

Máster en Sistemas Inteligentes
Curso 2023_2034
Noviembre

IA y ML en la nube

SJK006 - Cloud Computing

Autores:

Pablo Muñoz Alcaide
Raquel Lázaro Belenguer
Arturo Gascó Compte
Miguel Pardo Navarro
Javier González Barreda

Profesor:

Óscar Belmonte Fernández

Profesor:
Óscar Belmonte Fernández

Autores:
Pablo Muñoz Alcaide
Raquel Lázaro Belenguer
Arturo Gascó Compte
Miguel Pardo Navarro
Javier González Barreda

Curso:
2023/2024

Fecha:
10 de noviembre de 2023

Dedicación horaria:

<i>Alumno</i>	<i>Horas presenciales</i>	<i>Horas individuales</i>	<i>Horas totales</i>
Pablo Muñoz Alcaide	3	2	5
Raquel Lázaro Belenguer	3	2	5
Arturo Gascó Compte	3	2	5
Miguel Pardo Navarro	3	2	5
Javier González Barreda	3	2	5
<i>Total</i>			25

Introducción.....	2
Soluciones de IA y ML para la nube pública.....	3
Soluciones de IA y ML para la nube privada.....	6
Diferencias y similitudes entre las soluciones de nube pública y privada.....	8
Caracterización de soluciones de IA y ML en la nube.....	10
Clasificación de las distintas soluciones.....	11
Árbol de decisión en función de los requisitos.....	12
Bibliografía.....	13

Introducción

La inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (Machine learning, ML) son tecnologías de un uso cada vez más recurrente. Gracias a este nuevo enfoque, la forma de resolver los problemas ha cambiado en todos los ámbitos. Además, el uso masivo de servicios en la nube (tanto públicos como privados), ha ayudado a esta expansión, ya que al combinar la escalabilidad y agilidad de la nube con el poder de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, los usuarios o empresas pueden automatizar tareas, mejorar la eficiencia y obtener nuevas perspectivas a partir de sus datos [1]. Tanto las nubes públicas como las privadas ofrecen una variedad de beneficios para las cargas de trabajo de IA y ML.

Estas plataformas de servicios en la nube están diseñadas para integrarse con herramientas y frameworks de ML populares como TensorFlow [2], PyTorch [3] y Scikit-learn [4], proporcionando así una pila de tecnología completa que soporta todo el ciclo de vida del desarrollo de IA, desde el diseño y entrenamiento de modelos hasta su implementación y monitoreo en producción. Además, con el soporte para recursos de computación especializados, como GPUs y TPUs virtuales, estas plataformas aseguran que los científicos de datos y desarrolladores tengan acceso a la potencia de procesamiento necesaria para trabajar con grandes conjuntos de datos y modelos computacionalmente demandantes.

Es evidente que la simbiosis entre los modelos de aprendizaje automático y la IA y los servicios en la nube pueden aportar muchas ventajas con respecto a los modelos de trabajo convencionales, como una mejor gestión y análisis de los datos incluso en tiempo real, aumento de la productividad y ahorro de costes.

En este trabajo, se van a explorar las distintas aplicaciones de IA y ML tanto en nubes privadas como públicas además de compararlas con respecto a sus características más interesantes.

Soluciones de IA y ML para la nube pública

La nube pública es un modelo de computación en la nube en el que proveedores externos ofrecen servicios de computación y recursos informáticos a través de Internet, como servidores, almacenamiento o redes. Esto se hace de manera accesible a usuarios de todo el mundo de una forma eficiente y flexible. En este ámbito, empresas líderes en la industria, como **Amazon Web Services (AWS)** [5], **Microsoft Azure** [6] y **Google Cloud Platform (GCP)** [7], actúan como proveedores de servicios de nube pública, gestionando la infraestructura y entregando servicios a través de Internet.

Este modelo se ajusta a tres categorías principales de servicio de computación en la nube, constituidas por Infraestructura como Servicio (IaaS), Plataforma como Servicio (PaaS) y Software como Servicio (SaaS). Donde, cada nivel ofrece servicios específicos, compartiendo responsabilidades entre el proveedor y el usuario.

Una de las características fundamentales de la nube pública es la escalabilidad y elasticidad, permitiendo a los usuarios ajustar la capacidad de almacenamiento y procesamiento según sus necesidades cambiantes. Además, otra de sus ventajas es que emplea el denominado modelo de pago por uso, que consiste en que los usuarios pagan solo por los recursos que consumen, lo cual proporciona una gran flexibilidad en los costes en comparación con una inversión para una infraestructura propia.

