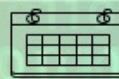




SEIIIS

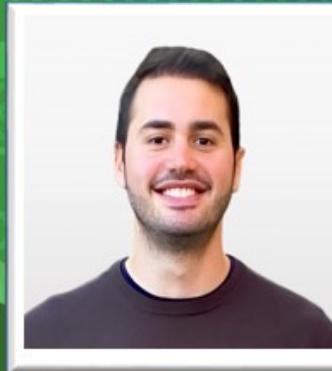
Seminario Internacional
de Investigación en
Ingeniería de Software



Jueves 10/11



2:00 P.M. COL 4:00 P.M. ARG



Ponencia

“La Eficiencia Energética de Nuestro
Código”

Mauricio Fadel Argerich

Ing. en Sistemas de Información
M.Sc. En Ciencia de Datos

Investigador Aplicado en German Edge Cloud
Doctorando de la Universidad Politécnica de Madrid



Quién les habla

Estudios



Doctorando @ Universidad Politecnica de Madrid – 2022-current



M.Sc. en Data Science @ Sapienza, Università di Roma – 2016-2018



Ing. en Sistemas de Información @ UTN (Argentina) – 2009-2013



Mauricio Fadel Argerich

mauricio.fadel@german-edge-cloud.io

Experiencia Profesional



Applied Researcher @ German Edge Cloud (Germany) – 2021-current

- Detección de fallos y corrección de errores automática
- Green scheduling



Research Scientist @ NEC Labs (Germany) – 2018-2021

- RL para servicios edge elásticos y para orquestar despliegues en la nube



Software Engineer @ BizIT Global (Argentina) – 2014-2016



Software Engineer Intern @ Fábrica Argentina de Aviones S.A. – 2013-2014



Estudiante Investigador @ University of Auckland



Agenda

- El impacto de las TICs en el medio ambiente
- El costo energético
- Cómo medir el consumo energético del software?
- Técnicas para mejorar la eficiencia energética
 - En data centers
 - En el edge
 - En aplicaciones
- Primeros pasos para mejorar la eficiencia

El impacto de las TICs en el medio ambiente

- Ordenadores, data centers y redes representan el 10% del consumo mundial de electricidad [1]
- Las TICs representan aprox. el 2% de las emisiones mundiales de CO₂ ≈ aviación [2]
- Las TICs pueden representar el 25% del costo energético de una oficina [3]

Domestic electricity consumption of selected countries vs. data centers in 2020 in TWh



Source: Enerdata, IEA

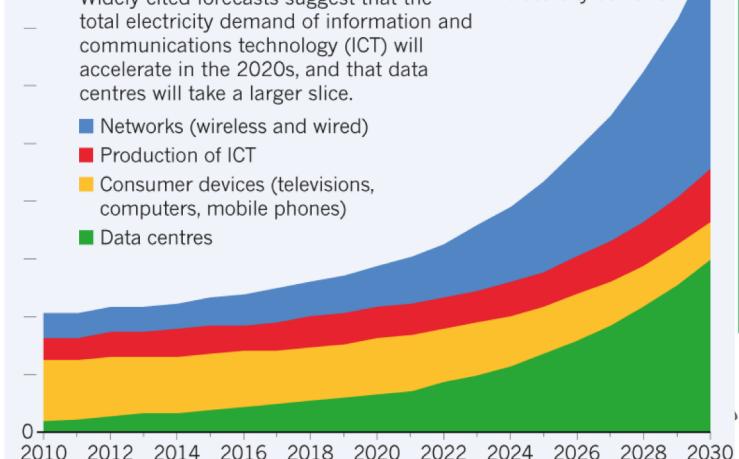
9,000 terawatt hours (TWh)

ENERGY FORECAST

Widely cited forecasts suggest that the total electricity demand of information and communications technology (ICT) will accelerate in the 2020s, and that data centres will take a larger slice.

- Networks (wireless and wired)
- Production of ICT
- Consumer devices (televisions, computers, mobile phones)
- Data centres

20.9% of projected electricity demand



[1] Gartner Press Release April 26, 2007, Gartner Estimates ICT Industry Accounts for 2 Percent of Global CO₂ Emissions

[2] MILLS, Mark P. The cloud begins with coal. Digital Power Group. Online at: http://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_Begins_With_Coal.pdf, 2013.

