

# LOS MACRO SERVIDORES, EL NUEVO ANTAGONISTA DEL DERECHO AMBIENTAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE<sup>1</sup>

## MACRO SERVERS, THE NEW ANTAGONIST OF ENVIRONMENTAL LAW AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Nicolas González Mendivelso<sup>2</sup>

### Resumen

La problemática de los macro servidores en relación con el derecho ambiental puede abordarse desde varios ángulos, los cuales identificaremos en el trascurso de este artículo como son (Consumo energético elevado, Impacto en la biodiversidad, Gestión de residuos electrónicos, Agotamiento de recursos naturales, Riesgo de contaminación, Regulación insuficiente). Abordar estas problemáticas requiere una combinación de regulación efectiva, prácticas empresariales sostenibles y avances tecnológicos que minimicen el impacto ambiental de los macro servidores. Además, la conciencia pública sobre estas cuestiones puede impulsar la adopción de prácticas más responsables desde el punto de vista ambiental en el ámbito de la tecnología de la información y la regulación de nueva normatividad de esta problemática.

### Palabras claves

macro servidores, recursos naturales, derecho ambiental, contaminación, consumismo, regulación mundial

---

<sup>1</sup> El presente artículo se presenta como requisito para optar al grado de la Especialización en Responsabilidad ambiental y Sostenibilidad de la Fundación Universitaria Agraria De Colombia, 2023.

<sup>2</sup> Estudiante de Especialización en Responsabilidad Ambiental y Sostenibilidad. Fundación universitaria agraria de Colombia. 2023. gonzalez.nicolas1@uniagraria.edu.co

## **Adstrac**

The issue of macro servers in relation to environmental law can be approached from several angles, which we will identify in the course of this article as (High energy consumption, Impact on biodiversity, E-waste management, Depletion of natural resources, Risk of pollution, Insufficient regulation) Addressing these issues requires a combination of effective regulation, sustainable business practices and technological advances that minimize the environmental impact of macro servers. In addition, public awareness of these issues can drive the adoption of more environmentally responsible IT practices and new IT regulation.

## **Key Words**

macro-servers, natural resources, environmental law, pollution, consumerism, global regulation

## **Introducción**

En el siglo XXI, la revolución digital ha dado lugar a la proliferación de macro servidores, infraestructuras tecnológicas masivas que constituyen el núcleo de la era de la información. (Irko Dal Maso, Alexis Laurent FEB 2020) Si estos centros de datos gigantes, diseñados para alojar y procesar mucha información, han dado innumerables beneficios en cuanto a conexión, almacenamiento y procesamiento de datos, ¿Es factible que los macro servidores sean a su vez una problemática ambiental?

Teniendo en cuenta que su ascenso también ha generado desafíos significativos desde el punto de vista ambiental, ya que requieren una cantidad significativa de energía para operar. Este consumo energético elevado puede contribuir a la huella de carbono y al cambio climático si la energía utilizada proviene de fuentes no sostenibles, La construcción y operación de macro servidores a menudo implica la urbanización de áreas

naturales, lo que puede tener un impacto directo en la biodiversidad y los ecosistemas locales, (Sostenibilidad ambiental de los centros de datos: 2020)

la destrucción de hábitats naturales puede resultar en la pérdida de especies y la alteración de ecosistemas La fabricación de componentes electrónicos requiere la extracción de recursos naturales, algunos de los cuales son finitos dando un aumento en la demanda de equipos y componentes para los macro servidores puede contribuir al agotamiento de estos recursos,(New York Times Los centros de datos y su impacto en el medio ambiente 2019) la rápida obsolescencia de la tecnología utilizada en los macro servidores puede generar grandes cantidades de residuos electrónicos en muchos casos, la regulación ambiental no ha logrado mantenerse al día con el rápido desarrollo de la tecnología de la información y la comunicación, esto puede resultar en lagunas legales y en la falta de medidas específicas para abordar los impactos ambientales.