En cuanto a la seguridad se refiere, la responsabilidad recae en los proveedores de la nube pública. Es decir, los proveedores son los que implementan medidas como el cifrado de datos, el control de acceso y el monitoreo constante para proteger la información y la infraestructura.

Por otro lado, este tipo de modelo ofrece una amplia variedad de servicios, entre los cuales figuran servicios que van desde servidores virtuales o almacenamiento, hasta servicios de inteligencia artificial y análisis de datos, objeto de este trabajo.

De esta forma, las plataformas de nube pública, como AWS, Azure y Google Cloud, se han convertido en infraestructuras fundamentales para empresas que buscan implementar soluciones de Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (ML). Estas plataformas ofrecen escalabilidad, accesibilidad y rentabilidad, permitiendo a las organizaciones aprovechar recursos computacionales de clase mundial sin incurrir en los costes y complejidades asociados con la construcción y mantenimiento de infraestructuras locales. Siendo AWS la que lidera el mercado con una amplia gama de servicios, incluyendo computación, almacenamiento, y servicios específicos para IA y ML. En segundo lugar, Azure de Microsoft que destaca por su integración con herramientas y servicios empresariales y, finalmente, Google Cloud que también ofrece un conjunto poderoso de herramientas centradas en la IA y ML [8].

Entre los servicios de IA y ML ofrecidos por estos proveedores de la nube pública destacan los servicios de aprendizaje automático como AWS SageMaker [9] que ofrece una plataforma completa para el desarrollo, entrenamiento e implementación de modelos de ML, Azure Machine Learning [10] y Azure AI [11] que proporciona herramientas para crear, entrenar e implementar modelos de ML de manera eficiente y Google Cloud AI Platform [12] que facilita el desarrollo y despliegue de modelos de ML escalables.

En el marco de los Modelos Preentrenados y APIs, destacan opciones para el reconocimiento de imágenes como AWS Rekognition [13], Visión de Azure AI [14] y Google Cloud Vision API [15]. Asimismo, para el Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP), están disponibles AWS Comprehend [16], Azure AI Language [17] y Google Cloud Natural Language API [18]. Por último, para el reconocimiento de voz, se cuenta con servicios como AWS Transcribe [19], Azure Speech to Text [20] y Google Cloud Speech-to-Text [21].

En el ámbito del almacenamiento y gestión de datos, las soluciones de almacenamiento y procesamiento en la nube de los principales proveedores, como Amazon S3 [22], Amazon EC2 [23], Azure Blob Storage [24], Azure Virtual Machines [25], Google Cloud Storage [26] y Google Compute Engine [27], permiten el manejo eficiente de grandes conjuntos de datos.

Finalmente, otras características importantes de las soluciones dentro de la IA y el ML que ofrecen los proveedores la nube pública son:

- Integración con otros servicios en la nube: Los servicios de IA y ML se integran de manera efectiva con otros servicios en la nube, como bases de datos (AWS DynamoDB [28], Azure Cosmos DB [29], Google Cloud Firestore [30]), cómputo sin servidor (AWS Lambda [31], Azure Functions [32], Google Cloud Functions [33]) y servicios de análisis de datos (AWS Redshift [34], Azure Synapse Analytics [35], Google BigQuery [36]).
- Rendimiento y escalabilidad: Tanto AWS, como Azure y Google Cloud ofrecen una alta escalabilidad con servicios como EC2 y Lambda, permitiendo ajustar recursos según las necesidades del usuario, proporcionando opciones de escalabilidad vertical y horizontal que destacan por su rendimiento en tareas intensivas de cómputo.
- Consideraciones de costes: Dentro de los principales proveedores, los modelos de precios varían, desde pago por uso hasta modelos más complejos, los cuales permiten aplicar estrategias de ahorro, como instancias reservadas o uso de instancias spot, lo que provoca que los costes puedan variar según la demanda y la frecuencia de uso de los servicios.
- Seguridad y cumplimiento normativo: Se implementan medidas de seguridad, como la encriptación de datos en reposo y en tránsito. AWS Key Management Service [37], Azure Key Vault [38] y Google Cloud Key Management Service [39] ofrecen

soluciones de gestión de claves y además, cumplen con regulaciones de protección de datos, como el GDPR y HIPAA.

En definitiva, las soluciones de IA y ML en la nube pública ofrecen un conjunto diverso de servicios que permiten a las organizaciones aprovechar al máximo el potencial de la inteligencia artificial. La elección entre AWS, Azure y Google Cloud dependerá de las necesidades específicas de cada empresa, en la cual la integración efectiva con otros servicios en la nube, el rendimiento escalable y las consideraciones de costes y seguridad son factores clave a tener en cuenta al tomar decisiones estratégicas.

