarse a estas condiciones, aunque muy probablemente implique la sustitución de especies para la adaptación y superioridad de las más capaces a estos nuevos entornos.

La descarga también puede ser en tierra firme mediante lagunas de evaporación o inyección de pozos profundos considerados clase V, es decir que son para residuos no peligrosos para la EPA (Cortés & Martín Domínguez, 2000). A pesar de esta alternativa, no se tiene conocimiento que Qatar use esta técnica para manejar los efluentes de agua.

El tema hídrico en Qatar es el más importante de los problemas ambientales por su nexos y relación con la energía, su impacto natural, la urgencia del problema y falta clara de alternativas viables en el país.

- **Combustibles fósiles y uso de energías renovables**

El desarrollo del país, impulsado por el crecimiento económico a partir del petróleo y gas, ha contribuido a la degradación del ambiente, principalmente en la calidad del aire. Qatar es el país con más emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita en el mundo con 31.7 toneladas, el segundo lugar es Bahrein con 22 (Banco Mundial, 2022). El mayor responsable de las emisiones de GEI en el país es el CO<sub>2</sub>, que representa el 93% de las emisiones totales en 2012, la gran mayoría es a partir de las emisiones a partir del sector energético con un 96% (Al-Malk et al., 2016). El sector energético se refiere a la producción de electricidad a partir de la quema de gas natural.

Qatar depende en gran medida de los combustibles fósiles para la generación de electricidad. La demanda de energía se deriva del alto crecimiento poblacional que implica un mayor consumo eléctrico residencial (Kamal et al., 2019). Aunque el país tiene un exceso de capacidad en energía eléctrica al producir más de 8,000 MWh, solo utiliza 5,600 MWh; esta demanda interna explica la alta huella de carbono además de reducir los ingresos por exportaciones de ese combustible a otros países (Weber, 2013)

Como se vio en el punto anterior, gran parte del consumo energético depende de la desalinización de agua. De acuerdo con Abulibdeh (2019) el proceso de transición a estos procesos mediante energía nuclear o renovable es muy hermético y renuente debido a los altos costos que implican, donde se espera un cambio hasta que el costo de los combustibles fósiles se eleve y el precio de las energías alternativas sea mucho menor hasta ser redituable.

El aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub>, un gas de efecto invernadero (GEI), implica daños significativos en la atmósfera al atrapar el calor en la superficie terrestre. Este proceso deriva en el efecto invernadero, esencial para mantener las temperaturas adecuadas para la vida en el planeta; sin embargo, el incremento de este gas por la quema de combustibles fósiles y la desalinización de agua ha intensificado el fenómeno de manera descontrolada. A largo plazo esta acumulación de GEI genera variaciones en las temperaturas globales, contribuyendo al cambio climático (UNAM, 2024).

La contaminación del aire también tiene efectos adversos en la población al aumentar la incidencia de enfermedades respiratorias como el asma. Al-Malk et al. (2016) mencionan la relación entre el aumento de casos de asma en niños durante primavera y otoño, épocas con los niveles más altos de contaminación en el país.

El uso de energías renovables puede reducir la dependencia económica de Qatar en el petróleo y gas a la vez que puede mejorar la cantidad de emisiones a largo plazo. Un estudio de Midili & Akbukutu (2019) menciona que hasta ese año el uso de energía solar satisface a un 2% del total y si esa cantidad no mejora, la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera será 1.5 veces mayor comparada con una transición al 20%, meta nacional del país para 2030. Kamal et al. (2019) propone medidas de políticas en la infraestructura residencial en crecimiento que establezcan requisitos obligatorios en eficiencia energética con capacidades de ahorrar más de 2.3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> para 2050. Weber (2013) señala las grandes cantidades de silicato disponibles en el país con potencial para su aprovechamiento en la producción de paneles solares.

La transición a energías renovables en Qatar ha comenzado a cuentagotas; un impedimento es la abundancia de combustibles fósiles (Weber, 2013) y otro es la renuencia pública ante los bajos costos del servicio actual a una transición a energías alternativas que pueden implicar ser más costosas y menos efectivas (Al-Marri et al., 2018). La concientización de las personas locales puede propiciar el mayor crecimiento de los proyectos de energías renovables en Qatar mediante educación pública en consumo energético y el comportamiento de los consumidores.

- **Construcción e infraestructura**

La industria de la construcción es uno de los sectores dominantes que aportan a la huella de carbono en la sociedad actual al representar las interacciones entre la edificación, transporte y energía (Al Sholi et al., 2023). La construcción representa el 40% del consumo total de energía, un tercio de las emisiones de GEI, 30% de materiales no refinados y 25% de la generación de residuos sólidos, 25% de consumo de agua y 12% de consumo de tierra en el mundo (PNUMA, 2016).

Para la Copa Mundial ocho estadios albergaron la competición, siete se construyeron desde cero junto a 30 sitios de entrenamiento y el Estadio Khalifa fue reconstruido. Los tamaños de los estadios fueron planeados para tener mayor aforo durante el torneo, posteriormente se planeaba que 170,000 asientos de seis estadios se donarán para otros usos (Tabla 3.2) (FIFA, s.f.).

**Tabla 3.2 Capacidad de los estadios de la Copa Mundial de la FIFA 2022. Obtenido de (FIFA, s.f.)**

<b>Estadio</b>	<b>Capacidad durante la Copa del Mundo</b>	<b>Capacidad después del torneo</b>
<b>Lusail</b>	88,966	0 (centro comunitario)
<b>Al Bayal</b>	68,895	30,000
<b>Khalifa International</b>	45,857	45,500
<b>Ahmad Bin Ali</b>	45,032	20,000
<b>Education City</b>	44,667	20,000
<b>Al Thumama</b>	44,400	20,000
<b>Al Janoub</b>	44,325	20,000
<b>Estadio 974</b>	44,089	0 (desmantelado)

El Estadio 974, llamado así tanto por el código telefónico de Qatar como por la cantidad de contenedores utilizados en su construcción, fue edificado con contenedores marítimos reciclados que forman parte de su estructura. Fue diseñado para ser fácilmente desmontable, con la capacidad de ser reutilizado, trasladado y modificado en cuanto a su aforo. Además, los componentes del estadio pueden almacenarse en los mismos contenedores para facilitar su transporte. Se considera una obra sostenible debido a la reducción de residuos posteriores al evento, siendo los únicos elementos permanentes las cimentaciones necesarias para la estructura sobre el terreno (Stockhusen et al., 2024).

Este estadio es el único que fue contemplado para terminar su vida útil al terminar el torneo, por lo que su huella de carbono fue la más baja de los estadios durante la planeación. Dentro del artículo de Stockhusen et al. (2024), se contemplaron 5 alternativas para el estadio después del torneo: dos posibles estadios de atletismo para 5,000 espectadores (diseños diferentes), un estadio de fútbol para 20,000 espectadores, un complejo de natación o un pabellón multiusos para 7,500 personas.

El consumo de materiales (78%), el transporte de mercancías (11%) y el consumo de diésel (8%) son las actividades que más aportan a la huella de carbono de la construcción de los estadios. Esta fase de construcción contribuye al 98% de las emisiones totales, el otro porcentaje equivale a la fase de operación (Al Sholi et al., 2023).

Por otro lado, se estimaron de 1 a 1.5 millones de visitantes al país para el torneo, con solo la capacidad de 130,000 habitaciones de hotel a través de 300 hoteles (Daily Mail, 2022). Además de los altos precios de habitación y la escasez de oferta, muchos turistas optaron por ir a países vecinos como Omán o Arabia Saudí, una huella de carbono indirecta. Otras soluciones incluyen la llegada de cruceros en el puerto de Doha para el

alojamiento en los camarotes y la instalación de viviendas temporales estilo barracones o caravana de camping (El País, 2022).

El hospedaje de los equipos durante la Copa del Mundo de Qatar 2022 se llevó a cabo en hoteles de lujo y resorts ya existentes, mientras que los entrenamientos se realizaron en esos mismos complejos, en instalaciones de la Universidad de Qatar, o en centros deportivos y estadios pequeños que ya pertenecían a clubes locales. En su mayoría, estas infraestructuras no requirieron grandes construcciones nuevas, sino más bien adaptaciones o mejoras, lo que minimizó el impacto en términos de nuevas edificaciones para este aspecto del torneo (ESPN, 2022).

Respecto a la gran infraestructura de plantas desalinizadoras en Qatar, los impactos durante su construcción incluyen ruido, afectaciones a la playa y animales de la zona como aves, flora, peces; la emisión de polvos y humos, y la instalación de líneas de conducción del agua y electricidad.

- **Uso de aire acondicionado**

Los acondicionadores de aire consumen hasta el 70% de la electricidad total consumida por los electrodomésticos de los hogares qataríes. Esto se explica por las altas temperaturas que hacen de esta una medida para combatir el calor. El siguiente ámbito del hogar que más consume energía es la iluminación con un 15%, muy lejos al porcentaje del primer lugar (Kahramaa, 2017).

Además, siete de los ocho estadios sede de la Copa tuvieron que recurrir a sistemas de ventilación artificial, sistema diseñado por Saud Abdulaziz, profesor de la Universidad de Qatar. Este sistema de aire acondicionado al aire libre para los estadios estudió los comportamientos termodinámicos del aire caliente, frío, densidad y diseño de los estadios para sacar el máximo rendimiento de los sistemas. El sistema se alimentaba de una planta de energía solar que generó un consumo de energía 40% menor a los sistemas convencionales (WIRED, 2022). El rendimiento de estos sistemas de ventilación fue tan potente que generó temperaturas bajas al punto de recibir comentarios por parte de aficionados de sentir frío o sensaciones de ventisca (Daily Mail, 2022).

El uso de aire acondicionado, independientemente del sistema innovador de los estadios, tiene consecuencias adversas para el cambio climático, contribuye a las emisiones de GEI a través de un mayor consumo de energía, generación derivada de combustibles fósiles, y la liberación de gases contraproducentes a la atmósfera como los hidrofluorocarbonos (HFC) e hidroclorofluorocarbonos (HCFC) (Lygdopoulos, 2023a). Los HFC y HCFC son compuestos químicos utilizados principalmente en la refrigeración del sistema que, aunque son eficaces en su función, poseen un alto potencial de calentamiento global (PCG) (US EPA, 2024a). Este parámetro compara el impacto relativo que emana una tonelada de estas sustancias con una tonelada de dióxido de carbono que se usa como referencia con un PCG de 1 para evaluar los efectos de los gases a partir de un elemento base y comparar su potencial para atrapar calor en la atmósfera de la Tierra. De esta forma se puede analizar su contribución al calentamiento global. (IPCC, 2013).

De acuerdo con la US EPA (2024a), el GWP de los HFCs es de hasta 14,800, mientras que el HCFC tiene valores entre 1,300 y 1,500. Esto quiere decir que su impacto es por lo menos 1,300 veces mayor que la misma cantidad liberada en CO<sub>2</sub>. Por cada molécula de HFC, HCFC y los demás gases refrigerantes liberados al ambiente, atrapan la cantidad equivalente de energía que decenas o miles de moléculas de dióxido de carbono (Lygdopoulos, 2023a).

El uso y emisión de estos gases deriva en peligros a la destrucción o daño a la capa de ozono, capa que funciona como escudo de gas en la atmósfera al absorber los rayos ultravioleta (UV). Estos rayos al impactar directamente contra la Tierra y generar una exposición prolongada al ser humano, pueden provocar cáncer de piel, enfermedades oculares y mutaciones genéticas (Nations, 2023).

### 3.1.4 Resumen y análisis de la estrategia de sostenibilidad de Qatar 2022

El plan de sustentabilidad de una edición de Copa del Mundo se realiza para definir las acciones a realizar y definir el enfoque de los objetivos. Este se basa en un análisis del contexto del país (o países) anfitrión, estrategias, requisitos, evaluaciones sociales y materiales, políticas y metas. El aprovechamiento de las mejores prácticas en ediciones anteriores y la sinergia de los objetivos nacionales del lugar sede juegan un papel importante para la clara colaboración y comunicación en este proceso.

El plan de sustentabilidad de Qatar está dividido en 5 pilares: humano, social, económico, medio ambiente y gobernanza. En total engloba 20 temas que abordan 22 estrategias para su cumplimiento. Estos fueron divididos a partir de una jerarquización de objetivos, prioridades, materiales, estrategias y políticas; a su vez que fueron basados en una alineación a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2030) y el Plan Nacional de Qatar 2030 (FIFA, 2020).

**Tabla 3.3 Temas por pilar del Plan de Sustentabilidad de la FIFA de Qatar 2022. Obtenido de (FIFA, 2020).**

Pilar	Temas
<b>Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condiciones de los trabajadores en vivienda y trabajo.</li> <li>● Reclutamiento de trabajadores.</li> <li>● Desarrollo de la fuerza de trabajo.</li> <li>● Educación a los jóvenes.</li> </ul>
<b>Social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Accesibilidad.</li> <li>● Inclusividad.</li> <li>● Entendimiento cultural.</li> <li>● Derechos humanos.</li> <li>● Salud, ambiente y seguridad.</li> </ul>

<b>Económico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de empresas locales y regionales.</li> <li>• Sitios posteriores al torneo y uso de activos.</li> <li>• Adaptabilidad de los servicios e infraestructura.</li> </ul>
<b>Gobernanza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparencia.</li> <li>• Adquisiciones sostenibles</li> <li>• Cumplimiento normativo, antisoborno y anticorrupción.</li> </ul>
<b>Ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción sustentable.</li> <li>• Emisiones de gases de efecto invernadero.</li> <li>• Contaminación del aire</li> <li>• Generación de residuos.</li> <li>• Producción y uso del agua.</li> </ul>

Dentro de la sección ambiental se encuentran 5 temas con un objetivo particular en cada uno (Tabla 3.4).

**Tabla 3.4 Objetivo por tema ambiental del Plan de sustentabilidad de la FIFA de Qatar 2022. Recuperado de (FIFA, 2020).**

<b>Tema</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Construcción sustentable.</b>	EN1 Diseñar, construir y operar sitios que limiten los impactos ambientales.
<b>Emisiones de gases de efecto invernadero</b>	EN2 Medir, mitigar y compensar todas las emisiones del torneo.
<b>Contaminación del aire</b>	EN3 Minimizar la contaminación del aire en los estadios, lugares de entrenamiento, infraestructura temporal y servicios de transporte.
<b>Generación de residuos</b>	EN4 Minimizar residuos al relleno sanitario y promover un manejo de residuos.
<b>Producción y uso del agua</b>	EN5 Minimizar el uso de agua durante la construcción y operación de lugares del torneo.

Dentro de esos objetivos se encuentran diferentes iniciativas clave que abarcan actividades y métodos para lograr dicha meta (Tabla 3.5). Estas varían en magnitud, presupuesto, tiempo y espacio.

**Tabla 3.5 Iniciativas clave por tema ambiental del Plan de Sustentabilidad de la FIFA. Recuperado de (FIFA, 2020).**

Tema	Iniciativas clave
<p><b>EN1</b> Diseñar, construir y operar sitios que limiten los impactos ambientales</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Certificación en construcción sustentable para estadios y oficinas permanentes.</li> <li>2. Prácticas de construcción sostenible para infraestructura temporal de la Copa.</li> <li>3. Capacitación para contratistas y operadores de obras.</li> <li>4. Sensibilización sobre construcción sostenible para los sectores de alojamiento y organización de eventos.</li> <li>5. Mejora de estándares y herramientas para sectores de construcción sostenibles.</li> </ol>
<p><b>EN2</b> Medir, mitigar y compensar todas las emisiones del torneo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inventario de emisiones de GEI.</li> <li>2. Uso de energía renovable para el torneo.</li> <li>3. Uso de generadores eléctricos temporales como alternativa que use bajos niveles de emisiones atmosféricas.</li> <li>4. Reducción de viajes aéreos de negocios.</li> <li>5. Apoyo para que los aficionados usen transporte público y/o compartido.</li> <li>6. Uso de vehículos de bajas emisiones</li> <li>7. <i>Tree nursery</i> (vivero de árboles) usando plantas, árboles, césped y arbustos alrededor de los estadios y centros de entrenamiento.</li> <li>8. Programa de reducción de GEI y compensación por los asistentes.</li> <li>9. Compensar las emisiones de GEI restantes y apoyando proyectos regionales de reducción de carbono.</li> </ol>
<p><b>EN3</b> Minimizar la contaminación del aire en los estadios, lugares de entrenamiento, infraestructura temporal y servicios de transporte.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de generadores eléctricos temporales como alternativa que use bajos niveles de emisiones atmosféricas.</li> <li>2. Uso de vehículos de bajas emisiones.</li> <li>3. Control de contaminación en los sitios de construcción.</li> <li>4. Implementación de áreas verdes dentro y alrededor de los lugares.</li> <li>5. Control de contaminación en los sitios de operación.</li> </ol>
<p><b>EN4</b> Minimizar residuos al vertedero y promover un manejo de residuos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistema de manejo de residuos.</li> <li>2. Soluciones de reciclaje en el país.</li> <li>3. Aprovechamiento de los residuos para su correcta disposición, reciclaje o generación de nuevos productos.</li> <li>4. Concientización sobre la gestión responsable de los residuos de alimentos, hospedaje y mercancías.</li> </ol>

	5. Minimizar el desperdicio al buscar compras sostenibles.
<b>EN5</b> Minimizar el uso de agua durante la construcción y operación de lugares del torneo.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prácticas eficientes en el uso de agua durante la construcción de los estadios.</li> <li>2. Prácticas eficientes en el uso de agua durante el torneo.</li> <li>3. Concienciación para la gestión responsable del agua en los sectores de hotelería y alimentos.</li> </ol>

## EN1 Construcción sustentable

- **Contexto**

Como se mencionó anteriormente, la construcción de infraestructura puede generar emisiones de GEI como resultado del uso de energía y quema de combustibles fósiles, producción y transporte de materiales y alteraciones a la biodiversidad local. Además, se considera también la alta cantidad de desechos de construcción, desechos orgánicos, polvo, y agua.

Dentro de los requisitos de la FIFA para ser anfitrión, todos los estadios necesitaban estar diseñados y construidos siguiendo estándares de construcción sustentable. El GSAS (*Global Sustainability Assessment System*) engloba los estándares de construcción sustentable obligatorios para la certificación de los estadios (FIFA, 2021a). Esta certificación cubre 7 categorías de impacto ambiental: conectividad urbana, ubicación, energía, agua, materiales utilizados, valor cultural/económico y operación/administración. Con esto, el Comité Supremo (SC), comité organizador del torneo, se comprometió a lograr un mínimo de 4 estrellas en dicha certificación por “*Design & build* (Diseño y construcción)” y “*Construction management* (Manejo de la construcción)”.

La certificación se puede conseguir mediante diseños eficientes energética e hídricamente mediante la ventilación, aire acondicionado, iluminación, accesorios ahorradores en grifos, sistemas de recuperación e irrigación.

Los hoteles y centros de convenciones son otra infraestructura necesaria con un impacto importante en los preparativos del torneo por las cantidades necesarias de energía y agua principalmente, además de altas cantidades de residuos y emisiones de GEI. Para esto, se creó un sistema de clasificación de hoteles (QNTC) para la certificación de edificios ecológicos, prácticas de ahorro de energía y otros criterios mínimos obligatorios (FIFA, 2020).

Las expectativas de la construcción sustentable incluyen una reducción del consumo energético en un 47% y en los ahorros hídricos de 44% (FIFA, 2020).

- **Resultados**

Las expectativas de la construcción sustentable incluyen una reducción del consumo energético en un 47% y en los ahorros hídricos de 44% (FIFA, 2020).

1. Certificación en construcción sustentable para estadios y oficinas permanentes.

Todos los estadios obtuvieron certificación de por lo menos 4 estrellas en Diseño y construcción, mientras que en administración de la construcción obtuvieron A como calificación, el valor más alto (FIFA, 2023). Se menciona que se consiguió una efectividad de 42% de eficiencia energética y 40% de eficiencia hídrica.

## 2. Prácticas de construcción sostenible para infraestructura temporal de la Copa.

La infraestructura temporal de la Copa se refiere al FIFA *Fan Zone*, *Fan Festival* (centros de entretenimiento donde se veían los partidos y se llevaban a cabo actividades recreativas), los centros de entrenamiento, y centro de transmisiones. Respecto a estos primeros, se mencionan estrategias desde el desmonte y reúso de materiales utilizados para las estructuras, hasta medidas para el público de sostenibilidad como la separación de residuos y eficiencia energética. En los centros de entrenamiento se presumen logros en el control de polvos, uso de energía solar, aprovechamiento de aguas residuales, reciclaje de materiales y más del 90% de materiales fueron comprados en el mismo país para beneficio de los mercados locales (FIFA, 2023).

A pesar de dichos logros mencionados, no se mencionan cantidades o valores exactos. Por ejemplo, no se dice a cuánto equivale dicho 90% de materiales; no se menciona cuántos paneles solares, focos LED o grifos ahorradores fueron instalados ni cuál fue la reducción obtenida.

Por otro lado, el césped utilizado fue suministrado por Atlas Turf, una empresa radicada en Georgia, Estados Unidos que desde 2014 exportó más de 138,000 kilogramos de estolones para su posterior cultivo cercano a los estadios. Este césped cultivado para adaptarse a condiciones de riego de agua residual, salinidad alta en el suelo, poco viento y mucha sombra fue transportado en aviones climatizados desde Norteamérica a Doha, equivalentes a transportar más de 178 hectáreas de campo (Almendral, 2022). Esta importación de pasto añade un impacto ambiental desde el transporte especial que se contrapone a las prácticas sostenibles en los campos de entrenamiento que se presume en los resultados oficiales.

## 3. Capacitación para contratistas y operadores de obras.

Dentro de los resultados de la capacitación se mencionan 14 eventos de intercambio de conocimientos para contratistas, ingenieros, arquitectos, consultores, diseñadores y administradores involucrados en el desarrollo de la construcción de los estadios. También se mencionan capacitaciones para la certificación GSAS (FIFA, 2023). Se puede comentar que no se mencionan números de profesionales que asistieron a dichos eventos o fueron capacitados en total, por lo que su resultado carece de fundamento para generar un impacto.

## 4. Sensibilización sobre construcción sostenible para los sectores de alojamiento y organización de eventos.

Se menciona la importancia de compartir las prácticas sustentables con el sector hotelero y escolar. Los talleres con hoteles fueron 18 horas de curso con la participación de casi 100 hoteles y la creación de un informe llamado "*Working Towards Green Hotels in Qatar*". Respecto al sector educativo, se menciona haber impartido talleres a más de 40

escuelas en colaboración con Kahramaa, empresa encargada de electricidad y agua en el país. Estos talleres incluían auditorías de energía y agua a los edificios de las escuelas y capacitación a los alumnos (FIFA, 2023).

A diferencia de la iniciativa de capacitación para contratistas, la mención de resultados más específicos, cantidades de beneficiarios y publicación de informes brinda una credibilidad más elocuente a este resultado.

#### 5. Mejora de estándares y herramientas para sectores de construcción sostenibles.

Estos resultados abordan la manera en que la construcción sostenible fue tomada seriamente mediante estándares, como GSAS, que comprometen y validan sus avances. Además de mencionar el cumplimiento en lo normativo y la ponderación de dicho sistema de calificación, se agrega el aporte de una nueva herramienta a GSAS por parte del Comité Supremo de la organización de la Copa al identificar la necesidad de contar con una herramienta que determine la eficiencia energética de los sistemas de enfriamiento desde las instalaciones de refrigeración urbana (FIFA, 2023).

### ***EN2 Medir, mitigar y compensar todas las emisiones del torneo mientras se ajustan soluciones bajas en carbono en el país y la región***

- **Contexto**

Como se mencionó anteriormente, las principales fuentes de GEI en un torneo de esta envergadura provienen de combustibles fósiles utilizados en la generación de energía, transporte, construcción de los estadios, refrigeración de productos y las facilidades en algunas zonas como el aire acondicionado.

El plan de sustentabilidad menciona proyectos nacionales, independientes de la FIFA, que se llevarían a cabo en el país para tener un beneficio en su uso durante el torneo. Ejemplos de esto fueron el Metro de Doha, el tranvía de Lusail, la construcción de una planta de energía solar con capacidad de 500MW, “*Green Car Initiative*” para instalar 100 lugares de carga de vehículos eléctricos y el “*Tree Nursery*” para facilitar la absorción de GEI y contaminantes atmosféricos con la expectativa de 5,000 árboles en 850,000 metros cuadrados para ser el vivero más grande de la región (FIFA, 2020).

- **Resultados**

1. Inventario de emisiones de GEI.

Posiblemente uno de los puntos más importantes del plan de sustentabilidad de la Copa del Mundo, el Reporte de Inventario de Emisiones de GEI fue publicado en junio de 2021 de cara a las estimaciones de emisiones para la previa, durante y post torneo. Este documento de 50 páginas da un desglose detallado que argumenta el resultado de más de 3.6 millones

de toneladas de CO<sub>2</sub>e, donde el informe estima que el 99.5% de todas las emisiones se producirán durante los partidos (FIFA, 2021b).

A pesar de cumplir con la publicación del inventario y buscar la transparencia del objetivo, se pueden mencionar inconsistencias en los valores que restan credibilidad al documento. El informe menciona que la construcción de nuevos estadios equivale al 5.5% de todas las emisiones de la Copa con poco más de 206,000 toneladas de CO<sub>2</sub>e, mientras que para el estadio 972, planeado para ser temporal y ser desmontado para terminar la Copa, estima una emisión de 438,000 toneladas de CO<sub>2</sub>e; esto quiere decir que un estadio desmontable genera el doble de emisiones que la construcción de seis estadios permanentes, cuantificación poco creíble. A esto se le tiene que agregar que, en 2024, el Estadio 972 sigue en pie y todavía no ha sido removido, por lo que lo estipulado por la FIFA para ese estadio queda obsoleto. El argumento desde el gobierno qatarí menciona su uso continuo para torneos juveniles, y/o regionales de fútbol, además del deseo de buscar candidaturas con su futuro aprovechamiento en Juegos Olímpicos o Juegos Asiáticos (Marca, 2024).

Por otro lado, Carbon Market Watch (2022), agrega que el documento carece de fundamentos al omitir el cálculo de las millas aéreas por los fanáticos ni por el transporte de mercancía o productos utilizados en ese mes. Asimismo, CMW agrega que el cálculo de emisiones de los estadios es ilógico y debería ser un valor aproximado a 1.62 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e.

Además, Al Sholi et al. (2023) menciona que el impacto de la construcción de estadios es uno de los mayores en la huella de carbono para el torneo. Este estudio tuvo la colaboración de la Universidad de Qatar y el acceso a información sobre cantidades exactas de materiales y consumos para brindar un adecuado análisis de ciclo de vida en su estudio. El resultado demuestra que cada estadio tiene un impacto ambiental per cápita de asistentes diferente y concluye que parte de esta huella pudo ser reducida si se usaba un estadio de los equipos locales como Al-Sadd o Al-Rayyan. Esto les daba mayor uso a esos recintos ya construidos y ahorra una contaminación posiblemente innecesaria a la construcción de estadios que se tiene en cuestionamiento que queden en “elefantes blancos” al considerar su gran aforo, incluso reducido a la mitad después de la Copa, comparado con la asistencia promedio a estos dos equipos, 1,500 y 700 en promedio respectivamente (Football Critic, 2022).

Pese a las discrepancias en los cálculos, se cumplió el objetivo de publicar el Inventario de Emisiones, aunque su credibilidad y validez queda obtuso por sus inconsistencias y omisión de detalles a los valores. Berners-lee (2022) estima que la huella de carbono total de la Copa fue de más de 10 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e, muy superiores a los 3.6 millones oficiales (BBC Sport, 2022).

## 2. Uso de energía renovable para el torneo.

La primera iniciativa en conjunto con el gobierno de Qatar fue la planeación de la planta de energía solar Al-Kharsaah con una capacidad de 800 MW en un área de 10 kilómetros cuadrados para cubrir el 10% de la demanda eléctrica nacional. Se inauguró en octubre de

2022, antes del inicio de la Copa, con propiedad compartida de TotalEnergies y Siraj Energy, organismo nacional (TotalEnergies, 2022).

Por otro lado, la FIFA menciona haber instalado una capacidad de 1 MW de energía renovable mediante paneles solares en estacionamientos o alrededor de los estadios. A esto se le agrega la creación de un centro de investigación para estudiar la refrigeración de alta eficiencia alimentada mediante paneles fotovoltaicos (FIFA, 2020). Además, se menciona el uso y rendimiento efectivo de paneles solares en torres de iluminación, iluminación de cercas perimetrales y la iluminación LED de señalizaciones. Con estos resultados, se puede decir que esta iniciativa fue cumplida satisfactoriamente.

### 3. Uso de generadores eléctricos temporales como alternativa que use bajos niveles de emisiones atmosféricas.

Se menciona el impacto ambiental de los generadores eléctricos temporales generalmente suministrados por diésel, utilizados para satisfacer instalaciones temporales como carpas de recepción, prensa, seguridad, áreas técnicas y oficinas. Para contrarrestar esto, se utilizaron conexiones para tener suministro directo del 82% de consumo total de estas instalaciones con la red eléctrica nacional de Kahramaa. Además, en relación con el punto anterior, se menciona el uso de iluminación LED a partir de dicha energía solar, más eficiente que otro tipo de iluminación convencional.

A pesar del cumplimiento del punto, se argumenta el uso de la red eléctrica nacional ya que este suministro es por gas natural, menos dañina que el diésel. Como se mencionó anteriormente, el consumo de combustibles fósiles, incluyendo el gas natural, afectan a la calidad del aire y generan emisiones de gases de efecto invernadero. De esta manera se puede calificar como objetivo cumplido con la posibilidad de ser óptimo y con mayores áreas de oportunidad.

### 4. Reducción de viajes aéreos de negocios.

Se mencionan acciones de concientización para el personal de la FIFA sobre los compromisos climáticos del torneo y su impacto sobre el clima. Una medida interesante fue la implementación de videoconferencias para las reuniones y evitar la necesidad de viajes entre Suiza (lugar sede de la FIFA) y Qatar.

En contraparte, se menciona una medida interesante respecto a enviar a la fuerza laboral de la FIFA en clase económica para reducir las emisiones relacionadas con los viajes aéreos. Aunque puede parecer simbólico, viajar en clase económica sí genera menos emisiones per cápita, ya que permite transportar a más pasajeros en el mismo vuelo, dividiendo las emisiones totales entre más personas. Desde este punto de vista, se trata de una alternativa interesante al evitar vuelos privados, sin embargo, sigue siendo una medida limitada al comparar con el dato previamente mencionado de más de 1,200 vuelos diarios durante el torneo.

Si bien el objetivo menciona viajes de negocios, desde el inventario de emisiones se puede observar la omisión del transporte de aficionados, su impacto y la ausencia de esta para contemplar medidas que mitiguen dichas emisiones.

#### 5. Apoyo para que los aficionados usen transporte público y/o compartido.

Se menciona la implementación de la *Hayya Card*, una tarjeta de movilidad en la aplicación de la FIFA del celular que permitía a los acreedores de entradas el acceso gratuito al transporte público. Respecto a la disponibilidad de alternativas de llegada, el metro de Doha brindó una conexión directa con 5 estadios mientras que los otros 3 estaban en estaciones cercanas con la opción de autobuses de conexión.