[3] Gartner Inc., "IT Vendors, Service Providers and Users Can Lighten IT's Environmental Footprint" Simon Mingay, December 5, 2007

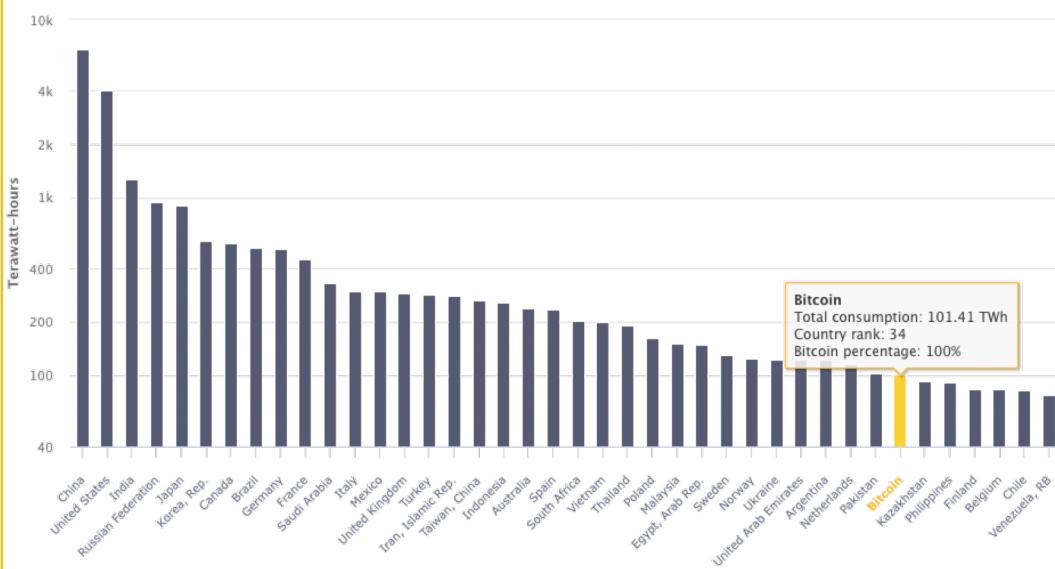
<https://www.akcp.com/blog/the-real-amount-of-energy-a-data-center-use/>

SEIIIS

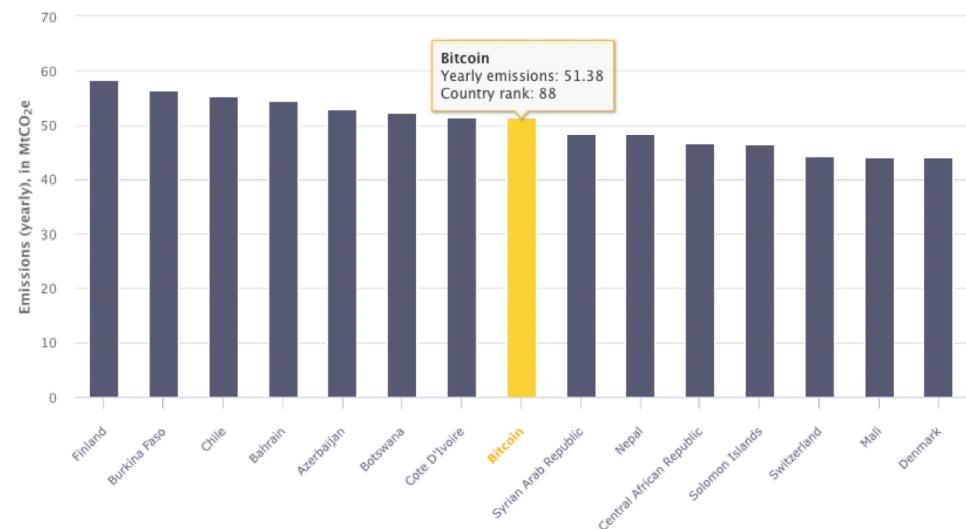
Y esto no incluye a Bitcoin...