Soluciones de IA y ML para la nube privada

Una nube privada [40][41] es un modelo de computación en la nube que proporciona un entorno de nube dedicado a una sola organización. A diferencia de las nubes públicas, que son accesibles por múltiples inquilinos, una nube privada es gestionada y utilizada exclusivamente por una sola entidad, que puede ser una empresa o una organización gubernamental. Entre sus características principales [42][43] destacan las siguientes.

- **Exclusividad:** La infraestructura y los servicios de la nube están dedicados a un solo cliente, ofreciendo un control total sobre el entorno.
- **Personalización:** La nube privada puede personalizarse para satisfacer las necesidades específicas de la empresa en términos de configuración, rendimiento y seguridad.
- **Control y Seguridad:** Ofrece un mayor control sobre los recursos de computación, almacenamiento y redes, así como sobre las políticas de seguridad y cumplimiento, ya que los datos se mantienen dentro del firewall de la empresa y se gestionan internamente o a través de un tercero contratado.
- **Escalabilidad y Flexibilidad:** Permite escalar recursos según sea necesario, pero dentro de un entorno privado, lo que puede ser más restringido en comparación con la nube pública debido a la capacidad física del centro de datos.
- **Optimización de Recursos:** La empresa puede optimizar los recursos para tareas específicas y puede garantizar que los recursos críticos estén disponibles para aplicaciones y servicios esenciales.
- **Localización de Datos:** Las organizaciones tienen control sobre la ubicación física de su infraestructura de nube, lo que es crucial para cumplir con requisitos legales y regulaciones de datos.

Las plataformas de IA y ML en la nube privada ofrecen entornos especializados para desarrollar, desplegar y gestionar aplicaciones de aprendizaje automático e inteligencia artificial de forma segura y eficiente. Estas plataformas se benefician de la exclusividad y control que provee la nube privada, lo que permite a las organizaciones implementar soluciones de IA/ML altamente personalizadas que requieren un manejo riguroso de los datos y una infraestructura optimizada para el procesamiento intensivo de datos y cálculos.

Entre las plataformas líderes en este ámbito se encuentra **VMware's vSphere** [44], que con su capacidad para manejar cargas de trabajo impulsadas por IA y ML, permite a las empresas aprovechar la virtualización para ejecutar aplicaciones de IA sofisticadas. **OpenStack** [45] es otra opción prominente que, a través de su comunidad y amplia gama de servicios, da soporte a las cargas de trabajo de IA y ML, permitiendo a los usuarios aprovechar herramientas de

código abierto y recursos comunitarios. Además, soluciones como **Microsoft Azure Stack** [46] ofrecen un enfoque híbrido, extendiendo muchas de las capacidades de ML e IA de Azure al entorno de nube privada, facilitando una experiencia de nube pública con la privacidad y el control de una infraestructura dedicada. Otro ejemplo es Amazon Web Services (AWS), el cual tiene el servicio **AWS Outposts** [47] que permite a los clientes crear y ejecutar servicios de AWS en sus propias instalaciones, proporcionando una experiencia consistente entre la nube y el entorno local, lo que es esencialmente una extensión de la nube privada. También destaca **Anthos** [48] de Google Cloud, una plataforma que permite gestionar aplicaciones en un entorno híbrido o en múltiples nubes, lo cual puede incluir nubes privadas. Anthos facilita la ejecución de aplicaciones de Google Cloud en infraestructura local, permitiendo así una nube privada gestionada con herramientas de Google.

Dentro de las nubes privadas, las herramientas y tecnologías de IA y ML son el núcleo que habilita la inteligencia y el aprendizaje automático en escala. Kubernetes [49], por ejemplo, se ha convertido en una pieza fundamental en la orquestación de contenedores para aplicaciones de IA/ML, gestionando de manera eficiente la distribución de recursos, el balanceo de carga y la alta disponibilidad. Su ecosistema de herramientas como Helm [50] y Kubeflow [51] simplifica la implementación de pipelines de ML y facilita la portabilidad y escalabilidad de estas aplicaciones.

Por otro lado, herramientas como Apache Spark son fundamentales en el procesamiento de grandes volúmenes de datos, algo inherente al trabajo con IA y ML. Spark se ha establecido como una solución líder para el procesamiento en memoria y el análisis de big data, facilitando la limpieza, transformación y análisis de datos que alimentan los modelos de ML. Además, soluciones como NVIDIA AI Enterprise [52] ofrecen un conjunto de aplicaciones de IA optimizadas para infraestructuras virtualizadas, permitiendo que las nubes privadas aceleren las aplicaciones de IA a través de la virtualización de recursos gráficos y de procesamiento.