En este contexto, el derecho ambiental enfrenta el desafío de adaptarse a una realidad tecnológica en constante evolución ya que la regulación actual puede no ser suficiente para abordar los impactos ambientales específicos asociados con los macro servidores, la falta de normativas específicas y la necesidad de una supervisión más rigurosa plantean interrogantes sobre cómo garantizar la sostenibilidad y la responsabilidad en un mundo cada vez más dependiente. (Javier Sánchez, párr 6- 2019)

Esta introducción busca explorar a fondo las complejidades que rodean a los macro servidores desde la perspectiva del derecho ambiental, examinando tanto los desafíos

como las oportunidades para desarrollar marcos normativos que fomenten la innovación tecnológica de manera sostenible y responsable. En este viaje, se abordarán cuestiones cruciales para la preservación del medio ambiente en un contexto de rápida evolución.

## **Metodología de la investigación**

El método de investigación que se aborda en este artículo sobre los macro servidores el nuevo antagonista del derecho ambiental y el desarrollo sostenible es el Método mixto, donde se incluyen fases cualitativas y cuantitativas, como revisión de la literatura, recopilación de datos, análisis de datos y presentación de resultados se tomó la decisión de abordar esta problemática mundial, por su bajo nivel de estudio y poca observación o importancia frente a los impactos medio ambientales, fue vital para este artículo conocer la utilización de los recursos naturales en esta actividad versus su funcionalidad y utilidad, además de conocer cuanto contaminan en el proceso de fabricación. Se revisaron bases de datos, artículos nacionales e internacionales, trabajos universitarios y análisis de datos.

## **Que es un macro servidor**

Los macro servidores o principalmente conocidos como centros de datos, también llamados como data centers, son instalaciones que proporcionan a las empresas una red de ordenadores, sistemas de almacenamiento e infraestructura informática para reunir, procesar, almacenar y difundir grandes cantidades de datos. Las aplicaciones, los servicios y los datos contenidos en un centro de datos suelen ser fundamentales para las operaciones diarias de una empresa, lo que los convierte en un activo importante (writer-2022 port web)

Los macro servidores son fundamentales para el funcionamiento del mundo moderno. Son esenciales para el funcionamiento de muchas empresas y servicios, como el comercio electrónico, las redes sociales, los juegos en línea y la computación en nube. Sin los centros de datos, estos servicios no podrían funcionar a la escala y velocidad necesarias para satisfacer las demandas del mundo digital actual (Steve Lohr-2021)

Es probable que el futuro de los macro servidores esté determinado por tendencias como la computación de borde, los centros de datos modulares y las energías renovables. A

medida que aumente nuestra dependencia de los servicios digitales, los centros de datos serán cada vez más importantes para garantizar que estos servicios sigan estando disponibles y sean fiables

### **Importancia de los macro servidores**

Este artículo examina el crecimiento y la importancia de los macro servidores en la infraestructura digital contemporánea, los macro servidores, también conocidos como servidores a escala masiva o hiperescala (instituto español de estudios estratégicos p 27 –2020) son componentes fundamentales en la infraestructura de tecnologías de la información modernas. Los servidores son cruciales en la gestión y procesamiento de datos en entornos empresariales, gubernamentales y de servicios en la nube, son parte integral de la infraestructura tecnológica moderna, proporcionando la capacidad de procesamiento y almacenamiento necesaria para respaldar las operaciones empresariales y la innovación tecnológica (instituto español de estudios estratégicos p 13 –2020) Su importancia radica en su capacidad para escalar, manejar grandes volúmenes de datos, ofrecer servicios en la nube y respaldar aplicaciones empresariales críticas.

### **Evolución histórica de los macro servidores**

En la década de 1940-1950 precisamente en el año 1944, cuando IBM, en conjunto con la Universidad de Harvard desarrollaron el ASCC, “Automatic Sequence Controlled Calculator”, el cual también era como conocido como “The Harvard Mark un proyecto que comenzó a desarrollarse en épocas tan tempranas como 1939. (Tecnología + Informática) (IBM Howard Aiken 1940)

En la Década de 1960 - 1970 fue el surgimiento de los Mainframes con la cual marco el inicio de los servidores a gran escala, los mainframes eran grandes computadoras centrales utilizadas principalmente por grandes empresas e instituciones gubernamentales los cuales eran sistemas robustos diseñados para manejar procesos críticos de información exclusiva del ámbito empresarial y contable. en la Década de 1980

fue la aparición de los Servidores de RED por el crecimiento de las redes de computadoras facilitando la comunicación y el intercambio de datos entre diferentes sistemas, Década de 1990 los servidores en esta época comenzaron a especializarse en funciones específicas. ((writer-2022 port web)

