

Ciencia de datos energéticos

Ing. Oscar Germán Duarte Velasco M.Sc., Ph.D.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Sede Bogotá

Bogotá, septiembre del 2023

Derechos de autor

Las lecturas del curso Ciencias de datos energéticos están publicadas bajo una licencia Creative Commons:

Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported (CC BY-NC-SA 3.0)



Usted es libre de:

Compartir - copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar - remezclar, transformar y crear a partir del material.

Bajo las condiciones siguientes:

	Reconocimiento — Debe reconocer adecuadamente la autoría, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios . Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de una manera que sugiera que tiene el apoyo del licenciador o lo recibe por el uso que hace.
	NoComercial — No puede utilizar el material para una finalidad comercial .
	CompartirIgual — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, deberá difundir sus contribuciones bajo la misma licencia que el original .
No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que legalmente restrinjan realizar aquello que la licencia permite.	
Texto completo de la licencia en: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES	

Organiza
Dirección Nacional de Innovación Académica

coursera



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Créditos curso Ciencia de datos energéticos

PhD. Oscar Germán Duarte Velasco

Profesor titular

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

M. Sc. Diana Milena Jaramillo Quiceno

Coordinadora convenio Coursera - Universidad Nacional de Colombia Asesora pedagógica, metodológica y de políticas de accesibilidad.

Agradecimientos:

M. Sc. Gabriel Ernesto Barrero Tapias

Director Nacional de Innovación Académica

Juan David Alejandro Becerra Becerra

Editor y Realizador

Daniel Reyes Leguizamón

Diseñador gráfico CE-Lab

Unimedios Medellín

Imagen Institucional - Unimedios Bogotá

Vicerrectoría Académica

Universidad Nacional de

Colombia 2023

Ciencia de datos energéticos

Contextualización

Oscar Duarte, Ph.D.

Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



El encuentro de dos disciplinas
Propósitos complementarios

Ingeniería Eléctrica

Asegurar la disponibilidad de la Energía Eléctrica allí donde se necesite, y lograr que sea utilizada de la mejor forma posible.

Ciencia de datos

Obtener información útil y conocimientos valiosos a partir de datos.



¿Cómo agrega valor lo digital?

Operación del negocio

Plataforma de negocio:

Automatización

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

¿Cómo agrega valor lo digital?

Operación del negocio

Plataforma de negocio:

Automatización

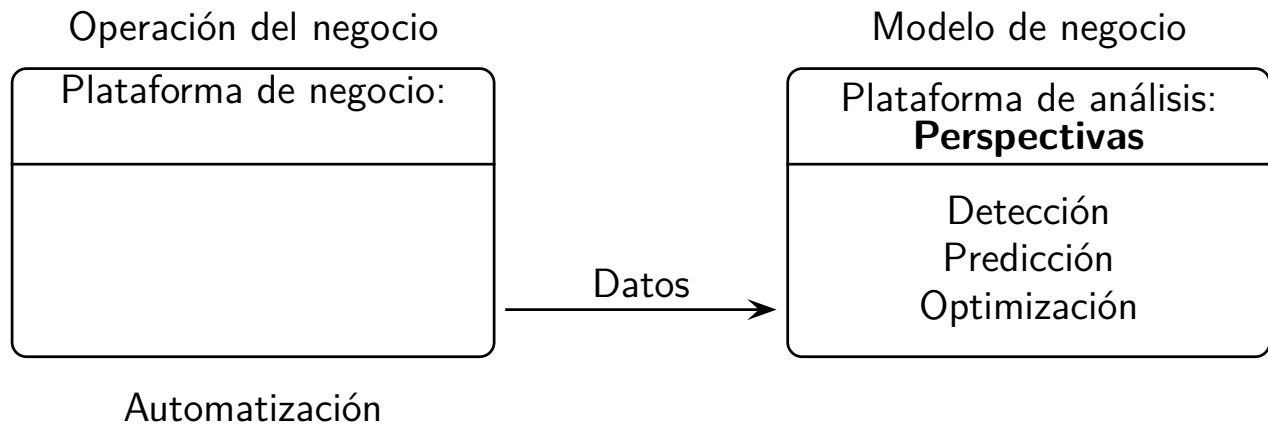
Modelo de negocio

Plataforma de análisis:
Perspectivas

Datos

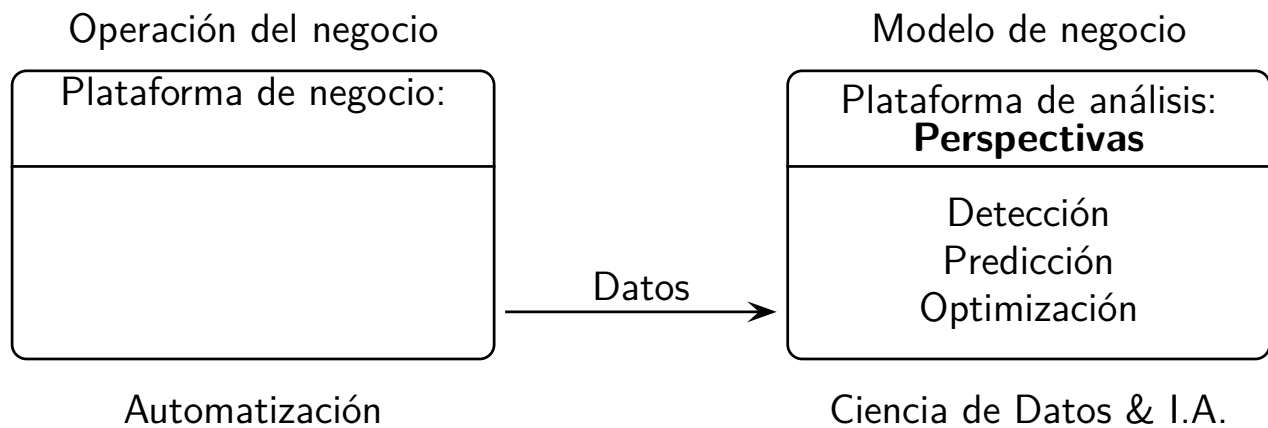
◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

¿Cómo agrega valor lo digital?



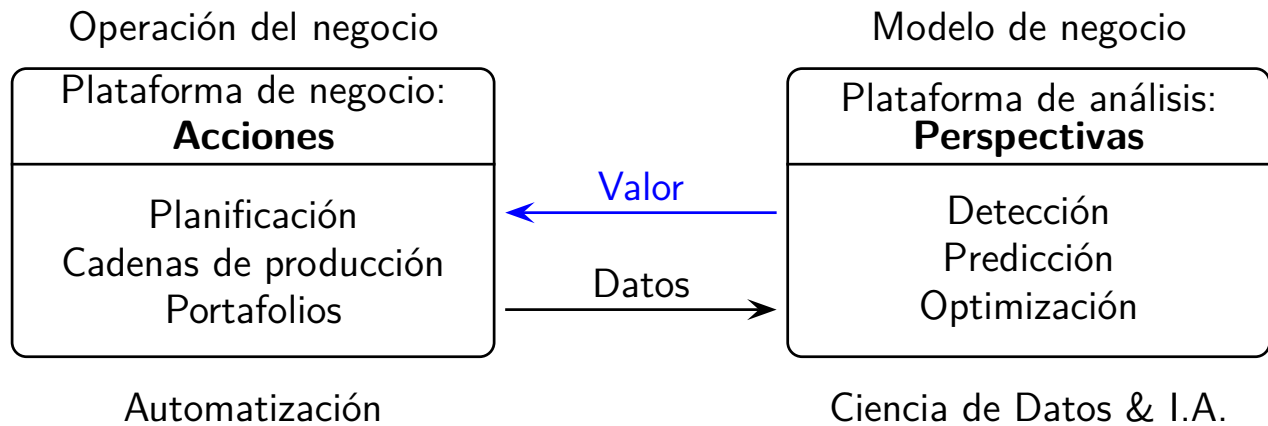
Navigation icons: back, forward, search, etc.

¿Cómo agrega valor lo digital?



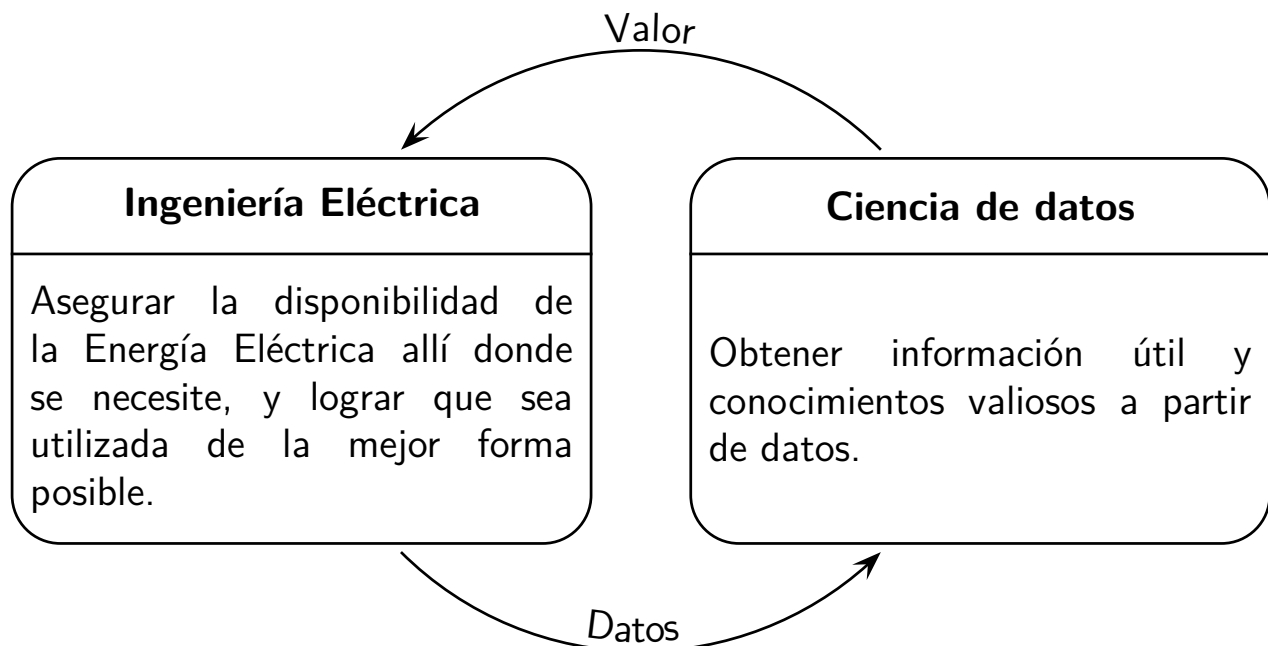
Navigation icons: back, forward, search, etc.