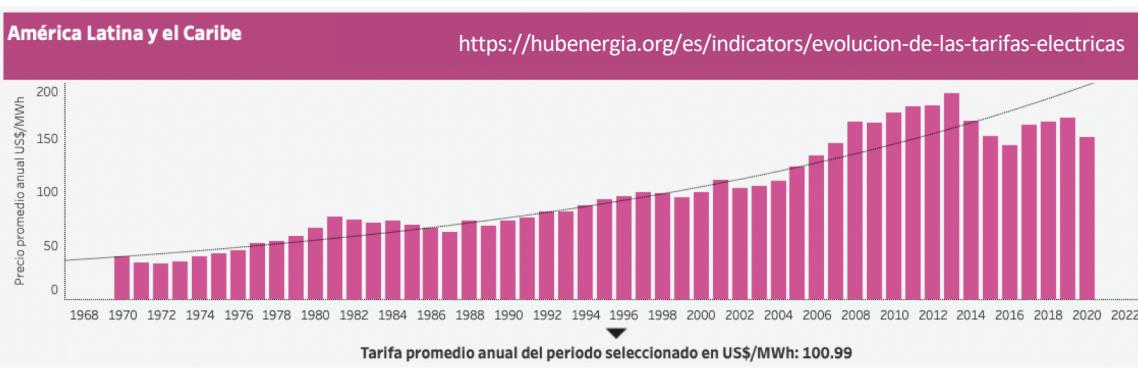
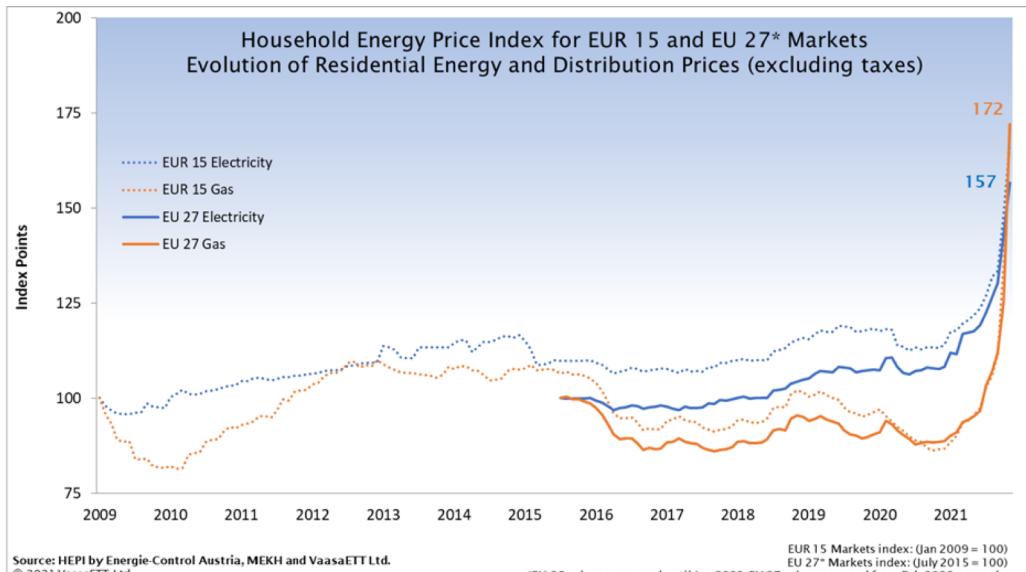
Ranking de países por consumo anual de electricidad



Emisiones de gases de efecto invernadero



El costo de la energía y el carbono





Podemos mejorar la
eficiencia de nuestro
código?

Claro que
SÍ!



Cómo medir el consumo energético del software?