Diferencias y similitudes entre las soluciones de nube pública y privada

En los últimos años, la integración de soluciones de Inteligencia Artificial (AI) y Aprendizaje Automático (ML), junto a los servicios en la nube se ha convertido en un pilar fundamental de la industria. Debido a la proliferación de datos, la necesidad de análisis predictivos y la demanda de respuestas rápidas, las organizaciones buscan aprovechar al máximo las capacidades de la IA y el ML para ganar una ventaja competitiva.

La elección entre implementar estas soluciones en una nube privada o pública se ha vuelto crucial. Ambos entornos ofrecen ventajas compartidas pero presentan desafíos distintos, lo que plantea la necesidad de una evaluación cuidadosa antes de elegir el entorno más adecuado para desplegar soluciones de IA y ML.

Uno de los aspectos más importantes que comparten la nube pública y la privada es la capacidad de ambas de ofrecer infraestructura bajo demanda, abstrayendo y compartiendo recursos informáticos como hardware, redes, software, servidores y almacenamiento a través de una red [53]. Estas ofrecen entornos especializados para desarrollar, desplegar y gestionar aplicaciones de aprendizaje automático e inteligencia artificial de forma segura y eficiente.

Otro aspecto en común es la eficiencia operativa, tanto en la nube pública como privada, se observan mejoras notables, especialmente en el ámbito de las Soluciones de Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (ML). Al centralizar la gestión de la infraestructura, se logra un ahorro de costos significativo, agilizando la implementación y gestión eficiente de proyectos de IA y ML. Esta optimización acelera el escalado de proyectos y reduce el tiempo de lanzamiento de nuevos productos basados en estas tecnologías, mientras que la mejora en la utilización de la capacidad existente conlleva a una disminución general de los costos asociados con soluciones de IA y ML en entornos de nube, ya sean públicos o privados.

En cuanto a las diferencias, una de las principales entre las soluciones de las nubes públicas y privadas es la escalabilidad. La escalabilidad, en el contexto de la IA y el ML, es de suma importancia debido a la posibilidad de sufrir aumentos repentinos en el flujo de datos utilizados por nuestros modelos de aprendizaje automático. En cuanto a las nubes públicas, plataformas como Google Cloud, AWS ofrecen autoescalado en función de la demanda e incluso autoescalado predictivo mediante ML. Sin embargo, el escalado en una nube privada usualmente implica tiempo y costes considerables debido a la necesidad de adquirir e instalar hardware adicional [54].

En términos de flexibilidad podemos encontrar ciertas diferencias entre la nube pública y la nube privada. La flexibilidad de una nube privada se caracteriza por la capacidad de personalizar tanto el software como el hardware para satisfacer necesidades específicas. Al tener un control total sobre este, adaptar el entorno de desarrollo de nuestros modelos de AI y

ML se vuelve más óptimo. En la nube pública por otro lado, la personalización es más limitada, no obstante estas actualmente ofrecen una amplia gama de servicios y tecnologías IA que pueden implantarse y gestionarse rápidamente [55].

El coste también es un aspecto importante a la hora de valorar que tipo de servicio utilizar. En cuanto a las nubes públicas, debido a la economía de escala, estas utilizan un modelo de pago por uso (*pay per use*) donde el cliente paga tan solo por los recursos que está utilizando. Sin embargo, en la nube privada usualmente requiere una infraestructura y gestión dedicada y los precios están previamente establecidos dependiendo de las características de esta [56]. De manera que las organizaciones que optimizan eficientemente la utilización de los servidores pueden tener una ventaja en el coste total de propiedad eligiendo nubes privadas. Por otro lado, si la carga prevista es claramente dinámica, variable y significativamente menor, las nubes públicas pueden resultar económicamente más atractivas.

En cuanto al desarrollo e implementación de los modelos de IA y ML también encontramos diferencias. Las plataformas de nube pública, tales como AWS, Google Cloud y Azure cuentan con numerosas guías y APIs que simplifican sobremanera el desarrollo y la implementación de modelos de Inteligencia Artificial y Aprendizaje automático [57][58][59]. No obstante, en la nube privada aunque contamos con diferentes servicios de código abierto que facilitan la implementación de ML y AI, generalmente son necesarios bastantes expertos para llevar a cabo la implementación, el desarrollo y el mantenimiento de estas soluciones.