De acuerdo con los resultados oficiales de la FIFA (2023), un 59% de aficionados utilizó el metro en los días de partido, mientras que otro 9% usó otras vías de transporte público.

#### 6. Uso de vehículos de bajas emisiones

La FIFA comparte la adquisición de 321 vehículos de bajas emisiones a partir de una colaboración con Hyundai y KIA para ser utilizados como autobuses de transporte público suministrados por energía eléctrica y el objetivo de reemplazar permanentemente a los convencionales en Qatar (FIFA, 2023). Dentro de los datos interesantes se incluyen el uso de 900 autobuses públicos con un 25% siendo eléctricos y el resto con certificación EURO 5 para reconocer que son autobuses de diésel con alta eficiencia.

#### 7. *Tree nursery* (vivero de árboles) usando plantas, árboles, césped y arbustos alrededor de los estadios y centros de entrenamiento.

El proyecto de *tree nursery* menciona la expectativa de plantar más de 16,000 árboles y 679,000 arbustos en 800,000 metros cuadrados usando agua reciclada con el objetivo de mitigar las emisiones y recolocar los árboles en otras áreas del país de forma escalonada (FIFA, 2016). Estas incluyen más de 60 especies incluidas locales y de importación aptas para sobrevivir en condiciones áridas y de bajo consumo hídrico además del uso de la mitad de la superficie para pasto.

De acuerdo con un estudio de Spanos et al. (2022), si el invernadero cumple con sus expectativas, se pueden mitigar 23,482 toneladas de CO<sub>2</sub>e al año. No obstante, de acuerdo con la página oficial de la FIFA, los datos de corte hasta el 29 de diciembre de 2022 muestran números por debajo de los prometidos, se plantaron 7,174 árboles, 169,035 arbustos y 1,100,000 m<sup>2</sup> de césped. Además, Lygdopoulos (2023) menciona el plan de Qatar de plantar en total 1.4 millones de árboles a lo largo del país, gran parte producto de este proyecto como gestor y precursor del crecimiento de estos árboles, para finalmente contar con 70,000 plantados, equivalentes al 5% propuestos inicialmente.

Aunado a esto, el pasto conseguido no es el utilizado para los estadios o centros de entrenamiento del torneo, esta responsabilidad corresponde a Atlas Turf, empresa con sede en Estados Unidos donde anualmente se importó el césped diseñado para las condiciones especiales de temperatura, humedad y poca precipitación (Atlas Turf, 2022). Además, (Reuters, 2022) reporta que este césped consume más de 10 mil litros de agua desalinizada al día durante el invierno, y 50 mil durante el verano. A pesar de no ser el césped del vivero de árboles, (Huang, 2008) menciona que el césped no es recomendable como vegetación urbana por sus características de alto consumo hídrico, vulnerabilidad a no sobrevivir si no se cumplen sus necesidades y la poca viabilidad de su adaptación en lugares con

ambientes áridos o susceptibles a sequía; por lo que el pasto del vivero de la FIFA no suena como la mejor opción.

Además, Spanos et al. (2022), menciona que se puede usar agua tratada como riego de estas plantas, aunque su rendimiento para la mitigación de carbono sería un 71% de lo esperado. Por otro lado, si se usa agua desalinizada, el rendimiento de captación de las plantas es óptimo, aunque el impacto de la desalinización por el uso intensivo de energía, lo que puede reducir o incluso anular la mitigación deseada.

#### 8. Programa de reducción de GEI y compensación por los asistentes.

Este objetivo menciona principalmente medidas de concientización como la iniciativa *Save the planet*, campaña para difundir en redes sociales el mensaje del cuidado ambiental mediante acciones como plantar un árbol, reducir las emisiones o cambiar hábitos de consumo y transporte. Para incentivar estas acciones se brindaron concursos con ganadores aleatorios entre los participantes a la vez de colaboraciones con Hyundai y el gobierno.

Dentro de este objetivo también se incursiona la labor de la tarjeta de movilidad *Hayya* para motivar a los asistentes a usar el transporte público, Por otro lado, se mencionan datos de alcance en redes sociales como más de 100,000 promesas en la campaña de Hyundai por redes sociales donde los usuarios se comprometían a una acción social cada vez que su equipo anote un gol, estos incluían el plantar un árbol, hacer limpieza de vías públicas o donar dinero por la plataforma de Hyundai. También, FIFA presume que más de 86,000 personas registraron su interés en la campaña de *Climate Action Pledge* y 4,000 manifestaron su compromiso al registrar su cuenta en la página.

A pesar de cumplir con el objetivo de brindar un programa de reducción, dar una campaña de concienciación y lograr el incentivo de otras empresas; la iniciativa tiene áreas de oportunidad al observar los números de alcance obtenidos. Para tener una comparación, la publicación de Argentina campeón del mundo en la cuenta oficial de la FIFA en la red social X, tuvo un alcance de 17.2 millones de vistas y 354,000 me gusta. Además, la cuenta oficial de la FIFA tiene 16.4 millones de seguidores en X, la de FIFA World Cup 13 millones mientras que sus versiones en español 4.5 millones y 3 millones respectivamente (X.com, 2024). Incluso si se toma en cuenta la cantidad de aficionados al fútbol mundialmente, valorada en aproximadamente la mitad de la población, los números presumidos no dejan de ser bajos y con un amplio margen de mejora para brindar un mayor impacto en sus aficionados, además de tomar en cuenta si esa influencia a las personas se va a traducir en acciones.

#### 9. Compensar las emisiones de GEI restantes y apoyando proyectos regionales de reducción de carbono.

Respecto a este punto no hay una publicación oficial que hable de medidas ni objetivos de proyectos regionales para compensar las emisiones. Como se mencionó al inicio del capítulo, los proyectos implementados a través de Global Carbon Council solo han incluido 3 proyectos en países europeos y muy por debajo de los valores para mitigar las emisiones

oficiales del torneo, ya de por sí inferiores a estimaciones más realistas sobre la verdadera emisión.

***EN3 Minimizar la contaminación del aire en los estadios, lugares de entrenamiento, infraestructura superpuesta y servicios de transporte, promoviendo acceso a tecnologías más limpias***

- **Contexto**

La mala calidad del aire y las altas concentraciones de contaminantes hacen de la contaminación atmosférica uno de los principales problemas de Qatar. Además, la esperada construcción de infraestructura necesaria hace evidente la inminente aparición de polvo y emisiones durante estos procesos.

- **Resultados**

1. Uso de generadores eléctricos temporales como alternativa que use bajos niveles de emisiones atmosféricas. (mismo punto EN2.3)
2. Uso de vehículos de bajas emisiones. (mismo punto EN2.6)
3. Control de contaminación en los sitios de construcción.

Se menciona la implementación de medidas obligatorias de control de polvos y emisiones al ser obligatorias en la certificación GSAS para finalmente cumplir con el objetivo y publicar una guía de mejores prácticas respecto al tema. De acuerdo con los resultados publicados, los 8 estadios cumplieron con el estándar y cumplieron el objetivo oficial de la FIFA (FIFA, 2022c)

4. Implementación de áreas verdes dentro y alrededor de los lugares.

La FIFA menciona la creación de 11 parques y recintos deportivos en los alrededores el estadio, además de la acción del gobierno de implementar ciclovías y senderos que conectan a los estadios y suman más de 2,000 kilómetros de camino. Aunado a esto, se agrega la revitalización de 12 playas públicas, la construcción de un lago artificial y el aprovechamiento de árboles suministrados por el vivero anteriormente mencionado de *tree nursery*.

Al buscar mediante imágenes satelitales los estadios, se puede comprobar que sí fueron construidos y siguen en buen estado. La observación que se puede hacer es que la opción de Google Street View para tener una vista a pie de calle de estos parques permite ver que no se encuentra ninguna persona disfrutando las áreas verdes (Ilustración). Incluso al tomar en cuenta las condiciones geográficas que complican el ocio al aire libre en el país, ese aspecto desolado deja en duda si se está obteniendo algún beneficio de recreación.



*Ilustración 3.2 Vista del exterior del estadio Al Janoub. (Google Street View, 2023)*

## 5. Control de contaminación en los sitios de operación.

El requisito de buena calidad del aire al interior de los estadios era obligatorio para el cumplimiento de la certificación GSAS. Se usaron torneos previos a la Copa del Mundo como la Copa Árabe en 2021 para brindar mediciones y evaluar el certificado que finalmente dieron visto bueno aunque no se menciona o hace referencia al reporte final o documento que dé constancia. Medidas ajenas a los estadios también dieron mejoras en la calidad del aire como el reemplazo de autobuses a flotas eléctricas, generadores que no usan diésel y gestión del tráfico con medidas normativas más exigentes para evitar un congestionamiento de coches en las principales vías de la ciudad.

### ***EN4 Minimizar residuos al relleno sanitario y promover un manejo de residuos, así como soluciones de reciclaje en el país***

- **Contexto**

La generación de altas cantidades de residuos ocurre en las tres etapas de una Copa Mundial: pre, durante y post. Desde la preparación hasta la puesta en escena y las actividades posteriores, incluyendo la construcción y su desmantelamiento, infraestructura temporal, alimentos, mercancía vendida y catering para los organizadores durante las fases del torneo.

El país, para el torneo presentó como meta incrementar el reciclaje a un 15% de residuos sólidos generados para 2022. A su vez que se buscaba incrementar la proporción de materiales reciclados en la construcción a un 20% de los materiales totales para 2022, dando un enfoque principalmente al reuso y reciclaje de los residuos de la demolición y residuos industriales o manufactureros como escorias de hierro, desechos de lavado de arena, desechos de cantera y de las refinerías de petróleo. Además, se esperaba que más del 90% de residuos recibieran un segundo uso (FIFA, 2021a).

- **Resultados**

1. Sistema de manejo de residuos.

Se mencionan datos interesantes como:

- i. 79% de residuos de la construcción se desvió de los rellenos sanitarios.
- ii. 77% de residuos generados en los estadios fueron reciclados y el 55% del FIFA Fan Fest.
- iii. Se distribuyeron 43,000 botellas reciclables al staff y trabajadores, así como más de 300,000 botellas de plástico se reciclaron con la instalación de bebederos en los estadios.
- iv. Más de 8 toneladas de comida fueron donadas a beneficencia.
- v. Los estadios tuvieron porcentajes de residuos de construcción desviados del relleno sanitario entre 72 y 95%.

Se menciona un programa de gestión de residuos detallado respecto a su clasificación, uso de materiales y planes para cada material como el uso de envases y platos reutilizables para la comida de servicios de catering. Otro dato interesante sobre una medida óptima es sobre las señalizaciones y objetos de un solo uso, que fueron diseñados de manera innovadora para ser reutilizados y reciclados para un uso posterior.

Este objetivo es de los que presentan resultados más completos y detallados, con la única observación de incertidumbre respecto a observar las cantidades totales para tener más validez sobre sus datos y no solamente un sesgo que permita ver un acierto en las acciones.

2. Soluciones de reciclaje en el país y
3. Aprovechamiento de los residuos para su correcta disposición, reciclaje o generación de nuevos productos.

Se mencionan las labores de reciclaje y compostaje a las que se sometió el país en relación con los preparativos del torneo a la vez de cumplir con el Plan Nacional 2030 sobre incrementar sus tasas de reciclaje. Dentro de los materiales aprovechados se encuentran vidrios para su trituración y uso como material de construcción, residuos orgánicos en composta, papel y cartón para manufactura de cajas, plástico para su reciclaje en botes o tuberías y madera para carteles.

Se relaciona con el punto anterior al presentar el desglose de qué fue lo que pasó con los materiales reciclados, aunque ninguno de ambos puntos presenta cantidades detalladas o un ejemplo claro con producciones grandes sobre estos resultados como los carteles o cajas.

4. Concientización sobre la gestión responsable de los residuos de alimentos, hospedaje y mercancías y
5. Minimizar el desperdicio al buscar compras sostenibles.

El programa *OneTide* fue la forma en la que el Comité Organizador brindó actividades que incluían talleres, juegos y pláticas para trabajadores, aficionados y habitantes locales. También se menciona la colaboración con 100 hoteles locales mediante talleres y cursos para fomentar la reducción de desperdicios, para dar más validez publicaron el reporte “*Green hospitality in Qatar*” (FIFA, 2022a).

Similar a otros puntos que mencionan campañas de concientización, las acciones son adecuadas, aunque el alcance es mínimo. Un ejemplo en esta sección es que el pabellón de *OneTide* recibió la visita de 100,000 personas, valor que resta impresión comparado con los más de 2 millones de visitantes durante el torneo.

### ***EN5 Minimizar el uso de agua durante la construcción y operación de lugares del torneo, también promover la conservación de ésta***

- **Contexto**

Debido a los problemas mencionados anteriormente sobre falta de disponibilidad de agua potable, se ve evidente la necesidad de ajustar medidas para reducir el consumo. Dentro de estos se contemplan medidas en la construcción, enfriamiento, riego, sanitarios, aprovechamiento de agua tratada y maximizar la capacidad de esta de un 50 a 70% para 2022 (FIFA, 2020).

- **Resultados**

1. Prácticas eficientes en el uso de agua durante la construcción de los estadios.

Un requisito de la certificación GSAS era la correcta gestión del agua durante la etapa de construcción, para eso la FIFA presentó los datos de 5 de 8 estadios para dar validez: Estadio 974, Estadio Ciudad de la Educación, Estadio Ahmed Bin Ali, Lusail y Al Thumana; los otros estadios no fueron considerados por una reforma en la certificación durante la construcción que alteró los procesos y fue omitido.

Un dato interesante es que el consumo de agua en esos estadios fue de 1,786,082 m<sup>3</sup> y 1,079,0642 m<sup>3</sup> son de agua reciclada, esto quiere decir que el 60% fue agua de segundo uso (FIFA, 2023).

Además, el informe “*Water Use, Best practices for construction sites*” es un documento de 39 páginas que detalla las acciones, medidas y resultados para llegar a dicha certificación (GSAS, 2023).

2. Prácticas eficientes en el uso de agua durante el torneo.

Se menciona la instalación de grifos ahorradores, sistemas de aspersores inteligentes, uso de agua tratada en paisajismo como fuentes y la certificación GSAS en este ámbito. El consumo total de agua de los estadios durante el torneo fue de 96,693 m<sup>3</sup> y se publicó el informe “*Energy & Water Performance Report*” (GSAS, 2023) que da un mayor desglose a estos consumos y justifica el dato de haber utilizado 40% menos agua en comparación al Código Internacional de Plomería.

3. Concienciación para la gestión responsable del agua en los sectores de hotelería y alimentos.

Dentro de esta área se menciona el anteriormente mencionado “*Green key initiative*” donde la FIFA, el gobierno qatarí y 100 hoteles colaboraron con talleres, pláticas y cursos. Parte de estos temas fue el hídrico y se usó como incentivo el reconocimiento a los hoteles totalmente comprometidos a la eficiencia energética, hídrica y de residuos; para el inicio del torneo 13 hoteles tenían el premio “*Green key*” para certificar dichos logros.

Este punto es el más eficiente al sector hídrico al tomar en cuenta que es la única información que se menciona sobre campañas de concientización, en comparación con los otros rubros que tuvieron campañas más activas e involucradas con escuelas, aficionados y trabajadores. Además, dentro del sector hotelero, 13 hoteles certificados en un país con más de 300 es un valor muy pobre. Quedaron muchas áreas de oportunidad al saber que el país es de los que más sufren estrés hídrico como se pudo ver al inicio del capítulo.

### **3.1.5 Crítica de la estrategia y análisis de las acusaciones de greenwashing**

Con la Tabla 3.6 se desglosa una ponderación propia del cumplimiento de los resultados de las propuestas ambientales del Plan de sostenibilidad de la FIFA. Se consideró un valor de un punto (✓) cuando se cumplió el objetivo,  $\frac{3}{4}$  cuando se cumplió el resultado, aunque con la omisión de datos o alcance que no terminan de convencer,  $\frac{1}{2}$  cuando se cumplió, pero la magnitud de los números presentados tiene muchas áreas de mejora y  $\frac{1}{4}$  cuando se cumplió, pero el resultado tiene áreas de mejora y el impacto del cambio es considerado intrascendente. Con este tipo de evaluación, el resultado equivale a una calificación de 6.41 sobre 10.

Esta puede presentar un sesgo al contemplar todas las iniciativas con el mismo valor de un punto, lo que implica un resultado subjetivo al considerar con la misma magnitud a todos los resultados, aunque el nivel de dificultad, inversión y área son diferentes. Si se hiciera un ajuste a los valores donde el nivel de puntaje es mayor a esos resultados avanzados como la compensación de carbono, y menor a objetivos menores como la concientización y campañas de difusión, el resultado sería más contraproducente debido a que gran parte de los aciertos vienen de estas actividades menores y las faltas son en las más importantes.

**Tabla 3.6 Evaluación de resultados de las iniciativas ambientales del Plan de Sustentabilidad de la FIFA. Elaboración propia**

Tema/Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
EN1 Construcción sustentable	✓	1/2✓	1/2✓	✓	✓					4/5
EN2 Emisiones de GEI	⊖	✓	1/2 ✓	⊖	✓	✓	⊖	1/4✓	⊖	3.75/9
EN3 Calidad del aire	1/2✓*	✓**	1/2✓	✓	✓					2.5/3
EN4 Reducción de residuos	3/4✓	3/4✓		1/2✓						2/3
EN5 Conservación del agua	✓	✓	1/2 ✓							2.5/3
<b>Total</b>	<b>14.75/23 = 6.41</b>									

\*Es el mismo objetivo que EN2.3, por lo que se omite el valor de ese resultado

\*\*Es el mismo objetivo que EN2.6, por lo que se omite el valor de ese resultado

Al observar la Tabla 3.6, el área que menos resultados presentó y bajó la calificación general es el de las Emisiones de GEI. Sin este rubro, la ponderación queda en 11/15, equivalentes a 7.86/10. Además, esta categoría es la que tuvo mayor polémica con el documento de Reporte de Inventario de emisiones con dudas en su veracidad y concordancia de los datos, los programas de compensación deficientes y el vivero que no cumplió con los números prometidos.

Posterior al torneo, el 7 de junio de 2023, la Comisión Suiza de Justicia, un organismo independiente que se encarga de recibir quejas relacionadas con las prácticas publicitarias para evaluar la publicidad engañosa o inapropiada, estipuló que la FIFA incurrió en estas faltas con la Copa Mundial de 2022 (Climate Law, 2023). Esto después de recibir cinco denuncias desde distintas organizaciones no gubernamentales (ONGs) de Bélgica, Francia, Holanda, Suiza y Reino Unido, que externaron su inconformidad respecto a la FIFA con su campaña de ser neutral en carbono y considerarlo un ejemplo de *greenwashing* al hacer creer al público que sus actividades eran amigables con el ambiente.

La Comisión Suiza de Justicia declaró culpable a la FIFA con el argumento de que los aficionados se pueden crear expectativas específicas al recibir publicidad que se jacta de dar resultados absolutos (BBC Sport, 2023). La falta de sustento de sus cálculos y consideración de todas las fuentes de emisiones hasta demostrar que se compensan en su totalidad fueron motivos para concluir que era publicidad engañosa, ya que la FIFA no respondió en su momento ni dio argumentos respecto a dichas dudas.

Al ser una Comisión, no tiene un poder como lo es un tribunal y sus decisiones no implican sanciones económicas, por lo que el veredicto quedó en la recomendación a la

FIFA de que se abstenga de hacer declaraciones de esa índole en el futuro y omita declarar que el torneo de 2022 fue neutro en carbono. A pesar del poco castigo recibido, no deja de ser un paso para lo que De Spiegeleir (2023) considera un avance en el movimiento de litigio climático. Por otro lado, Notre Affaire à Tous (2023) menciona que esas mismas sanciones incurren en el artículo 3.1 de la Ley Federal Suiza sobre Competencia Desleal, donde este incumplimiento sí implica procedimientos penales.

Estas denuncias fueron basadas en el documento de Carbon Market Watch (2022) este menciona sus dudas en la evaluación oficial de la FIFA en sus estimaciones de carbono generado al no incluir algunos aspectos en su sumatoria, como el mantenimiento y operación de los estadios, la efectividad de sus medidas de mitigación, el vivero de árboles y los bonos de carbono.

El mismo documento de CMW menciona discrepancias en el cálculo de la huella de carbono, al considerar solo los días del evento y no una operación de los estadios cuantificada a largo plazo. Además, la omisión de datos del estadio 972 respecto a su desmonte a través del transporte y operación de maquinaria de construcción de dicho proceso. De todas maneras, como se mencionó anteriormente, el estadio no ha sido desmontado. Finalmente, la FIFA afirmó que alcanzaría la neutralidad de carbono incluso antes del inicio del torneo (FIFA, 2021b), CMW considera esta acción prematura e inexacta ya que recomiendan que las emisiones reales solo se pueden calcular hasta finalizado el evento.

En conclusión, la Copa Mundial de la FIFA 2022 no cumplió los objetivos ambientales que se propusieron, su promesa de neutra en carbono fue meramente publicitaria y se presentan varias áreas de oportunidad principalmente en la huella de carbono, tema que coincide con uno de los que más deben importar de cara a la siguiente edición en 2026 que va a ser tema por las grandes distancias entre las distintas ciudades sede de los tres países anfitriones: Canadá, Estados Unidos y México.

## **3.2 Estimación de la huella de carbono potencial de la Copa Mundial de la FIFA 2026**

### **3.2.1 Contexto general de la planeación de la Copa Mundial de la FIFA 2026**

La Copa Mundial de la FIFA 2026 será la vigésima tercera edición del torneo a realizarse entre el 11 de junio al 19 de julio de 2026 en Canadá, Estados Unidos y México (BBC, 2018). Este torneo será el primer Mundial con tres países anfitriones además de ser la primera ocasión en la que el torneo se juega en suelo canadiense, la segunda vez para Estados Unidos, anteriormente en 1994, y la tercera para México, que se convierte en el primer país en ser anfitrión en tres ediciones: 1970, 1986 y 2026. Este torneo será también

el primero en ampliarse a 48 equipos participantes, en contraste con los habituales 32 equipos que han competido desde 1998, lo que refleja el crecimiento global del torneo.

La candidatura tripartita para albergar este torneo fue elegida ganadora en junio de 2018 durante el 68° Congreso de la FIFA al ganar en la votación a Marruecos, único rival en la contienda, por 134 votos contra 65 (Forbes, 2018). Por otro lado, la decisión de cambiar el formato para tener más participantes fue aprobada en marzo de 2023 en el 73° Congreso de la FIFA. Según el análisis del Consejo de la Organización, los factores principales para tomar la decisión incluyen el bienestar de los jugadores, mayor facilidad para el desplazamiento de los equipos, a la vez de un atractivo comercial y deportivo con esta ampliación (FIFA, 2023). Sin embargo, en dichos comentarios no se menciona el impacto ambiental que esta expansión puede tener; el incremento del 50% de los equipos y del 62.5% en el número de partidos, al pasar de 64 a 104, conlleva un mayor consumo de recursos y emisiones que deben ser evaluados cuidadosamente en términos de sustentabilidad.

Respecto al torneo per se, 16 estadios van a albergar el torneo (Tabla 3.7) divididos en 11 ciudades estadounidenses, 2 en Canadá y 3 en México donde estos últimos países solo van a tener 13 partidos cada uno con los octavos de final como la etapa más avanzada para albergar un juego en Vancouver y Ciudad de México respectivamente (ESPN, 2024a).

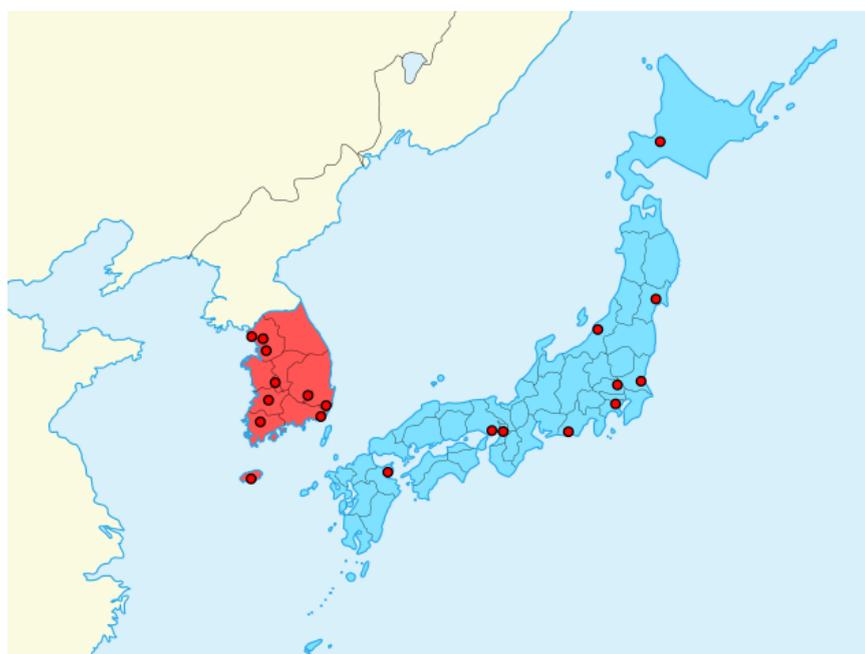
**Tabla 3.7 Cantidad de partidos y ciudades por país del Mundial 2026. Obtenido de (ESPN, 2024).**

<b>País anfitrión</b>	<b>Cantidad de ciudades sede</b>	<b>Partidos</b>
Estados Unidos	11	78
México	3	13
Canadá	3	13

Una anotación importante es que esta edición es la que va a tener la mayor cantidad de ciudades anfitrionas, 16, en una Copa del Mundo desde el 2002 (Imagen 4.1), cuando el torneo de Corea-Japón tuvo 20 estadios diferentes (Imagen 4.2) (FIFA, 2023) con la notoria diferencia de que la distancia entre las ciudades más alejadas de ese torneo, entre Seogwipo y Sapporo, es de 1,686 kilómetros; mientras que la distancia más larga para 2026 es de las propias ciudades de Vancouver a Ciudad de México con 4,767 kilómetros (Google Earth, 2024). A pesar de que no hubo equipos que hicieron ese viaje entre los países asiáticos y no habrá el escenario en 2026 por las mismas cuestiones de logística, esta comparativa sirve como ejemplo para apreciar que el próximo Mundial será el más extenso en distancia entre las ciudades sede de la historia de las Copas del Mundo y en general de los mega eventos deportivos.



*Ilustración 3.3 Ciudades sede de la Copa del Mundo de 2026. Obtenido de (BBC, 2018)*



*Ilustración 3.4 Ciudades sede de Corea-Japón 2002. Obtenido de (Wikipedia, s.f.)*

El Mundial 2026 va a ser un desafío único en términos de organización y logística debido a la gran escala anteriormente mencionada. La decisión de ampliar el número de equipos, y el consiguiente aumento de partidos, implica no solo un esfuerzo coordinado para la organización, sino también una gestión eficiente de los recursos y un control exhaustivo a partir de los distintos contextos socioeconómicos de las 16 ciudades sede en los 3 países norteamericanos. El gran cuadrante que va a albergar el torneo hace que el transporte de equipos y aficionados vaya a ser uno de los principales sectores emisores de carbono. Asimismo, la infraestructura necesaria, principalmente en hotelería, y el suministro de energía añadirán un gran porcentaje a la huella ambiental del evento.

Este capítulo tiene como objetivo principal presentar una estimación detallada de la huella de carbono del Mundial 2026 al analizar los sectores y actividades que contribuirán significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero, a la vez de tomar en

cuenta la disponibilidad de datos para hacer una cuantificación lo más precisa posible. A través de este análisis, se busca identificar las áreas de oportunidad donde se pueden implementar medidas de mitigación, así como propuestas de posibles soluciones o alternativas que reduzcan este impacto.

Para cuantificar la huella de carbono, se empleará una metodología de cálculo basada en las normas y guías reconocidas como el GHG Protocol, UK BEIS, US EPA y las normas ISO mencionadas en el capítulo anterior. Además, se va a adoptar un enfoque sectorial donde se busca dar un desglose de las emisiones por áreas clave con métodos de cálculo bottom-up y top-down para permitir una perspectiva integral que combine precisión y generalidad a partir de los datos disponibles, públicos y gratuitos. Finalmente se va a dar una mención al contexto normativo de los tres países respecto a los compromisos climáticos locales, a nivel estatal o nacional, y los internacionales a la vez de contemplar los Objetivos de Desarrollo Sostenible utilizados como marco de referencia para su cumplimiento en los Planes de Sostenibilidad de la FIFA.

### **3.2.2 Consideraciones del contexto normativo regional**

Dado el impacto ambiental significativo que se espera del Mundial 2026, es fundamental considerar el marco normativo y los compromisos climáticos que influirán en la organización del evento en los tres países. Los acuerdos de emisiones a los que están sujetos los países sede, por ejemplo, establecen metas concretas para mitigar el cambio climático y orientan a los países hacia la acción climática mediante la promoción de prácticas sostenibles en todos los sectores. Finalmente, se analizará la normativa local aplicable de los tres países en áreas clave como la gestión de residuos y el uso de energías para identificar aquellas leyes que establecen límites y directrices para reducir el impacto ambiental en grandes proyectos. Este contexto normativo proporciona un marco para el cálculo y evaluación de la huella de carbono.

Dentro de los compromisos climáticos internacionales se encuentran diversas iniciativas y acuerdos que establecen lineamientos y metas específicas en la lucha contra el cambio climático. Dentro de los principales compromisos que los países sede son parte se encuentran:

- **Acuerdo de París**

El Acuerdo de París es el tratado internacional más importante sobre el cambio climático que entró en vigor en noviembre de 2016. El objetivo de este es limitar el calentamiento mundial por debajo de los 2 grados centígrados mediante esfuerzos para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos (CMNUCC, 2016).

Los países parte del Acuerdo presentan sus planes de acción climática conocidos como contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés). Este documento se presenta de forma independiente, donde cada nación establece sus propias metas, plazos de tiempo, medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. A pesar

de poder presentar sus objetivos a plazos de 5 años, son necesarios reportes de avances hacia las metas, por lo que la actualización es constante.

Estos reportes plasman las acciones que los países contemplan para reducir las emisiones y, por ende, su huella de carbono. En el caso de México, la NDC más reciente menciona planes de reducir las emisiones de la construcción, una transición al transporte eléctrico o de bajas emisiones, aplicación de energías alternativas, un manejo inteligente de residuos y eficiencia en productos producidos nacionalmente para minimizar el impacto ambiental por importación (SEMARNAT, 2022). Respecto a Canadá, mencionan el compromiso de reducir en un 40% los niveles del 2005 para el 2030, una transición a la energía hidroeléctrica y solar, fomentar vehículos eléctricos y una conservación forestal en la gran extensión de bosques de dicho país (Government of Canada, 2024c).