Métricas

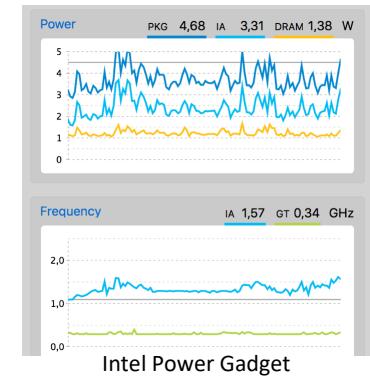
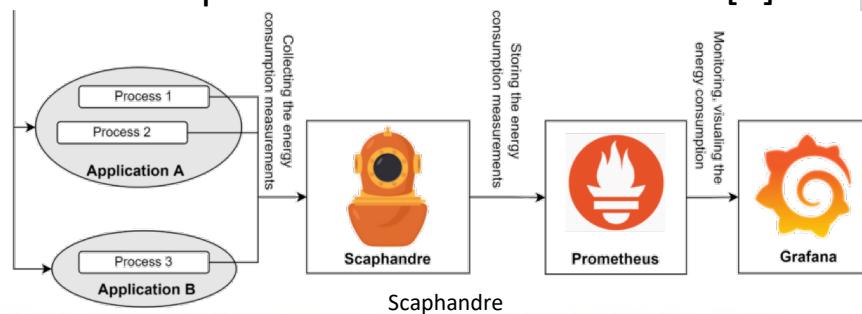
- **Jules:** $1\text{J} = \text{cant. de trabajo}$ realizado cuando una fuerza de 1 newton desplaza una masa 1 metro
- **Watts:** $1\text{W} = 1\text{ J/s}$
- **Power Usage Effectiveness**
$$\text{PUE} = \frac{E_T}{E_{IT}}$$
 - Ideal es 1, promedio actual 1.5-1.8

[1] <https://github.com/hubble-org/scaphandre/>

[2] <https://github.com/sustainable-computing-io/kepler>

Herramientas

- **Hardware**
 - Medidores de consumo eléctrico
- **Software**
 - Intel Power Gadget (Mac/Windows)
 - RAPL (Linux)
 - Scaphandre for VMs [1]
 - Kepler for Kubernetes clusters [2]



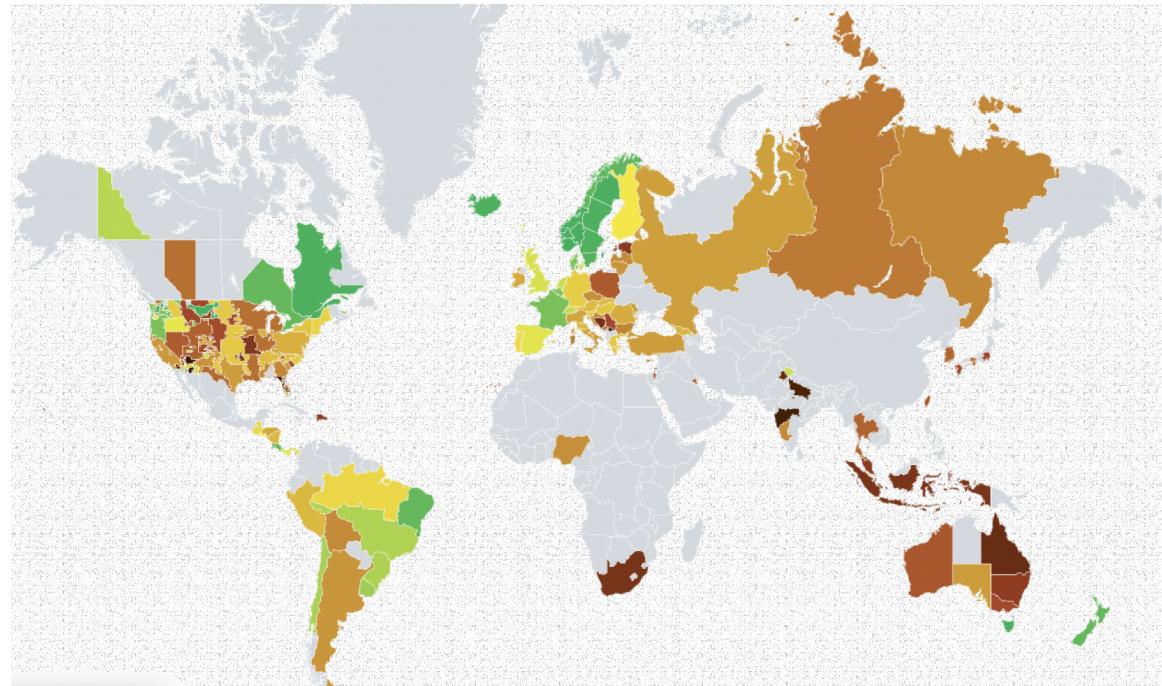
Cómo mejorar la eficiencia energética de nuestro software?

Depende...