en el cambio de milenio, se vio un fenómeno con los macro servidores a nivel mundial por el Auge de la Virtualización, esta misma se volvió una tecnología clave para la sociedad de la época ya que los servidores virtuales permitieron la ejecución de múltiples instancias de sistemas operativos en una sola máquina física, mejorando la utilidad en la década de año 2010 hubo una explosión de la Nube y los Centros de Datos a Hiperescala la computación en la nube se convirtió en un cambio paradigmático para la sociedad, pero también empezó a reflejar la decadencia en el ámbito ambiental de estos grandes servidores (Cristián Vera-Cruz-2020) en el año del 2020. A medida que la conciencia ambiental aumentó, hubo un enfoque renovado en la eficiencia energética y la sostenibilidad en los centros de datos que albergan macro servidores

En resumen, la evolución de los macro servidores ha estado marcada por la creciente demanda de capacidad de procesamiento y almacenamiento, así como por avances tecnológicos que han mejorado la eficiencia y la flexibilidad en la gestión de cargas de trabajo a gran escala desde los mainframes hasta la nube, los macro servidores han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de la infraestructura tecnológica a lo largo de las décadas.

### **Consumo eléctrico de los macro servidores**

En las últimas dos décadas, la dependencia de la sociedad de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha aumentado exponencialmente. El tráfico de Internet ha pasado de 60 PB en 1997 a 1,1 ZB en 2017 (un factor de crecimiento de 20.000) Los centros de datos están heterogéneamente repartidos por todo el mundo. Estados Unidos encabeza la lista con 2.701 centros y le siguen Alemania con 487 y el

Reino Unido con 456, mientras que China dispone de 4435 de los macro servidores legales a nivel mundial (Mario Vasconcelos sales-2020)

Este tipo de instalaciones consume mucha electricidad y eso genera calor que hay que disipar. La eficiencia energética de un centro de datos se mide en PUE (Power Usage Effectiveness). (Judge mayo 2022) El PUE evalúa el rendimiento del centro de datos calculando la relación entre la energía que utiliza en su conjunto y la energía consumida por el equipo informático únicamente, calculada de forma aislada.

Las cifras relacionadas con este consumo energético no son despreciables. La tecnología de la información y las comunicaciones consume alrededor del 5-9 % de la electricidad producida en el mundo. Por ejemplo, Bitcoin, consumió aproximadamente 105 TWh en 2021, veinte veces más de lo que usó en 2016.8. En la Unión Europea, los centros de datos son responsables por sí solos del 2,7 % de la demanda de electricidad a nivel mundial (Mario Vasconcelos sales AP 2020 B)

El elevado consumo de las TIC tiene un enorme impacto medioambiental. El artículo publicado en Nature “How to stop data centres from gobbling up the world’s electricity” indica que la huella de carbono de los centros de datos (CPD) es similar a la de la aviación. Por su parte, Fortune cuantifica su consumo: “Today, data centers consume about 2% of electricity worldwide; that could rise to 8% of the global total by 2030”. Las administraciones públicas son conscientes de este problema, y el Plan España Digital 2025 contempla como objetivo “eliminar centros de proceso de datos obsoletos reduciendo el consumo y la huella de carbono” (Javier Sánchez, 2022)

Para afrontar este problema de la sostenibilidad energética de los centros de datos se está avanzando en varias direcciones. Por un lado, mediante el empleo de nuevas tecnologías de enfriamiento y de energías renovables y, por otro lado, el estudio de nuevas ubicaciones, entre las que se incluyen regiones frías, zonas submarinas o el agrupamiento de servidores en grandes centros conocidos como hiperescaladores

## **Consumo del agua de los macro servidores**

Un centro de datos típico que utilice refrigeración por evaporación puede consumir entre 3 y 5 millones de galones (aproximadamente entre 11 y 19 litros) de agua al día, — suficiente para abastecer a una pequeña ciudad de hasta 50.000 personas. De hecho, las Naciones Unidas han advertido que la demanda mundial de agua podría aumentar entre un 20 % y un 30 % por encima de los niveles actuales para 2050, y que más de 2 000 millones de personas ya viven en países que experimentan un alto estrés hídrico. (Hostdime blog 2023)

La refrigeración por agua en los centros de datos es una de las mejores maneras de reducir las emisiones de carbono y ser sostenible, lo preocupante es que la mayoría suele venir de fuentes potables que abastecen de agua a hogares y empresas, y en tiempos de sequía podría tener graves consecuencias para las poblaciones locales. También se usa mucha agua para generar energía, especialmente en lo que respecta a las formas de energía basadas en combustibles fósiles, que se usan para alimentar los centros de datos.