¿Cómo agrega valor lo digital?



Navigation icons: back, forward, search, etc.

El encuentro de dos disciplinas Propósitos complementarios



Navigation icons: back, forward, search, etc.

Berthold et al. *Guide to Intelligent Data Science*

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ◻ ↺ 🔍 ↻

Energía eléctrica

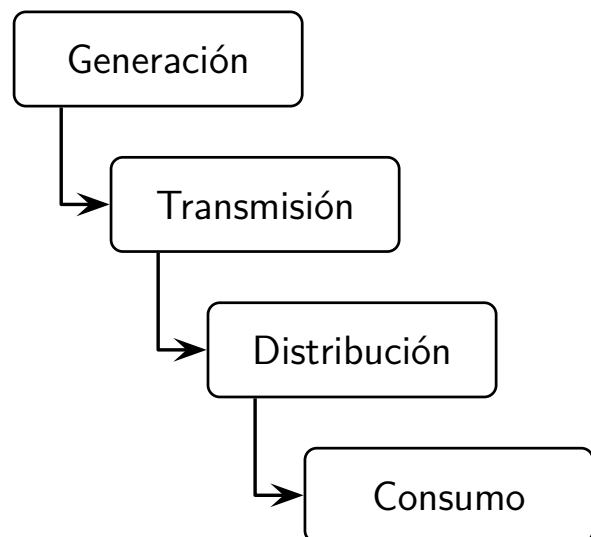
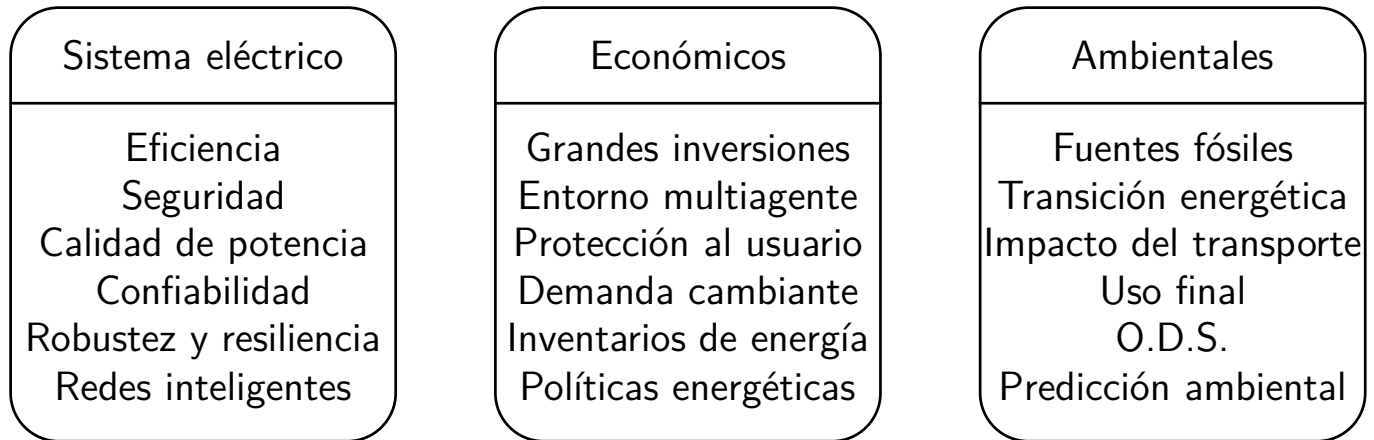


Diagrama de la Pirámide de la Información:

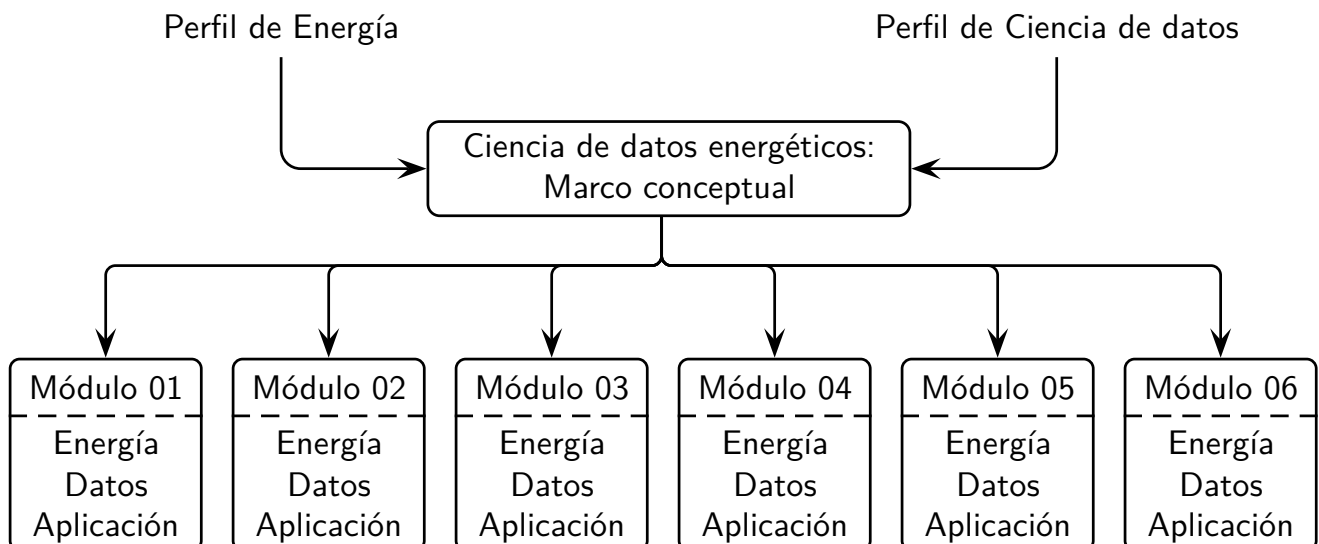
- Conocimiento (parte superior)
- Información (parte media)
- Datos (parte inferior)

Tipos de problemas en Ingeniería Eléctrica



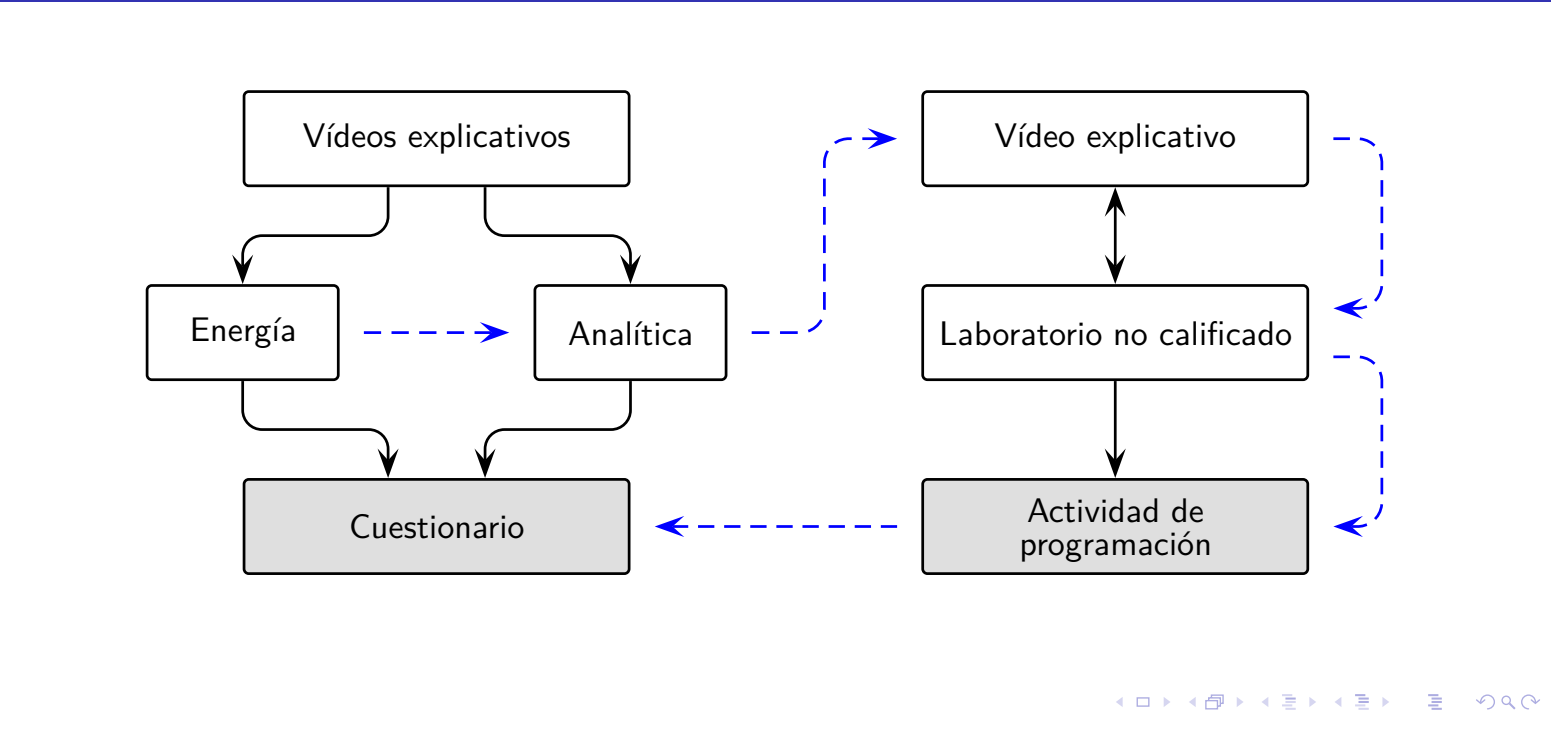
Navigation icons: back, forward, search, etc.