En data centers

- Instalar centro en lugares fríos
 - Lefdal Mine Datacenter
- Consolidación de VMs (y software)
 - Dimensionar VMs correctamente (por ej.: media + 15% o 30%)
 - Colocar tantas VMs en el mismo servidor cómo sea posible
 - Apagar/hibernar servidores que no se encuentran en uso
- Temporal Workload Shifting
- Balanceo de carga
 - Reducir emisiones de CO₂

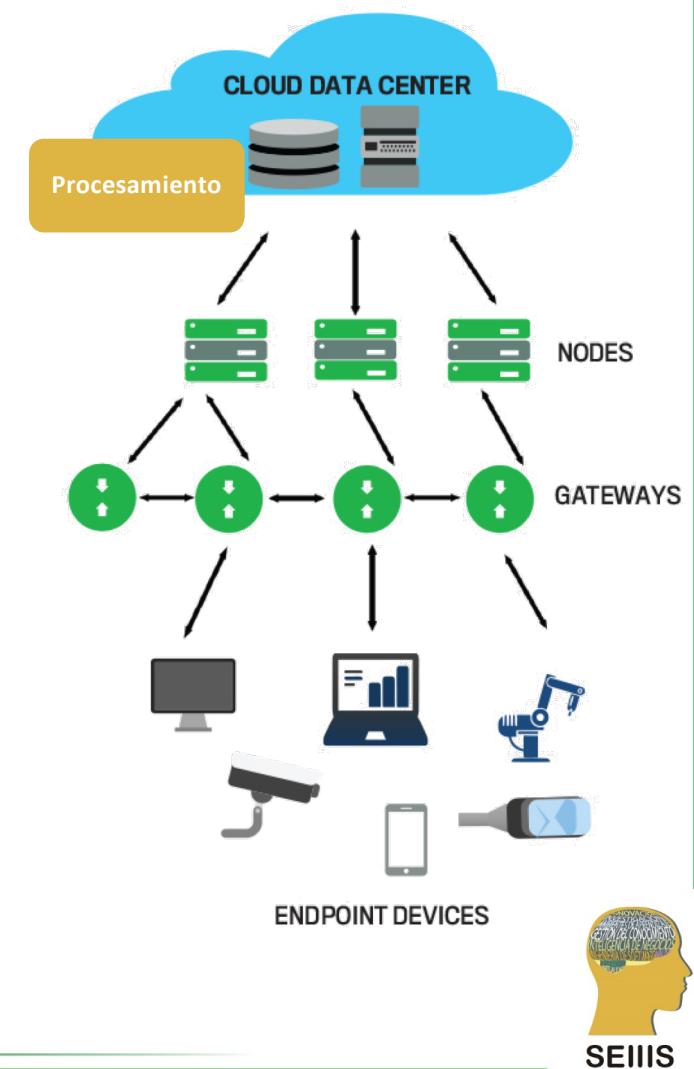


Electricity Maps: Generación de energía por región en el mundo el 8/11/2022 [1].

[1] <https://app.electricitymaps.com/map>

En el edge

- En edge computing, el procesamiento se acerca a los generadores y consumidores de datos
- Puede
 - Ahorrar ancho de banda
 - Reducir el consumo de energía
 - Mejorar la privacidad de los usuarios
- Recomendaciones para usar el edge eficientemente
 - Distribuir aplicación correctamente (FaaS)
 - FogFlow [1]
 - Reducir transferencia de datos
 - Aumentar autonomía de dispositivos
- Pero si es mal usado...
 - Sobrecarga dispositivos
 - Usa más energía
 - Riesgos de seguridad



[1] FogFlow - <https://fogflow.readthedocs.io/en/latest/>

En aplicaciones

- Cambiar el lenguaje de programación
- Reducir resolución de multimedia
- Reducir comunicación entre aplicaciones al mínimo necesario
 - Número de llamadas
 - Datos transferidos
- Reducir logs
- Eliminar datos innecesarios y antiguos
- Centralizar aplicaciones