Por lo tanto, la utilización del agua también es un factor importante en la operación de los centros de datos ya que se usa tanto para mantener el entorno operativo de las instalaciones como para operar el equipo Aunque no existen cifras exactas del consumo hídrico digital global, sólo el conjunto de los enormes centros de datos hiperescalares, de los que hay unos 700 en el mundo, a los que habría que sumar los convencionales, podría suponer según estimaciones alrededor de 420.000 millones de litros de agua al año, el equivalente a una ciudad de unos 8 millones de habitantes, como Nueva York. (cristina cresco garay 2019)

## **Métodos de enfriamiento por agua**

a) Sistemas de Refrigeración por Agua Directa



– Enfriadores de Líquido: Usan agua o mezclas de agua con glicol que circulan a través de tuberías y pasan por intercambiadores de calor para extraer el calor directamente de los equipos. (Felipe Sánchez 2020)

– Desventajas: Requiere una infraestructura adicional y sistemas de filtrado y tratamiento del agua.

#### b) Sistemas de Refrigeración por Inmersión

– Enfriamiento por Inmersión Directa: Los equipos se sumergen completamente en fluidos dieléctricos no conductores que absorben el calor. Estos líquidos luego son enfriados mediante sistemas basados en agua. (Felipe Sánchez 2020)

– Desventajas: Cambio significativo en la forma en que se diseñan y mantienen los centros de datos. Además, los fluidos dieléctricos pueden ser costosos.

### **Dstrucción de biodiversidad por los macro servidores**

Actualmente, el mundo está pasando por un evento de extinción masiva, ya que la raza humana compite con otras especies por los recursos, o los efectos provocados por el hombre cambian el medio ambiente. Los centros de datos ocupan terrenos reales, y es una de las principales causas de la pérdida de especies por el uso y mal uso de la tierra por parte de la raza humana. Eliminar el crecimiento natural de la tierra tendrá impactos masivos en la biodiversidad, porque la vida existe en los ecosistemas. Retire las plantas y elimine el hábitat de los insectos y el alimento de las aves y otras criaturas que se alimentan de ellas. Mantenga y cuide las plantas, y otras especies prosperarán. (Peter Judge mayo 24, 2022)

Estos son algunos de los factores que impactan en la biodiversidad de muchas maneras, entre las cuales destacan:

- Salinización, acidificación, compactación, erosión o desertificación de los suelos.
- Contribución al cambio climático y producción de la niebla contaminante sobre las ciudades (smog).

- Afectación a la biodiversidad, causando una disminución de la variabilidad genética.
- Contaminación y sedimentación de aguas.
- Deforestación de bosques.
- Vertederos de desechos: en ocasiones, los que manejan las industrias no saben cómo deshacerse de estos residuos, de manera que los vierten en los países más pobres, lo cual afecta negativamente a la flora, la fauna y el medio ambiente

### **Gestión de residuos electrónicos de los macro servidores**

Es un aspecto crítico para abordar los impactos ambientales asociados con la rápida obsolescencia y el reemplazo de equipos tecnológicos en el sector de la tecnología de la información.

Estos desechos eléctricos y electrónicos pueden convertirse en una amenaza para el medio ambiente y la salud humana si no se tratan, eliminan y reciclan correctamente. Algunos de los desechos eléctricos y electrónicos, Cada año, millones de toneladas de este tipo de residuos se reciclan con técnicas poco respetuosas con el medio ambiente.