En conclusión, al explorar las diferencias y similitudes entre las soluciones de la nube pública y privada, se destaca la versatilidad de ambas para proporcionar servicios de infraestructura bajo demanda, utilizando tecnologías subyacentes similares y mejorando la eficiencia operativa de las organizaciones. Sin embargo, es crucial reconocer que la nube privada ha evolucionado para abordar sus limitaciones, y ahora ofrece enfoques híbridos innovadores. Estas estrategias híbridas permiten a las organizaciones combinar lo mejor de ambos mundos, integrando recursos locales con servicios en la nube, proporcionando así soluciones más flexibles y adaptadas a las necesidades específicas de cada empresa. Este enfoque híbrido no solo subsana las debilidades percibidas de la nube privada, sino que también destaca la importancia de considerar las soluciones personalizadas y flexibles en el panorama actual de la computación en la nube.

Caracterización de soluciones de IA y ML en la nube

Las soluciones de Inteligencia Artificial (IA) y Machine Learning (ML) en la nube presentan varias características y ventajas clave que las hacen atractivas para su implementación en empresas y proyectos de diferentes escalas. Las principales características de estas soluciones se describen a continuación [60]:

- **Escalabilidad:** La IA en la nube permite escalar el procesamiento y el almacenamiento de datos según sea necesario, lo que es fundamental dado que los modelos de Inteligencia Artificial, como los de *Deep Learning*, requieren grandes volúmenes de datos para proporcionar resultados precisos.
- **Flexibilidad:** Ofrece la flexibilidad necesaria para adaptar el entorno de desarrollo y pruebas a los cambios constantes de los modelos de IA, lo cual es crucial, ya que es muy habitual que estos modelos sean reentrenados continuamente con nuevos datos.
- **Pago por uso (*pay per use*):** Este es el modelo de pago usual que se puede encontrar en este tipo de servicios, puesto que permite a las empresas ajustar su presupuesto según el uso real de los recursos, evitando así costes innecesarios.
- **Mantenimiento:** Los servicios de IA en la nube pública están continuamente actualizados por los proveedores, lo que permite a las empresas acceder a las últimas tecnologías sin incurrir en gastos de mantenimiento.
- **Almacenamiento:** También relacionado con las grandes cantidades de datos que requieren muchos de los modelos de Inteligencia Artificial, es importante contar con una opción de almacenamiento asequible y escalable.
- **Desacoplamiento:** Otra característica muy relevante de este tipo de soluciones es que permite tener sistemas y modelos desacoplados, en los que su rendimiento o disponibilidad no se ven directamente afectados por otros sistemas.
- **Accesibilidad:** Finalmente, otra característica que se aplica en el ámbito del *cloud*, es la facilidad de acceso de forma remota a este tipo de soluciones, tanto en la fase de entrenamiento, como en la de inferencia y reajuste de los modelos o sistemas de ML/IA.