Estructura del curso



Navigation icons: back, forward, search, etc.

Recursos didácticos para cada módulo



Temas del Módulo 1

- Contextualización
- La cadena de la electricidad.
- El proceso de la ciencia de datos.
- Flujo de datos de energía.
- Marco de para un análisis para proyectos de Ciencia de Datos Energéticos.
- *Dataframes* en *python*.

¡Gracias!
ogduartev@unal.edu.co
@ogduartev

Ciencia de datos energéticos

Cadena de valor de la electricidad

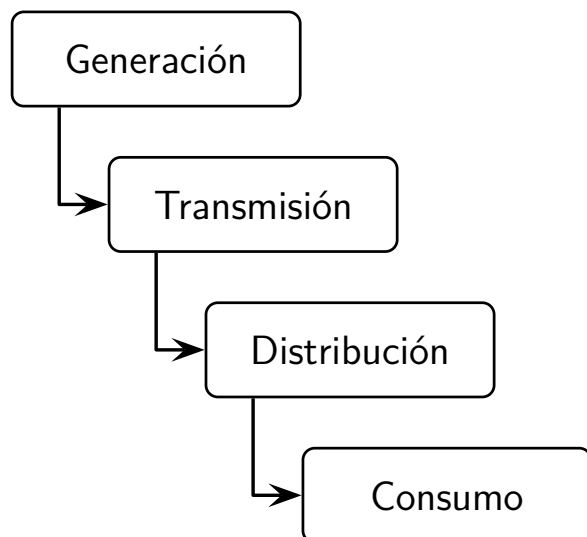
Oscar Duarte, Ph.D.

Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

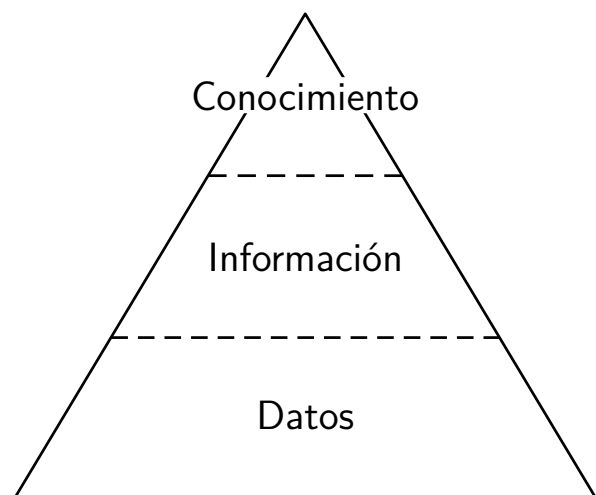


Dos cadenas de valor

Energía eléctrica



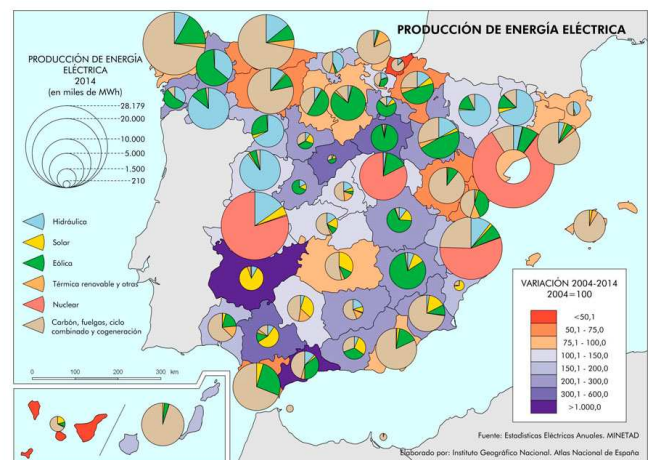
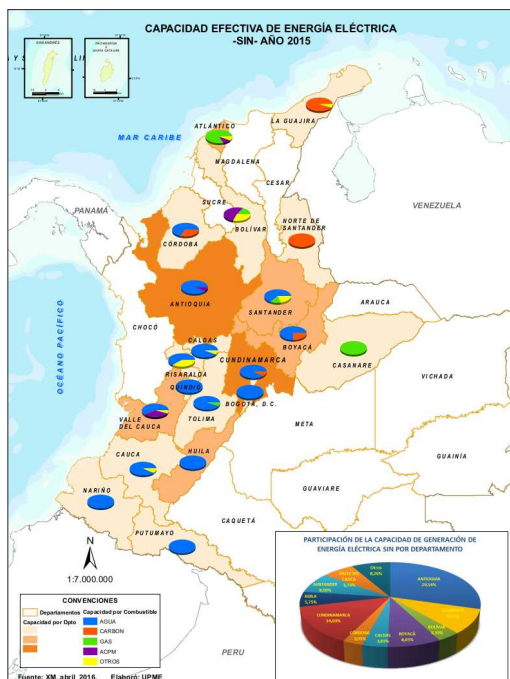
Informática