Los niños, son los que más expuestos están a los riesgos que entrañan estos desechos debido a la falta de normativas, infraestructuras de reciclado y formación apropiadas. Aunque hay normativas internacionales para controlar el transporte de estos desechos de un país a otro, se siguen transportando a través de las fronteras hacia países de ingresos medianos y bajos, a menudo de forma ilegal. Estos desechos son peligrosos, ya que contienen o pueden generar materiales tóxicos si no se tratan debidamente

### **Alternativas del consumo del agua y energía macro servidores**

Algunas soluciones para alcanzar la sostenibilidad son técnicas. Por ejemplo, la sustitución de los sistemas de enfriamiento por otros de evaporación de agua tradicionales y por sistemas innovadores de circuito cerrado. Estos sistemas utilizan agua

reciclada en lugar de dulce para reducir la carga sobre las redes hidrológicas locales de agua locales. El agua canalizada es un conductor aún mejor del calor, lo que permite que los centros se enfríen usando agua caliente, que consume menos energía. (Mar Hidalgo)

Las empresas están desarrollando estrategias y, en algunos casos, cambiando sus ideas y sus planes sobre dónde operarán o construirán sus centros de datos, en gran parte debido a los problemas emergentes del acceso al agua y a energía limpias.

Esta búsqueda de la sostenibilidad de los centros de datos también contribuye a una imagen de responsabilidad ambiental adecuada tanto de cara a los consumidores como a los inversores que apoyan más favorablemente aquellos proyectos alineados con el respeto al medioambiente.

Ubicar los centros de datos en climas fríos y soplar el aire exterior en ellos<sup>41</sup> también es una alternativa que se considera factible

### **Los macro servidores en el contexto regional**

En América Latina no es costeable replicar en espejo o duplicar de manera sincronizada el 100% de un centro de proceso primario, y, si excepcionalmente lo fuera, difícilmente sería una estrategia sostenible a largo plazo ante las fluctuaciones económico-políticas a que nuestros países nos tienen acostumbrados, sin mencionar las crisis mundiales que han globalizado la imprevisibilidad económica. (octubre 31, 2011 DCD)

A medida que la demanda de servicios en línea, como plataformas de redes sociales, servicios en la nube y transacciones electrónicas, continúa creciendo en América Latina, la necesidad de infraestructura de macro servidores también aumenta las políticas gubernamentales que fomentan la inversión en tecnologías de la información y la creación de un entorno empresarial favorable pueden ser un factor clave en el desarrollo de macro servidores en la región dejando de lado las problemáticas ambientales

Dada la creciente conciencia ambiental, la sostenibilidad podría ser un factor importante en la ubicación y operación de centros de datos en América Latina.

## **Los macro servidores en el contexto mundial del cambio**

Uno de los principales motores del cambio ambiental en los macro servidores es la república democrática de china, la cual está acelerando la construcción de centros de datos. Para evitar los problemas de sostenibilidad y contaminación, se están desarrollando proyectos innovadores. A mediados de febrero de 2022, el gobierno chino lanzó un nuevo proyecto nacional denominado «Proyecto de desviación de capacidad informática de este a oeste» (Felipe Sánchez 2020)

con el que se pretende canalizar la creciente demanda de computación y análisis de datos de las regiones orientales, más desarrolladas, a las regiones occidentales, más ricas en recursos naturales. Según el anuncio del gobierno chino, se establecerán ocho centros informáticos y diez clústeres de centros de datos con el objeto de construir un sistema integrado para 2025. Estas nuevas instalaciones reducirán el uso mediante la utilización de tecnología de enfriamiento por inmersión. También la eficiencia de utilización de la electricidad y la energía renovable en los centros de datos mejorará significativamente (Mar Hidalgo 2022B)

Otros de proyectos a destacar de centros de datos submarinos son el Subsea Cloud que tiene previsto instalar su primera cápsula submarina cerca de Port Ángeles en Washington antes de finales de 2022, el del golfo de México y un proyecto provisional en el mar del Norte. El objetivo es probar la viabilidad de utilizar las aguas de océanos y mares para lograr la sostenibilidad de los centros de datos. (EQUINIX DC (Colombia) 2023)

La Comisión Europea se ha propuesto trasladar centros de datos completos al espacio como una forma de alcanzar los objetivos de cero emisiones netas de carbono y combatir el aumento del precio de la electricidad, que se suma al gasto de operar un centro de datos en el suelo. Y desde hace años, está trabajando junto a Thales Alenia Space para probar su idea a través de un estudio llamado ASCEND (Advanced Space Cloud for European Net Zero Emission and Data Soberanía) (Albert Sanchis, 30 diciembre 2022)

El proyecto pretende investigar si mover nuestros datos al espacio, instalar centros y servidores en órbita, podría tener un beneficio ambiental, ya que la energía para alimentarlos provendría directamente del Sol.