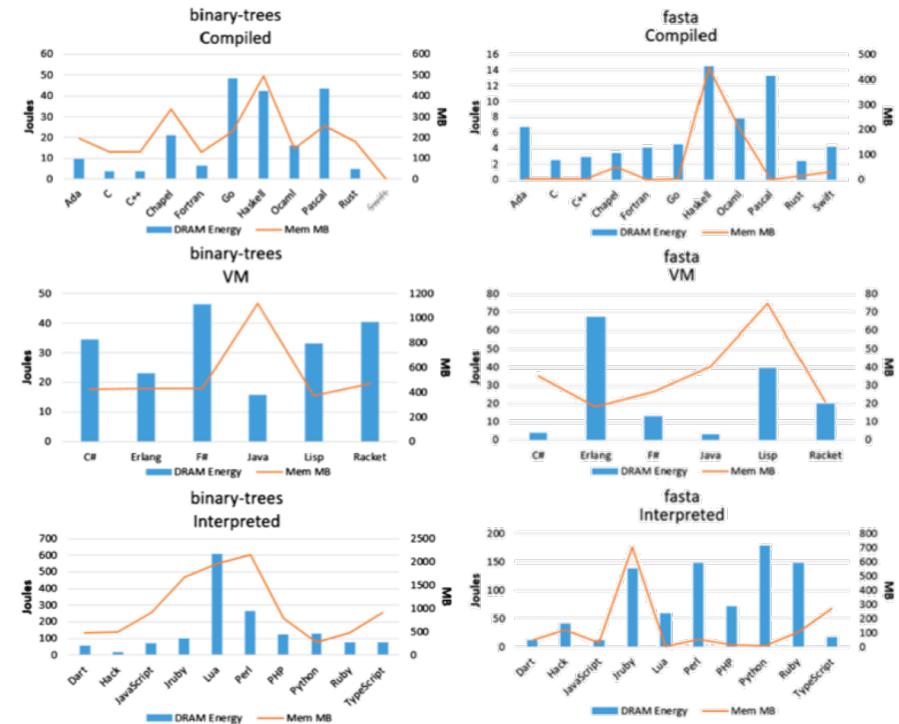


Fig. 10. Energy and memory graphical data for binary-trees.

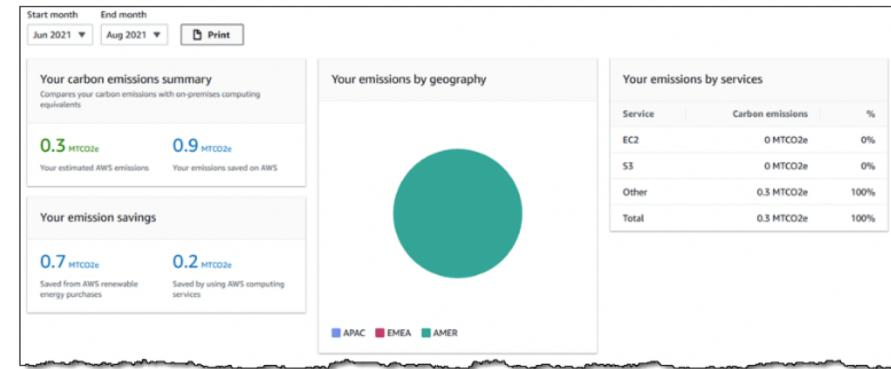
Fig. 12. Energy and memory graphical data for fasta.

[1] Imagen de Pereira, R., Couto, M., Ribeiro, F., Rua, R., Cunha, J., Fernandes, J. P., & Saraiva, J. (2021). Ranking programming languages by energy efficiency. *Science of Computer Programming*, 205, 102609.

[2] <https://www.computerweekly.com/blog/Green-Tech/8-ways-to-make-your-software-applications-more-energy-efficient>

Primeros pasos

- Medir
 - Herramientas para medir consumo localmente
 - Consultar proveedor de servicios en la nube
- Para desarrolladores:
 - Atención con el lenguaje de programación utilizado!
 - Optimizar lógica de aplicaciones
 - Dimensionar VMs y containers correctamente
- Para administradores de sistemas:
 - Monitorear consumo energético
 - Consolidación de VMs
 - Configurar el SO para mejorar el uso de energía
- Bonus: apagar la PC de noche!



AWS: Carbon Footprint Tool [1]

“Lo que no se mide, no puede mejorarse”

[1] <https://aws.amazon.com/blogs/aws/new-customer-carbon-footprint-tool>

¡Gracias!

Mauricio Fadel Argerich
mauricio.fadel@german-edge-cloud.io