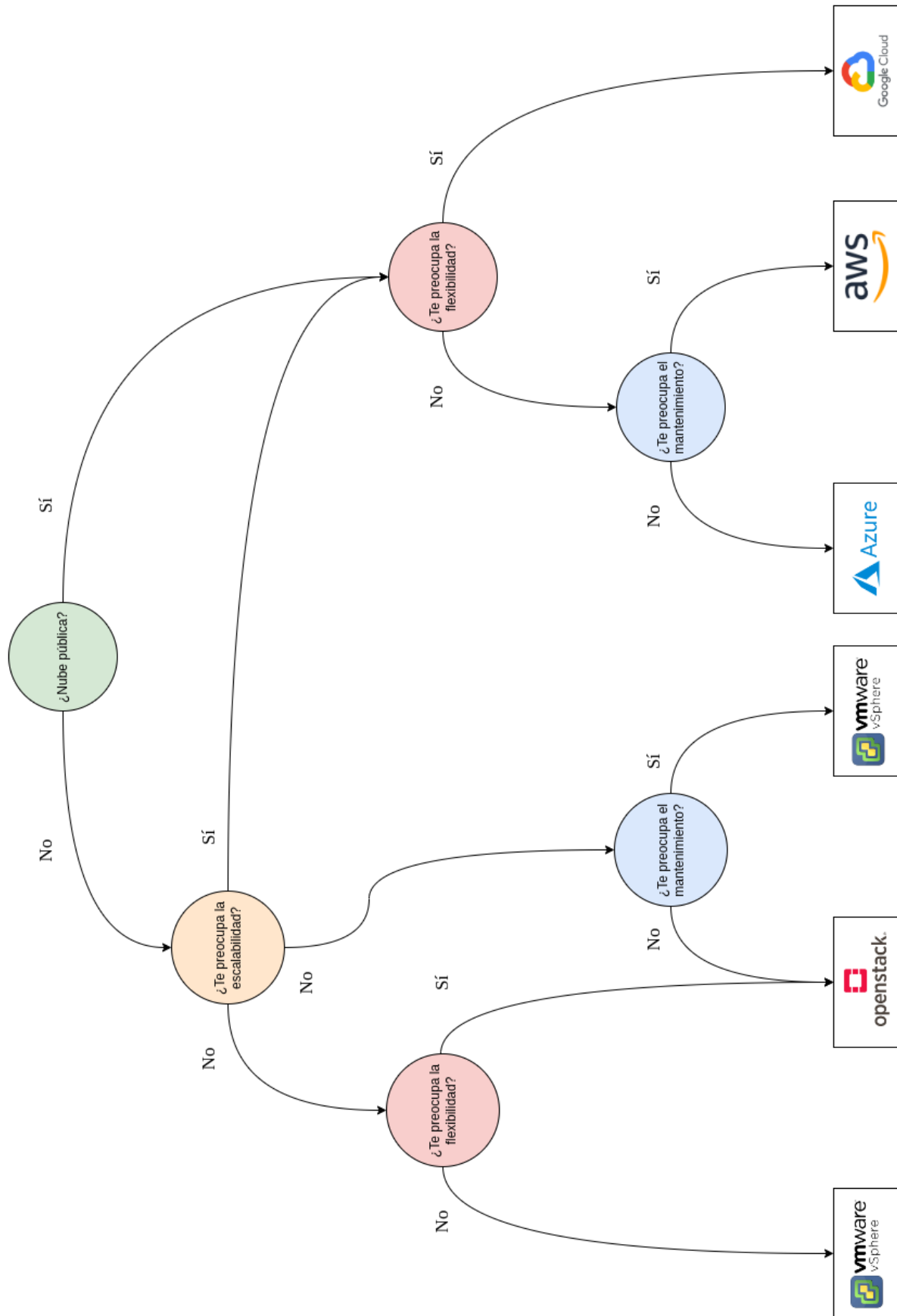
Estas ventajas hacen que las soluciones de IA y ML en la nube sean herramientas poderosas y flexibles para las empresas, permitiéndoles adaptarse rápidamente a los cambios y necesidades del mercado mientras mantienen un control eficiente sobre los costes y recursos que requieren.

Clasificación de las distintas soluciones

Características	Solución				
	VMware's vSphere	Open Stack	Microsoft Azure	AWS	Google Cloud
Nube privada	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Nube pública	No	No	Sí	Sí	Sí
Escalabilidad	Media	Media	Alta	Alta	Alta
Flexibilidad	Media	Alta	Media	Media	Alta
Pago por uso	-	-	Sí	Sí	Sí
Mantenimiento	Alto	Medio	Medio	Alto	Medio
Almacenamiento	-	-	-	-	-
Desacoplamiento	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Accesibilidad	Media	Media	Alta	Alta	Alta

Todas las soluciones ofrecen en mayor o menor medida la característica de **escalabilidad**, aunque son AWS, Microsoft Azure y la nube de Google las más destacables en este aspecto, dado su reconocimiento y capacidad de recursos. Por otra parte, OpenStack y Google Cloud sobresalen por su **flexibilidad**, permitiendo una personalización y adaptación más significativas que el resto de soluciones. En lo que se refiere al modelo de **pago por uso**, es habitual encontrarlo en las soluciones que ofrecen una nube pública, tales como Microsoft Azure, AWS y Google Cloud, aunque con cualquier solución hay que contactar con el departamento de ventas para llegar a definir y concretar el modelo de pago y las características del servicio. Respecto al **mantenimiento**, de nuevo, todas las soluciones ofrecen un alto nivel de funcionalidad para gestionar nuevas actualizaciones, solución de errores y contacto con el proveedor. Sin embargo, VMware's vSphere y AWS proporcionan una alta credibilidad en lo que se refiere al nivel de mantenimiento y actualizaciones gestionadas según la comunidad. Finalmente, todas las soluciones cumplen con la característica de **accesibilidad** dada su naturaleza, pero destacan Microsoft Azure y AWS, junto con Google Cloud, ya que ofrecen la integración y sincronización con sus respectivas plataformas de nube pública y otras herramientas.