### **El derecho ambiental en el mundo de los macro servidores**

El derecho ambiental en el contexto de los macro servidores aborda las regulaciones y normativas que rigen las actividades y operaciones de estos centros de datos desde una perspectiva medioambiental. Estas regulaciones buscan mitigar los impactos negativos que la operación de macro servidores puede tener en el medio ambiente.

El acceso a la información da lugar a una novísima función de las administraciones públicas, que comprende dos labores, por un lado, la de formación y, por otro lado, la de información (Guzmán Jiménez, 2021). Por su parte, (Betancor Rodríguez, 2014) señala la importancia que representa esta actuación administrativa para la protección ambiental y facilita el escenario de ejecución de las decisiones. También, se aprecian esfuerzos de algunas empresas, que de manera voluntaria presentan información ambiental relativa a sus actividades y posibles impactos.

El Big Data es, además, un gran desafío para el ejercicio de la profesión jurídica. La innovación y la tecnología no son ajenas al Derecho del Medio Ambiente La disponibilidad de información y datos de calidad son esenciales para monitorear impactos ambientales y abordar los problemas y conflictos ambientales. También aparece el concepto de green data que son esos datos que ofrecen una oportunidad para realizar los análisis de servicios ecosistémicos o contribuciones de la naturaleza, lo que requiere información de múltiples sectores, a diferentes escalas, con propiedades espaciales y temporales

### **El derecho ambiental en Colombia conforme a los macro servidores**

Hasta el momento la normatividad colombiana no cuenta con un arraigo normativo completamente y enfocada en los macro servidores ya que es una problemática ajena a la disposición nacional, aunque Colombia tiene regulaciones ambientales que podrían aplicarse a la operación de macro servidores. Estas regulaciones pueden abordar aspectos como el consumo de energía, la gestión de residuos electrónicos y las emisiones de gases de efecto invernadero. La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible podrían ser entidades relevantes en este contexto.

La creación de requisitos específicos de licencias y permisos para la construcción y operación de infraestructuras de macro servidores. La Superintendencia de Servicios Públicos podría ser una entidad relevante en este aspecto.

En otra perspectiva el Gobierno colombiano puede tener regulaciones específicas relacionadas con la eficiencia energética en el sector de tecnologías de la información. Las empresas que operan macro servidores pueden estar sujetas a requisitos para mejorar la eficiencia energética y reducir su huella de carbono como una próxima evolución de las dificultades de los macro servidores

Las normas eléctricas y los requisitos para la conexión a la red pueden ser regidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) en Colombia. Las empresas que operan macro servidores deben cumplir con las normas y requisitos eléctricos para garantizar la estabilidad y seguridad de sus operaciones

### **Los macro servidores alineados con los objetivos de desarrollo sostenible**

Alinear estos macro servidores con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es fundamental para garantizar que la tecnología contribuya a la sostenibilidad global, así es bueno identificar los objetivos y mirar las problemáticas que se podrían presentar para cumplir frente a las soluciones de este artículo. (O.M.S. 2023)

- Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante: Los macro servidores suelen consumir grandes cantidades de energía. Alinearlos con los ODS implica adoptar

prácticas de eficiencia energética, como el uso de energías renovables, la implementación de sistemas de enfriamiento eficientes y el diseño de hardware y software optimizado para reducir el consumo de energía.

- Objetivo 4: Educación de calidad: Los macro servidores pueden contribuir a la implementación de servicios digitales que fomenten el acceso equitativo a la tecnología. Esto puede incluir el desarrollo de infraestructuras digitales en áreas menos desarrolladas, promoviendo la inclusión digital y facilitando la participación en la economía y educación digital.
- Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento: los macro servidores al ser uno de los grandes utilizadores laterales del agua potable a nivel mundial, es imperativo que se busquen o se implementen otros métodos de enfriamiento para que dejen de lado la utilización de fuentes hídricas de uso potable para el consumo humano
- Objetivo 12: Producción y consumo responsables: Los macro servidores pueden ser motores de innovación tecnológica que contribuyan a abordar desafíos globales. Esto podría incluir el desarrollo de soluciones tecnológicas para afrontar problemas relacionados con la salud, la educación, el cambio climático y otros desafíos identificados en los ODS.
- Objetivo 13: Acción por el clima: estas infraestructuras consumen grandes cantidades de energía y contribuyen significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero, se hace necesario hacer la transición a fuentes de energía renovable, esto implica la inversión en energía solar, eólica u otras fuentes renovables para alimentar las operaciones de los centros de datos.