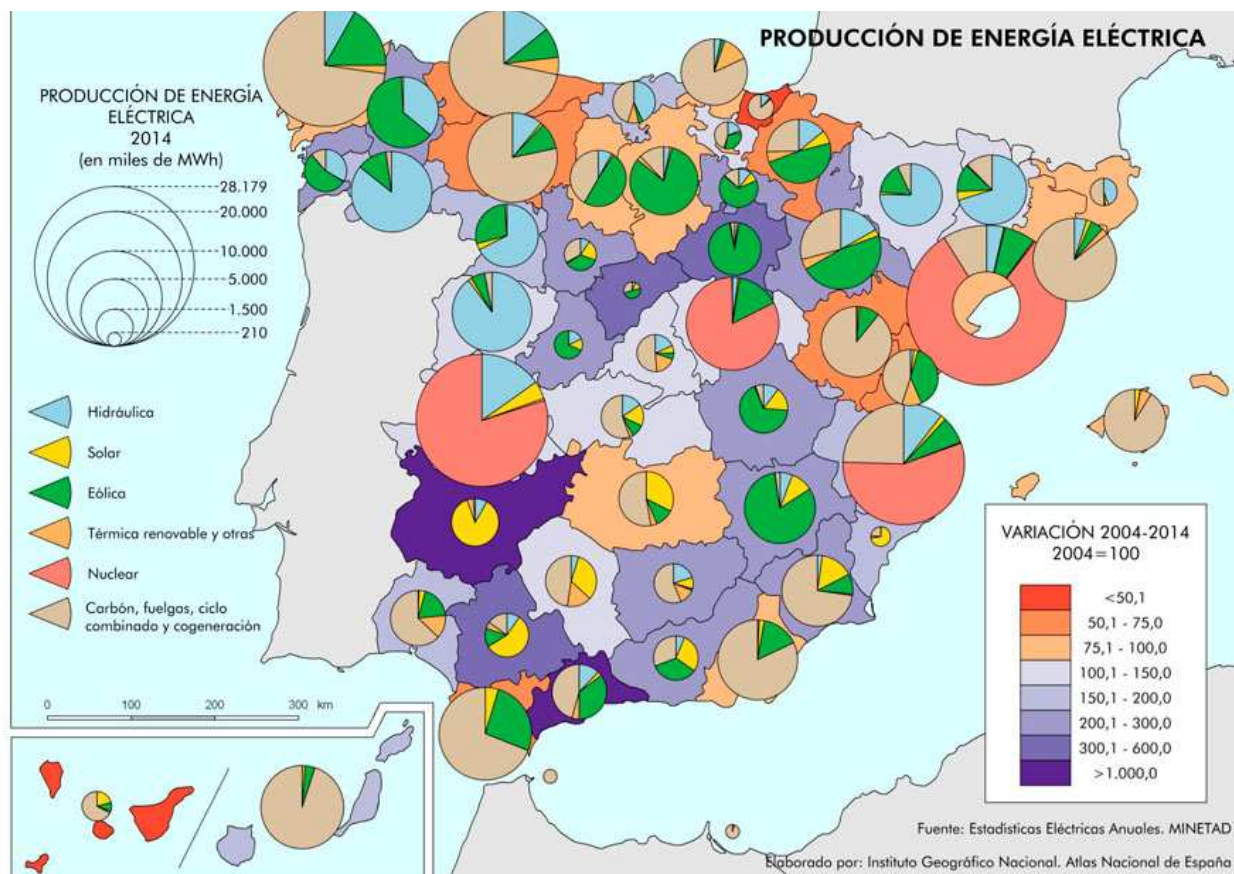
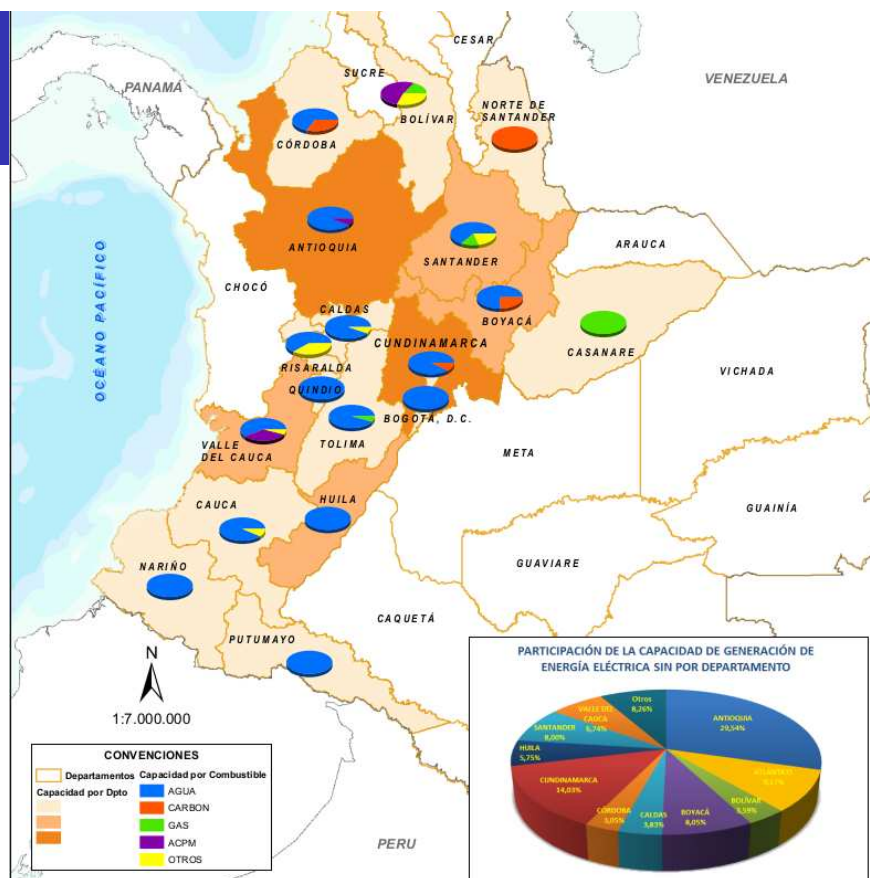