Árbol de decisión en función de los requisitos



Bibliografía

- [1] *As more businesses turn to public cloud to leverage artificial intelligence innovation, learn why data privacy becomes more challen.* (n.d.). The Forecast by Nutanix. <https://www.nutanix.com/theforecastbynutanix/technology/ai-in-the-cloud>
- [2] TensorFlow. (n.d.). *TensorFlow*. <https://www.tensorflow.org/?hl=es-419>
- [3] PyTorch. (n.d.). <https://pytorch.org/>
- [4] *scikit-learn: machine learning in Python — scikit-learn 1.3.2 documentation.* (n.d.). <https://scikit-learn.org/stable/>
- [5] *AWS | Cloud Computing - Servicios de informática en la nube.* (n.d.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/>
- [6] *Servicios de informática en la nube | Microsoft Azure.* (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es>
- [7] *Servicios de cloud computing | Google Cloud.* (n.d.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/?hl=es>
- [8] Jones, E. (2023, September 11). *Cuota de mercado de la nube: Una mirada al ecosistema de la nube en 2023.* Kinsta®. [https://kinsta.com/es/blog/cuota-de-mercado-de-la-nube/#:~:text=Amazon%20Web%20Services%20\(AWS\),el%20claro%20l%C3%ADder%20del%20mercado](https://kinsta.com/es/blog/cuota-de-mercado-de-la-nube/#:~:text=Amazon%20Web%20Services%20(AWS),el%20claro%20l%C3%ADder%20del%20mercado)
- [9] *Introduction to Amazon SageMaker (Introducción a Amazon SageMaker) (1:12).* (n.d.). [Video]. Amazon Web Services, Inc. https://aws.amazon.com/es/pm/sagemaker/?trk=a239ffc5-998d-4c37-adcd-6b676f2a5e34&sc_channel=ps&ef_id=CjwKCAiA0syqBhBxEiwAeNx9NwIEAEC9ghh4C9Dhz63odunS4RYnpGQGL9PHiekqGYDD5PEIaS0VxoCCS8QAvD_BwE:G:s&s_kwid=AL!442213!532496771458!e!g!aws%20sagemaker!12195830306!119606857840
- [10] *Azure Machine Learning: ML como servicio | Microsoft Azure.* (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/products/machine-learning>
- [11] *AI.* (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/solutions/ai>
- [12] *Introducción a AI Platform.* (n.d.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/ai-platform/docs/technical-overview?hl=es-419>
- [13] *¿Qué es Amazon Rekognition? (1:42).* (n.d.). [Video]. Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/rekognition/>
- [14] *Visión de Azure AI con OCR e IA | Microsoft Azure.* (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/products/ai-services/ai-vision>
- [15] *Vision AI | Google Cloud.* (n.d.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/vision?hl=es>
- [16] *Procesamiento de lenguaje natural – Amazon Comprehend – Amazon Web Services.* (n.d.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/comprehend/>
- [17] *Azure AI Language | Microsoft Azure.* (n.d.). <https://azure.microsoft.com/en-us/products/ai-services/ai-language>
- [18] *Cloud Natural Language | Google Cloud.* (n.d.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/natural-language?hl=es-419>
- [19] *Amazon Transcribe – Voz a texto – AWS.* (n.d.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/transcribe/>

- [20] *Speech to Text: conversión de audio en texto* | Microsoft Azure. (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/products/ai-services/speech-to-text>
- [21] *Speech-to-Text: Reconocimiento de voz automático* | Google Cloud. (n.d.). Google Cloud. https://cloud.google.com/speech-to-text?hl=es_419
- [22] *AWS | Almacenamiento de datos seguro en la nube (S3)*. (n.d.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/s3/>
- [23] *AWS re:Invent 2022 Compute Leadership Session*. (n.d.). [Video]. Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/ec2/>
- [24] *Azure Blob Storage* | Microsoft Azure. (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/products/storage/blobs>
- [25] *Máquinas virtuales (VM) para Linux y Windows* | Microsoft Azure. (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/products/virtual-machines>
- [26] *Cloud Storage* | Google Cloud. (n.d.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/storage?hl=es-419>
- [27] *Compute Engine* | Google Cloud. (n.d.). Google Cloud. https://cloud.google.com/compute?hl=es_419
- [28] *AWS | Servicio de base de datos gestionada NoSQL (DynamoDB)*. (n.d.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/dynamodb/>
- [29] *Azure Cosmos DB - Base de datos relacional y NoSQL* | Microsoft Azure. (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/products/cosmos-db>
- [30] *Firestore: Base de datos de documentos NoSQL* | Google Cloud. (n.d.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/firestore?hl=es-419>
- [31] *Video explicativo de AWS Lambda (3:01)*. (n.d.). [Video]. Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/lambda/>
- [32] *Azure Functions: Funciones sin servidor en informática* | Microsoft Azure. (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/products/functions>
- [33] *Cloud Functions* | Google Cloud. (n.d.). Google Cloud. https://cloud.google.com/functions?hl=es_419
- [34] *Introducción a Data Warehousing on AWS con Amazon Redshift (2:07)*. (n.d.). [Video]. Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/redshift/>
- [35] *Azure Synapse Analytics* | Microsoft Azure. (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/products/synapse-analytics>
- [36] *BigQuery: un almacén de datos empresariales* | Google Cloud. (n.d.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/bigquery?hl=es>
- [37] *¿Qué es AWS KMS? (1:33)*. (n.d.). [Video]. Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/kms/>
- [38] *Key Vault* | Microsoft Azure. (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/products/key-vault>
- [39] *Cloud Key Management* | Google Cloud. (n.d.). Google Cloud. https://cloud.google.com/security-key-management/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA9dGqBhAqEiwAmRpTC-mGSQipxH-nAC1EupBAjtZBgt0A7EZZf7wTh7YnmEKRbsGNRIJggRoCQpUQAvD_BwE&gclidsrc=aw.ds&hl=es
- [40] *What is a Private Cloud?* | VMware Glossary. (2022, March 16). VMware. <https://www.vmware.com/es/topics/glossary/content/private-cloud.html>