Al adoptar estas prácticas, los macro servidores pueden convertirse en facilitadores clave para avanzar hacia un desarrollo sostenible, asegurando que la tecnología digital contribuya positivamente a los objetivos globales de sostenibilidad

**Que es una green data center, o centro de datos sostenible**

un green data center es una instalación que minimiza el impacto en el medio ambiente debido a elementos clave del diseño como el uso de la energía y del agua, generación de CO2 y los materiales necesarios para producir el equipo integrado.

Para ser realmente sostenible, una instalación debe optimizarse desde el punto de vista del diseño y de las operaciones. Los edificios deben ser eficientes en el uso de la electricidad y el agua. Debe cuidarse la refrigeración de los equipos informáticos en la infraestructura, así como el uso energético en cada servidor y bastidor. También debe haber mediciones y transparencia. Sin una concienciación del rendimiento del centro de datos, las empresas no podrán limitar el CO2 producido por la instalación ni reducir el volumen de agua necesaria (data4 group 2021)

Los centros de datos tradicionales dependen en gran medida de fuentes de energía basadas en combustibles fósiles, que contribuyen significativamente a las emisiones de carbono. Los centros de datos ecológicos, en cambio, utilizan fuentes de energía renovables y tecnologías energéticamente eficientes para reducir su impacto ambiental. Intentan reducir el consumo de energía, optimizar los sistemas de refrigeración y aplicar procedimientos de gestión de residuos respetuosos con el medio ambiente. (Lucía Bonilla 2023)

- Minimización de la huella de los edificios
- Materiales de construcción, moquetas y pinturas de bajas emisiones
- Paisajismo sostenible
- Reciclaje de residuos electrónicos
- Convertidores catalíticos en los generadores de reserva
- Uso de energías alternativas, como la tecnología fotovoltaica, las bombas de calor y la tecnología de refrigeración por evaporación



## **Conclusión**

La problemática de los macro servidores desde la perspectiva del derecho ambiental es un desafío urgente y complejo. La falta de regulaciones adecuadas podría llevar a consecuencias ambientales irreversibles. Es imperativo que los gobiernos, empresas y la sociedad en general colaboren para desarrollar y aplicar medidas que mitiguen los impactos negativos de estos centros de datos, permitiendo un desarrollo tecnológico sostenible y respetuoso con el medio ambiente

Como consecuencia de esta creciente digitalización, los centros de datos están disparando el consumo energético y de recursos hídricos en un contexto de cambio climático que exige la descarbonización de las economías y el uso eficiente del agua

La utilización de los recursos de agua-energía en el sector de los centros de datos es uno de los grandes retos que se presentan en los próximos años. De lo contrario, podrían aparecer conflictos motivados por la priorización del empleo de estos recursos entre las empresas que gestionan estos centros y las poblaciones o el establecimiento para el desarrollo de estos centros.

Es necesario favorecer un rápido desarrollo de tecnología que permita a los centros de datos ser más sostenibles también desde el punto de vista hídrico y energético. De lo contrario, el mundo digital, al que ya no podemos renunciar, entrará en conflicto por el uso de los recursos naturales tan vitales como el agua y necesarios como la energía. (Luis Felipe Guzmán Jiménez 2021)

## Referencia Bibliográficas

**Alexis Laurent:** División de Evaluación Cuantitativa de la Sostenibilidad Departamento de Tecnología, Gestión y Economía, Universidad Técnica de Dinamarca (DTU) 2020: Sostenibilidad ambiental de los centros de datos Necesidad de un enfoque de impacto múltiple y ciclo de vida

**Irko Dal Maso:** Asociación PNUMA DTU (UNEP DTU Partner ship) Departamento de Tecnología, Gestión y Economía de la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU) 2020: Sostenibilidad ambiental de los centros de datos Necesidad de un enfoque de impacto múltiple y ciclo de vida

**Copenhagen center on energy efficiency:** informes sobre centros de datos febrero 2020: Sostenibilidad ambiental de los centros de datos Necesidad de un enfoque de impacto múltiple y ciclo de vida También han contribuido a esta publicación: Xiao Wang, Xianli Zhu y Gabriela Plata Días