Estados Unidos estuvo un tiempo fuera del Acuerdo de París durante la administración de Trump, aunque volvió oficialmente en 2021 (US Department of State, 2021). La NDC de este país menciona el objetivo de reducir en un 52% las emisiones del 2005 para 2030 (UNFCCC, 2021). Este menciona objetivos específicos en energías, transporte, construcción, actividades industriales y agricultura; un ejemplo es la meta de tener electricidad 100% libre de emisiones de carbono para 2035.

Como se puede ver, los tres países son parte del Acuerdo de París y, aunque su incumplimiento no implica sanciones económicas o castigos palpables, este tipo de acciones suponen un compromiso de transparencia y presión entre pares para incentivar el cumplimiento. Al hacer públicas sus metas, los países se comprometen a lograrlas, de lo contrario se supone una cuestión y presión internacional (Fodróczy, 2021).

- **Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible**

La Agenda 2030 es un acuerdo global adoptado en 2015 por los países miembro de las Naciones Unidas para guiar el desarrollo sostenible hasta el año 2030. Esta agenda establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con enfoques de medio ambiente, economía, desarrollo social y gobernanza. Dentro de sus acciones incluyen el erradicar la pobreza, proteger el planeta y acciones por el cuidado del ambiente (Naciones Unidas, s.f.).

Similar al Acuerdo de París, cada país determina sus prioridades y planes de acción de acuerdo con sus propias circunstancias y desafíos, donde el reporte de avances es mediante los Informes Nacionales Voluntarios (Naciones Unidas, s.f.). Las revisiones permiten a cada país rendir cuentas de su progreso y recibir el apoyo económico necesario a través de la comunidad internacional para superar desafíos específicos. Cada país cuenta con sus propias metas e indicadores cuantificables para estimar el progreso de estos. De igual manera, esta Agenda no implica sanciones por el incumplimiento, los ODS implican metas en conjunto para el año 2030 que alientan a los países a trabajar colectivamente hacia dichos objetivos.

Además, la ONU plantea la Agenda 2030 en colaboración con organismos internacionales donde la FIFA es parte de esta, por lo que existe una relación directa que supone una colaboración más integrada de los ODS en los mega eventos deportivos que la FIFA organiza desde la planificación y organización del evento. Dentro de los ODS

relacionados aplicables específicamente al tema del medio ambiente en el Plan de Sostenibilidad del Mundial de 2022 se encuentra el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), ODS 12 (Producción y consumo responsable) y el ODS 13 (Acción por el clima) (FIFA, 2020).

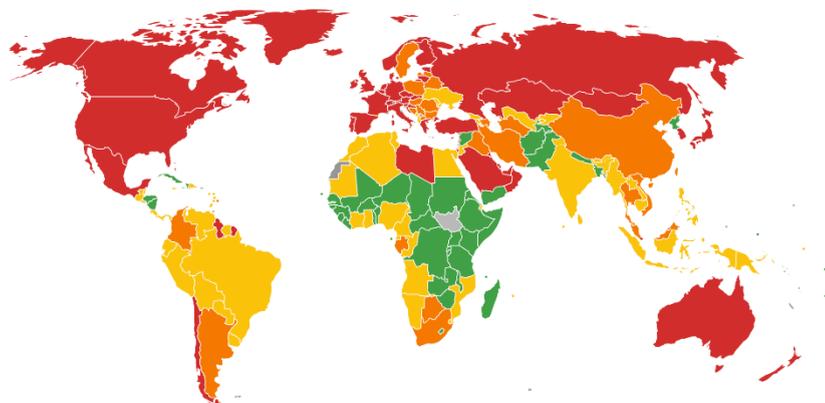
Respecto a las acciones de cara a la reducción de las emisiones, el ODS 13 es el más específico en el tema, donde se menciona que las emisiones globales tendrían que disminuir en 2030 en un 45% respecto a lo emitido en 2010 para lograr una tendencia de disminución de neutralidad en 2050 (Pacto Mundial Red Española, 2024).

Los tres países anfitriones al ser parte de la ONU están comprometidos con la Agenda 2030. México ha presentado su Informe Nacional Voluntario más reciente en 2024, aunque el documento no menciona resultados con datos numéricos o avances medibles en temas ambientales, su mención más cercana es el “Programa Sembrando Vida” para combatir el cambio climático (SE, 2024a). A pesar de que no aparecen en dicho informe, en el portal de ODS de México (SE, 2024b) se puede verificar el avance cuantitativo de las metas a través de indicadores propios, además de la posibilidad de hacer una revisión estatal.

Canadá, en su actualización anual de 2024 mencionó un enfoque específico en 5 ODS, donde el ODS 13 de Acción por el clima es parte de estos. El cambio climático fue una prioridad nacional debido a los eventos como alertas de calor, inundaciones o incendios que fueron constantes en dicho país, por lo que se concentró mayor atención en el tema ambiental que resultó en nuevos programas de Estrategias Nacionales de Adaptación (Canada.Ca, 2024). Respecto a las emisiones de GEI, Canadá sigue generando menores emisiones a las de 2019, es decir que los niveles siguen en tendencia a la baja desde pandemia, mientras que se estiman emisiones un 34% menores a las conseguidas en 2005 para el año 2030, aunque el objetivo es de llegar al 40% por lo menos (ECCC, 2023). Estados Unidos, por su parte, solo ha publicado un Informe Nacional Voluntario donde se mencionan planes para reducir las emisiones de GEI y se presume que las emisiones per cápita han reducido en un 25% comparados con el año 2000 (SDSN, 2021).

Por otro lado, *Sustainable Development Report* es un informe anual que evalúa el progreso global hacia el logro de los ODS que proporciona una visión integral del estado del mundo en los avances rumbo a la sostenibilidad a través de una serie de indicadores globales, uno de ellos es el índice SDG que clasifica a los países según su desempeño con los ODS (SDG, 2024). Este ranking posiciona a Canadá en el puesto 25, Estados Unidos en el 46 y México en el 80 de 146 países. A pesar del bajo lugar de México, el marcador de derrame (*spillover score*) de México es de 90.22, esto quiere decir que es de los países que tienen un mayor impacto positivo en el progreso global sin tener acciones que brinden un impacto notorio internacional, aunque por propios desafíos internos significativos, todas las propuestas y acciones no se han podido plasmar a nivel doméstico para mejorar su propio bienestar. En contraparte, Canadá y Estados Unidos tienen un marcador de 68 y 61 respectivamente, lo que quiere decir que todavía falta mucho que recorrer en estos países para minimizar su impacto a nivel internacional. Para complementar este dato, Estados Unidos es uno de los siete principales emisores que representan aproximadamente la mitad de las emisiones mundiales de GEI, mientras que el G20, que incluye a los tres países anfitriones, es responsable del 75% de las emisiones mundiales de GEI (Net Zero Coalition, 2022).

Finalmente, respecto a los ODS mencionados más afines al medio ambiente y emisiones, los tres países aparecen con tener grandes desafíos por cumplir (Imagen 4.3), lo que implica un factor en cuenta de cara a los preparativos de la Copa del Mundo y, en el caso de Estados Unidos, los Juegos Olímpicos de 2028.



*Ilustración 3.5 Nivel de desafío del ODS 11 por país, en verde los que menos problemas tienen, en rojo los que más desafíos tienen en la actualidad. Obtenido de (SDR, 2024)*

- **North American Climate, Clean Energy and Environment Partnership**

La North American Climate, Clean Energy and Environment Partnership fue una iniciativa regional lanzada en 2016 por Estados Unidos, Canadá y México. Este acuerdo tenía como propósito coordinar acciones concretas hacia la transición a energías limpias para la reducción de emisiones de GEI y la protección del ambiente a través de esfuerzos conjuntos. Además, estableció metas ambiciosas para aumentar las cantidades de energía generada mediante alternativas a los combustibles fósiles. Al ser firmado en 2016 con administraciones pasadas y pocas acciones relacionadas a esta colaboración, organismos como la IEA (Agencia Internacional de Energía) consideran este acuerdo como finalizado o inactivo (IEA, 2022).

A pesar del poco uso registrado de este documento y las turbulencias políticas domésticas y entre estos países, Jonathan Wilkinson (2024), Ministro de Energía y Recursos Naturales de Canadá, considera al CUSMA, el acuerdo económico más reciente entre estos países, como una muy buena oportunidad para volver a fomentar la colaboración de cara al cuidado del ambiente y a una transición energética. Por lo tanto, volver a pensar en una iniciativa tripartita en un futuro cercano para reducir las emisiones no suena tan utópico.

- **Normativa local en los tres países**

- **México**

- **Ley General de Cambio Climático (LGCC)**

Es el marco legal más importante en México para mitigar los efectos del cambio climático. Fue promulgada en el 2012 y establece lineamientos para reducir las emisiones de GEI en sectores clave de la economía, así como promueve políticas de adaptación y resiliencia ante el cambio climático (SEMARNAT, 2021). Esta ley establece el compromiso

de México en el Acuerdo de París y el seguimiento a la aplicación del Programa Nacional de Adaptación de Cambio Climático.

A pesar de que los mega eventos deportivos no tengan una relación directa, el compromiso de esta ley respecto a la reducción de emisiones genera un compromiso indirecto en los organizadores del evento y las autoridades locales.

- **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

Esta ley tiene como objetivo propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos, ya sean peligrosos, sólidos urbanos o de manejo especial. Esto incluye la prevención de la contaminación de los sitios con estos residuos, llevar a cabo su remediación y aplicar los protocolos necesarios para su manejo correcto (DOF, 2015).

- **Ley de Transición Energética**

Esta ley tiene como objetivo regular el aprovechamiento sustentable de la energía a través del consumo de energías limpias y la reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica (DOF, 2015).

- **Ley de Aguas Nacionales**

Es la ley más importante a nivel nacional respecto al uso de las aguas en todo territorio mexicano; esto incluye su distribución, control, calidad y cantidad para lograr un desarrollo sustentable (PROFEPA, 2016).

- **Reglamentos de construcción y ordenamientos urbanos locales**

Cada estado cuenta con su ley de disposiciones que regulan la construcción de obras en sus ciudades de forma obligatoria para realizar proyectos de construcción, modificación, ampliación, instalación y demolición. En Ciudad de México es el Reglamento de Construcción y Ordenamiento Urbano de la Ciudad de México (PAOT,2018). Por otro lado, en Monterrey y Guadalajara, las otras ciudades sede del torneo en México, se aplica el Reglamento para las construcciones del municipio de Monterrey, Nuevo León (Gobierno de Monterrey, 2021) y el Reglamento de Gestión del Desarrollo Urbano para el Municipio de Guadalajara (Gobierno de Guadalajara, 2006) respectivamente.

- **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)**

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) establecen lineamientos técnicos obligatorios, requisitos, especificaciones y métodos de prueba para asegurar la calidad y seguridad en distintos sectores como salud, residuos, construcción, energía, calidad del agua, calidad del aire, salubridad de alimentos, protección de ecosistemas, etc. (SE, 2021). Dentro de las normas que pueden aplicar para la organización y administración de la Copa del Mundo se encuentran:

- NOM-001-SEDE-2021: Instalaciones eléctricas y su utilización.
- NOM-025-SSA1-2021: Criterio para evaluar la calidad del aire de partículas PM10 y PM2.5.
- NOM-085-SEMARNAT-2011: Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión.
- NOM-043-SEMARNAT-1993: Establece los límites máximos de emisión de partículas a la atmósfera de fuentes fijas.
- NOM-161-SEMARNAT-2011: Criterios para clasificar los Residuos de Manejo Especial y los planes de manejo.
- NOM-081-ECOL-1994: Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido

- **Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013**

Esta norma mexicana tiene como objetivo establecer los criterios y requerimientos ambientales mínimos en la edificación para la mitigación de impactos ambientales, es obligatoria en todo el país (SE, 2013).

- **Canadá**

- **Ley Canadiense de Protección Ambiental (CEPA)**

*Canadian Environmental Protection Act (CEPA)* es la ley principal del gobierno canadiense para la protección del medio ambiente y salud pública. De esta derivan regulaciones sobre la emisión de contaminantes, límites permisibles, sustancias prohibidas, gestión de residuos además de generar ramas de otras leyes menores para cada tema específico. Un ejemplo es la creación de *Air Quality Management System (AQMS)* para el monitoreo de la calidad del aire (Government of British Columbia, 2018). La CEPA cubre las bases para políticas y programas para reducir contaminación atmosférica, hídrica y del suelo además de exigir evaluaciones de impacto ambiental para los proyectos en desarrollo.

- **Reglamento de la calidad del aire y emisiones**

La anteriormente mencionada *Air Quality Management System (AQMS)* es un sistema de gestión de calidad del aire implementado por la CEPA. A través de este se asignan responsabilidades a nivel federal, provincial y territorial para gestionar y mejorar la calidad del aire en Canadá al proporcionar límites y estándares para contaminantes específicos. Además, el gobierno canadiense proporciona inventarios de emisiones a nivel nacional y estatal, como el *National Pollutant Release Inventory (NPRI)*, que promueve la transparencia al registrar y mostrar públicamente las emisiones por fecha y tipo de contaminante. Finalmentel, la CEPA desde su publicación en 1999 establece las políticas nacionales obligatorias en relación con la calidad del aire (Canada.Ca, s.f.).

- **Ley de Cambio Climático y Resiliencia de Carbono**

Esta ley tiene como nombre original *Canadian Net-Zero Emissions Accountability Act* y es la legislación producto de Canadá del compromiso al Acuerdo de París y presenta objetivos de reducción de emisiones de GEI para 2050 a través de metas menores con temporalidades de cinco años. Con esto el gobierno canadiense se compromete a realizar reportes periódicos sobre los avances del objetivo así como establece los planes y

lineamientos a seguir para lograr sus metas nacionales con el Acuerdo de París para 2030 y los nacionales a mediados de siglo (Government of Canada, 2022).

- **Ley de Protección de Aguas de Canadá**

El Canada Water Act es el principal estatuto canadiense que establece el marco para el desarrollo, uso y conservación de fuentes hídricas en el país. Dentro de las responsabilidades de esta ley se encuentra en monitoreo de su calidad e información disponible para su uso sostenible además de políticas de conservación y calidad del agua residual (Government of Canada, 2024b).

- **Ley de Gases de Efecto Invernadero**

Greenhouse Gas Pollution Pricing Act (GGPA) es una ley federal que establece un conjunto de estándares para regular las emisiones de gases de efecto invernadero producto de los compromisos mencionados en el país. Esta ley tiene el distintivo de establecer el sistema de tarificación de carbono que aplica tanto a nivel industrial como a nivel de consumo general, esto quiere decir que es la política que impone un costo (impuesto) a las emisiones generadas para incentivar su reducción. GGPA introduce un sistema de compensaciones y límites donde las empresas pagan por exceder sus niveles límite de emisión (S.C., 2018).

- **Código Nacional de Construcción**

El National Building Code of Canada (NBC) es el código nacional de construcción que establece los estándares en seguridad, eficiencia energética y accesibilidad de las edificaciones. Sirve como el marco de referencia en requisitos técnicos como la evaluación de la resistencia estructural y sistemas eléctricos (National Research Council Canada, 2020).

- **Estados Unidos**

- **Clean Air Act (CAA)**

Es la ley principal en Estados Unidos para regular y proteger la calidad del aire al establecer estándares nacionales de calidad del aire para limitar la concentración de contaminantes peligrosos y lineamientos específicos para industrias, transporte y otras actividades que tienen altas emisiones. Esta administrada por la Environmental Protection Agency (EPA) en coordinación con el gobierno a nivel estatal, local y tribal y funge como el gestor de programas y reglamentos para el control de las emisiones de la industria y actividades humanas en territorio americano (US EPA, 2024c).

- **Clean Water Act (CWA)**

Es la ley principal en el país respecto a la calidad y contaminación del agua a través de requisitos de permisos para descarga y tratamiento de aguas, así como la gestión de las aguas para la protección de cuerpos de agua en su territorio (Bureau of Ocean Energy Management, 2024b). Del mismo modo, esta ley es derivada de la EPA para definir los criterios de calidad, medición y descarga de las aguas tratadas, residuales y potables.

- **Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)**

Esta ley regula el manejo y disposición de residuos peligrosos y sólidos urbanos a nivel nacional bajo la gestión de la EPA como la máxima autoridad y responsable de las decisiones al respecto. Este documento exige a los organizadores de eventos establecer procedimientos para la recolección, clasificación y eliminación de desechos de manera segura así como metas de reducción de generación a través del reciclaje (US EPA, 2024d).

- **National Environmental Policy Act (NEPA)**

Es una ley que obliga a las agencias federales a evaluar el impacto ambiental de los proyectos realizados con participación federal. Es decir, si un evento o infraestructura utiliza fondo, permiso o participación federal, se necesita este estudio para identificar alternativas menos perjudiciales y se implementen medidas de mitigación de ser el caso (National Environmental Policy Act, s.f.).

Para proyectos privados o autónomos sin intervención federal, la realización de un estudio de impacto ambiental no es obligatoria a nivel nacional. En su lugar, depende de los requisitos del estado donde se lleve a cabo el proyecto, y no todos los estados exigen este tipo de evaluación.

- **Energy Independence and Security Act (EISA)**

EISA es una ley pública, similar a la Ley de Transición Energética de México, de tener como objetivo el incrementar la producción de electricidad a partir de fuentes de energía renovable. También tiene como metas el incrementar la eficiencia energética en los productos, edificios y vehículos, así como promover la investigación en el tema de los gases de efecto invernadero (EPA, 2024). Para medir y lograr el desarrollo de sus objetivos, esta ley establece programas regulatorios para las industrias involucradas y requisitos específicos para las nuevas construcciones en el país respecto a la energía.

### **3.2.3 Memoria de cálculo de la estimación de la huella de carbono potencial de los sectores de mayor relevancia**

- **Construcción e infraestructura**

A diferencia de lo que ocurrió con Qatar en 2022, donde los estadios fueron construidos específicamente para el torneo, los recintos deportivos del Mundial de 2026 son estadios inaugurados previamente que serán aprovechados para el torneo., Los más antiguos son el Estadio Azteca (1966) y Arrowhead (1972) mientras que los más recientes son Los Angeles (2020) y Atlanta (2017) (FIFA, s.f.). Esto quiere decir que no van a generarse las altas emisiones de construcción como la edición pasada, aunque como se puede ver en la Tabla 3.8, las emisiones menores van a existir por ligeras reformas en casi todos los estadios.

El principal inconveniente presente en 10 de los 16 estadios es el césped. Las políticas de la FIFA exigen pasto natural obligatoriamente por diversos factores como apego a la tradición, seguridad de los jugadores y física más adecuada del balón con este tipo de suelo

(Lawn Starter, 2024). Gran parte de la necesidad de cambiar el césped es debido a que siete de los estadios sede de Estados Unidos son usados por la NFL, donde, a pesar de ser una elección libre, casi todos los equipos optan por usar pasto artificial como el FieldTurf, que consiste en una superficie de fibras de monofilamento de polietileno con un relleno de arena de sílice, arena y caucho (FieldTurf, s.f.).

Este cambio de césped implica una serie de desafíos específicos a la instalación de pasto natural para cada estadio como el clima, altura, condiciones geográficas, tipo de suelo, irrigación e iluminación disponible, considerando que algunos estadios están cerrados o tienen techo retráctil (Lawn Starter, 2024). John Trey Rogers, profesor de Michigan State experto en investigación sobre césped, quien cuenta con dos campos de 370 metros cuadrados financiados por la FIFA para encontrar las semillas adecuadas para cada lugar, menciona que el costo de convertir cada estadio de pasto sintético a natural y luego regresarlo a su estado natural, puede costar más de 3 millones de dólares (Sportico, 2024).

**Tabla 3.8 Estado de la construcción de los estadios para el Mundial 2026 en noviembre de 2024. Elaboración propia basada en (ESPN, 2024; Forbes, 2024; Stadium DB, 2024).**

Estadio	¿Ya está construido?	Principal problema	Estatus
Azteca	✓	Remodelación de butacas, palcos de prensa, cambio de césped y ubicación de los palcos	En remodelación
Guadalajara	✓	Cambio de césped y mejoras de iluminación y conectividad	Necesita mejoras menores
Monterrey	✓	Cambio de césped, modificaciones a los accesos del estadio y palcos de prensa	Necesita mejoras menores
Los Angeles	✓	Adaptar el campo a las medidas requeridas, modificar a un sistema retráctil para las primeras filas	A realizarse en 2025
Houston	✓	Césped en buenas condiciones	Listo
Miami	✓		Listo

Dallas	✓	Césped en buenas condiciones	Listo
Atlanta	✓	Cambio de césped, renovación de palcos y otras áreas menores	Remodelaciones menores en marcha
Boston	✓	Cambio de césped	Listo
Filadelfia	✓		Listo
Kansas	✓	Modificaciones en la capacidad, zona de prensa y ventilación	A realizarse en febrero de 2025
San Francisco	✓		Listo
Nueva York	✓	Cambio de césped	Listo
Seattle	✓	Cambio de césped	Listo
Toronto	✓	Aumento de capacidad y modernización de amenidades y tecnología del estadio	A realizarse en 2025
Vancouver	✓	Mejoras a la electricidad, elevadores, zonas VIP y accesos	A realizarse en 2025

Dentro de los estadios que ya están prácticamente listos se encuentra San Francisco (Forbes, 2024) y Miami. Seattle, Boston y Houston tienen la única anotación del cambio de césped y tenerlo en buenas condiciones para el inicio del torneo. Dentro de las mejoras ligeramente significativas, el estadio de Los Ángeles necesita adaptar el terreno de juego a las medidas requeridas de la FIFA, por lo que las primeras filas deben ser sustituidas a ser desmontables para instalar un sistema retráctil y poder adaptar el estadio a los requisitos del torneo, además de hacer la mencionada adaptación del pasto natural en un estadio que no tiene luz natural y no fue diseñado para tener el metro de profundidad necesario para el drenaje y adaptación de las raíces (ESPN, 2024c). Por otro lado, los estadios canadienses

necesitan mejoras principalmente menores respecto a la modernización de su infraestructura (Stadium DB, 2024).

Finalmente, respecto a los estadios mexicanos, los tres estadios no cuentan con césped sintético y no deben hacer ese cambio a diferencia de los estadounidenses. Sin embargo, se contempla un cambio a sus canchas a unas más resistentes para garantizar la mejor calidad y evitar deficiencias en su rendimiento (ESPN, 2024c). Además, Monterrey y Guadalajara deben realizar unas mejoras menores en el interior del estadio similares a lo que ocurre en Canadá. El Estadio Azteca, en la Ciudad de México, es el único estadio de los 16 que presenta una remodelación integral de la mayor parte de su infraestructura que incluye modificaciones en su capacidad, palcos VIP, palcos de prensa y tipos de butaca, por lo que es el único estadio que conlleva acciones de construcción.

En primera instancia, al no tener creación de estadios e infraestructura de entrenamiento nueva, las emisiones de construcción deben ser menores a las generadas en este rubro de las ediciones anteriores (Tabla 3.9). Además, aunque todavía no se define oficialmente el lugar, se espera que el centro de transmisión internacional sea en el Centro de convenciones Kay Bailey Hutchinson en Dallas (Biz Journals, 2024), y al considerar que la FIFA en su reporte de emisiones de Rusia 2018 (FIFA, 2017) escribió que, “al usar un edificio existente como centro de comunicaciones, las emisiones de esta índole se limitan al uso de muebles y cables”, se espera que en 2026 las emisiones sean igualmente bajas en este rubro.

Por otro lado, otra infraestructura necesaria como expansión o creación de aeropuertos como ocurrió en Sudáfrica, o alternativas provisionales de hospedaje como Qatar (ESPN, 2022) no se mencionan en las preocupaciones o actividades a realizar en las ciudades sede. La única mención es la expansión de una pista de aterrizaje en el aeropuerto de Guadalajara (ESPN, 2024c) mientras que en el resto de las sedes los objetivos están más enfocados a la movilidad y transporte público accesible (Forbes, 2024). Por lo tanto, respecto a la construcción e infraestructura, solo se considerará la estimación de emisiones de la instalación de césped natural y el uso del centro de transmisión en Dallas.

**Tabla 3.9 Emisiones de construcción de las Copas del Mundo anteriores. Elaboración propia basada en (FIFA, 2005; FIFA 2009; FIFA, 2013; FIFA,2017; FIFA, 2021).**

Edición	Emisiones de construcción (tCO <sub>2e</sub> )	Emisiones totales (tCO <sub>2e</sub> )
Alemania 2006	4,140	91,670
Sudáfrica 2010	15,359	2,753,251
Brasil 2014	111,500*	2,723,756
Rusia 2018	74,522**	2,238,539
Qatar 2022	893,337	3,631,034

\*Solo se consideró la construcción de infraestructura temporal, tomaron en cuenta la construcción de estadios como emisiones externas a la responsabilidad de la FIFA (FIFA, 2013)

\*\* Solo se consideró la construcción de infraestructura temporal, tomaron en cuenta la construcción de estadios como emisiones externas a la responsabilidad de la FIFA (FIFA, 2017).

Las emisiones de la remodelación del Estadio Azteca, el único estadio con remodelaciones considerables, serán una cantidad nada despreciable. Sin embargo, ante la ausencia de datos de consumo y de la propuesta final del proyecto, es complicado hacer una estimación. Al Sholi et al. (2023) hizo un análisis de ciclo de vida de la construcción de los estadios de Qatar 2022 con colaboración de los organizadores y la Universidad de Qatar, por lo que los datos fueron completos y de primera mano para este estudio. De ese documento se puede mencionar que el 2% de las emisiones totales de los estadios corresponden a la etapa de operación mientras que el resto es durante la construcción. Respecto a las emisiones de operación, el 35%, 25% y 21% corresponden al uso de electricidad, ventilación y generación de residuos respectivamente. Con esto se puede concluir que la remodelación del Azteca, y las modificaciones menores de las otras sedes, van a ser mucho menores a lo ocurrido en la edición anterior.

Respecto a las emisiones de la instalación del césped, un estudio del Instituto de Recursos Naturales y Ambientales de la Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) de Suiza, evaluó y comparó los impactos ambientales de los diferentes tipos de césped (natural, híbrido y sintético) para identificar áreas de mejora y apoyar a la toma de decisiones respecto a la planificación y gestión sostenible de las instalaciones deportivas (Itten et al., 2020). Este documento hace un análisis de ciclo de vida que evalúa desde la construcción hasta el mantenimiento y disposición final de los tres tipos de cancha. Con esta información se concluye que el césped natural genera entre 23.1 y 29.8 toneladas de  $CO_{2eq}$  por campo, mientras que una cancha de césped sintético genera 58.6 toneladas de  $CO_{2eq}$ . La variación del césped natural corresponde al tipo de construcción, drenaje y mantenimiento, así como la complejidad de estos procesos, por lo que entre más detallado sea más emisiones se generan.

En el caso de la Copa del Mundo, se menciona que los estadios van a instalar este césped temporalmente solo para el torneo, lo que quiere decir que no hay intenciones de una instalación permanente. Además, el césped sintético original no será producido nuevamente, ya que solo implica que sea guardado y reutilizado.

Las emisiones de esta actividad se pueden ver como el impacto de la construcción de una cancha de césped natural con drenaje especializado, 29.8 toneladas de  $CO_{2eq}$ , más el proceso de remoción e instalación nuevamente del pasto sintético, lo que quiere decir que no son las 58.6 toneladas en su totalidad, ya que este valor conlleva la producción del material, el transporte al sitio y el uso de maquinaria para la instalación y por ende implicarían emisiones menores que las de la producción del césped. Sin embargo, el documento mencionado no desglosa las emisiones específicas del proceso de instalación, lo que introduce una incertidumbre en el cálculo total. Por lo tanto, se va a considerar la instalación del césped natural exclusivamente y, ante la ausencia de este dato específico, se va a despreciar la reinstalación del pasto sintético finalizado el torneo, a pesar de que este proceso todavía debe entrar en este cálculo.

Al ser 10 estadios que van a presentar este proceso, se considera viable el cálculo de  $29.8 \text{ tCO}_{2\text{eq}} \times 10 = \mathbf{298 \text{ tCO}_{2\text{eq}}}$  como resultado total de emisiones de esta etapa de la remodelación.

Por otro lado, el centro de convenciones Kay Bailey Hutchinson en Dallas cuenta con un espacio total aproximado de 2 millones de pies cuadrados, de los cuales 1 millón corresponde al área de exhibición (Dallas Innovates, 2024). Este centro obtuvo la certificación LEED-EB 2.0 con nivel plata al obtener 41 de 85 puntos disponibles, de los cuales 5, de 10 posibles, fueron obtenidos por el desempeño energético. La última certificación verificada de USGBC, organismo que da las certificaciones LEED, para este centro de convenciones fue en abril de 2010 (USGBC, 2010) mientras que en Exhibitor Online (2024), página que brinda una ficha técnica de este tipo de recintos, aclara que este centro de convenciones está dentro de los cuatro mejores del país, aunque no cuenta con la certificación vigente ni con alguna otra respecto a sostenibilidad.

Energy Star es un programa de la EPA de Estados Unidos que promueve la eficiencia energética mediante herramientas como el Portfolio Manager, que permite a administradores y propietarios de edificios rastrear y gestionar el consumo energético anual de forma gratuita (EPA, s.f.). Esta agencia, con los datos recopilados en dicho portafolio, cuenta con una tabla promedio de consumo energético por tipo de propiedad. En el caso de un centro de convenciones se genera en promedio  $56.1 \text{ kBtu/ft}^2/\text{año}$  de intensidad energética en sitio y  $109.6 \text{ kBtu/ft}^2/\text{año}$  de intensidad energética en fuente (Energy Star, s.f.).

La intensidad energética en sitio se refiere a la energía utilizada directamente en el edificio a partir de la electricidad, gas natural y otros combustibles consumidos en el lugar, mientras que la intensidad energética en fuente incluye la energía consumida en el edificio junto a la energía utilizada para generar y transportar la electricidad o combustible hasta el edificio; es decir, considera las pérdidas por la generación, transmisión y distribución de energía y por ende proporciona una medida más completa del impacto ambiental del consumo energético del edificio (Energy Star, s.f.). Para evaluar la huella de carbono es más conveniente utilizar la intensidad energética en fuente al contemplar una visión más completa del impacto ambiental.