- [41] *Glosario > ¿Qué es la nube privada?* (n.d.). Akamai. <https://www.akamai.com/es/glossary/what-is-private-cloud>
- [42] *¿Qué es y cómo funciona una nube privada?* (n.d.). <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-private-cloud#:~:text=Ventajas%20de%20la%20nube%20privada>
- [43] CadLan. (2023, September 18). *Nubes privadas: Ventajas y desventajas*. CAD&LAN. <https://www.cadlan.com/noticias/nubes-privadas/>
- [44] *VMware vSphere | Enterprise Workload Platform*. (2023, September 14). VMware. <https://www.vmware.com/es/products/vsphere.html>
- [45] *Open source cloud computing infrastructure - OpenStack*. (n.d.). OpenStack. <https://www.openstack.org/>
- [46] *Azure Stack | Microsoft Azure*. (n.d.). <https://azure.microsoft.com/es-es/products/azure-stack>
- [47] *Nube privada local - AWS Outposts - AWS*. (n.d.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/outposts/>
- [48] *Gestión de la nube híbrida con Anthos | Google Cloud*. (n.d.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/anthos?hl=es>
- [49] *Orquestación de contenedores para producción*. (n.d.-b). Kubernetes. <https://kubernetes.io/es/>
- [50] *Helm | Helm*. (n.d.). <https://helm.sh/es/>
- [51] *Kubeflow*. (n.d.). Kubeflow. <https://www.kubeflow.org/>
- [52] *NVIDIA AI software platform for enterprise*. (n.d.). NVIDIA. <https://www.nvidia.com/en-us/data-center/products/ai-enterprise/>
- [53] *Public Cloud vs Private Cloud - Difference Between Computing Environments - AWS*. (n.d.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/compare/the-difference-between-public-cloud-and-private-cloud/>
- [54] D-e_v@IS. (2023, August 10). *Scalability and Flexibility: Public Cloud vs Private Cloud*. *Insightssuccess Media and Technology Pvt. Ltd.* <https://insightssuccess.com/scalability-and-flexibility-public-cloud-vs-private-cloud/>
- [55] Panwar, G. S. (2023, August 29). *Best Machine Learning as a Service Platforms (MLAAS) that you want to check as a data scientist*. neptune.ai. <https://neptune.ai/blog/best-machine-learning-as-a-service-platforms-mlaas>
- [56] *Prices*. (n.d.). OVHcloud. https://us.ovhcloud.com/hosted-private-cloud/vmware/prices/#managed_vmware_standard
- [57] *Implement machine learning*. (2023, August 23). Google Cloud. <https://cloud.google.com/architecture/framework/system-design/ai-ml>
- [58] *An overview of AI and machine learning services from AWS (1:39)*. (n.d.). [Video]. Amazon Web Services, Inc. https://aws.amazon.com/machine-learning/?nc2=h_q1_sol_use_ml
- [59] *Azure AI Platform—Artificial Intelligence | Microsoft Azure*. (n.d.). <https://azure.microsoft.com/en-us/solutions/ai#solutions>
- [60] Admin-Factoria. (2022, June 1). *Inteligencia artificial en la nube: el combo perfecto de IA + Cloud*. Ausum Cloud: Servicios Y Soluciones Cloud.

<https://ausum.cloud/inteligencia-artificial-en-la-nube-el-combo-perfecto-de-ia-cloud/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9,ventajas,-ofrece%20la%20inteligencia>