**Writer:** Pcweb.info Blog de marketing, tecnología, negocios, empresas, cultura, medicina y ciencia: Evolución de los centros de datos, historia: julio 17- 2022  
[Evolución de los centros de datos, historia \(pcweb.info\)](https://pcweb.info/evolucion-de-los-centros-de-datos-historia)

**Cristián Vera-Cruz:** Los centros de datos también evolucionan y se transforman Publicado:24 ago 2020  
<https://www.computerweekly.com/es/cronica/Los-centros-de-datos-tambien-evolucionan-y-se-transforman>

**New York Times:** Los centros de datos y su impacto en el medio ambiente: junio 2021  
[The New York Times - Search \(nytimes.com\)](https://www.nytimes.com/search?query=Los centros de datos y su impacto en el medio ambiente)

**Steve Lohr:** Bancolombia- The New York Times Company 15 de julio 2021- El internet consume menos energía de lo que podrías pensar

**IT tecnología para tu empresa:** Claves para reducir el impacto ambiental de los centros de datos (14 diciembre 2021)  
<https://tecnologiaparatuempresa.ituser.es/estrategias/2021/12/claves-para-reducir-el-impacto-ambiental-de-los-centros-de-datos>

**Mario Vasconcelos sales:** director Enterprise Accounts, España y Portugal en Vertiv Instituto Español de estudios estratégicos: El consumo de energía y agua en los centros de datos: riesgos de sostenibilidad -(2 de noviembre del 2022)

[Agua y energía: El desafío de la sostenibilidad en los centros de datos | Opinión | Sostenibilidad \(ituser.es\)](#)

**Peter Judge mayo:** DCD Qué tiene que ver la biodiversidad con los centros de dato - 24, de May 2022

**Javier Sánchez:** Ecología Verde - (12 noviembre 2019) Cómo afecta la tecnología al medio ambiente

**Mar Hidalgo:** Analista principal del IEEE. El consumo de energía y agua en los centros de datos: riesgos de sostenibilidad - (02 noviembre 2022)

**Análisis del riesgo en los centros de datos de América Latina:** DC: Ante la dificultad de crear un centro de respaldo que duplique al 100% el data center primario principal, proteger el mismo se convierte en un objetivo prioritario. - (31 octubre 2021)

**por cristina crespo garay:** National Geographic ¿Cuánto contamina internet? - (20 febrero 2019)

**Luis Felipe Guzmán Jiménez:** Universidad Externando De Colombia: Big data y medio ambiente. Una mirada al Green data -1 de julio de 2022

**Equipo Digital Alcaldía de Medellín:** Alcaldía de Medellín: Problemas ambientales: qué son, relevancia y los 23 más graves que están afectando a nuestro planeta - (24 mayo 2023)

**O.M.S.:** Desechos eléctricos y electrónicos - (18 de octubre de 202)

**EQUINIX DC (Colombia):** centros de datos y su distribución estratégica en américa latina - (1 de octubre de 2023)  
[Centros de datos \(2\).pdf](#)

**Felipe Sánchez:** Blog Esmartek :Las 4 Problemáticas y Riesgos a considerar en el Data Center - (17 febrero 2020)

**sostenibilidad.ituser** Agua y energía El desafío de la sostenibilidad en los centros de datos - (19 JUN 2023)

**EFE:** La sequía “saca a flote” la enorme huella hídrica de internet y moviliza al mundo - (11 junio 2023)

<https://efe.com/medio-ambiente/2023-06-11/la-sequia-saca-a-flote-la-enorme-huella-hidrica-de-internet/>

**Hostdime blog:** Por qué los centros de datos usan agua Cómo lo hacen - (3 noviembre, 2023)

**DATA4 GROUP:** rue de la Tremole 75008 - París - Francia ¿QUÉ ES UN GREEN DATA CENTER O CENTRO DE DATOS SOSTENIBLE? - (abril 9, 2021)

**Betancor Rodríguez, A:** (2014). Derecho ambiental. Madrid: La Ley

**Guzmán Jiménez, L.F:** (2021). Los derechos de acceso a la Justicia Ambiental en el ordenamiento jurídico colombiano y español. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

**Lucía Bonilla:** directora Data Center Market y Redes & Telecom Green Data center: en qué consisten. Ventajas y beneficios (10 nov 2023)