Por lo tanto, con el dato disponible de 2 millones de pies cuadrados del centro de convenciones y los  $109.6 \text{ kBtu/ft}^2$ , se puede calcular la huella de carbono al multiplicar ese valor por el tamaño del edificio para posteriormente multiplicar por el factor de emisión regional de la electricidad en Dallas.

$$\begin{aligned} \text{Consumo total} &= IE \text{ Fuente} \times \text{Área del edificio} \\ \text{Consumo total} &= 109.6 \frac{\text{kBtu}}{\text{ft}^2} \times 2,000,000 \text{ ft}^2 = 219,200,000 \frac{\text{kBtu}}{\text{año}} \end{aligned}$$

Se hace un ajuste de unidades para tener el dato en kWh.

$$\begin{aligned} 1 \text{ kBtu} &= 0.293 \text{ kWh} \\ 219,200,000 \text{ kBtu} &\times 0.293 = 64,225,600 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \end{aligned}$$

Como este valor lo contempla como consumo energético anual, se hace la proporción de la duración de la Copa del Mundo, un mes.

$$\frac{64,225,600 \frac{kWh}{año}}{12} = 5,352,133.33 kWh$$

De acuerdo con la base de datos de la EPA de factores de emisión de 2024, el factor de emisión de consumo de electricidad en Dallas es de 771.1 lbCO<sub>2</sub>/MWh.

$$1MWh = 1,000 kWh, 1 lb = 0.4536 kg$$

$$\left(\frac{771.1 lb CO_2}{MWh}\right)\left(\frac{1 MWh}{1,000 kWh}\right)\left(\frac{0.4536 kg}{1 lb}\right) = 0.3498 \frac{kg CO_2}{kWh}$$

Por lo tanto, las emisiones del centro de convenciones corresponden a:

$$E_{CO_2} = 5,352,133.33 kWh \times 0.3498 \frac{kg CO_2}{kWh}$$

$$E_{CO_2} = 1,872,020.8129 kg CO_2 = 1,872.0208 toneladas CO_2$$

Por lo que las emisiones totales del centro de convenciones durante la Copa del Mundo son de 1,872.02 tCO<sub>2eq</sub>.

Finalmente, la suma de las emisiones del centro de convenciones y la instalación del césped natural es **2,170.02 tCO<sub>2eq</sub>**. Esto al considerar como despreciables las emisiones de las remodelaciones menores en los estadios y que la remodelación del Estadio Azteca va a tener una elevada generación de emisiones, aunque por la ausencia de datos disponibles no se va a tomar en cuenta en este cálculo.

## - Hotelería y alojamiento

Para hacer el cálculo de la huella de carbono del alojamiento, se basó principalmente en el artículo “*Projecting the carbon footprint of tourist accommodation at the 2030 FIFA World Cup*” de Tóffano Pereira et al. (2020). Este estudio proyecta la huella de carbono del hospedaje considerando dos escenarios, el torneo con 32 y con 48 equipos para comparar el impacto de emisiones de ambos caminos, con la hipótesis de que el Mundial 2030 se realizaría en Uruguay y Argentina. Sin embargo, en 2023, la candidatura conjunta de España, Portugal y Marruecos fue la única presentada y, por ende, resultó ganadora, lo que convierte en obsoleto este aspecto del estudio (Los Angeles Times, 2023). A pesar de esto, por el centenario de la primera Copa del Mundo, se ha confirmado que los partidos inaugurales de Uruguay, Argentina y Paraguay sean en sus países. Esto añade un componente significativo a la huella de carbono del torneo, dado que el transporte de estos países hacia Europa para el resto de la competencia implicará un impacto considerable en las emisiones.

De vuelta al cálculo, de acuerdo con Tóffano et al. (2020), el 99.5% de las personas que forman parte de una Copa del Mundo son poseedores de boletos, es decir, aficionados, mientras que el resto corresponde al staff de la FIFA, las delegaciones de los equipos y voluntarios de la organización. Además, un estudio de Swart et al. (2018) menciona que los aficionados permanecen de visita entre 2 y más de 14 días, aunque el Ministerio de Turismo de Brasil en su Anuario Estadístico de Turismo (2015) establece que el número de noches promedio que extranjeros acreedores de boleto estuvieron en el país es de 13.4, por lo que, para evitar fluctuaciones o propuestas, se utilizará este valor como dato base.

**Tabla 3.10 Asistencia total de las Copas del Mundo y boletos vendidos por edición. Elaboración propia basada en (FIFA, 2013; FIFA, 2021b; Moscow Times, 2018; Sporting News, 2022).**

Edición	Capacidad total neta de los estadios	Asistencia total del torneo	Porcentaje de aforo obtenido [%]	Boletos vendidos al público en general	Porcentaje de boletos vendidos a residentes nacionales
Brasil 2014	3,526,483	3,429,783	97.2	3,169,434	26.6
Rusia 2018	3,068,085	3,031,768	98.2	2,403,116	46
Qatar 2022	3,523,229	3,404,252	96.3	3,182,406	29.7
"United 2026"	7,254,540	6,964,359	Propuesta de 96%		

Por otro lado, la edición de 2014 en Brasil tuvo un porcentaje de aforo de 97.2% de los asistentes totales mientras que un 26.6% de los boletos vendidos se destinaron a residentes nacionales (FIFA, 2013). Cabe destacar que no todos los boletos son vendidos al público en general ya que en cada torneo se hace un recorte del 1% de boletos para personas con discapacidad, además de restar boletos de cortesía y *hospitality* (secciones especiales del estadio) destinados a socios de la FIFA (FIFA, 2013). Para desarrollar estos porcentajes se investigaron estos datos de los siguientes torneos que incluyen a Rusia 2018 (Moscow Times, 2018; FIFA, 2018) y Qatar 2022 (Sporting News, 2022) (Tabla 3.10). Con la tabla se puede concluir que en las últimas tres ediciones se ha conseguido, por lo menos, más del 96.3% de aforo total de los estadios, mientras que el porcentaje de boletos a habitantes locales varía entre 26.6% a más del 45% en el caso de Rusia en 2018, aunque en ese escenario se pueden atribuir factores que disminuyeron la presencia de turismo extranjero como la ausencia de Estados Unidos en la Copa, principal promotor de visitantes en los mega eventos deportivos, y factores geopolíticos del país europeo.

Con estos datos en mente, se propone considerar un 96% de asistencia como mínimo esperado para 2026, lo que implica casi 7 millones de los 7.25 esperados a partir de las altas capacidades de los estadios y el aumento a 48 equipos participantes.

Después, Tóffano et al. (2020) agrupa el tipo de hospedaje preferido y el factor de emisión de cada sector a partir del país sede (Tabla 3.11). En este caso, se hizo una adaptación de dicha tabla donde solo se mencionan 4 tipos principales de hospedaje, ya que, en comparación con países latinoamericanos, de acuerdo con encuestas a estadounidenses, los hábitos de turismo son diferentes (Statista, 2024; Appinio Blog, 2023). Para los valores de porcentaje de reportes de preferencia en Estados Unidos, se ajustaron a partir de distintas fuentes ante la ausencia de un reporte oficial que mencione estos datos desde organismos como NTTO, la oficina de turismo de Estados Unidos, mientras que el país seleccionado se utilizó como indicador por ser el principal anfitrión del torneo.

**Tabla 3.11 Factor de emisión por tipo de hospedaje y país. Elaboración propia basada en (DEFRA, 2024; Becken, 2009).**

Tipo de alojamiento utilizado	Reportes de preferencia de Estados Unidos [%]	Factor de emisión [kg CO <sub>2</sub> e/noche]			
		Estados Unidos	México	Canadá	Nueva Zelanda
Hotel, departamento cabaña (dice hotel, flat or lodge)	60	16.1	19.3	7.4	7.97
Casa rentada	15	3.192	3.826	1.467	1.58
Hostal	15	4.283	5.134	1.968	2.12
B&B	10	8.363	10.025	3.844	4.14

Cabe mencionar que los factores de emisión de hotelería se adquirieron de DEFRA (2024), la base de datos de factores de emisión que publica UK BEIS. Posteriormente, ante la ausencia y variación de valores sin fuentes confiables de datos para factores de emisión de los otros sectores mencionados, se adjuntó el factor de emisión del reporte de Becken (2009) para los hostales, B&B y casas rentadas. Este documento propone los factores de emisión para Nueva Zelanda, por lo que, similar a lo que realizó Tóffano et al. (2020) para ajustar los factores a Uruguay y Chile, se ajustaron por proporción a los países anfitriones de 2026.

Finalmente, se realiza el cálculo con la fórmula propuesta y se hace el ajuste de unidades.

$$E_{CO_2} = \sum P_h \times N_{nh} \times FE_h$$

Donde:

$E_{CO_2}$ : Emisiones de CO<sub>2</sub>

$P_h$ : Número de gente por opción de hospedaje

$N_{nh}$ : Número de noches por opción de hospedaje

$FE_h$ : Factor de emisión por opción de hospedaje

Por ejemplo, para el primer caso se tiene el factor de emisión de aficionados que irán a Estados Unidos a hospedarse en hotel. La división de partidos corresponde a 78 juegos (de 104) en suelo americano, lo que implica un 75% del total. Esto quiere decir que, de 6,964,359 aficionados totales, 5,223,269 van a estar en este país.

$$P_h = 5,223,269 \times 0.6 = 3,133,962 \text{ aficionados en hoteles en Estados Unidos}$$

$$N_h = 13.4 \text{ días}$$

$$FE_h = 16.1 \frac{Kg CO_2}{noche}$$

$$E_{CO_2} = (3,133,962 \text{ aficionados}) \left( 13.4 \frac{\text{días (noches)}}{\text{aficionado}} \right) \left( 16.1 \frac{Kg CO_2}{noche} \right)$$

$$E_{CO_2} = 676,120,961.88 \text{ KgCO}_2$$

$$E_{CO_2} = 676,120.97 \text{ Toneladas CO}_2$$

**Tabla 3.12 Emisiones por tipo de alojamiento y país. Elaboración propia.**

Tipo de alojamiento utilizado	Emisión en Estados Unidos [Toneladas CO <sub>2</sub> ]	Emisión en México [Toneladas CO <sub>2</sub> ]	Emisión en Canadá [Toneladas CO <sub>2</sub> ]	Total [Toneladas CO <sub>2</sub> ]
Hoteles	676,120.97	225,140.32	92,975.45	994,233.63
Casa rentada	33,512.08	44,631.44	18,431.18	96,574.70
Hostal	44,966.24	59,889.44	24,730.44	129,586.33
B&B (cama y desayuno)	58,534.15	116,944.65	48,294.35	223,773.14
<b>Total</b>	<b>813,133.33</b>	<b>446,606.06</b>	<b>184,428.41</b>	<b>1,444,167.80</b>

Por lo tanto, las emisiones totales por hotelería y hospedaje estimados en la Copa del Mundo de 2026 son de **1,444,167.80 toneladas de CO<sub>2eq</sub>**.

### - Transporte y movilidad

Respecto al transporte y movilidad, se puede dividir en dos partes. El transporte internacional y nacional para llegar a las ciudades sede, y el transporte interno de las mismas ciudades para mover a las personas a los estadios. El primero implica una estimación de los equipos que van a clasificar para definir los países desde donde los aficionados van a llegar principalmente, además de hacer una proyección de las distancias que van a recorrer los equipos conforme van avanzando al torneo. Por otro lado, el transporte público de las sedes corresponde a una estimación de los modos de transporte que se van a usar dentro de las ciudades, las proporciones por usuarios, tipos de vehículos usados y considerar desde dónde van a partir en las ciudades.

#### ● Aviación

Para hacer un análisis de los vuelos estimados, se puede contemplar la aviación de los equipos participantes desde los centros de entrenamiento de sus países, así como la de una proporción de aficionados nacionales que van a hacer el viaje para apoyar a su equipo.

Para hacer la propuesta de los equipos que van a ser parte del torneo, se considera la clasificación del torneo anterior, Qatar 2022, para identificar cuántos cupos corresponden a cada confederación (Tabla 3.13) (DAZN, 2022), junto al ranking FIFA de noviembre de 2022

(Tabla 3.14) (FIFA, 2024c), fecha de inicio del torneo, para comparar el nivel de los clasificados por confederación y aplicar ese patrón en la actualidad.

**Tabla 3.13 Distribución de cupos por confederación a la Copa Mundial de la FIFA 2022. Elaboración propia a partir de (FIFA, 2022).**

Confederación	Cupos totales
AFC (Asia)	4+1*+0.5**
CAF (África)	5
CONCACAF (Norteamérica y Centroamérica)	3+0.5**
CONMEBOL (Sudamérica)	4+0.5**
OFC (Oceanía)	0.5**
UEFA (Europa)	13
Total	30+2

\*El +1 corresponde al país anfitrión, Qatar, clasificado directamente que pertenece a esa confederación.

\*\*Los 0.5 corresponden a países clasificados a la repesca intercontinental para agrupar a 4 selecciones por los últimos dos cupos del torneo.

**Tabla 3.14 Equipos clasificados al Mundial 2022 y su ranking FIFA de octubre 2022, mes previo al inicio del torneo. Elaboración propia a partir de (FIFA, 2022).**

Confederación	Equipos clasificados	Ranking FIFA (ranking continental)
AFC	Qatar (anfitrión)	60 (6)
	Japón	20 (1)
	Irán	24 (2)
	Corea del Sur	25 (3)
	Australia	27 (4)
	Arabia Saudí	49 (5)
CAF	Senegal	18 (1)
	Marruecos	22 (2)
	Túnez	30 (3)
	Camerún	32 (4)
	Ghana	61 (11)

Confederación	Equipos clasificados	Ranking FIFA (ranking continental)
<b>CONCACAF</b>	México	13 (1)
	Estados Unidos	16 (2)
	Costa Rica	31 (3)
	Canadá	41 (4)
<b>CONMEBOL</b>	Brasil	1 (1)
	Argentina	3 (2)
	Uruguay	14 (3)
	Ecuador	44 (7)
<b>UEFA</b>	Bélgica	2 (1)
	Francia	4 (2)
	Inglaterra	5 (3)
	España	7 (5)
	Países Bajos	8 (6)
	Portugal	9 (7)
	Dinamarca	10 (8)
	Alemania	11 (9)
	Croacia	12 (10)
	Suiza	15 (11)
	Gales	19 (12)
	Serbia	21 (13)
	Polonia	26 (15)

Con la Tabla 3.14 se puede identificar que es altamente probable que los mejores equipos del ranking FIFA por su zona sean los que van a clasificar a la Copa del Mundo. Por ejemplo, la CONCACAF destinó 3.5 boletos, donde los 4 mejores equipos del ranking terminaron clasificando al torneo, mientras que en la AFC ocurrió lo mismo con los mejores 6 equipos. CONMEBOL y CAF tuvieron una anomalía en Ecuador y Ghana respectivamente, aunque se puede concluir que finalmente los mejores equipos por confederación serán los que participen en el torneo.

Con este argumento, se puede hacer una estimación de los 48 equipos que van a participar en 2026 a pesar de que la repartición de boletos haya cambiado con este nuevo formato (Tabla 3.15) (ESPN, 2024b).

**Tabla 3.15 Distribución de cupos por confederación a la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia a partir de (FIFA, 2023)**

Confederación	Cupos directos	Cupos a la repesca intercontinental
AFC (Asia)	8	1
CAF (África)	9	1
CONCACAF (Norteamérica y Centroamérica)	3 (+3)	2
CONMEBOL (Sudamérica)	6	1
OFC (Oceanía)	1	1
UEFA (Europa)	16	
Total	46	2

Cabe destacar que para la repesca intercontinental se definen los últimos 2 boletos a partir de los 6 países que llegaron a esta etapa. La eliminación consiste en que los cuatro equipos peor clasificados (de los 6) del ranking FIFA jugarán entre sí, para que los ganadores jueguen contra los dos equipos restantes, los mejor clasificados de acuerdo con el ranking, para finalmente obtener los últimos dos lugares. En este caso, se propone que los dos mejores hipotéticos que estén en esta condición en el ranking FIFA actual sean los ganadores, donde serían el repechaje de CAF y CONMEBOL, RD del Congo y Venezuela respectivamente.

**Tabla 3.16 Propuesta de equipos clasificados a la Copa Mundial de la FIFA de 2026 por su ranking FIFA de noviembre de 2024 y distribución por confederación. Elaboración propia**

Confederación	País (ranking continental)	Confederación	País (ranking continental)	Confederación	País (ranking continental)
AFC	Japón (1)	CAF	Mali (9)	UEFA	Inglaterra (3)
AFC	Irán (2)	CONCACAF	México (anfitrión)	UEFA	Bélgica (4)
AFC	Corea del Sur (3)	CONCACAF	Estados Unidos (anfitrión)	UEFA	Portugal (5)
AFC	Australia (4)	CONCACAF	Canadá (anfitrión)	UEFA	Países Bajos (6)
AFC	Qatar (5)	CONCACAF	Panamá (1)	UEFA	Italia (7)
AFC	Irak (6)	CONCACAF	Costa Rica (2)	UEFA	Alemania (8)
AFC	Uzbekistán (7)	CONCACAF	Jamaica (3)	UEFA	Croacia (9)
AFC	Arabia Saudí (8)	CONMEBOL	Argentina (1)	UEFA	Suiza (10)
CAF	Marruecos (1)	CONMEBOL	Brasil (2)	UEFA	Dinamarca (11)
CAF	Senegal (2)	CONMEBOL	Colombia (3)	UEFA	Austria (12)
CAF	Egipto (3)	CONMEBOL	Uruguay (4)	UEFA	Ucrania (13)
CAF	Nigeria (4)	CONMEBOL	Ecuador (5)	UEFA	Turquía (14)
CAF	Argelia (5)	CONMEBOL	Perú (6)	UEFA	Suecia (15)
CAF	Costa de Marfil (6)	OFC	Nueva Zelanda (1)	UEFA	Gales (16)
CAF	Túnez (7)	UEFA	Francia (1)	Repechaje 1	Venezuela
CAF	Camerún (8)	UEFA	España (2)	Repechaje 2	RD del Congo

Con los 48 equipos completos a partir de dicha propuesta (Tabla 3.16), se contempla un primer viaje desde la capital, o ciudad más importante, de estos países hacia Norteamérica para el torneo. Esto contempla la hipótesis de que el equipo participante va a empezar con una preparación y concentración desde el centro de entrenamiento de su país, además de

los vuelos, proporcionales de cada clasificado, de aficionados desde el mismo aeropuerto para apoyar a su equipo.

Una mención importante es que existe el posible sesgo de que los equipos participantes hagan escalas durante el camino a Estados Unidos, México o Canadá. Por ejemplo, México en 2018 no llegó a Rusia directamente al tener un partido de preparación en Copenhague (Milenio, 2018), lo que implica que no fue un traslado directo entre estos puntos; o Ecuador que en 2022 no llegó directamente a Qatar al tener un partido previo contra Irak en Madrid en los días previos al torneo (TUDN, 2022). Para evitar complicaciones, se asume que finalmente se va a cumplir la distancia recorrida entre las capitales de los países, lugar donde históricamente la mayoría de los equipos hacen una concentración previa a una Copa del Mundo, y la ciudad de su primer partido.

Por otro lado, en noviembre de 2024 todavía no hay otro equipo clasificado oficialmente al torneo además de los tres anfitriones, mientras que el sorteo para repartir a los equipos en los 12 grupos disponibles se realizará en enero de 2026 (TUDN, 2024), por lo que todavía no se sabe qué partido se jugará en cada ciudad ni dónde empezará cada equipo su torneo. Esto implica otra incertidumbre, ya que la planeación de cada equipo y sus aficionados depende de este sorteo y las ciudades a las que se vaya a tener que transportar. Un ejemplo de esto es que el primer partido de Jamaica puede ser en Houston, a 2,292 km, o en Seattle, a 5,266 km (Google Earth, s.f.).

Para mitigar esa variación en las distancias, se toma en cuenta el dato que las 16 ciudades van a tener un partido inicial de la fase de grupos, y se propone un promedio de distancia desde las 45 capitales restantes hasta las 16 ciudades sede (Tabla 3.17). En el caso de los países anfitriones no se toma en cuenta un vuelo internacional, aunque se propone asumir que el 50% de los aficionados radica en la ciudad o región del partido, mientras que la otra mitad de aficionados son nacionales del resto del país. Para estimar la distancia promedio a recorrer, Kenway et al. (2010), menciona que el promedio de distancia en vuelos promedio es inferior a las 1,000 millas, con un pico en el rango entre 500 y 700 millas, Statista (2021) publicó la distancia promedio de un vuelo nacional comercial en Estados Unidos, donde el valor más reciente en 2021 es de 502 millas. Por lo tanto, se propone que el 50% de aficionados de los países anfitriones tengan que hacer el recorrido de 502 millas (807.89 kilómetros).

**Tabla 3.17 Distancia promedio entre la capital de los países propuestos a clasificar y las ciudades sede de la Copa del Mundo de 2026 (valores redondeados). Elaboración propia, distancias de (Distance.to, s.f.)**

País	Distancia promedio entre su capital y las ciudades sede [km]	País	Distancia promedio [km]	País	Distancia promedio [km]
Canadá	808	Costa de Marfil	9,837	Francia	7,647
Estados Unidos	808	Túnez	9,008	España	7,706
México	808	Camerún	11,279	Inglaterra	7,357
Japón	10,144	Mali	9,015	Bélgica	7,656
Irán	11,293	RD del Congo	12,157	Portugal	7,396
Corea del Sur	10,662	Panamá	3,707	Países Bajos	7,632
Australia	13,956	Costa Rica	3,443	Italia	8,506
Qatar	12,303	Jamaica	3,064	Alemania	8,244
Irak	11,222	Argentina	8,829	Croacia	8,655
Uzbekistán	11,197	Brasil	8,641	Suiza	8,114
Arabia Saudí	12,122	Colombia	4,363	Dinamarca	7,817
Marruecos	7,787	Uruguay	9,959	Austria	8,512
Senegal	8,061	Ecuador	4,625	Ucrania	9,059
Egipto	10,786	Perú	5,858	Turquía	9,753
Nigeria	10,583	Venezuela	4,270	Suecia	7,839
Argelia	8,408	Nueva Zelanda	12,226	Gales	7,174

Además, se contempla el mínimo de un vuelo, el de la delegación participante, junto a un número de vuelos con aficionados proporcional al país emisor. La FIFA cada torneo publica el reporte de los 10 países con más entradas adquiridas, aunque no da el informe completo. En 2018, Statista publicó un reporte con datos de la afluencia de aficionados por región, aunque el acceso a los números implica la compra del informe de 350 euros (Statista, 2018). Hacer una estimación por país también supone complejidad y no todos los países manejan informes de cuántos aficionados fueron al torneo. Ecuador (Olé Ecuador,

2022), por ejemplo, cuenta con noticias que presumen entre 5 y 6 mil aficionados que fueron a Qatar para el Mundial, aunque una cifra así para aficionados croatas no fue encontrado (Rogulj, 2022).

Para hacer una estimación de cuánta gente se va a transportar desde cada país, se hace una propuesta a partir de considerar el total de aficionados, obtenido de la Tabla 3.12 de Alojamiento que menciona 6,964,359 aficionados. Con esto, se considera a los países que están dentro del top 10 de aficiones que más boletos compraron para Brasil 2014 (Statista, 2014) y Qatar 2022 (similar al análisis de alojamiento, se descartó Rusia y se tomó a Brasil por el contexto geográfico y sociopolítico de 2026) (Sporting News, 2022) para considerarlos en una lista aparte para priorizar esos valores. Posteriormente, se propone que se van a vender un 60% de boletos a los anfitriones, donde el 80% de éstos (54% del total) sean para estadounidenses al tener la mayoría de los partidos, así como la fase final y ser de los países que más boletos compraron en las ediciones anteriores.

**Tabla 3.18 Países que más compraron boletos para las Copas del Mundo de 2014, 2022 y una estimación de 2026. Elaboración propia**

Número	Brasil 2014	Porcentaje del total de boletos [%]	Qatar 2022	Porcentaje del total de boletos [%]	Propuesta 2026	Porcentaje del total de boletos [%]
1	Brasil	43.01	Qatar	29.78	Estados Unidos	48
2	Estados Unidos	6.21	Estados Unidos	4.61	México	9
3	Argentina	1.93	Arabia Saudí	3.87	Canadá	3
4	Alemania	1.85	Reino Unido	2.88	Reino Unido	2.9
5	Inglaterra	1.83	México	2.86	Argentina	2.37
6	Colombia	1.72	Emiratos Árabes Unidos	2.08	Alemania	2.35
7	Australia	1.65	Argentina	1.92	Brasil	1.90
8	Chile	1.22	Francia	1.33	Francia	1.78
9	Francia	1.10	Brasil	1.24	Colombia	1.27
10	México	1.06	Alemania	1.20	España	1.17
Total del top 10	1,951,696 boletos	61.58	1,647,655 boletos	51.77	5,135,519 boletos	73.74

Posteriormente, para el resto de los aficionados, se contempla que están disponibles 1,828,840 boletos de los casi 7 millones mencionados anteriormente. Debido a la complejidad de propuesta de aficionados de 38 países restantes y la falta de datos disponibles respecto a una distribución total, se decidió agrupar a los países por su región geográfica y dividir proporcionalmente ese 1.8 millones de boletos a partir de una propuesta propia al considerar factores de distancia, economía, interés deportivo y cantidad de equipos por región (Tabla 3.19).

**Tabla 3.19 Repartición de afición para el resto de los países omitiendo el top 10 de la tabla 4.12. Elaboración propia**

Región	Distancia promedio [km]	Porcentaje destinado [%]	Aficionados totales
Asia	11,612	10	182,884
África	9,692	9	164,596
Europa	3,404	66	1,207,034
Sudamérica	5,928	10	182,884
Centroamérica	3,404	4	73,154
Nueva Zelanda	12,226	1	18,288

Con esto, la suma de los aficionados esperados corresponde a 6,964,359 y se tiene una distribución por país y región esperada (Tabla 3.20)

**Tabla 3.20 Resumen de aficionados totales y distancia promedio estimada a recorrer de los aficionados esperados en la Copa del Mundo de 2026. Elaboración propia**

País/Región	Aficionados totales	Porcentaje de aficionados [%]	Distancia promedio estimada
Estados Unidos	3,342,892	48	808
México	626,792	9	808
Canadá	208,931	3	808
Reino Unido	201,878	2.90	7,357
Argentina	164,841	2.37	8,829
Alemania	163,393	2.35	8,243
Brasil	132,309	1.90	8,641
Francia	124,285	1.78	7,647

<b>País/Región</b>	<b>Aficionados totales</b>	<b>Porcentaje de aficionados [%]</b>	<b>Distancia promedio estimada</b>
Colombia	88,721	1.27	4,363
España	81,576	1.17	7,706
Europa	1,207,034	17.33	8,176
Asia	182,884	2.63	11,612
Sudamérica	182,884	2.63	5,928
África	164,596	2.36	9,692
Centroamérica	73,154	1.05	3,404
Nueva Zelanda	18,288	0.26	12,226

Con estas distancias y aficionados totales se puede hacer la estimación de emisiones. La base de datos de factores de emisión de la DEFRA, organismo al que pertenece UK BEIS y referencia base de la FIFA para la huella de carbono de 2022, contempla distintos valores a partir del escenario de viaje en avión que se puede presentar (Tabla 3.21).

En este caso se usan los valores de “Internacional de/desde No Reino Unido” para los viajes internacionales que no parten desde Europa, es decir todos los viajes de África, Asia, Sudamérica y Centroamérica, mientras que los viajes europeos se toman mediante “Larga distancia de/desde Reino Unido” debido a que la US EPA (2024b) en su base de datos menciona que para considerar un viaje como recorrido de larga distancia, debe ser mayor o igual a 2,300 millas (3,701.49 kilómetros) por lo que corresponde a viajes de esta índole. Cabe destacar que en ambos se toma la clase de pasajero promedio para evitar complicaciones de la proporción y número de usuarios por vuelo que van en los distintos tipos de clase que ofrece un avión.

Por otro lado, para los anfitriones se usa la base de datos de la US EPA (2024b) al ser vuelos nacionales de media distancia, por lo que se opta por usar un factor de emisión local más acorde a la ubicación del escenario del torneo. En su caso, el valor es de 0.129 kg CO<sub>2e</sub> por pasajero milla, lo que implica además una conversión de unidades de millas a kilómetros.

Con los factores de emisión y datos necesarios, se empieza a hacer el primer cálculo de la llegada de aficionados. Para esto es necesario tomar en cuenta el número de aficionados por país/región y la distancia que tendrán que viajar de la Tabla 3.20 así como el factor de emisión correspondiente de la Tabla 3.21.

**Tabla 3.21 Factor de emisión por aviación por tipo de recorrido y de clase en la que viaja el usuario. Obtenido de (UK BEIS, 2024).**

Tipo de recorrido	Clase	Unidad	Factor de emisión [kg CO <sub>2e</sub> ]
Doméstico, de/desde Reino Unido	Pasajero promedio	Pasajero. Kilómetro	0.30607
Corta distancia, de/desde Reino Unido	Pasajero promedio	Pasajero. Kilómetro	0.20878
	Clase económica	Pasajero. Kilómetro	0.20536
	Clase de negocios	Pasajero. Kilómetro	0.30803
Larga distancia, de/desde Reino Unido	Pasajero promedio	Pasajero. Kilómetro	0.29341
	Clase económica	Pasajero. Kilómetro	0.22472
	Clase económica premium	Pasajero. Kilómetro	0.35952
	Clase de negocios	Pasajero. Kilómetro	0.65165
	Primera clase	Pasajero. Kilómetro	0.89884
Internacional, de/desde no-Reino Unido	Pasajero promedio	Pasajero. Kilómetro	0.19742
	Clase económica	Pasajero. Kilómetro	0.15121
	Clase económica premium	Pasajero. Kilómetro	0.24191
	Clase de negocios	Pasajero. Kilómetro	0.43846
	Primera clase	Pasajero. Kilómetro	0.60477

En el caso de los anfitriones, se mencionó anteriormente que se propone que el 50% de los asistentes sean de la zona o región del partido (locales), mientras que el resto sean nacionales del resto del país. Por lo que, para el primer caso, Estados Unidos, se cuenta con 1,671,446 personas que van a recorrer 807.891 kilómetros con un factor de emisión de  $0.129 \frac{kg CO_2}{pasajeros milla}$ .

$$E_{CO_2} = A \times D \times FE_h$$

Donde:

*A*: Aficionados [aficionados]

*D*: Distancia [km]

*E<sub>CO<sub>2</sub></sub>*: Emisiones de CO<sub>2</sub>  $\left[ \frac{kg CO_2}{pasajeros kilómetro} \right]$

$$E_{CO_2} = 1,671,446 [pasajeros] \times 807.891 [km] \times 0.129 \left[ \frac{kg CO_2}{pasajeros milla} \right] \times \left[ \frac{0.6214 millas}{1 km} \right]$$

$$E_{CO_2} = 108,244,570.39 \text{ kg } CO_{2e}$$

Por lo que el valor de las emisiones de aficionados estadounidenses al primer partido de su equipo es de 108,244,570.39 kilogramos de CO<sub>2e</sub>.

El primer caso internacional es el de Reino Unido, donde se cuenta con 201,878 aficionados que van a recorrer 7,356.69 kilómetros con el factor de emisión de 0.2934  $\frac{\text{kg } CO_2}{\text{pasajeros kilómetro}}$ .

$$E_{CO_2} = 201,878 [\text{pasajeros}] \times 7,356.69 [\text{km}] \times 0.2934 \left[ \frac{\text{kg } CO_2}{\text{pasajeros kilómetro}} \right]$$

$$E_{CO_2} = 435,743,998.73 \text{ kg } CO_{2e}$$

Donde finalmente se tienen 388,040,872.49 kilogramos de CO<sub>2e</sub> respecto a las emisiones de transporte de aficionados del Reino Unido a la Copa del Mundo. Por otro lado, el primer escenario donde se usa el otro factor de emisión internacional es Argentina, donde se cuenta con 164,841 aficionados y van a recorrer 8,828.94 kilómetros, aunque con el factor de emisión de 0.19742  $\frac{\text{kg } CO_2}{\text{pasajeros kilómetro}}$ .

$$E_{CO_2} = 164,841 [\text{pasajeros}] \times 8,828.94 [\text{km}] \times 0.19742 \left[ \frac{\text{kg } CO_{2e}}{\text{pasajeros kilómetro}} \right]$$

$$E_{CO_2} = 287,320,052.29 \text{ kg } CO_{2e}$$

Con los factores de emisión y datos necesarios, se empieza a hacer el primer cálculo de la llegada de aficionados. Para esto es necesario tomar en cuenta el número de aficionados por país/región y la distancia que tendrán que viajar de la Tabla 3.20 así como el factor de emisión correspondiente de la Tabla 3.21

De esta forma, se sabe que las emisiones del transporte de aficionados argentinos al torneo serán de aproximadamente 31,465,198.72 kilogramos de CO<sub>2</sub>. El total de las emisiones se desarrolla en la Tabla.

**Tabla 3.22 Emisiones por aviación por país/región para la Copa del Mundo 2026. Elaboración propia.**

País/Región	Emisiones [toneladas CO <sub>2e</sub> ]
Estados Unidos	108,244.57
México	20,295.88
Canadá	6,765.29
Reino Unido	435,743.99
Argentina	287,320.05

<b>País/Región</b>	<b>Emisiones [toneladas CO<sub>2e</sub>]</b>
Alemania	395,183.87
Brasil	225,536.97
Francia	278,864.30
Colombia	76,418.11
España	184,433.49
Europa	2,895,505.61
Asia	419,264.51
Sudamérica	314,940.53
África	314,940.53
Centroamérica	49,164.71
Nueva Zelanda	44,141.91
<b>Total</b>	<b>6,056,764.29</b>

Por lo tanto, las emisiones totales de viajes de aficionados de todo el mundo para llegar a las ciudades sede del torneo corresponde a más de 6,056 millones de kilogramos de CO<sub>2e</sub>, lo que equivale a **6,056,764.29 toneladas de CO<sub>2e</sub>**.

Posteriormente, respecto al calendario del torneo, todavía no se define el orden los partidos en la fase de grupos. Es decir, se sabe qué partidos se jugarán en qué fecha y estadio, aunque no se puede calcular un orden para todos los demás espacios como los anfitriones que ya lo tienen establecido. Por ejemplo, México (A1) juega su primer partido en Ciudad de México para posteriormente jugar en Guadalajara y terminar la fase de grupos de nuevo en el Estadio Azteca. En este caso, A2, A3 y A4 van a jugar en Guadalajara, Atlanta, Monterrey y Ciudad de México, pero todavía no se puede analizar el orden de trayectoria, a pesar de no tener un equipo escrito para esos espacios, como el caso de México (Ilustración 4.3).

Selección	Pts	PJ	PG	PE	PP	GF	GC	Dif
México	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	0	0	0	0	0	0	0	0
A4	0	0	0	0	0	0	0	0

11 de junio de 2026	México	Partido 1	Visita	Estadio Azteca, Ciudad de México	[mostrar]
11 de junio de 2026	Local	Partido 2	Visita	Estadio Chivas, Guadalajara	[mostrar]
18 de junio de 2026	Local	Partido 25	Visita	Mercedes-Benz Stadium, Atlanta	[mostrar]
18 de junio de 2026	México	Partido 28	Visita	Estadio Chivas, Guadalajara	[mostrar]
24 de junio de 2026	Local	Partido 53	México	Estadio Azteca, Ciudad de México	[mostrar]
24 de junio de 2026	Local	Partido 54	Visita	Estadio BBVA, Monterrey	[mostrar]

*Ilustración 3.6 Partidos de la fase de grupos del grupo A de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Recuperado de (Wikipedia, s.f.).*

Por lo tanto, el análisis del recorrido de la fase de grupos se hace solamente de los tres países anfitriones.

**Tabla 3.23 Ciudades donde van a jugar la fase de grupos los anfitriones de la Copa Mundial de la FIFA 2026 y el recorrido total que van a hacer. Elaboración propia.**

Equipo	Lugar del primer juego	Lugar del segundo juego	Lugar del tercer juego	Recorrido total [km]
México	Ciudad de México	Guadalajara	Ciudad de México	926
Estados Unidos	Los Ángeles	Seattle	Los Ángeles	3,088
Canadá	Toronto	Vancouver	Vancouver	3,369

En este caso, se considera el factor de emisión de la US EPA (2024b) de vuelo por avión de recorrido medio, que corresponde a una distancia entre 300 y 2,300 millas (entre 482.8 y 3,700.49 km), con un valor de  $0.129 \frac{kg CO_2}{pasajeros milla}$ . Por otro lado, se toma en cuenta que son los equipos los que hacen el viaje y un porcentaje de aficionados. No hay un estudio oficial o artículo que haga el informe de la cantidad de personas que siguen completamente el recorrido de un equipo, además de que influyen factores como el país sede, distancias, precios y disponibilidad de los boletos del usuario. Por lo tanto, para este cálculo y el de los recorridos en la fase final de torneo se propone que el viaje entre partidos

lo hacen 9,000 personas en las que se incluyen a las delegaciones de los equipos, organizadores, trabajadores, aficionados y periodistas.

Por lo que el primer escenario de la Tabla 3.23, México, tiene una suma total de 926 kilómetros, 9,000 aficionados y el factor de emisión de  $0.129 \frac{kg CO_2}{pasajeros\ milla}$ .

$$E_{CO_2} = 9,000 [pasajeros] \times 926 [km] \times 0.129 \left[ \frac{kg CO_{2e}}{pasajeros\ milla} \right] \times \left[ \frac{0.6214\ milla}{1\ kilómetro} \right]$$

$$E_{CO_2} = 626,426.78\ kg\ CO_{2e}$$

Por lo tanto, las emisiones de los viajes de México para jugar la fase de grupos son de 626,426 kilogramos de CO<sub>2e</sub>. El desarrollo de los 3 países anfitriones se puede ver en la Tabla 3.24.

**Tabla 3.24 Emisiones totales por jugar la fase de grupos de los tres países anfitriones de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Equipo	Recorrido total [km]	Emisiones totales [kg CO <sub>2e</sub> ]
México	926	626,426.78
Estados Unidos	3,369	2,279,084.03
Canadá	3,088	2,088,991.24
<b>Total</b>		<b>4,994,502.04</b>

Por lo tanto, las emisiones disponibles de la fase de grupos de los primeros tres clasificados oficiales son de 4,994,502.04 kilogramos de CO<sub>2eq</sub>, lo que equivale a **4,994.5 toneladas de CO<sub>2e</sub>**.

A pesar de que se puede considerar este valor como proporcional al ser de 3 de 48 equipos y poder multiplicar por 16 para estimar un total, se opta por descartar hacer esta proporción debido a que no son tan lineales las distancias por equipo de manera individual. Esto se puede comprobar al ver que el recorrido total de México es menos de una tercera parte de los otros dos anfitriones. Otro ejemplo es que Monterrey en el Mundial de Clubes de 2025, competición usada como prueba piloto desde el punto de vista de logística y preparativos de cara a 2026 a pesar de no tener exactamente las mismas sedes, va a jugar sus tres partidos de la fase de grupos en Los Ángeles, mientras que Auckland City jugará en Cincinnati, Orlando y Nashville (FIFA, 2024b). Por lo tanto, las distancias recorridas no serán similares y, por ende, las emisiones totales por delegación y aficionados no se puede calcular actualmente con la data de solo tres equipos.

Posteriormente, de momento para este cálculo también se descarta la estimación de los viajes del último partido de fase de grupos a la fase final que empieza en dieciseisavos de final. Esto porque, como se mencionó con la Ilustración 3.6, todavía no se sabe dónde jugará cada equipo independientemente de quién sea. Dicho de otra manera, se sabe que los cabeza de grupo, además de los anfitriones, serán los mejores equipos del ranking FIFA

del mes en el que se realice el sorteo. Por lo tanto, los equipos que queden en C1, E1, F1, G1, etc; serán los equipos que en papel son los más poderosos de su grupo y se puede asumir con facilidad que van a pasar a la siguiente ronda. A pesar de poder asumir ese detalle, en la Ilustración 4.3 se puede ver que no están definidas las rutas para equipo, por lo que no se puede estimar.

Además, el formato de 48 equipos incluye que clasifican a dieciseisavos de final los dos mejores equipos de los doce grupos disponibles y los ocho mejores terceros lugares de estos grupos. Estos mejores terceros lugares implican estimar una cantidad de escenarios diferentes para definir cuál va a ocurrir y contra quiénes se van a enfrentar. Ejemplo de esto es lo ocurrido en la Eurocopa 2024 (Ilustración 4.4), donde ocurrió el último escenario que implicó que los mejores terceros lugares que avanzaron fueron del grupo C, D, E y F. Por lo tanto, hacer una estimación de los equipos clasificados a la fase final es complejo por no saber quiénes serán, dónde jugarán exactamente y qué mejores terceros lugares van a avanzar.

Mejores terceros clasificados en fase de grupos						1B	1C	1E	1F
						vs.	vs.	vs.	vs.
A	B	C	D			3A	3D	3B	3C
A	B	C		E		3A	3E	3B	3C
A	B	C			F	3A	3F	3B	3C
A	B		D	E		3D	3E	3A	3B
A	B		D		F	3D	3F	3A	3B
A	B			E	F	3E	3F	3B	3A
A		C	D	E		3E	3D	3C	3A
A		C	D		F	3F	3D	3C	3A
A		C		E	F	3E	3F	3C	3A
A			D	E	F	3E	3F	3D	3A
	B	C	D	E		3E	3D	3B	3C
	B	C	D		F	3F	3D	3C	3B
	B	C		E	F	3F	3E	3C	3B
	B		D	E	F	3F	3E	3D	3B
		C	D	E	F	3F	3E	3D	3C

Ilustración 3.8 Mejores terceros lugares de la Eurocopa 2024. Obtenido de (Wikipedia, 2024).

Finalmente, para la fase final del torneo sí se tiene establecido el lugar donde se va a jugar cada partido desde los dieciseisavos de final hasta la final, así como el orden de las llaves que definen el camino a seguir para cada hipotético finalista. Por lo tanto, se puede hacer el cálculo de la distancia a partir de los partidos de la ronda de 32 hasta la final (Ilustración 3.9).



Ilustración 3.9 Fase final de la Copa del Mundo de la FIFA 2026. Elaboración propia a partir de (FIFA, 2024).

Por ejemplo, sin que sea necesario saber qué equipos van a jugar, dos partidos de los dieciseisavos de final serán en Boston y Nueva York. Los ganadores se van a cruzar en los octavos de final en Filadelfia, por lo que la distancia de Boston y Nueva York a Filadelfia es de 447 y 157 kilómetros respectivamente. Después el que gane ese partido en Filadelfia vuelve 440 kilómetros a Boston para los cuartos de final y, en caso de llegar a una semifinal, viaja 2,497 kilómetros para jugar en Dallas dicho partido. Además, similar a la mención de la fase de grupos, se considera el mínimo de un vuelo (el de la delegación) junto a otro porcentaje de personas (9,000 en total) que siguen el patrón desde el partido actual hacia el siguiente.

Las emisiones de los viajes de dieciseisavos de final a octavos de final quedan de esta manera (Tabla 3.25):

**Tabla 3.25 Distancia recorrida y factor de emisión correspondiente para los partidos de dieciseisavos de final a octavos de final de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Ciudad del partido de dieciseisavos de final	Ciudad del partido de octavos de final	Distancia necesaria que se va a recorrer [km]	Tipo de recorrido a partir del parámetro de la US EPA (corto, medio o largo)	Factor de emisión correspondiente $\left[ \frac{kg CO_{2e}}{pasajeros milla} \right]$
Boston	Filadelfia	447	Corto	0.207
Nueva York	Filadelfia	157	Corto	0.207
Los Ángeles	Houston	2,223	Medio	0.129
Monterrey	Houston	665	Medio	0.129
Toronto	Dallas	1,937	Medio	0.129
Los Ángeles	Dallas	1,990	Medio	0.129
San Francisco	Seattle	1,084	Medio	0.129
Seattle	Seattle	0	Ninguno	0
Houston	Nueva York	2,296	Medio	0.129
Dallas	Nueva York	2,222	Medio	0.129
Ciudad de México	Ciudad de México	0	Ninguno	0
Atlanta	Ciudad de México	2,152	Medio	0.129
Miami	Atlanta	963	Medio	0.129
Dallas	Atlanta	1,157	Medio	0.129
Vancouver	Vancouver	0	Ninguno	0
Kansas City	Vancouver	2,530	Medio	0.129

Para hacer el cálculo de las emisiones, en el primer escenario se tiene que el partido 74 del torneo (FIFA, 2024b) será el de dieciseisavos de final en Boston, el ganador juega los octavos de final en Filadelfia y va a recorrer 447 kilómetros. Con el valor de 9,000 personas que harán el viaje en compañía/paralelo se tiene:

$$E_{CO_2} = 9,000 [pasajeros] \times 447 [km] \times 0.207 \left[ \frac{kg CO_{2e}}{pasajeros milla} \right] \times \left[ \frac{0.6214 milla}{1 kilómetro} \right]$$

$$E_{CO_2} = 517,477.69 kg CO_{2e}$$

El total de las emisiones de los viajes de dieciseisavos de final a octavos de final queda de la siguiente manera (Tabla 3.26):

**Tabla 3.26 Emisiones de aviación de personas para los partidos de dieciseisavos de final a octavos de final de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Ciudad del partido de dieciseisavos de final	Ciudad del partido de octavos de final	Emisiones totales [kg CO <sub>2e</sub> ]
Boston	Filadelfia	517,477.69
Nueva York	Filadelfia	181,695.41
Los Ángeles	Houston	1,603,773.12
Monterrey	Houston	479,761.19
Toronto	Dallas	1,397,439.74
Los Ángeles	Dallas	1,435,676.35
San Francisco	Seattle	782,046.81
Seattle	Seattle	0
Houston	Nueva York	1,656,438.64
Dallas	Nueva York	1,603,051.68
Ciudad de México	Ciudad de México	0
Atlanta	Ciudad de México	1,552,550.50
Miami	Atlanta	694,751.92
Dallas	Atlanta	834,712.33
Vancouver	Vancouver	0
Kansas City	Vancouver	1,825,256.86
<b>Total</b>		<b>14,564,632.24</b>

Por lo tanto, las emisiones totales del traslado de personas desde los partidos de dieciseisavos de final a los cuartos de final son de 14,564,632.24 kgCO<sub>2e</sub>. Posteriormente, el mismo proceso de cálculo se aplica para las siguientes etapas, por lo que para los cuartos de final se aplica el mismo formato y la tabla desarrollada queda (Tabla 3.27):

**Tabla 3.27 Distancia recorrida y factor de emisión correspondiente para los partidos de octavos de final a cuartos de final de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Ciudad del partido de octavos de final	Ciudad del partido de cuartos de final	Distancia necesaria que se va a recorrer [km]	Tipo de recorrido a partir del parámetro de la US EPA (corto, medio o largo)	Factor de emisión correspondiente $\left[ \frac{kg\ CO_{2e}}{pasajeros\ milla} \right]$
Filadelfia	Boston	439.9	Corto	0.207
Houston	Boston	2,587.4	Medio	0.129
Dallas	Los Ángeles	2,013.8	Medio	0.129
Seattle	Los Ángeles	1,552.5	Medio	0.129
Nueva York	Miami	1,764	Medio	0.129
Ciudad de México	Miami	2,058.7	Medio	0.129
Atlanta	Kansas City	1,109.8	Medio	0.129
Vancouver	Kansas City	2,502.8	Medio	0.129

Por lo tanto, las emisiones de transporte en avión desde las sedes de octavos de final a la siguiente fase se ven en la Tabla 3.28::

**Tabla 3.28 Emisiones de aviación de personas para los partidos de octavos de final a cuartos de final de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Ciudad del partido de octavos de final	Ciudad del partido de cuartos de final	Emisiones totales [kg CO <sub>2e</sub> ]
Filadelfia	Boston	509,258.4
Houston	Boston	1,866,667.83
Dallas	Los Ángeles	1,452,846.75
Seattle	Los Ángeles	1,120,043.98
Nueva York	Miami	1,272,629.69
Ciudad de México	Miami	1,485,239.64
Atlanta	Kansas City	800,660.10
Vancouver	Kansas City	1,805,633.55
<b>Total</b>		<b>10,312,979.78</b>

En la nueva etapa de viajes de los cuartos de final a las semifinales, las distancias y factores de emisión correspondientes se ven en la Tabla 3.29.

**Tabla 3.29 Distancia recorrida y factor de emisión correspondiente para los partidos de cuartos de final a semifinales de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Ciudad del partido de cuartos de final	Ciudad del partido de semifinal	Distancia necesaria que se va a recorrer [km]	Tipo de recorrido a partir del parámetro de la US EPA (corto, medio o largo)	Factor de emisión correspondiente $\left[ \frac{kg CO_{2e}}{pasajeros\ milla} \right]$
Boston	Dallas	2,497	Medio	0.129
Los Ángeles	Dallas	1,989.81	Medio	0.129
Miami	Atlanta	962.78	Medio	0.129
Kansas City	Atlanta	1,091	Medio	0.129

Mientras que las emisiones se desarrollan en la Tabla 3.30:

**Tabla 3.30 Emisiones de aviación de personas para los partidos de cuartos de final a semifinales de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Ciudad del partido de cuartos de final	Ciudad del partido de semifinal	Emisiones totales [kg CO <sub>2e</sub> ]
Boston	Dallas	1,801,449.16
Los Ángeles	Dallas	1,435,539.27
Miami	Atlanta	694,593.20
Kansas City	Atlanta	787,096.93
<b>Total</b>		<b>4,718,678.57</b>

Finalmente, queda el cálculo de los viajes de la semifinal a la final en Nueva York, así como para el partido por el tercer lugar en Miami, El cálculo de las distancias recorridas y el factor de emisión correspondientes se ven en la Tabla 3.31.

**Tabla 3.31 Distancia recorrida y factor de emisión correspondiente para los partidos de semifinales a la final/tercer lugar de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Ciudad del partido de semifinal	Ciudad del partido de la final/tercer lugar	Distancia necesaria que se va a recorrer [km]	Tipo de recorrido a partir del parámetro de la US EPA (corto, medio o largo)	Factor de emisión correspondiente $\left[ \frac{kg\ CO_{2e}}{pasajeros\ milla} \right]$
Dallas	Nueva York	2,222.57	Medio	0.129
Dallas	Miami	1,779.1	Medio	0.129
Atlanta	Nueva York	1,214.32	Medio	0.129
Atlanta	Miami	966.56	Medio	0.129

Mientras que las últimas emisiones quedan de esta manera (Tabla 3.32):

**Tabla 3.32 Emisiones de aviación de personas para los partidos de semifinales a la final/tercer lugar de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Ciudad del partido de semifinal	Ciudad del partido de la final/tercer lugar	Emisiones totales [kg CO <sub>2e</sub> ]
Dallas	Nueva York	1,603,462.90
Dallas	Miami	1,283,523.51
Atlanta	Nueva York	876,065.58
Atlanta	Miami	697,320.27
<b>Total</b>		<b>4,460,372.26</b>

Por lo tanto, el resumen de las emisiones totales de la fase final queda de esta manera:

**Tabla 3.33 Emisiones totales de aviación por etapa de fase final de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Etapa	Emisiones por etapa [kg CO <sub>2e</sub> ]
Dieciseisavos de final a octavos de final	14,564,632.24
Octavos de final a cuartos de final	10,312,979.78
Cuartos de final a semifinales	4,718,678.57
Semifinales a la final/tercer lugar	4,460,372.26
<b>Total</b>	<b>34,056,662.85</b>

Esto quiere decir que las emisiones por el transporte de aficionados, y otras personas como prensa o empleados, será de 34,056,662.85 [kgCO<sub>2e</sub>], que equivalen a **34,056.66 toneladas de CO<sub>2e</sub>**. Finalmente un resumen de las emisiones de aviación se puede ver en la Tabla 3.34:

**Tabla 3.34 Emisiones totales de aviación por etapa de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Etapa	Emisiones por etapa [ton CO <sub>2e</sub> ]
Llegada internacional y nacional de aficionados	6,056,764.29
Fase de grupos	4,994.5
Fase final	34,056.66
Total	<b>6,095,815.45</b>

Por lo tanto, las emisiones totales de transporte por aviación son de 6,095,815.45 toneladas de CO<sub>2e</sub>. Esto conlleva un cálculo muy generalizado al considerar una propuesta de equipos clasificados para definir los lugares de origen, así como el porcentaje de aficionados desde los distintos puntos de origen en el mundo, así como de considerar a 9,000 como el número de personas que hacen el viaje en paralelo con los equipos ganadores durante la fase final. Aunque este número es una propuesta generalizada, se puede considerar válida al tomar en cuenta que se puede estimar la huella de carbono de la llegada de más del 90% de capacidad de cada estadio, lo que implica forzosamente la llegada de personas desde distintos, y muy diferentes, puntos de origen, aunque el cálculo específico de este punto sería muy complicado.

Además, este valor conlleva solo las emisiones de la propuesta de fase de grupos de tres equipos, el 6.25% del total de participantes. Aunque se puede considerar proporcional y multiplicar ese valor por 16 para tener las emisiones de 48 equipos, no se va a considerar válido debido a que las distancias entre los grupos son muy variadas y, como se puede ver en las distancias de la fase final, estos valores pueden no ser muy lineales. Esto quiere decir que, si bien este valor actualmente es muy pequeño, para el cálculo final con los equipos clasificados y la logística definida completamente, las emisiones de transporte en la fase de grupo serán mucho mayores.

- **Transporte público**

Respecto al transporte público, en el caso de Qatar se mencionó en el Capítulo 2 la implementación de la tarjeta *Hayya* para utilizar el transporte público de forma gratuita, así como la compra de nuevos autobuses para transportar aficionados a los estadios desde las zonas más turísticas. Para 2026 todavía no se anuncia una inversión de esta magnitud en las ciudades sede, aunque la FIFA en agosto de 2024 publicó la convocatoria “Bus Supplier Request for Information RFI” para pedir la colaboración de proveedores de transporte para el Mundial de Clubes de 2025 y el Mundial de 2026 (FIFA, 2024a). Mientras tanto, ciudades como Dallas y Kansas City son las peores ciudades respecto a conectividad de su estadio

por transporte público al no tener ninguna opción disponible en la actualidad (Ilustración 4.5), aunque los organizadores de ambas ciudades mencionan estar trabajando en eso a través de autobuses provisionales gratuitos desde el centro de la ciudad (KSHB,2024; Fox News, 2024).

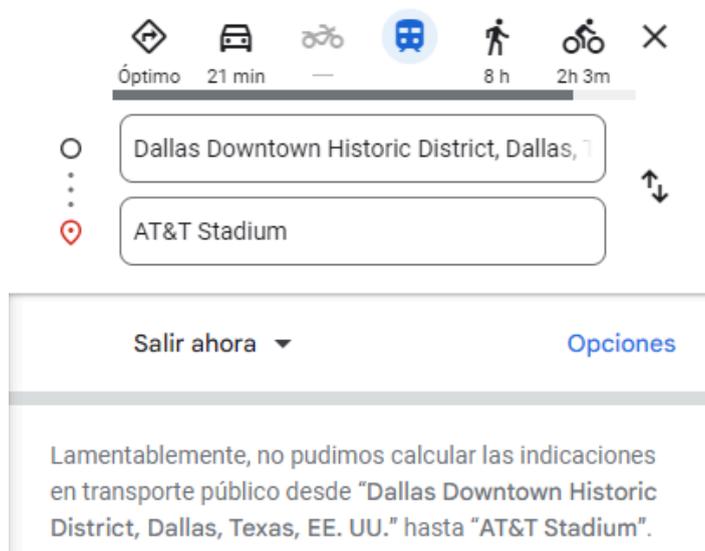


Ilustración 4.6 Traslado del centro de Dallas al estadio donde se va a jugar la Copa del Mundo.

Por otro lado, ciudades como Filadelfia y San Francisco también mencionan la falta de vías de comunicación para llegar al estadio sin depender del transporte público como parte de sus principales problemas a falta de menos de 2 años para el torneo (ESPN, 2024c). En contraparte, Toronto, Vancouver, Atlanta y Seattle cuentan con los estadios en las zonas urbanas además de buenas opciones de conectividad, por lo que se pueden considerar como las mejores sedes respecto a transporte público para 2026 (Gordon, 2026). Un resumen de las 16 ciudades respecto a accesibilidad por medio de transporte público se puede observar en la tabla 3.35. Una anotación importante es que se consideró como parámetro la cercanía de las estaciones y se excluyó la frecuencia y calidad del servicio debido a que durante el torneo es muy probable que el suministro sea mayor mientras que la calidad puede presentar inconsistencia.

**Tabla 3.35 Conectividad de transporte público de los estadios sede de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia con información de (Google Maps, 2024).**

Ciudad	Estadio (nombre durante el torneo)	Estación de metro cercana	Estación de tranvía/tren ligero cercana	Estación de autobús o camión cercana	Distancia en automóvil desde la zona urbana	
					[minutos]	[km]
Toronto	Toronto Stadium	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	20	5.2
Vancouver	BC Place	✓✓✓	④	✓✓✓	6	1.4
Ciudad de México	Estadio Azteca	④	✓✓✓	✓✓✓	60	15.9
Monterrey	Estadio Monterrey	✓✓	④	✓✓✓	24	8.9
Guadalajara	Estadio Guadalajara	④	④	✓	50	15.7
Nueva York	New York Stadium	✓✓✓	④	✓✓✓	35	18.6
Dallas	Dallas Stadium	④	④	④	21	29.7
Kansas City	Kansas City Stadium	④	④	④	16	14.6
Houston	Houston Stadium	④	✓✓	✓✓✓	16	13.6
Atlanta	Atlanta Stadium	✓✓✓	④	✓✓✓	8	2.1
Los Ángeles	Los Angeles Stadium	④	✓	✓✓	25	18.4

Ciudad	Estadio (nombre durante el torneo)	Estación de metro cercana	Estación de tranvía/tren ligero cercana	Estación de autobús o camión cercana	Distancia en automóvil desde la zona urbana	
					[minutos]	[km]
Seattle	Seattle Stadium	✓✓	✓✓	✓✓✓	5	1.1
San Francisco	SF Bay Area Stadium	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	49	68.9
Boston	Boston Stadium	✓✓	④	④	32	43.6
Miami	Miami Stadium	✓	④	✓✓	35	24.6

✓✓✓=Menos de 10 minutos de caminata desde la estación/parada más cercana

✓✓=Entre 10 y 15 minutos de caminata desde la estación/parada más cercana

✓= Entre 15 y 20 minutos de caminata desde la estación/parada más cercana

X= Más de 20 minutos de caminata desde la estación/parada más cercana

Para hacer una propuesta de proporción de usuarios por servicio, se agrupó a las ciudades que tengan similitud en oferta, independientemente de la cantidad de palomitas obtenidas, para tener estos valores en conjunto a la vez de establecer una jerarquía de calidad a partir de las opciones disponibles para un aficionado que visite cada ciudad. Se parte con que la ciudad óptima tiene asegurada un  $\frac{1}{4}$  de calificación al contar implícitamente con la opción de automóvil (Tabla 3.36).

**Tabla 3.36 Calificación de los estadios por conectividad de transporte público de cara a la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Nivel	Ciudad	Calificación [x/4]
Excelente	Toronto Seattle San Francisco	4
Buena	Vancouver Ciudad de México Monterrey Nueva York Houston Atlanta Filadelfia Miami Los Ángeles	3
Deficiente	Guadalajara Boston	2
Muy Deficiente	Dallas Kansas	1

Posteriormente, al tener la distribución en cuatro escenarios a partir de estos niveles, se proponen distintas proporciones. En Excelente se maneja una distribución de Autobús (30%), Automóvil (30%), Metro/tren ligero (25%) y Tren suburbano o regional (15%). En Buena una distribución de Automóvil (40%), metro/tren ligero (15%) y autobús (45%). En Deficiente se considera 50-50 automóvil junto al modo restante, al ser dos ciudades se puede hacer rápidamente la separación de la opción de Guadalajara (autobús) y Boston (metro). Finalmente, para Dallas y Kansas se considera que habrá 60% por automóvil privado y 40% por autobús, ya que, de acuerdo con las noticias antes mencionadas, se tiene contemplado ofrecer este servicio en ambas ciudades, por lo que se tiene en cuenta una alternativa de transporte público. La distribución de aficionados por modo de transporte y a partir de la jerarquización anteriormente mencionada se ve en la Tabla 3.37.

**Tabla 3.37 Distribución de personas por modo de transporte a los estadios desde la ciudad sede donde se va a jugar la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Ciudad	Usuarios de autobús [%]	Usuarios de metro/tren ligero (heavyrail) [%]	Usuarios de tren suburbano o regional (lightrail) [%]	Usuarios de automóvil [%]	Total [%]
Toronto	30	25	15	30	100
Seattle	30	25	15	30	100
San Francisco	30	25	15	30	100
Vancouver	45	15	0	40	100
Ciudad de México	45	15	0	40	100
Monterrey	45	15	0	40	100
Nueva York	45	15	0	40	100
Houston	45	15	0	40	100
Atlanta	45	15	0	40	100
Filadelfia	45	15	0	40	100
Miami	45	15	0	40	100
Los Ángeles	45	15	0	40	100
Guadalajara	50	0	0	50	100
Boston	0	50	0	50	100
Dallas	40	0	0	60	100
Kansas	40	0	0	60	100

Respecto a la cantidad de aficionados por ciudad, se considera el cálculo contemplado en la sección de Alojamiento donde se llegó a la estimación de 6,964,359 aficionados a partir de considerar un porcentaje del aforo completo de los estadios. En este caso, se considera ese mismo aforo, casi cercano al 100%, más un ligero porcentaje de personas que también se deben transportar a los estadios como empleados, trabajadores externos, voluntarios, organizadores y las propias delegaciones de los equipos. Por lo que finalmente la cifra total a considerar será del 100% de la capacidad de los estadios por la cantidad de partidos que se disputen en cada uno de estos, los valores totales se pueden ver desglosados en la Tabla 3.38.

**Tabla 3.38 Capacidad de los estadios donde se va a jugar la Copa Mundial de la FIFA 2026 y cantidad de partidos en cada uno de estos. Elaboración propia a partir de (FIFA, 2024).**

<b>Ciudad</b>	<b>Capacidad del estadio</b>	<b>Cantidad de partidos que se van a jugar</b>	<b>Asistencia total</b>
Toronto	45,000	6	270,000
Seattle	69,000	6	414,000
San Francisco	71,000	6	426,000
Vancouver	54,000	7	378,000
Ciudad de México	83,000	5	415,000
Monterrey	53,500	4	214,000
Nueva York	82,500	8	660,000
Houston	72,220	7	455,000
Atlanta	75,000	8	600,000
Filadelfia	69,000	6	414,000
Miami	65,000	7	455,000
Los Ángeles	70,000	8	560,000
Guadalajara	48,000	4	192,000
Boston	65,000	7	455,000
Dallas	94,000	9	846,000
Kansas	75,000	6	450,000
<b>Total</b>			<b>7,204,000</b>

Posteriormente, la distribución de personas por ciudad y modo de transporte a partir de la jerarquización mencionada anteriormente queda de esta manera:

**Tabla 3.39 Distribución de personas por ciudad y modo de transporte disponible durante la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia**

Ciudad	Total de personas	Usuarios de autobús	Usuarios de metro/tren ligero	Usuarios de tren suburbano o regional	Usuarios de automóvil
Toronto	270,000	81,000	67,500	40,500	81,000
Seattle	414,000	124,200	103,500	62,100	124,200
San Francisco	426,000	127,800	106,500	63,900	127,800
Vancouver	378,000	170,100	56,700	0	151,200
Ciudad de México	415,000	186,750	62,250	0	166,000
Monterrey	214,000	96,300	32,100	0	85,600
Nueva York	660,000	297,000	99,000	0	264,000
Houston	455,000	204,750	68,250	0	182,000
Atlanta	600,000	270,000	90,000	0	240,000
Filadelfia	414,000	186,300	62,100	0	165,600
Miami	455,000	204,750	68,250	0	182,000
Los Ángeles	560,000	252,000	84,000	0	224,000
Guadalajara	192,000	96,000	0	0	96,000
Boston	455,000	0	227,500	0	227,500
Dallas	846,000	338,400	0	0	507,600
Kansas	450,000	180,000	0	0	270,000

Respecto al factor de emisión por medio de transporte, se usarán los valores de la US EPA (2024b) respecto a transporte (Tabla 3.40):

**Tabla 3.40 Factor de emisión por modo de transporte terrestre. Obtenido de (US EPA, 2024).**

Modo de transporte	Factor de emisión US EPA [kg CO <sub>2e</sub> ]	Unidad
Automóvil promedio	0.1901	Vehículo kilómetro
Autobús	0.0441	Pasajero kilómetro
Transporte público sobre rieles	0.093	Pasajero kilómetro
Transporte entre ciudades sobre rieles	0.0577	Pasajero kilómetro

En el caso del automóvil, es necesario estimar cuántos automóviles se van a usar a partir del total de usuarios. En este caso, el Departamento de Energía de los Estados Unidos (2022) publicó el dato de 1.4 usuarios en promedio por vehículo, por lo que se va a usar este valor como la referencia para estimar el total de automóviles necesarios. Además, las distancias necesarias se van a tomar como la referencia de la distancia al estadio desde la zona urbana mencionada en la Tabla 3.35.

Con los datos disponibles ya es posible hacer las estimaciones de emisiones. En el primer escenario se tiene que son 81,000 usuarios de autobús en Toronto que van a recorrer en promedio 5.2 kilómetros, por lo que la fórmula queda:

$$E_{CO_2} = U \times D \times FE_t$$

Donde:

$U$ : Usuarios [pasajeros]

$D$ : Distancia [km]

$E_{CO_2}$ : Emisiones de CO<sub>2</sub>  $\left[ \frac{kg\ CO_2}{pasajeros\ kilómetro} \right]$

$$E_{CO_2} = 81,000 [pasajeros] \times 5.2 [km] \times 0.441 \left[ \frac{kg\ CO_2}{pasajeros\ kilómetro} \right]$$

$$E_{CO_2} = 18,577.11\ kg\ CO_{2e}$$

El desarrollo de las emisiones se ve en la Tabla 3.41.

**Tabla 3.41 Emisiones por modo de transporte y ciudad durante la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia**

Ciudad	Emisiones de autobús [kg CO <sub>2e</sub> ]	Emisiones de metro/tren ligero [kg CO <sub>2e</sub> ]	Emisiones de tren suburbano o regional [kg CO <sub>2e</sub> ]	Número de automóviles	Emisiones de automóviles [kg CO <sub>2e</sub> ]
Toronto	18,577.11	20,277.83	19,623.71	57,857	57,189.09
Seattle	6,025.65	6,577.30	6,365.13	88,714	18,549.29
San Francisco	388,364.81	423,919.34	410,244.52	91,285	1,195,569.74
Vancouver	10,503.21	4,585.91	0	108,000	28,741.18
Ciudad de México	130,962.67	57,180.89	0	118,571	358,368.68
Monterrey	37,801.24	16,504.77	0	61,143	103,440.02
Nueva York	243,645.95	106,380.62	0	188,571	666,717.28
Houston	122,815.34	53,623.60	0	130,000	336,074.17
Atlanta	25,007.65	10,918.83	0	171,429	68,431.39
Filadelfia	83,811.35	36,593.69	0	118,286	229,342.92
Miami	222,151.28	96,995.63	0	130,000	607,898.87
Los Ángeles	204,506.99	89,291.78	0	160,000	559,616.72
Guadalajara	66,475.36	0	0	68,571	204,642.45
Boston	0	573,036.50	0	162,500	1,346,767.81
Dallas	443,278.43	0	0	362,571	2,046,929.57
Kansas	115,908.47	0	0	192,857	535,231.24

El total de las emisiones por ciudad y general se puede ver en la Tabla 3.42.

**Tabla 3.42 Total de emisiones por ciudad durante la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

Ciudad	Emisiones totales [kg CO <sub>2e</sub> ]
Toronto	115,667.14
Seattle	37,517.87
San Francisco	2,418,098.40
Vancouver	43,830.31
Ciudad de México	546,512.24
Monterrey	157,746.04
Nueva York	1,016,743.85
Houston	512,513.11
Atlanta	104,357.87
Filadelfia	349,747.96
Miami	927,045.77
Los Ángeles	853,415.49
Guadalajara	271,117.81
Boston	1,919,804.31
Dallas	2,490,208.00
Kansas	651,139.71
<b>Total</b>	<b>12,415,466.48</b>

Por lo tanto, el total de las emisiones por transporte dentro de las ciudades es de 12,415,466.48 kilogramos de CO<sub>2e</sub>, que equivale a **12,415.466 toneladas de CO<sub>2e</sub>**. Cabe destacar la importancia de las alternativas en transporte público ya que, por ejemplo, Dallas y Kansas son de las ciudades que más emisiones generan bajo estos escenarios.

Por otro lado, el factor de la distancia es importante y San Francisco y Boston tienen altas emisiones al tener una larga distancia desde el centro de la ciudad hasta el estadio. Esto se explica ya que pertenecen a dichas ciudades en su área metropolitana, aunque se encuentran en otra ciudad (Santa Clara y Foxborough respectivamente). No obstante, no se considera que el hospedaje de los aficionados sea en estas ciudades al ser pequeñas en población y oferta hotelera.

## - Energía en estadios

La FIFA en los últimos años ha publicado pautas para orientar la construcción de estadios bajo recomendaciones más aptas en distintos ámbitos como las medidas de la cancha, el rendimiento del lugar, eventos que se realicen, diseño, protocolos de seguridad y protección y medidas de sostenibilidad. Dentro de estos últimos se encuentran lineamientos como recomendaciones para la construcción de nuevos estadios, junto con la remodelación de los actuales, para garantizar un rendimiento óptimo en el cuidado del ambiente a través de sugerencias en eficiencia energética, hídrica, uso de materiales, diseño para optimización de espacio e iluminación (FIFA, s.f.).

Respecto a la eficiencia energética, si bien no es obligatorio, la FIFA recomienda la implementación de una Certificación de Construcción Verde (GBC por sus siglas en inglés) para los estadios de fútbol con el propósito de garantizar que los temas de sostenibilidad están validados y medidos por los indicadores utilizados en el sistema de medición de la certificación realizada. Los GBC están desarrollados a lo largo del mundo y orientados a partir de los objetivos y prioridades de cada región, por lo que la FIFA recomienda el uso de la certificación más adecuada bajo este contexto (FIFA, s.f.). Es por esto que para la Copa de 2022 el estándar que se utilizó en los estadios fue el de GSAS, ya que era la metodología adecuada en la región de Medio Oriente, mientras que en 2026 lo viable usar alguna certificación como LEED USGBC o Energy Star.

Con el antecedente mencionado anteriormente de que todos los estadios en Qatar 2022 tuvieron certificación GSAS, y en 2023 para la Copa Mundial de Fútbol Femenil en Australia y Nueva Zelanda de igual manera todos tuvieron certificación LEED (FIFA, 2023), se puede concluir que, ante la falta de confirmación oficial, todos los estadios de 2026 van a tener una certificación de construcción verde.

Además, estadios de Estados Unidos por iniciativa propia, desde mucho tiempo atrás, optaron por aplicar medidas de sostenibilidad en sus instalaciones y mejorar sus números. Lincoln Financial Field (Estadio Filadelfia en 2026) es considerado uno de los estadios con mejor eficiencia energética de la NFL (Owens, 2023), al tener todo su suministro a partir de 10,456 paneles en el estacionamiento que abastecen el 40% de las necesidades, mientras que el resto es por granjas eólicas locales (Integrity Energy, s.f.). El estadio de Nueva Inglaterra (Boston) cuenta con 3,000 paneles solares que generan el 60% del consumo necesario (Owens, 2023). Un dato interesante es que 32 estadios del deporte profesional de Estados Unidos, que incluye beisbol, futbol, basquetbol, hockey sobre hielo y fútbol americano; cuentan con certificación LEED, esto equivale al 25% del total de estos recintos (Power Integrations, 2024).

En el caso de los 16 estadios de 2026 actualmente Filadelfia, Boston, Atlanta, Miami, San Francisco, Kansas City y Monterrey cuentan con certificación LEED (USGBC, 2024) mientras que Seattle cuenta con certificación por Energy Star Portfolio (Integrity Energy, s.f.). Metlife Stadium (Nueva York) (Metlife Stadium, s.f.) y los estadios de Texas, Houston y Dallas, mencionan en sus páginas oficiales sus medidas y compromisos de sostenibilidad, aunque no tienen una certificación oficial. Sin embargo, sus mensajes junto a los otros estadios como Guadalajara (Fox Sports, 2024) establecen lograr la certificación LEED para 2025 y cumplir con las metas de sostenibilidad que se propusieron ante la FIFA.

En resumen, los estadios de 2026 van a tener en su totalidad una certificación LEED y van a tener prácticas de sostenibilidad energética en sus instalaciones. En el rubro de construcción e infraestructura se mencionó que USGBC en su ponderación maneja un rango de calificación necesario a través de distintos parámetros de medio ambiente. Por lo que, a pesar de tener que lograr una ponderación mínima para satisfacer los prerequisites, no necesariamente quiere decir que sea una eficiencia completa en un rubro.

Por lo tanto, se propone que el consumo energético de los estadios sea solamente el 50% del total estimado, debido a que por la certificación se toma en cuenta que va a haber un ahorro considerable que va a variar por recinto.

Para estimar el consumo energético de un estadio se tienen distintos valores de distintas fuentes. La mayoría de los estudios se centran en análisis de eficiencia energética con energías renovables (Katsaprakakis, 2019; Manni et al., 2020) o el impacto de un tema específico como la iluminación o calefacción (Leon Marquez, 2021; Manni et al., 2018). CBS (2018) menciona que el estadio de Dallas consume 10MWh mientras que Power Integrations (2024) publica que un estadio de fútbol de 70,000 espectadores puede consumir entre 10,000 y 20,000 kWh en un día de partido. Por otro lado, Brilliant Source Energy (2021) comenta que el estadio de Los Ángeles consume alrededor de 10 MWh en sus momentos de máximo uso.

Por lo tanto, se propone que el consumo promedio de los estadios en un día de partido sea el valor homogéneo de 15,000 kWh al tomar en cuenta la magnitud del evento y las altas demandas energéticas necesarias en infraestructura, telecomunicaciones y servicios como alimentos o ventilación.

Además, se propone que el tiempo de uso intensivo de las instalaciones en un día de partido es de 12 horas al tomar en cuenta los preparativos en alimentos, servicios, ventilación, refrigeración, el juego y los servicios posteriores al partido.

Finalmente, el factor de emisión de la US EPA (2024b) de consumo energético promedio nacional de Estados Unidos es de  $823.1 \frac{lb CO_2}{MWh}$ , que equivale a  $373.3523 \frac{kg CO_2}{MWh}$ , por lo que se cuenta con todos los datos disponibles para medir las emisiones por las operaciones en los estadios.

$$E_{CO_2} = C \times Tc \times P \times FE_e$$

Donde:

$C$ : Consumo energético [MWh]

$Tc$ : Tiempo de consumo energético [h]

$P$ : Partidos totales

$FE_e$ : Factor de emisión de electricidad  $\left[ \frac{kg CO_2}{MWh} \right]$

$E_{CO_2}$ : Emisiones de CO<sub>2</sub>  $[kg CO_2]$

$$E_{CO_2} = 15,000 [MWh] \times 12[horas] \times 104 \times 373.3523 \left[ \frac{kg CO_2}{MWh} \right]$$

$$E_{CO_2} = 6,989,155.501 kg CO_{2e}$$

Cabe destacar que ese valor son las emisiones totales, con el ajuste de contemplar solamente la mitad de las emisiones por ser estadios con certificación GBC queda en un valor de **3,494.58 toneladas de CO<sub>2e</sub>**.

#### - Alimentos y catering

Respecto a los alimentos y servicios de catering, estimar el alimento consumido por las delegaciones o por los servicios de comida disponibles en los estadios es complicado debido a la ausencia de esos datos específicos al público. Por lo tanto, se estima la emisión total de alimentos de todos los asistentes al torneo.

Sachdev (2024) menciona que, dentro de la dieta de un ser humano, una persona adulta debe consumir entre 2,000 y 3,200 calorías. El valor varía a partir del rango de edad, género y nivel de actividad física que realiza. En peso, el Resumen de Consumo Alimentario de España (2023) publicó que, en 2023, los españoles consumieron 685.02 kilogramos per cápita en el año, esto equivale a 1.877 kilogramos de alimentos por persona al día.

Se puede proponer una dieta específica balanceada que cumpla con las calorías de consumo promedio recomendados por persona además de basarse en los alimentos típicos de la zona y los alimentos más comunes utilizados, por ejemplo, un desayuno continental que incluye huevo, pan y fruta. Aunque se cuenta con factores de emisión por alimento (Our World in Data, 2010), asumir un rango de alimentos convencionales para una cantidad alta de personas que van a permanecer varios días es más complejo al tomar en cuenta otras limitaciones como limitaciones culturales, económicas y religiosas. Como alternativa, La DEFRA de la UK BEIS (2023) maneja el factor de emisión de 3,701.40359 kgCO<sub>2e</sub> por tonelada de comida producida. Finalmente, para terminar los datos, se usarán los 13.4 días de estancia promedio y el total de asistentes posibles de 7,254,540, ambas con su justificación anteriormente mencionada en Alojamiento.

Las emisiones totales se pueden ver cómo:

$$E_{CO_2} = C_{pc} \times Tp \times P \times FE_e$$

Donde:

$C_{pc}$ : Consumo de alimento per cápita [Kg]

$Tp$ : Tiempo promedio de estancia [días]

$P$ : Personas

$FE_e$ : Factor de emisión de alimentos  $\left[ \frac{kg CO_2}{tonelada de alimento} \right]$

$E_{CO_2}$ : Emisiones de CO<sub>2</sub> [kg CO<sub>2</sub>]

Con la sustitución de valores y conversión de kilogramos y toneladas:

$$E_{CO_2} = 1.877 \left[ \frac{kg comida}{persona día} \right] \times 7,254,540 [personas] \times 13.4 [días] \times 3,701.40 \left[ \frac{kg CO_2}{tonelada} \right]$$

$$E_{CO_2} = 675,375,640.62 kg CO_{2e}$$

$$E_{CO_2} = 675,375.64 \text{ ton } CO_{2e}$$

Por lo tanto, las emisiones totales del consumo de alimentos de los aficionados, empleados y delegaciones involucradas en la Copa Mundial serán de más de 600,000 toneladas de CO<sub>2e</sub> que se van a generar a lo largo de las ciudades sede de Estados Unidos, México y Canadá. No obstante, para la FIFA se puede responsabilizar un valor diferente al contar exclusivamente como sus instalaciones a los estadios, FIFA Fan Fest, centros de entrenamiento y otras instalaciones específicas, independientemente en general de los alimentos en las concentraciones para los equipos y organizadores involucrados.

En caso de que se quiera analizar solamente el consumo de alimentos en los estadios durante los días de partido, se debería omitir el valor de tiempo promedio de estancia, ya que los 7,254,540 aficionados son el total de asientos disponibles durante los 104 partidos. Con este ajuste, el cálculo sin ese factor da un total de **50,401.167 toneladas de CO<sub>2e</sub>** de consumo de alimentos.

#### - Gestión de residuos

En el caso de los residuos, la FIFA (2023) en su reporte de resultados de manejo de residuos de la Copa del Mundo de Qatar 2022, presentó un desglose de los generados dentro de sus instalaciones por su composición y porcentaje del total correspondiente. Además, el informe hace mención sobre la generación de 5,043 toneladas totales con un rango de residuos destinados a reciclaje/composta del 67%.

**Tabla 3.43 Residuos generados durante la Copa Mundial de la FIFA 2022. Recuperado de (FIFA, 2023).**

Tipo de residuo	Toneladas totales generadas	Porcentaje generado
Relleno sanitario	172	3.4
Papel/cartón	411	8.2
Orgánico	2,014	39.9
Plástico	669	13.3
Metal	75	1.5
Vidrio	153	3
Termovalorización	1,510	30
Residuos electrónicos	39	0.8
Total	5,043	100

Con esos valores, se puede hacer una proporción a partir de residuos per cápita y residuos por partido para hacer una proyección en 2026.

**Tabla 3.44 Proyección de residuos en la Copa Mundial de la FIFA 2026 a partir de los datos de la edición anterior. Elaboración propia.**

	<b>Qatar 2022</b>	<b>Proyección 2026</b>
Residuos totales [toneladas]	5,043	10,316.88 con residuos per cápita 8,194.88 con residuos por partido
Aficionados totales	3,404,252	6,964,359
Residuos per cápita	0.00148 toneladas	0.00148
Partidos totales	64	104
Residuos por partido	78.80 toneladas	78.80 toneladas

Con ambos valores totales, se puede hacer la proporción por tipo de residuo a partir del porcentaje del total obtenido en la edición anterior para ambos escenarios, residuos per cápita y por partido.

**Tabla 3.45 Proyección de residuos por composición en 2026 a partir de los residuos per cápita de 2022. Elaboración propia.**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Toneladas en 2022</b>	<b>Porcentaje del total</b>	<b>Proyectado en 2026</b>	<b>Porcentaje del total</b>
Relleno sanitario	172	3.41	351.87	3.41
Papel/cartón	411	8.15	840.82	8.15
Orgánico	2,014	39.94	4,120.21	39.94
Plástico	669	13.27	1,368.63	13.27
Metal	75	1.49	153.43	1.49
Vidrio	153	3.03	313	3.03
Termovalorización	1,510	29.94	3,089.13	29.94
Residuos electrónicos	39	0.77	79.79	0.77
<b>Total</b>	<b>5,043</b>	<b>100</b>	<b>10,316.88</b>	<b>100</b>

**Tabla 3.46 Proyección de residuos por composición en 2026 a partir de los residuos por partido de 2022. Elaboración propia.**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Toneladas en 2022</b>	<b>Porcentaje del total</b>	<b>Proyectado en 2026</b>	<b>Porcentaje del total</b>
Relleno sanitario	172	3.41	279.50	3.41
Papel/cartón	411	8.15	667.88	8.15
Orgánico	2,014	39.94	3,272.75	39.94
Plástico	669	13.27	1,087.13	13.27
Metal	75	1.49	121.88	1.49
Vidrio	153	3.03	248.63	3.03
Termovalorización	1,510	29.94	2,453.75	29.94
Residuos electrónicos	39	0.77	63.38	0.77
<b>Total</b>	<b>5,043</b>	<b>100</b>	<b>8,194.48</b>	<b>100</b>

Se considera que los valores de residuos por cápita son más importantes que por partido, por lo que se continúa con esas cantidades estimadas. Mientras que un punto importante es que en los residuos de la FIFA se contempla “Relleno Sanitario” y “Termovalorización” como tipos de residuo para facilitar la explicación en sus resultados de la cantidad del total que tuvo ese tipo de disposición final, aunque se puede asumir que estas categorías tienen en su composición una variedad de materiales y sustancias de los demás tipos de residuos.

Para seguir con el cálculo, se contempla que en estas categorías hay una variedad proporcional de los demás residuos, por lo que se reparte proporcionalmente en los otros sectores. Esto quiere decir que las 3,441 toneladas, al sumar ambas categorías, se reparten en los otros 6 tipos de residuos, lo que implica 573.5 toneladas extra a dichas categorías.

**Tabla 3.47 Proyección de residuos por composición en 2026 con residuos per cápita y ajuste de residuos sin termovalorización ni relleno sanitario. Elaboración propia.**

Tipo de residuo	Toneladas totales generadas	Porcentaje generado [%]
Papel/cartón	1,414.32	13.71
Orgánico	4,693.71	45.50
Plástico	1,942.13	18.82
Metal	726.93	7.05
Vidrio	886.51	8.59
Residuos electrónicos	653.29	6.33
Total	10,316	100

Por otro lado, el dato anteriormente mencionado es que la FIFA compartió que el 67% de los residuos generados totales fueron destinados al reciclaje o compostaje. En esta ocasión, a pesar de que se pueda considerar que la organización pueda tener injerencia en la disposición final, el contexto de los tres países norteamericanos puede hacer difícil que se cumpla el mismo resultado. En México, solo el 9.63% de residuos es reciclado, mientras que más del 78% se destina a rellenos sanitarios principalmente (SEMARNAT, 2017). En Canadá los datos oficiales son que 97% de los residuos es mandado a rellenos sanitarios y el 3% es incinerado, aunque no se menciona un valor de cantidades que son recicladas o usadas como composta, se agregan recomendaciones para hacerlo de forma local o individual (Government of Canada, 2024b). De forma externa, se estima que el 75% de los residuos orgánicos generados por los hogares canadienses es aprovechado como composta (EREF, 2021). Finalmente, en Estados Unidos el 32% de los residuos orgánicos es aprovechado como composta, el 50% es mandado a rellenos sanitarios y, dentro de los residuos incinerados, solo el 11.8% es aprovechado para generar energía (termovalorización) (*National Overview: Facts and Figures on Materials, Wastes and Recycling* | US EPA, 2018).

Por lo tanto, se propone realizar un ajuste a los porcentajes de efectividad de la edición anterior para la disposición final de los residuos donde se proyecta que para 2026 el 33% de los residuos es reciclado/compostado y el 67% es mandado a relleno sanitario o incinerado.

Posteriormente, la base de datos de la US EPA (2024b) contempla los factores de emisión de los tipos de residuos correspondientes a partir de su disposición final, por lo que se puede obtener la emisión total por cada uno de estos.

**Tabla 3.48 Factor de emisión de residuos. Recuperado de (US EPA, 2024).**

Material	Factor de emisión $\left[ \frac{\text{Toneladas } CO_{2e}}{\text{tonelada corta de material}} \right]^*$			
	Reciclado	A relleno sanitario	Usado como composta	Incineración
Papel/cartón	0.07	0.89	NA	0.05
Orgánico	NA	0.54	0.13	0.05
Plástico	0.22	0.02	NA	2.34
Metal	0.23	0.02	NA	0.01
Vidrio	0.05	0.02	NA	0.01
Residuo electrónico	0.02	0.02	NA	0.96

\*Tonelada corta de material es una unidad de masa que equivale a 2,000 libras (0.9072 toneladas)

Con todos los valores disponibles, se puede empezar a hacer el cálculo de emisiones por tipo de residuo y disposición final, donde la fórmula se puede ver como:

$$E_{CO_2} = C_R \times FE_e \times \frac{0.9072 \text{ toneladas (tonelada corta)}}{1 \text{ tonelada mètrica}}$$

Donde:

$C_R$ : Cantidad de residuo [Toneladas]

$FE_e$ : Factor de emisión de residuos  $\left[ \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{tonelada corta de residuo}} \right]$

$E_{CO_2}$ : Emisiones de  $CO_2$  [Ton  $CO_2$ ]

Donde en el primer escenario corresponde al papel/cartón, con 1,414.32 toneladas totales de estos residuos, con tres factores de emisión diferentes donde a cada uno le toca una tercera parte del total del peso (33%) que equivale a 471.44 toneladas. Por lo que las emisiones de residuos de papel y cartón que tienen como disposición final ser reciclados quedan de esta manera:

$$E_{CO_2} = 471.44 \text{ ton} \times 0.07 \left[ \frac{\text{Toneladas } CO_{2e}}{\text{Tonelada corta de residuo}} \right] \times \left[ \frac{0.9072 \text{ toneladas (tonelada corta)}}{1 \text{ tonelada mètrica}} \right]$$

$$E_{CO_2} = 29.94 \text{ ton } CO_{2e}$$

Posteriormente, el factor de emisión de relleno sanitario y compostaje es de 0.89  $\frac{\text{Toneladas } CO_{2e}}{\text{tonelada corta de material}}$  y 0.05  $\frac{\text{Toneladas } CO_{2e}}{\text{tonelada corta de material}}$  respectivamente, por lo que se aplica la misma fórmula sustituyendo este valor:

$$E_{CO_2} = 471.44 \text{ ton} \times 0.89 \left[ \frac{\text{Toneladas } CO_{2e}}{\text{Tonelada corta de residuo}} \right] \times \left[ \frac{0.9072 \text{ toneladas (tonelada corta)}}{1 \text{ tonelada mètrica}} \right]$$

$$E_{CO_2} = 380.64 \text{ ton } CO_{2e}$$

$$E_{CO_2} = 471.44 \text{ ton} \times 0.05 \left[ \frac{\text{Toneladas } CO_2e}{\text{Tonelada corta de residuo}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ tonelada métrica}}{0.9072 \text{ toneladas (tonelada corta)}} \right]$$

$$E_{CO_2} = 21.38 \text{ ton } CO_{2e}$$

$$E_{CO_2} = 29.94 \text{ ton } CO_{2e} + 380.64 \text{ ton } CO_{2e} + 21.38 \text{ ton } CO_{2e}$$

$$E_{CO_2} = 431.96 \text{ ton } CO_{2e}$$

Con esto, la suma de las tres emisiones de residuos de papel y cartón es de 431.96 toneladas. Se repite el mismo patrón con las otras categorías (Tabla 3.49).

**Tabla 3.49 Proyección de emisiones por tipo de residuo y disposición final. Elaboración propia.**

Tipo de residuo	Emisiones [ton CO <sub>2e</sub> ]				
	Reciclado	A relleno sanitario	Usado como composta	Incineración	Total
Papel/cartón	29.94	380.64	0	21.38	431.96
Orgánico	0	766.45	184.52	70.97	1,021.93
Plástico	129.20	11.75	0	1,374.26	1,515.21
Metal	50.56	4.40	0	2.20	57.15
Vidrio	13.40	5.36	0	2.68	21.45
Residuo electrónico	3.95	3.95	0	189.65	197.55
Total	3,245.25				

Por lo tanto, de acuerdo con la proyección, las emisiones de residuos en las instalaciones de la FIFA para 2026 serán de **3,245.25 toneladas de CO<sub>2e</sub>**.

**- Proyección total**

De acuerdo con la suma de todas las categorías estimadas, la proyección total de emisiones de CO<sub>2e</sub> es de 7,611,709.74 toneladas de CO<sub>2e</sub>. (Tabla 3.50).

**Tabla 3.50 Suma de emisiones proyectadas por sector de la Copa Mundial de la FIFA 2026. Elaboración propia.**

<b>Sector</b>	<b>Emisiones [tCO<sub>2e</sub>]</b>
Construcción e infraestructura	2,170.02
Hotelería y alojamiento	1,444,167.80
Transporte (aviación)	6,095,815.45
Transporte (entre ciudades)	12,415.47
Energía en estadios	3,494.58
Alimentos y catering	50,401.17
Residuos	3,245.25
Total	7,611,709.74

### **3.2.4 Análisis comparativo y recomendaciones**

Respecto a las emisiones totales proyectadas, lo primero que se debe mencionar es que se trató de obtener la huella con el máximo de datos disponibles. Con un mayor acceso a información de las obras de remodelación, alimentos y consumo energético, se pueden obtener resultados más completos que aumentarían el valor actualmente obtenido.

Comparado con el Informe de GEI de la Copa Mundial de la FIFA 2022, el resultado total oficial de las emisiones de esa edición fue de 3,631,034 tCO<sub>2e</sub> (FIFA, 2021b), lo que implica que el valor proyectado para 2026 es 2.1 veces más grande..

El primer punto interesante es que la construcción e infraestructura permanente en Qatar supuso un 18%, 22.5% al sumar aquellas que fueron temporales, de las emisiones totales con 654,660 tCO<sub>2e</sub>, valor muy superior a lo calculado en este trabajo, y a lo que debería ser mostrado de forma oficial por la FIFA respecto a emisiones cuando publique el Reporte de 2026 al contemplar todas las construcciones de menor envergadura realizadas que en esta ocasión no se mostraron ante la falta de esos datos. Esto quiere decir que la Copa del Mundo de 2026 tiene un acierto en realizar el torneo en sedes donde la infraestructura deportiva necesaria ya tiene bases sólidas y no será un escenario, como Qatar, que va a suponer la construcción de grandes proyectos de cara al torneo.

**Tabla 3.51 Comparativa de emisiones y porcentajes entre la Copa Mundial de la FIFA 2022 y lo proyectado al torneo 2026. Elaboración propia.**

Sector	Emisiones en 2022 [tCO <sub>2e</sub> ]	Porcentaje [%]	Emisiones en 2026 [tCO <sub>2e</sub> ]	Porcentaje [%]
Construcción e infraestructura	817,220	22.5	2,170	0.029
Hotelería y alojamiento	728,400	20.1	1,444,168	18.97
Transporte (aviación)	1,763,040	49.5	6,095,815	80.09
Transporte (entre ciudades)	91,690	2.2	12,415	0.16
Energía en estadios	23,050	0.6	3,495	0.05
Alimentos y catering	26,560	0.7	50,401.17	0.66
Residuos	10,940	0.3	3,245	0.04
Total	3,460,900	95.9	7,611,710	100

\*La suma de 2022 no contempla los otros sectores que no se calcularon para 2026 como agua, logística, producción de materiales o renta de equipo.

Podría considerarse una buena idea que la FIFA establezca como requisito obligatorio, para la postulación de países que aspiran a ser sede de un mega evento deportivo, contar con infraestructura adecuada y disponible en el momento de la candidatura. Este enfoque permitiría justificar y demostrar de forma inmediata la capacidad de acogida de los candidatos, independientemente de proyectos futuros como los observados en Qatar en 2010 o Arabia Saudí en la actualidad de cara a 2034. Sin embargo, este requisito plantea un debate social sobre si otros países con proyectos de desarrollo o poca cultura deportiva merecen la oportunidad de ser anfitriones de torneos de este tipo. Desde el punto de vista ambiental, está claro que eventos como los de 2026 o 2030, en España, Portugal y Marruecos con muchos estadios renovados recientemente, representan modelos más sostenibles en comparación con 2022 o 2034 ya que minimizan las emisiones generadas por la construcción de nueva infraestructura, ya sea temporal o permanente.

Respecto a Hotelería y alojamiento, queda la curiosidad que ambos porcentajes son muy parecidos a pesar de que la proyección de 2026 es casi dos veces mayor (1.98) que lo estimado en 2022. Una anotación importante es que las emisiones de hotelería en 2022 consideraron hospedajes en cruceros y en infraestructura temporal para subsistir la falta de oferta de hotelería, donde aficionados debido a esto incluso se llegaron a hospedar en países vecinos. En 2026 no se tomaron en cuenta estos modos de hospedaje, aunque

oficialmente no se ha publicado nada, no se descartaría una alternativa turística por la costa este de Estados Unidos.

Una observación de las emisiones proyectadas para 2026 en la sección de hotelería y transporte entre ciudades, es que el modo de cálculo fue al tomar en cuenta la ciudad más importante, nombre sede de los estadios incluso, a pesar de estar situados en las afueras del área metropolitana o en un pueblo aledaño. Ejemplo de esto son Dallas, Boston y San Francisco, donde sus estadios están en Arlington, Foxborough y Santa Clara respectivamente, pueblos o ciudades menores. No se tomaron estos lugares como el modo de cálculo porque son lugares más pequeños donde muy probablemente no se dé abasto para cubrir el hospedaje de todos los aficionados que lleguen del exterior. Para comparar, en Foxborough está el estadio de Boston con capacidad de 65,000 aficionados, con 18,466 habitantes en 2020 (PEP, 2024), mientras que en San Francisco el estadio cuenta con una capacidad de 71,000 personas en una locación de 131,062 personas (PEP,2024).

Una alternativa que se debería tomar en cuenta para minimizar el transporte de aficionados entre la ciudad principal a los partidos con escenarios así debería ser la instalación de infraestructura temporal para ofrecer hospedaje dentro de estos lugares. Lo que supone diferentes impactos por la instalación de infraestructura temporal y diferente hospedaje, aunque con menores emisiones por transporte entre ciudades.

Otra consideración importante es que los cálculos realizados fueron basados en suponer un hospedaje promedio de los aficionados de 13 días, basados en el reporte del Ministerio de Turismo de Brasil de 2015 basados en la Copa del Mundo de 2014. En el reporte de emisiones de GEI de Qatar (FIFA, 2021b) se contempla un tiempo de estancia promedio para los aficionados de 5 a 6 días, por lo que ese factor explica una variación en los resultados. De cualquier manera, a pesar de que 13 días se puede suponer como algo largo, se toma en cuenta al estar basado en resultados oficiales del país posteriores al torneo, mientras que Qatar fue una predicción de alojamiento, a la vez de diferentes contextos geográficos, socioculturales y económicos que hacen ver más parecido un viaje de turismo a los países norteamericanos anfitriones con Brasil que Qatar.

Por otro lado, las emisiones por aviación incrementaron notablemente al tomar en cuenta más factores como un mucho mayor número de aficionados al tener más equipos participantes, las distancias entre ciudades y el número de vuelos contemplados para la llegada de aficionados. Hay que recordar que Carbon Market Watch (2022), y otros críticos al *greenwashing* de Qatar, hicieron énfasis en la manipulación y maquillaje de números y factores de emisión para que las alteraciones demuestren resultados más favorables a lo que realmente ocurrió, donde uno de los sectores que más se comenta por su sesgo es el transporte internacional.

Por ende, en el reporte de emisiones de la FIFA para 2026 se deben considerar números mucho mayores a la vez que más realistas y coherentes que en 2022. Lo que se tiene que esperar en el reporte, que se tiene que publicar en 2025, es una inversión de los papeles de lo ocurrido en el torneo anterior. Las emisiones de aviación serán mucho mayores mientras que los de construcción no van a llegar a los niveles obtenidos anteriormente. Al tener más participantes y partidos a disputar a lo largo del torneo, busca

generar demasiados beneficios económicos y sociales, aunque se pierde desde el punto de vista ambiental al hacer un mega evento deportivo aún mayor.

De forma similar, el transporte entre y dentro de las ciudades debe ser un factor para considerar para tomar medidas de acción en mitigación de emisiones. Se sabe que Estados Unidos no tiene muy presente en su planeación urbana el concepto de ciudades caminables, aquellas donde en un radio de 15 minutos caminando se pueden satisfacer gran parte de las necesidades humanas (Southworth, 2005), por lo que el uso de automóviles tiene que ser un área de oportunidad que la FIFA, junto a los organizadores locales de cada ciudad, debe considerar. Similar a lo ocurrido en Qatar, la compra de flota de unidades de transporte público eficientes energéticamente puede derivar en la implementación de nuevas rutas permanentes y un aprovechamiento local de esos vehículos más allá del torneo.

En otro tema, el consumo energético de los estadios es otro de los aciertos de la planeación rumbo a 2026. El requisito de que los estadios cuenten con la obligación de tener una certificación de construcción sostenible hace que los recintos deportivos sean edificios sustentables y hagan una contribución para minimizar su huella de carbono. Zhao et al. (2015) menciona que los edificios verdes además de tener un impacto ambiental benéfico también pueden generar un impacto social indirecto que promueve la aceptación social de conceptos sustentables a la vez de una influencia en las actitudes de las personas y comunidades cercanas. Los edificios verdes pueden servir como catalizadores para incrementar la conciencia ambiental y fomentar cambios positivos en el comportamiento social hacia ciudades más sostenibles.

Además, a diferencia de las fuentes de energía de Qatar, donde predominaba la quema de combustibles fósiles y se observaron incrementos significativos en emisiones debido a la generación por estas fuentes, la matriz energética de los anfitriones norteamericanos es más diversificada. En Estados Unidos, el 36% de la energía proviene del gas natural, el 38% del petróleo, 9% de la energía nuclear, 9% de fuentes renovables y el 9% restante del carbón (EIA, 2023). Canadá destaca por su alta proporción de energía hidroeléctrica que representa el 60% del total, mientras que el 14% es generado por energía nuclear y solo el 12% por gas natural (CER, 2023). Por otro lado, en México el 82% de la energía sigue siendo generada por combustibles fósiles, mientras que el 18% de la energía restante corresponde a energías renovables (SENER, 2023).

Aunque México muestra un rezago en la diversificación energética y la mitigación de emisiones podría ser menos evidente, la mayor participación de fuentes alternativas en Estados Unidos y Canadá va a dar un beneficio con la reducción de emisiones de Alcance 2. Estas emisiones, asociadas al consumo de electricidad comprada, tienden a ser menores cuando la generación energética proviene de fuentes renovables o uranio (nuclear), en lugar de la quema de combustibles fósiles.

Por otro lado, respecto a la generación de residuos, las emisiones en este ámbito en Qatar son mucho mayores que las proyectadas en 2026 a pesar de ser una de las áreas mejor abordadas en su Plan de Sostenibilidad al presentar muy buenas medidas de reciclaje orientados a una economía circular, a la vez de esperar más generación de residuos con más del doble de aficionados esperados. La explicación que se puede

encontrar es que los residuos de la construcción contribuyeron significativamente a las emisiones de residuos en 2022, más del 70% de los residuos sólidos generados en 2022 fueron por residuos de la construcción (FIFA, 2023). Por ende, se pueden esperar más emisiones que las proyectadas en 2026, aunque paralelamente que lo ocurrido en construcción, menores que lo ocurrido en 2022 al ser menos infraestructura permanente la que se ha realizado. Aunado a eso, para 2026 se debe esperar un buen proyecto de minimización de residuos y reciclaje óptimo para repetir uno de los pocos hitos en 2022 respecto al manejo de estos.

Con los alimentos, el valor proyectado ya supera por casi el doble a lo estimado en el torneo anterior. Aunque el enfoque para hacer los cálculos de emisiones por alimentos y personas estimados puede variar, lo inminente es que se deben esperar emisiones mucho mayores al contar con más personas esperadas, ya sea dentro del torneo y sea responsabilidad de la FIFA, o en los países anfitriones que van a recibir a millones de aficionados y van a tener que sobrellevar el abasto y demanda de alimentos, así como otros servicios como hospedaje y transporte.

Cabe mencionar que hay otras actividades y sectores que no fueron analizados como la generación de mercancía como souvenirs, ropa y publicidad, o el consumo hídrico y el agua tratada. Estos sectores representaron el 2% del total de lo estimado en Qatar y, si bien comparado con el total, es una cantidad posiblemente despreciable, son emisiones altas que se deben tomar en cuenta tanto para el cálculo como para las medidas de acción que se deben planear de cara al torneo.

Finalmente, no hay que dejar de lado la influencia en los resultados de los factores de emisión y modos de cálculo utilizados en cada caso. En 2022 se usó como referencia principalmente a la base de datos de Reino Unido de UK BEIS de 2019, para la proyección también se utilizó la versión más reciente junto a la EPA de Estados Unidos para aprovechar el poder contar con factores de emisión basados y orientados a la propia región de estudio. Además, hay bases de datos, como South Pole, que fueron utilizados para sectores específicos como los alimentos, que son servicios de paga. Por lo que, en ese caso, o en los que no hay datos directos accesibles, se presenta una posible variación de resultados que puede presentar una incertidumbre para el cálculo.

El torneo de 2026 en Estados Unidos, México y Canadá será la primera Copa Mundial de Fútbol de 48 equipos y con tres países anfitriones. Los retos, comparados con el antecesor Qatar, son muy distintos por el contexto geográfico, económico y social que se presenta. A pesar de contar con ligeros aciertos esperados como un correcto manejo de residuos o fuentes de energía no dependientes de combustibles fósiles, los temas de logística y distancia van a mermar en demasía la huella de carbono de este mega evento deportivo en verano de 2026, por lo que se deben esperar resultados muy claros y coherentes en el Reporte de emisiones de 2026.

Ya sea por los argumentos mencionados y porque no deben repetir el error del torneo anterior de manipular números para promover que fue un torneo neutro en emisiones para evitar problemas con juzgados nuevamente, queda claro que en esta ocasión el impacto de la huella de carbono será todavía mayor y, fuera de su propósito como publicidad, lograr compensar todas las emisiones esperadas será muy difícil. De acuerdo con lo proyectado,

mitigar las emisiones de este torneo sería como compensar todas las emisiones generadas por Jamaica en 2023 que fueron de 7.6 MtCO<sub>2</sub> (Global Carbon Atlas, 2023), incluso si se considera que faltaron áreas de estudio y acceso a datos privados, se puede comparar la huella de carbono de este evento de un mes de duración con estar dentro de los 100 países que más emisiones generaron en 2023. Por lo tanto, si bien no es imposible, compensar el impacto ambiental de este torneo va a suponer la mitigación de emisiones equivalente a una nación entera de pequeño tamaño que tendría que implicar el movimiento de múltiples organismos y millones de dólares para lograrlo.



## 4. Conclusiones

Los mega eventos deportivos como la Copa Mundial de la FIFA representan un desafío significativo en el ámbito ambiental por el alto impacto en emisiones y contaminación que se generan. A pesar de que desde hace décadas se reconoce este problema, los avances han sido desiguales y, en ocasiones, limitados a propósitos de mercadotecnia que a compromisos genuinos. Aún así, existen antecedentes valiosos que demuestran que, con recursos adecuados y condiciones favorables, sí es posible organizar torneos con impactos ambientales reducidos.

El recorrido histórico muestra cómo Lillehammer 1994 marcó un punto de inflexión al colocar al medio ambiente como eje en los eventos deportivos internacionales, y cómo Alemania 2006 consolidó esas ideas con acciones innovadoras en el máximo evento de fútbol del mundo. Sin embargo, Sudáfrica 2010 y Brasil 2014 evidenciaron que la falta de preparación económica, social y de gobernanza pueden derivar en corrupción, “elefantes blancos” e ineficiencia en la compensación de emisiones. El último torneo, Qatar 2022, dejó un sello de opacidad, infraestructura sobredimensionada y un reporte ambiental cuestionado, que ejemplifica los riesgos del greenwashing en este tipo de torneos.

De cara a 2026, la Copa del Mundo en Norteamérica representa una oportunidad para corregir errores del pasado. La existencia de infraestructura previa, una red energética más diversificada y la experiencia aprendida pueden servir para presentar un torneo más sostenible. No obstante, el contexto de tener un incremento en 50% de participantes y de 62.5% en partidos anticipa un aumento sustancial en la huella de carbono, proyectada en más de 7 millones de toneladas de dióxido de carbono. Esto resalta la urgencia de implementar medidas estrictas, coherentes y transparentes que no se limiten a compensar emisiones, sino que prioricen su reducción directa desde la planeación.

Este estudio demuestra que las herramientas y metodologías para medir, mitigar y compensar los impactos ya existen, pero carecen de un marco regulatorio que obligue a su cumplimiento. La inclusión de sanciones, incentivos y auditorías independientes podría garantizar que las promesas ambientales de los organizadores se traduzcan en resultados verificables. Asimismo, la colaboración con organizaciones ambientales y la participación activa de la comunidad internacional son pasos indispensables para elevar los estándares y transformar la Copa del Mundo en un referente de sostenibilidad.

En conclusión, la magnitud de las Copas del Mundo y otros mega eventos deportivos implica una responsabilidad proporcional. Su impacto ambiental puede situarlos al nivel de países enteros en términos de emisiones, pero también ofrecen la posibilidad de convertirse en plataformas globales de acción climática. La transición hacia una industria deportiva más sostenible no es una utopía, sino una necesidad urgente que requiere transparencia, voluntad política y un compromiso real con el medio ambiente. Solo así se podrá conciliar el espectáculo con las demandas ambientales y sociales de nuestro tiempo.

## Referencias

- AA1000 - Verificación de los informes de sostenibilidad. (2022). DQS Global. Recuperado 24 de octubre de 2024, de <https://www.dqsglobal.com/es-mx/aprenda/blog/aa1000-verificacion-de-los-informes-de-sostenibilidad>
- Al Sholi, H. Y., Wakjira, T., Kutty, A. A., Habib, S., Alfadhli, M., Aejas, B., Kucukvar, M., Onat, N. C., & Kim, D. (2023a). How circular economy can reduce scope 3 carbon footprints: Lessons learned from FIFA world cup Qatar 2022. *Circular Economy*, 2(1), 100026. <https://doi.org/10.1016/J.CEC.2023.100026>
- Al-Marri, W., Al-Habaibeh, A., & Watkins, M. (2018). An investigation into domestic energy consumption behaviour and public awareness of renewable energy in Qatar. *Sustainable Cities And Society*, 41, 639-646. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.06.024>
- Almendral, A. (2022, 15 diciembre). How a Georgia company grew the grass for the World Cup—and then flew it to Qatar. *Quartz*. <https://qz.com/world-cup-qatar-soccer-field-grass-grown-by-atlas-turf-1849882077>
- Appinio Blog. (2023). Trends and Insights for the Travel and Tourism Industry in the US in 2023. Recuperado 18 de noviembre de 2024, de <https://www.appinio.com/en/blog/insights/travel-tourism-industry-trends-statistics-us>
- Arreguín Cortés, Felipe I., & Martín Domínguez, A. (2015). Desalinización del agua. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 15(1), 27–49. Recuperado a partir de <https://www.revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/848>
- Asociación Española por la Calidad. (2024, 1 abril). *Norma PAS 2050 - AEC*. AEC. Recuperado 23 de octubre de 2024, de <https://www.aec.es/conocimiento/centro-del-conocimiento/norma-pas-2050/>
- BBC Sport. (2018, 13 junio). *World Cup 2026: Canada, US & Mexico joint bid wins right to host tournament*. BBC Sport. <https://www.bbc.com/sport/football/44464913>
- BBC Sport. (2022). Qatar World Cup: Fifa's carbon neutrality claim "misleading and incredibly dangerous". Recuperado 13 de octubre de 2024, de <https://www.bbc.com/sport/football/63466168>
- Becken, S. (2009). *The Carbon Footprint of Domestic Tourism*. <https://www.researchgate.net/publication/27815268> *The carbon footprint of domestic tourism*
- Bloomberg (2022). Qatar's Carbon-Neutral World Cup Is a Fantasy - Bloomberg. Recuperado 25 de septiembre de 2024, de [www.bloomberg.com/news/features/2022-11-10/qatar-s-carbon-neutral-world-cup-is-a-fantasy?leadSource=uverify%20wall&embedded-checkout=true](https://www.bloomberg.com/news/features/2022-11-10/qatar-s-carbon-neutral-world-cup-is-a-fantasy?leadSource=uverify%20wall&embedded-checkout=true)
- Boykoff, J., & Gaffney, C. (2020). The Tokyo 2020 Games and the End of Olympic History. *Capitalism Nature Socialism*, 31(2), 1-19. <https://doi.org/10.1080/10455752.2020.1738053>
- Boykoff, J., & Mascarenhas, G. (2016). The Olympics, Sustainability, and Greenwashing: The Rio 2016 Summer Games. *Capitalism Nature Socialism*, 27(2), 1-11. <https://doi.org/10.1080/10455752.2016.1179473>

Brilliant Source. (2021). The Power of the Super Bowl. Recuperado 4 de diciembre de 2024, de <https://brilliantsourceenergy.com/the-power-of-the-super-bowl-2/>

Canada.ca. (2024). Canada's actions on air quality. Recuperado 11 de noviembre de 2024, de <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/airquality/air-pollution-quality-canada-index/actions.html>

Canada.ca. (s.f.). Canadian Net-Zero Emissions Accountability Act . Recuperado 11 de noviembre de 2024, de <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan/net-zero-emissions-2050/canadian-net-zero-emissions-accountability-act.html>

Cantelon, H., & Letters, M. (2000). THE MAKING OF THE IOC ENVIRONMENTAL POLICY AS THE THIRD DIMENSION OF THE OLYMPIC MOVEMENT. *International Review For The Sociology Of Sport*, 35(3), 294-308. <https://doi.org/10.1177/10126900035003004>

Carbon Market Watch. (2022). Poor Tackling: Yellow Card for 2022 FIFA World Cup Carbon neutrality claim. <https://carbonmarketwatch.org/publications/poor-tackling-yellow-card-for-2022-fifa-world-cups-carbon-neutrality-claim/>

Carmona Aparicio, L. G., Rincón Pérez, M. A., Castillo Robles, A. M., Galvis Remolina, B. R., Sáenz Pulido, H. E., Manrique Forero, R. A., & Pachón Quinche, J. E. (2016). Conciliación de inventarios top-down y bottom-up de emisiones de fuentes móviles en Bogotá, Colombia. *Revista Tecnura*, 20(49), 59. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a04>

Carosella, V. (2023, 9 octubre). FIFA announces 2030 and 2034 World Cup plans amongst climate concerns. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/vitascarosella/2023/10/06/fifa-announces-2030-and-2034-world-cup-plans-amongst-climate-concerns/>

Catherine. (2024, junio 11). *Analysis of Organic Waste Diversion Efforts in Canada Shows Room for Improvement*. Environmental Research & Education Foundation. <https://erefdn.org/analysis-of-organic-waste-diversion-efforts-in-canada-shows-room-for-improvement/>

CBS Sports (2013, 17 septiembre). *CBS Sports*. <https://www.cbssports.com/nfl/news/cowboys-stadium-uses-more-electricity-than-liberia/>

CDP. (2022). *Just a third of companies (4002/13,100+) that disclosed through CDP in 2021 have climate transition plans*. <https://www.cdp.net/en/articles/companies/just-a-third-of-companies-4002-13-100-that-disclosed-through-cdp-in-2021-have-climate-transition-plans>

Cepal (s. f.). *Biblioguías: Huella de carbono* ( Recuperado 21 de octubre de 2024, de <https://biblioguías.cepal.org/huellacarbono>

Cerezo-Esteve, S., Inglés, E., Seguí-Urbaneja, J., & Solanellas, F. (2022). The Environmental Impact of Major Sport Events (Giga, Mega and Major): A Systematic Review from 2000 to 2021. *Sustainability*, 14(20), 13581. <https://doi.org/10.3390/su142013581>

Chappellet, J. (2008). Olympic Environmental Concerns as a Legacy of the Winter Games. *The International Journal Of The History Of Sport*, 25(14), 1884-1902. <https://doi.org/10.1080/09523360802438991>

Chernushenko, David (1996) "Sports Tourism Goes Sustainable: The Lillehammer Experience," *Visions in Leisure and Business*: Vol. 15: No. 1, Article 5.  
Available at: <https://scholarworks.bgsu.edu/visions/vol15/iss1/5>

*Clean Water Act (CWA)*. (s. f.). Bureau Of Ocean Energy Management.  
<https://www.boem.gov/environment/environmental-assessment/clean-water-act-cwa>

CMNUCC. (s.f.). Recuperado 7 de noviembre de 2024, de  
<https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>

CNN. (2021, 23 agosto). Del «apocalipsis del aire» a los cielos azules. La lucha de Beijing por un aire más limpio es una victoria poco común para la disidencia pública *CNN*.  
<https://cnnespanol.cnn.com/2021/08/23/contaminacion-aire-china-aire-limpio-victoria-contra-disidencia-trax>

COI (2023, 5 abril). IOC receives ISO 20121 certification for sustainability performance at corporate events. *Olympics.com*.  
<https://olympics.com/ioc/news/ioc-receives-iso-20121-certification-for-sustainability-performance-at-corporate-events>

Collins, A., Flynn, A., Munday, M., & Roberts, A. (2007). Assessing the Environmental Consequences of Major Sporting Events: The 2003/04 FA Cup Final. *Urban Studies*, 44(3), 457-476.  
<https://doi.org/10.1080/00420980601131878>

Crabb, L. A. H. (2017). Debating the success of carbon-offsetting projects at sports mega-events. A case from the 2014 FIFA World Cup. *Journal Of Sustainable Forestry*, 37(2), 178-196.  
<https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1364652>

CSR Consulting. (2023, 8 junio). ¿Qué es PAS 2050? CSR Consulting. Recuperado 23 de octubre de 2024, de <https://www.csrconsulting.com.mx/2023/06/09/que-es-pas-2050/>

Dallas Convention Center (2024). *About the Kay Bailey Hutchison Convention Center Dallas*. Recuperado 21 de noviembre de 2024, de <https://www.dallasconventioncenter.com/about-us/about-us>

De Spiegeleir, A. (2023, 3 julio). *The 2022 Qatar World Cup Was Greenwashed: The Swiss Fairness Commission Finds In Favor of Six NGOs Alleging Misleading and Unfair Advertisement by FIFA*. Climate Law Blog.  
<https://blogs.law.columbia.edu/climatechange/2023/07/03/the-2022-qatar-world-cup-was-greenwashed-the-swiss-fairness-commission-finds-in-favor-of-six-ngos-alleging-misleading-and-unfair-advertisement-by-fifa/>

Death, C. (2011). 'Greening' the 2010 FIFA World Cup: Environmental Sustainability and the Mega-Event in South Africa. *Journal Of Environmental Policy & Planning*, 13(2), 99-117.  
<https://doi.org/10.1080/1523908x.2011.572656>

Del Fiacco, A. G., & Orr, M. (2019). A review and synthesis of environmentalism within the Olympic Movement. *International Journal Of Event And Festival Management*, 10(1), 67-80.  
<https://doi.org/10.1108/ijefm-05-2018-0038>

*Department for Business, Energy & Industrial Strategy*. (2023, 13 abril). GOV.UK.  
<https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-business-energy-and-industrial-strategy>

Department for Energy Security and Net Zero. (2024, 30 octubre). *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024*. GOV.UK. Recuperado 3 de noviembre de 2024, de <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2024>

Distancia de Sao-Paulo, BRA → Rio-de-Janeiro, BRA - Línea recta, ruta de conducción, punto medio. (n.d.). Recuperado 26 de noviembre de 2024, de <https://es.distance.to/Sao-Paulo.BRA/Rio-de-Janeiro.BRA>

DOF (2015). LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. Recuperado 10 de noviembre de 2024, de <https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos-62914>

Dunbar, G. (2024, 29 julio). Candidatos a Copa del Mundo dan a FIFA planes para albergar los torneos en 2030 y 2034 - Los Angeles Times. *Los Angeles Times En Español*. <https://www.latimes.com/espanol/deportes/articulo/2024-07-29/candidatos-a-copa-del-mundo-dan-a-fifa-planes-para-albergar-los-torneos-en-2030-y-2034>

DW (2005, 11 mayo). Green Goal: un mundial de lo más limpio. *dw.com*. <https://www.dw.com/es/green-goal-un-mundial-de-lo-m%C3%A1s-limpio/a-1580350>

EIA. (U.S. Energy Information Administration). (2023). U.S. energy facts explained - consumption and production. Recuperado 18 de diciembre de 2024, de <https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/>

El País. (2022, 15 noviembre). *Cinco Días*. [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/11/11/companias/1668182902\\_011119.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/11/11/companias/1668182902_011119.html)

Energy.gov (2024). Energy.gov. <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/fotw-1333-march-11-2024-2022-average-number-occupants-trip-household>

*Energy Star*. (s. f.a). About ENERGY STAR. Recuperado 21 de noviembre de 2024, de <https://www.energystar.gov/about>

Energy Star. (s.f.b). What is Energy Use Intensity (EUI)? Retrieved November 21, 2024, from <https://www.energystar.gov/buildings/benchmark/understand-metrics/what-eui>

Ermolaeva, P., & Lind, A. (2020). Mega-Event Simulacrum: Critical Reflections on the Sustainability Legacies of the World Cup 2018 for the Russian Host Cities. *Problems Of Post-Communism*, 68(6), 498-508. <https://doi.org/10.1080/10758216.2020.1791185>

Escajeda, M. T. G., Milan, P. M., Lozano, J. A. A., & Galarza, A. A. (2014). El enfoque bottom-up y el control de calidad: imprescindibles en el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del sector industrial en San Luis Potosí, México. *Ambiente y Desarrollo*, 18(34). <https://doi.org/10.11144/javeriana.ayd18-34.ebcc>

Essaaidi, M., Annual IEEE Computer Conference, International Renewable and Sustainable Energy Conference Quarzazate 2013.03.07-09, & IRSEC Quarzazate 2013.03.07-09. (2013). *International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC), 2013 7-9 March 2013, Quarzazate, Morocco*. IEEE. <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=6523356>

Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012). Huella del carbono. Parte 1: Conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Información Tecnológica*, 23(1), 163-176.  
<https://doi.org/10.4067/s0718-07642012000100017>

ESPN. (2022, 26 julio). *ESPN.com.ar*.  
[https://www.espn.com.ar/futbol/mundial/nota/\\_/id/10686778/fifa-mundial-qatar-2022-confirmando-bases-operativas-hoteles-campos-entrenamiento-selecciones-equipos](https://www.espn.com.ar/futbol/mundial/nota/_/id/10686778/fifa-mundial-qatar-2022-confirmando-bases-operativas-hoteles-campos-entrenamiento-selecciones-equipos)

ESPN (2024a, 4 febrero). México y el deseo por tener más de diez partidos del Mundial 2026 - ESPN. *ESPN.com.mx*. Recuperado 5 de noviembre de 2024, de  
[https://www.espn.com.mx/futbol/mundial/nota/\\_/id/13183112/mundial-2026-mexico-cuantos-partidos-estados-unidos-canada-sorteo](https://www.espn.com.mx/futbol/mundial/nota/_/id/13183112/mundial-2026-mexico-cuantos-partidos-estados-unidos-canada-sorteo)

ESPN. (2024b, 7 octubre). Mundial 2026: Cómo es la clasificación en cada continente. *ESPN.com.mx*. Recuperado 26 de noviembre de 2024, de  
[https://www.espn.com.mx/futbol/mundial/nota/\\_/id/14127776/mundial-2026-como-es-la-clasificacion-en-cada-continente](https://www.espn.com.mx/futbol/mundial/nota/_/id/14127776/mundial-2026-como-es-la-clasificacion-en-cada-continente)

ESPN. (2024c, 11 junio). ¿Cómo van las sedes a dos años de Mundial 2026? - ESPN. *ESPN.com.mx*. Recuperado 13 de noviembre de 2024, de  
[https://www.espn.com.mx/futbol/mundial/nota/\\_/id/13765379/mundial-2026-sedes-como-se-ven-estadios-dos-anos-de-inicio](https://www.espn.com.mx/futbol/mundial/nota/_/id/13765379/mundial-2026-sedes-como-se-ven-estadios-dos-anos-de-inicio)

European Business Review (2006). *Green Goal is the most important goal at the Football World Cup*. europeanbusiness.gr. Recuperado 23 de septiembre de 2024, de  
<https://www.europeanbusinessreview.eu/page.asp?pid=422>

Exhibitor Online (2024). Centers of Excellence - Find It – Marketplace. Recuperado 21 de noviembre de 2024, de <https://www.exhibitoronline.com/FindIt/COE.asp?ID=208>

FAO Map Catalog - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). Recuperado 7 de octubre de 2024, de <https://data.apps.fao.org/map/catalog/static/search?keyword=rainfall>

Fayos-Solá, E. (1998). The impact of mega events. *Annals Of Tourism Research*, 25(1), 241-245.  
[https://doi.org/10.1016/s0160-7383\(97\)00083-2](https://doi.org/10.1016/s0160-7383(97)00083-2)

FieldTurf. (s.f.). Why FieldTurf. Recuperado 13 de noviembre de 202, de <https://fieldturf.com/es/why-fieldturf/>

FIFA. (s.f.). Sustainability design. Recuperado 4 de diciembre de 2024, de <https://inside.fifa.com/technical/stadium-guidelines/general-process-guidelines/design/sustainability-design>

FIFA. (2013). Sustainability Report 2014 FIFA World Cup Brazil.

FIFA. (2020). Sustainability Strategy Report. En *FIFA*.  
<https://digitalhub.fifa.com/m/5adbe651c67c78a3/original/o2zbd8acyiooxyn0dwuk-pdf.pdf>

FIFA. (2021a). FIFA World Cup Qatar 2022 TM. <http://resources.fifa.com/>

FIFA. (2021b). Greenhouse gas accounting report. En *FIFA*.  
<https://iifir.org/en/fridoc/greenhouse-gas-accounting-report-fifa-world-cup-2022-lt-sup-gt-tm-lt-sup-gt-lt-br-146104>

- FIFA. (2022a). Environmental Impact Final Report. <https://inside.fifa.com/social-impact/sustainability/fwc-2022-report/environmental-impact>
- FIFA. (2022b). Revenue 2019-2022. Recuperado 18 de noviembre de 2024, de <https://publications.fifa.com/en/annual-report-2022/finances/2019-2022-cycle-in-review/2019-2022-revenue/>
- FIFA (2022c). Qatar 2022 becomes first FIFA World Cup™ to achieve international sustainability certification. Recuperado 24 de octubre de 2024, de <https://inside.fifa.com/social-impact/sustainability/news/qatar-2022-becomes-first-fifa-world-cup-tm-to-achieve-international>
- FIFA (2023). *Australia & Aotearoa New Zealand 2023 stadiums achieve 'green' building certification*. Inside FIFA. Recuperado 4 de diciembre de 2024, de <https://inside.fifa.com/tournaments/womens/womensworldcup/australia-new-zealand2023/news/australia-and-aotearoa-new-zealand-2023-stadiums-achieve-green-building>
- FIFA (2024a). FIFA World Cup 26™ & FIFA Club World Cup 2025™ - Bus Supplier Request for Information (RFI) <https://inside.fifa.com/tournaments/mens/worldcup/canadamexicousa2026/news/fifa-world-cup-26-tm-and-fifa-club-world-cup-2025-tm-bus-supplier-request-for-information>
- FIFA (2024b). Estadios, sedes y canchas de la Copa Mundial de la FIFA 2026: dónde se juega Retrieved November 5, 2024, from <https://www.fifa.com/es/tournaments/mens/worldcup/canadamexicousa2026/articles/copa-mundial-2026-estadios-fifa-soccer-futbol-mexico-estados-unidos-canada>
- FIFA. (2024c). FIFA men's ranking November 2024. Recuperado el [fecha de consulta], de <https://www.fifa.com/fifa-world-ranking/men>
- Fodróczy, E. A. (2021). El giro climático en Estados Unidos bajo Biden. *Norteamérica*, 16(1), 223-245. <https://doi.org/10.22201/cisan.24487228e.2021.1.4>
- Forbes (2018, 16 junio). *Así ganaron el Mundial México, Canadá y EU (a pesar de Trump)*. Forbes México. <https://forbes.com.mx/asi-ganaron-el-mundial-mexico-canada-y-eu-a-pesar-de-trump/>
- Forbes (2024, 4 septiembre). Levi's stadium readies upgrades ahead of 2026 Super Bowl and World Cup. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/timnewcomb/2024/09/03/levis-stadium-readies-upgrades-ahead-of-2026-super-bowl-and-world-cup/>
- Fossil Free Football. (2022). Time to relocate European finals and reduce fan travel emissions by 73 to 95 %. Recuperado 29 de septiembre de 2024, de <https://www.fossilfreefootball.org/2023/05/30/time-to-relocate-european-finals-and-reduce-fan-emissions-by-73-to-95/>
- Fox Sports. (2024, 23 febrero). *Fox Sports*. Recuperado 4 de diciembre de 2024, de <https://www.foxsports.com.mx/2024/02/23/estadio-akron-sera-el-mas-sustentable-de-latinoamerica-por-la-copa-del-mundo/>
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Bakker, D. C. E., Hauck, J., Landschützer, P., Quéré, C. L., Lujikx, I. T., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Anthoni, P., . . . Zheng, B. (2023).

Global Carbon Budget 2023. *Earth System Science Data*, 15(12), 5301-5369.  
<https://doi.org/10.5194/essd-15-5301-2023>

Gangopadhyay, P. (2011). Sustainable mega-events in developing countries: Experiences and insights from host Cities in South Africa, India and Brazil.  
<https://www.researchgate.net/publication/341179734>

García, E; Ballesteros, E. (2001). “El impacto de las plantas desalinizadoras sobre el medio Marino: la salmuera en las Comunidades bentónicas Mediterráneas”. Conferencia Internacional: “El Plan Hidrológico Nacional y la Gestión Sostenible del Agua. Aspectos medioambientales, reutilización y desalación”. Zaragoza, Junio 2001.

GHG Protocol. (s.f.). Standards & Guidance. Recuperado 23 de octubre de 2024, de  
<https://ghgprotocol.org/standards-guidance>

Global Carbon Atlas. (2023, 5 diciembre). *Carbon Emissions - Global Carbon Atlas*. Recuperado 21 de octubre de 2024, de <https://globalcarbonatlas.org/emissions/carbon-emissions/>

Global Carbon Council (GCC). (2024, 19 noviembre). *Home - Global Carbon Council (GCC)*. Global Carbon Council (GCC) - Driving Climate Actions. Recuperado 3 de octubre de 2024, de  
<https://www.globalcarboncouncil.com/>

Government of Canada, Public Services and Procurement Canada, Integrated Services Branch, Government Information Services, Publishing and Depository Services. (2013, 3 abril). . . . *annual synthesis report on the status of implementation / Pan-Canadian Framework on Clean Growth and Climate Change.: En1-77E-PDF - Government of Canada Publications - Canada.ca*.  
<http://publications.gc.ca/site/eng/9.847802/publication.html>

Government of Canada (2024a). Greenhouse gas emissions projections - Canada.ca. Recuperado 7 de noviembre de 2024, de  
<https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/climate-change/greenhouse-gas-emissions/projections.html>

Government of Canada (2024b). Municipal solid waste and the environment - Canada.ca. Recuperado 10 de diciembre de 2024, de  
<https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/managing-reducing-waste/municipal-solid/environment.html>

Government of Canada (2024c). Taking Action Together: Canada's 2024 Annual Report on the 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals En *Government Of Canada*. Recuperado 7 de noviembre de 2024, de  
<https://www.canada.ca/en/employment-social-development/programs/agenda-2030/2024-annual-report-sdg.html>

Government of Canada, Canada Energy Regulator (CER). (2024d, 10 septiembre). *CER – Provincial and Territorial Energy Profiles – Canada*. Recuperado 18 de diciembre de 2024, de  
<https://www.cer-rec.gc.ca/en/data-analysis/energy-markets/provincial-territorial-energy-profiles/provincial-territorial-energy-profiles-canada.html>

Greenhill, S. (2022, 23 noviembre). World Cup fans complain that the Qatari hosts have overdone the air conditioning in stadiums. *Mail Online*.  
<https://www.dailymail.co.uk/sport/fifa-world-cup/article-11462811/World-Cup-fans-complain-Qatari-hosts-overdone-air-conditioning-stadiums.html>

GRI - 3BL. (2024). <https://www.globalreporting.org/3bl/?mid=1276901&pgno=1&fdpgno=>

Hayajneh, Abdelnaser and Elbarrawy, Hassan and El Shazly, Yassin and Rashid, Tarek, Football and Sustainability in the Desert, Qatar 2022 Green World Cup's Stadiums: Legal Perspective (December 1, 2017). European Journal of Social Sciences, Vol. 55, No 4, December, 2017, pp. 475-493 , Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3096185>

Hotel footprint calculator. (2024). Recuperado 31 de octubre de 2024 <https://www.hotelfootprints.org/>

Huang, B. (2008). Turfgrass Water Requirements and Factors Affecting Water Usage. <https://www.usga.org/content/dam/usga/pdf/Water%20Resource%20Center/turfgrass-water-requirements.pdf>

ICEX. (2021). *Aumenta un 8 % el consumo de agua en Catar*. <https://www.icex.es/es/quienes-somos/donde-estamos/red-exterior-de-comercio/qa/convocatorias/detalle.aumento-consumo-agua-catar.news040202103#:~:text=Se%20estima%20que%20la%20capacidad,de%20manera%20segura%20hasta%202025.>

IEA (2022). *North American Climate, Clean Energy, and Environment Partnership: Methane in the O&G Sector – Políticas* . IEA. Recuperado 7 de noviembre de 2024 <https://www.iea.org/policies/14775-north-american-climate-clean-energy-and-environment-partnership-methane-in-the-og-sector>

INEGI. (2024a). Población de 18 años y más según práctica físico-deportiva en tiempo libre y nivel de suficiencia (distribución porcentual). <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/MOPRADEF/MOPRADEF2023.pdf>

INEGI. (2024b). Superficie. Querétaro de Retrieved October 2, 2024, from <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/queret/territorio/default.aspx>

International Organization for Standardization. (2018). *Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals* (ISO 14064-1:2018). Geneva, Switzerland: ISO. Recuperado 24 de octubre de 2024, de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:es>

International Organization for Standardization. (2024). *Sustainable events — Management system for sustainable development in events — Requirements with guidance for use* (ISO 20121:2024). Geneva, Switzerland: ISO. Recuperado 24 de octubre de 2024, de <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/63/86389.html>

IOC - International Olympic Committee. (s. f.). Recuperado 27 de octubre de 2024, de <https://olympics.com/ioc/olympic-agenda-2020-plus-5>

IPCC (s. f.). *AR6 Synthesis Report: Summary for Policymakers Headline Statements*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/resources/spm-headline-statements/>

ISO 26000, UNA GUÍA PARA LA RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LAS ORGANIZACIONES. (s. f.). En IESE. <https://www.iese.edu/media/research/pdfs/ST-0320.pdf>

Juventus. (s. f.). *Environmental impact | Juventus | Juventus.com*. Juventus.com. <https://www.juventus.com/en/sustainability/environmental-impact>

- Kamal, A., Al-Ghamdi, S. G., & Koç, M. (2019). Role of energy efficiency policies on energy consumption and CO2 emissions for building stock in Qatar. *Journal Of Cleaner Production*, 235, 1409-1424. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.296>
- Katsaprakakis, D. (2019). Introducing a solar-combi system for hot water production and swimming pools heating in the Pancretan Stadium, Crete, Greece. *Energy Procedia*, 159, 174-179. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.047>
- Kearins, K., & Pavlovich, K. (2002). The role of stakeholders in Sydney's green games. *Corporate Social Responsibility And Environmental Management*, 9(3), 157-169. <https://doi.org/10.1002/csr.19>
- Kenway, G., Henderson, R., Hicken, J., Kuntawala, N., Zingg, D., Martins, J. R. R. A., & McKeand, R. (2010). Reducing Aviation's Environmental Impact Through Large Aircraft for Short Ranges. *50th AIAA Aerospace Sciences Meeting Including The New Horizons Forum And Aerospace Exposition*. <https://doi.org/10.2514/6.2010-1015>
- Konstantaki, M., & Wickens, E. (2010). Residents' Perceptions of Environmental and Security Issues at the 2012 London Olympic Games. *Journal Of Sport & Tourism*, 15(4), 337-357. <https://doi.org/10.1080/14775085.2010.533921>
- Kulkarni, S. D. (2019). A bottom up approach to evaluate the carbon footprints of a higher educational institute in India for sustainable existence. *Journal Of Cleaner Production*, 231, 633-641. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.194>
- Lawler, J., Mazzoni, A., & Shannak, S. (2022). The Domestic Water Sector in Qatar. En *Gulf Studies* (pp. 193-209). [https://doi.org/10.1007/978-981-19-7398-7\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-19-7398-7_11)
- Lawn Starter. (2024). Recuperado 13 de noviembre de 2024, de <https://www.lawnstarter.com/blog/sports-turf/us-world-cup-cities-natural-grass/>
- LEED Link: Find a LEED stadium near you | U.S. Green Building Council. (2017, 23 mayo). Recuperado 4 de diciembre de 2024, de <https://www.usgbc.org/articles/leed-link-find-leed-stadium-near-you>
- Le Monde. (2022, 19 noviembre). World Cup 2022: The «mirage» of carbon offsetting. *Le Monde.fr*. Recuperado 29 de septiembre de 2024, de [https://www.lemonde.fr/en/football/article/2022/11/19/world-cup-2022-the-mirage-of-carbon-offsetting\\_6004859\\_130.html](https://www.lemonde.fr/en/football/article/2022/11/19/world-cup-2022-the-mirage-of-carbon-offsetting_6004859_130.html)
- Lygdopoulos, S. J., (2023) "The Beautiful Game Blackened by its Carbon Footprint? The 2022 FIFA World Cup in Qatar.", *Essex Student Journal* 14(S1). doi: <https://doi.org/10.5526/esj.248>
- Manni, M., Coccia, V., Nicolini, A., Marseglia, G., & Petrozzi, A. (2018). Towards Zero Energy Stadiums: The Case Study of the Dacia Arena in Udine, Italy. *Energies*, 11(9), 2396. <https://doi.org/10.3390/en11092396>
- Manni, M., Petrozzi, A., Coccia, V., Nicolini, A., & Cotana, F. (2020). Investigating alternative development strategies for sport arenas based on active and passive systems. *Journal Of Building Engineering*, 31, 101340. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101340>
- Marca (2024, 12 febrero). Lo que queda de Qatar tras el Mundial: mismos estadios, no habrá «Messi Museo». . . *MARCA*. Recuperado 13 de octubre de 2024, de <https://www.marca.com/futbol/futbol-internacional/2024/02/12/65c9106e46163f690b8b4576.html>

- Marquez, S. L. (2021). *Selecting green strategies for new stadiums : a case study of Austin FC*. <https://doi.org/10.26153/tsw/11930>
- Martinez, R. (2024, 27 enero). *El impacto de las emisiones de CO2 en nuestro planeta y cómo podemos contribuir - UNAM Global*. UNAM Global - de la Comunidad Para la Comunidad. [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/el-impacto-de-las-emisiones-de-co2-en-nuestro-planeta-y-como-podemos-contribuir/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/el-impacto-de-las-emisiones-de-co2-en-nuestro-planeta-y-como-podemos-contribuir/)
- Mayone, J. (2022, 14 noviembre). ¿Cuántos equipos se clasifican al Mundial 2022 en Qatar? *DAZN*. <https://www.dazn.com/es-ES/news/f%C3%BAtbol/cuantos-equipos-se-clasifican-al-mundial-2022-en-qatar/jhiz8xrbtjnf13ee5j167un67>
- McCarthy, M. (2009, 8 diciembre). Football's carbon footprint comes under fire | *The Independent*. <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/footballs-carbon-footprint-comes-under-fire-1836035.html>
- McKelvey, M. (2024, 5 diciembre). A Sustainable Future for NFL & MLB Stadiums | *Integrity Energy*. <https://www.integrityenergy.com/blog/the-sustainable-stadium-revolution-in-professional-sports/>
- Met Life Stadium. (s.f.). Retrieved December 4, 2024, from <https://www.metlifestadium.com/stadium/sustainability>
- Ministry of Environment and Climate Change Strategy. (2018, 19 febrero). *Air Quality Legislation & Regulations - Province of British Columbia*. Recuperado 11 ve noviembre de 2024, de <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/air-land-water/air/air-quality-management/regulatory-framework/legislation-regulations>
- Ministerio de Turismo de Brasil. (2015). Anuario Estadístico de Turismo 2015. [https://www.gov.br/turismo/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/observatorio/anuario-estatistico/anuario-estatistico-de-turismo-2015-ano-base-2014/Anuario\\_Estatistico\\_Turismo\\_2015\\_2.pdf](https://www.gov.br/turismo/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/observatorio/anuario-estatistico/anuario-estatistico-de-turismo-2015-ano-base-2014/Anuario_Estatistico_Turismo_2015_2.pdf)
- Moran, M. (2023, 13 septiembre). La Agenda para el Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible. Recuperado 7 de noviembre de 2024, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Müller, M., Gogishvili, D., Wolfe, S. D., Gaffney, C., Hug, M., & Leick, A. (2022). Peak event: the rise, crisis and potential decline of the Olympic Games and the World Cup. *Tourism Management*, 95, 104657. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2022.104657>
- Naeem, K., Aloui, S., Zghibi, A., Mazzoni, A., Triki, C., & Elomri, A. (2024). A system dynamics approach to management of water resources in Qatar. *Sustainable Production And Consumption*, 46, 733-753. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.03.024>
- Naciones Unidas (s.f.-a). Net Zero Coalition | Naciones Unidas. Recuperado 7 de noviembre de 2024, de <https://www.un.org/es/climatechange/net-zero-coalition>
- Naciones Unidas (s.f.-b). Preservar la capa de ozono | Naciones Unidas. Retrieved October 3, 2024, from <https://www.un.org/es/climatechange/preserving-the-ozone-layer>
- Naciones Unidas (2017, 13 noviembre). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado 7 de noviembre de 2024, de

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

National Research Council Canada. (2023, 14 junio). *National Building Code of Canada 2020*. Recuperado 11 de noviembre de 2024, de <https://nrc.canada.ca/en/certifications-evaluations-standards/codes-canada/codes-canada-publications/national-building-code-canada-2020>

NEPA | National Environmental Policy Act. (n.d.). Retrieved November 11, 2024, from <https://ceq.doe.gov/>

Norwegian Embassy. (2009). Feasibility study for a carbon neutral 2010 FIFA World Cup in South Africa. En *Department Of Environmental Affairs And Tourism Of South Africa*. [https://www.dffe.gov.za/sites/default/files/docs/carbonneutralwc\\_feasibility\\_study.pdf](https://www.dffe.gov.za/sites/default/files/docs/carbonneutralwc_feasibility_study.pdf)

Notimex, A. (2018, 9 junio). México pierde último juego de preparación ante Dinamarca. *Grupo Milenio*. Recuperado 26 de noviembre de 2024, de <https://www.milenio.com/futbol/seleccion-mexicana/mexico-pierde-ultimo-juego-de-preparacion-ante-dinamarca>

Núñez, J., Ramón, B., & Palacios, A. N. (2012). Actas-IV Congreso Internacional Latina de Comunicación Social-IV CILCS-Universidad de La Laguna, diciembre 2012 Huella de Carbono: más allá de un instrumento de medición. Necesidad de conocer su impacto verdadero. [http://www.revistalatinacs.org/12SLCS/2012\\_actas.html](http://www.revistalatinacs.org/12SLCS/2012_actas.html)

Olé, D., & Szabo, B. (2022, 20 noviembre). ¿Cuántos ecuatorianos llegaron al Mundial para alentar al Tri? *Olé Ecuador*. [https://www.ole.com.ar/ecuador/qatar-2022/cuantos-ecuatorianos-viajaron-a-qatar-2022\\_0\\_xrNRmx0ABe.html](https://www.ole.com.ar/ecuador/qatar-2022/cuantos-ecuatorianos-viajaron-a-qatar-2022_0_xrNRmx0ABe.html)

Otero, P. (2024, 29 noviembre). *ISO 14064: ¿Qué es y para qué sirve?* Manglai. Recuperado 27 de octubre de 2024, de <https://www.manglai.io/blog/que-es-la-norma-iso-14064-y-para-que-sirve>

*Our World in Data* (2018). *Greenhouse gas emissions per kilogram of food product*. Our World In Data. Recuperado 8 de diciembre de 2024, de <https://ourworldindata.org/grapher/ghg-per-kg-poore?tab=table>

Owens (2023). *Sports stadiums and renewable energy* | Norton Rose Fulbright. Recuperado 4 de diciembre de 2024, de <https://www.projectfinance.law/publications/2023/june/sports-stadiums-and-renewable-energy/>

*Pacto Mundial de la ONU España*. (2024, 19 septiembre). *ODS 13 Acción por el Clima*. Pacto Mundial. Recuperado 7 de noviembre de 2024, de <https://www.pactomundial.org/ods/13-accion-por-el-clima/>

*Parlamento Europeo*. (s. f.). *Temas Cambio climático: gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global*. Parlamento Europeo. <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20230316STO77629/cambio-climatico-gases-de-efecto-invernadero-que-causan-el-calentamiento-global>

PAOT. (2018). Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Recuperado 10 de noviembre de 2024, de

<https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/index.php/leyes/reglamentos/1399-reglamentodelaleydedesarrollourbanodeld-f>

Power Integrations. (2024). The Sport of Stadiums Going Green. Recuperado 4 de diciembre de 2024, de <https://www.power.com/community/green-room/blog/sport-stadiums-going-green>

Preuss, H. (2013). The Contribution of the FIFA World Cup and the Olympic Games to Green Economy. *Sustainability*, 5(8), 3581-3600. <https://doi.org/10.3390/su5083581>

Pure Aqua. (2021). Ósmosis Inversa y Tratamiento de Agua en Qatar. Recuperado 2 de octubre de 2024, de from <https://es.pureaqua.com/osmosis-inversa-y-tratamiento-de-agua-en-qatar/>

Ralston, W. (2022, 14 noviembre). No, Qatar's World Cup Can't Be Classed as Carbon-Neutral. *WIRED*. Recuperado 3 de octubre de 2024, de <https://www.wired.com/story/qatar-2022-world-cup-emissions/>

Raji, K. (2024, 28 marzo). *Qatar 2022: The Environmental Cost of the FIFA World Cup*. Earth.Org. Recuperado 2 de octubre de 2024, de <https://earth.org/qatar-2022/>

Reis, R. M., Malina, A., Dacosta, L. P., & De Cássio Costa Telles, S. (2019). Management and legacy of the Brazil 2014 Fifa World Cup during its candidacy bid. *Motriz Revista de Educação Física*, 25(2). <https://doi.org/10.1590/s1980-6574201900020016>

Research and Markets. (2024). Sports Global Market Report 2024. Recuperado 26 de septiembre de 2024, de <https://www.researchandmarkets.com/reports/5939106/sports-global-market-report>

Reuters. (2022). Qatar's World Cup turf needs chilled stadiums, desalinated water to thrive. Recuperado 28 de octubre de 2024, de <https://www.reuters.com/lifestyle/sports/qatars-world-cup-turf-needs-chilled-stadiums-desalinated-water-thrive-2022-02-21/>

Roche, M. (2002). *Megaevents and Modernity*. En *Routledge eBooks*. <https://doi.org/10.4324/9780203443941>

Rogulj, D. (2023, 20 abril). How Many Tickets are Croatia Fans Given for World Cup 2018? FIFA Confirms. *Total Croatia*. Recuperado 26 de noviembre de 2024, de <https://total-croatia-news.com/news/sport/how-many-tickets-are-croatia-fans-given-for-world-cup-2018-fifa-confirms/>

Scientific American. (2022). The World Cup In Qatar Is a Climate Catastrophe. Recuperado 24 de septiembre de 2024, de <https://www.scientificamerican.com/article/the-world-cup-in-qatar-is-a-climate-catastrophe/>

Sky Sports. (2023, 13 abril). Premier League clubs agree to withdraw gambling sponsorships on front of shirts. *Sky Sports*. Recuperado 25 de septiembre de 2024, de <https://www.skysports.com/football/news/11095/12856367/premier-league-clubs-agree-to-withdraw-gambling-sponsorships-on-front-of-shirts>

Searle, G. (2002). Uncertain legacy: Sydney's Olympic Stadiums. *European Planning Studies*, 10(7), 845-860. <https://doi.org/10.1080/0965431022000013257>

SENER. (2021). *La nueva política energética del Gobierno de México avanza para ga. . . gob.mx*. Recuperado 18 de diciembre de 2024, de

<https://www.gob.mx/sener/es/articulos/la-nueva-politica-energetica-del-gobierno-de-mexico-avanza-para-garantizar-al-pueblo-la-electricidad-y-los-combustibles?idiom=es>

SEMARNAT. (2017). Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Recuperado 10 de diciembre de 2024, de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu>

SEMARNAT. (2018). Principales cambios en la Ley General de Cambio Climático. Recuperado 10 de noviembre de 2024, de

<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/principales-cambios-en-la-ley-general-de-cambio-climatico>

Sofotasiou, P., Hughes, B. R., & Calautit, J. K. (2014). Qatar 2022: Facing the FIFA World Cup climatic and legacy challenges. *Sustainable Cities And Society*, 14, 16-30.

<https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.07.007>

South Pole. (s. f.). *Environmental footprint - South Pole*.

<https://www.southpole.com/sustainability-solutions/environmental-footprinting>

Southworth, Michael. (2005). Designing the Walkable City. *Journal of Urban Planning and Development*. 131. 246-257. 10.1061/(ASCE)0733-9488(2005)131:4(246).

Spanos, I., Kucukvar, M., Bell, T. C., Elnimah, A., Hamdan, H., Meer, B. A., Prakash, S., Lundberg, O., Kutty, A. A., & AlKhereibi, A. H. A. (2021). HowFIFAWorld Cup2022™can meet the carbon neutral commitments and the United Nations 2030 Agenda for Sustainable Development?: Reflections from the tree nursery project in Qatar. *Sustainable Development*, 30(1), 203-226.

<https://doi.org/10.1002/sd.2239>

Sporting News (2022, 4 octubre). ¿Qué país compró más boletos para el Mundial Qatar 2022? Los números de los tickets vendidos hasta la fecha. *Sporting News Mexico*.

<https://www.sportingnews.com/mx/futbol/news/pais-boletos-vendidos-mundial-qatar-2022/eok6n42wehmdr7kgugrmy4jz>

Sustainable Development Report. (2024). SDG 2024. Retrieved November 7, 2024, from

<https://dashboards.sdgindex.org/profiles/mexico>

Statista (2014, 18 junio). *Infographic: Which Countries' Soccer Fans Bought the Most World Cup Tickets*. Statista Daily Data.

<https://www.statista.com/chart/2369/which-countries-soccer-fans-bought-the-most-world-cup-tickets/>

Statista. (2021). U.S. regional airlines - average passenger trip length 2006-2020. Recuperado 2 de diciembre de 2024, de

<https://www.statista.com/statistics/742763/regional-carriers-average-passenger-trip-length/>

Statista. (2024, 18 septiembre). Americans usually opt for hotels when traveling. *Statista Daily Data*.

<https://www.statista.com/chart/33087/vacationers-who-booked-various-accommodation-types/>

Stockhusen, K., Fenwick, M., Sima, F., Paech, C., De Figueiredo, R. L., Elshafie, M. Z. E. B., & Al-Nuaimi, N. A. (2024). The engineering legacy of the FIFA World Cup Qatar 2022™: Stadium 974 – reuse as driving force for sustainability. *Proceedings Of The Institution Of Civil Engineers - Structures And Buildings*, 1-15. <https://doi.org/10.1680/jstbu.22.00185>

Swart, K., George, R., Cassar, J., & Sneyd, C. (2017). The 2014 FIFA World Cup™: Tourists' satisfaction levels and likelihood of repeat visitation to Rio de Janeiro. *Journal Of Destination Marketing & Management*, 8, 102-113. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2017.01.001>

Talavera, A. M., Al-Ghamdi, S., & Koç, M. (2019). Sustainability in Mega-Events: Beyond Qatar 2022. *Sustainability*, 11(22), 6407. <https://doi.org/10.3390/su11226407>

Tóffano Pereira, Rodrigo & Filimonau, Viachaslau & Ribeiro, Glaydston. (2019). Score a goal for climate: Assessing the carbon footprint of travel patterns of the English Premier League clubs. *Journal of Cleaner Production*. 227. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.138>

Tóffano Pereira, R. P., Filimonau, V., & Ribeiro, G. M. (2020). Projecting the carbon footprint of tourist accommodation at the 2030 FIFA World Cup™. *Cleaner and Responsible Consumption*, 1, 100004. <https://doi.org/10.1016/J.CLRC.2020.100004>

Tous, N. A. À. (2023, 7 junio). *FIFA found guilty of greenwashing*. Notre Affaire À Tous. <https://notreaffaireatous.org/fifa-found-guilty-of-greenwashing/>

The Carbon Literacy Project. (2022). What is the Carbon Footprint of Sport?. Recuperado 25 de septiembre de 2025, de <https://carbonliteracy.com/what-is-the-carbon-footprint-of-sport/>

The Peninsula Newspaper. (2017, 4 julio). *The Peninsula Qatar*. <https://thepeninsulaqatar.com/article/04/07/2017/ACs-consume-up-to-70-of-electricity-in-houses-Kahramaa>

TUDN. (2022, 5 noviembre). Ecuador anuncia convocados para amistoso ante Irak; el último previo a Qatar 2022. *TUDN*. Recuperado 26 de noviembre de 2024, de <https://www.tudn.com/futbol/mundial-qatar-2022/equipos/seleccion-ecuador/ecuador-anuncia-convocados-para-amistoso-ante-irak-ultimo-previo-a-qatar-2022>

TUDN. (2024). Sorteo Mundial 2026: Monterrey es finalista para ser sede del evento FIFA | TUDN Copa Mundial de Fútbol 2026. Recuperado 26 de noviembre de 2024, de <https://www.tudn.com/futbol/mundial-fifa-2026/sorteo-mundial-2026-monterrey-es-finalista-ser-sede-evento-fifa>

Tunçkol, H., Şahin, M. Y., & Şahan, H. (2019). Green Goal. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 2(1), 41-57.

Tziralis, G., Tolis, A., Tatsiopoulou, I., & Aravossis, K. (2008). Sustainability and the Olympics: the case of Athens 2004. *International Journal Of Sustainable Development And Planning*, 3(2), 132-146. <https://doi.org/10.2495/sdp-v3-n2-132-146>

*Últimos datos de consumo alimentario*. (2023). Recuperado 8 de diciembre de 2024, de <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/panel-de-consumo-alimentario/ultimos-datos/>

UNFCCC(2022). The United States of America Nationally Determined Contribution Reducing Greenhouse Gases in the United States: A 2030 Emissions Target The United States' Nationally Determined Contribution Reducing Greenhouse Gases in the United States: A 2030 Emissions Target. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/United%20States%20NDC%20April%2021%202021%20Final.pdf>

UNEP. (2009). *Common carbon metric for measuring energy use and reporting greenhouse gas emissions from building operations*. <https://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/7922>

UNEP (2022). *Las organizaciones deportivas se comprometen a salvaguardar la naturaleza con un nuevo marco*. UN Environment. Recuperado 27 de octubre de 2024, de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/las-organizaciones-deportivas-s-e-comprometen>

US EPA. (2018). National Overview: Facts and Figures on Materials, Wastes and Recycling Retrieved December 10, 2024, from <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>

US EPA. (2024a, 16 enero). US EPA. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-gases-fluorados>

US EPA. (2024b, 22 febrero). US EPA. GHG Emission Factors Hub. Recuperado 3 de noviembre de 2024, de <https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub>

US EPA. (2024c). Summary of the Clean Air Act. Recuperado el 11 de noviembre de 2024, de <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-air-act>

US EPA. (2024d). Summary of the Resource Conservation and Recovery Act. Recuperado 11 de noviembre de 2024, de <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-resource-conservation-and-recovery-act>

U.S. Green Building Council. (USGBC) (2010, 14 abril). *Dallas Convention Center*. <https://www.usgbc.org/projects/dallas-convention-center?view=scorecard>

U.S. Green Building Council (USGBC). (2017, 5 octubre). *Mercedes Benz Stadium*. Recuperado 27 de octubre de 2024, de <https://www.usgbc.org/projects/mercedes-benz-stadium?view=scorecard>

Visit Qatar (2024). *Datos acerca de Catar*. Visit Qatar. <https://visitqatar.com/es-es/plan-your-trip/fast-facts>

Wilby, R. L., Orr, M., Depledge, D., Giulianotti, R., Havenith, G., Kenyon, J. A., Matthews, T. K. R., Mears, S. A., Mullan, D. J., & Taylor, L. (2022). The impacts of sport emissions on climate: Measurement, mitigation, and making a difference. *Annals Of The New York Academy Of Sciences*, 1519(1), 20-33. <https://doi.org/10.1111/nyas.14925>

Wilkinson, J. (2024, 6 marzo). The CUSMA is a generational economic opportunity for the North American energy transition. *Brookings*. <https://www.brookings.edu/articles/the-cusma-is-a-generational-economic-opportunity-for-the-north-american-energy-transition>

Worldometer. (2024). Natural Gas Reserves by Country. Recuperado 2 de octubre de 2024, de [https://www.worldometers.info/gas/gas-reserves-by-country/#google\\_vignette](https://www.worldometers.info/gas/gas-reserves-by-country/#google_vignette)

Zhao, D., He, B., Johnson, C., & Mou, B. (2015). Social problems of green buildings: From the humanistic needs to social acceptance. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 51, 1594-1609. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.072>