Generación de energía Aprovechamiento de los recursos



Generación de energía Aprovechamiento de los recursos





Transmisión de energía

Transporte de grandes cantidades de energía



Transmisión de energía

Transporte de grandes cantidades de energía





Navigation icons: back, forward, search, and other controls.



Navigation icons: back, forward, search, and other controls.

Distribución de energía

Transporte en los centros poblados



Archivo personal



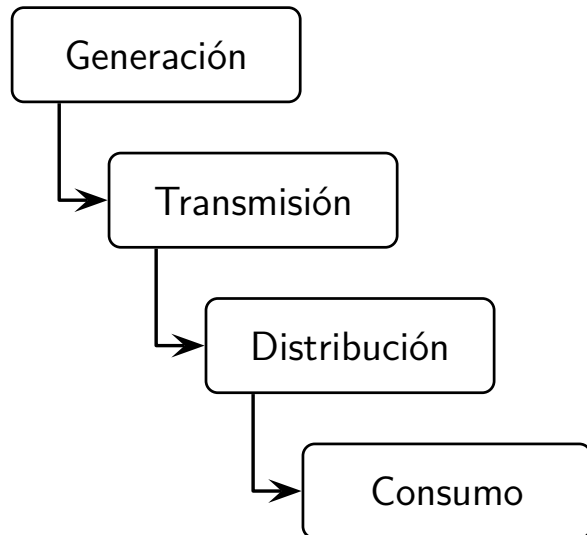
Consumo de energía

Uso final



¿Cadena? de la energía eléctrica

Energía eléctrica



◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ≡ ≡ 🔍 ↺

¡Gracias!

ogduartev@unal.edu.co

@ogduartev

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ≡ ≡ 🔍 ↺

Ciencia de datos energéticos

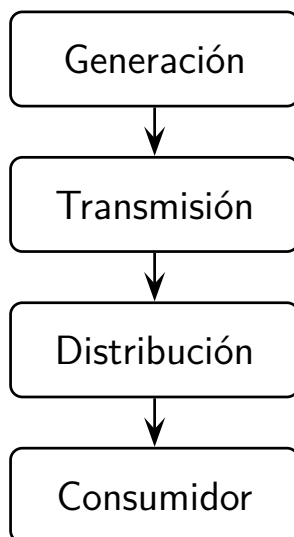
Dominios del sector eléctrico

Oscar Duarte, Ph.D.

Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



¿Cadena? de la energía eléctrica



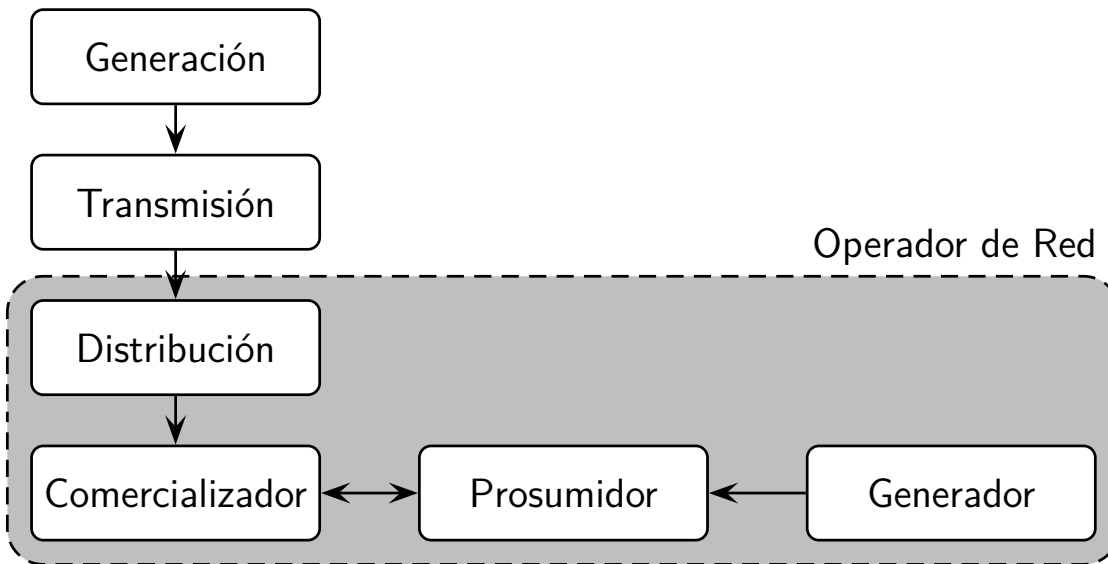
¿Cadena? de la energía eléctrica



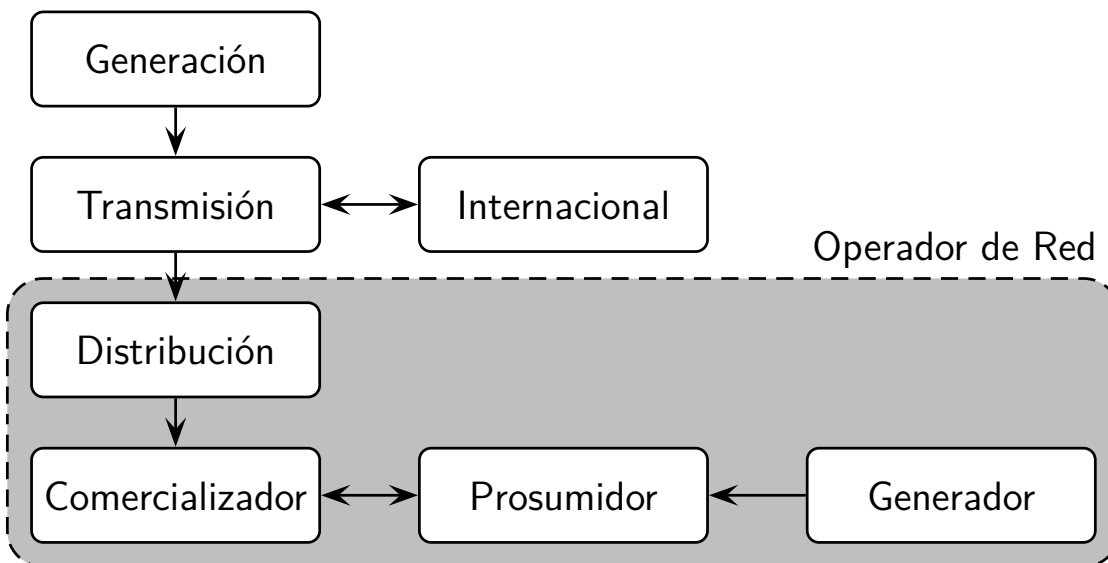
¿Cadena? de la energía eléctrica



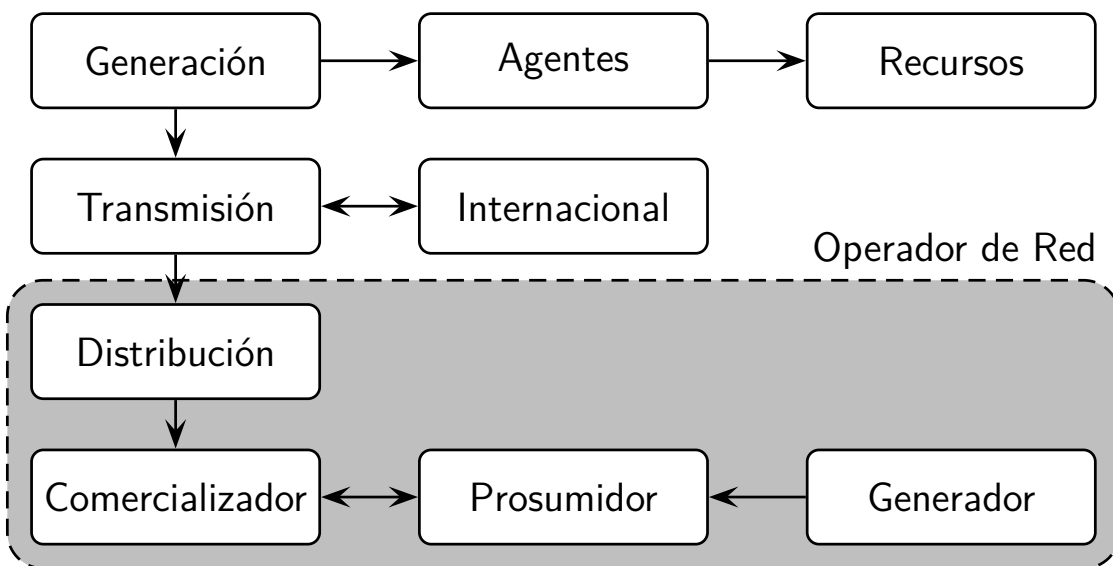
¿Cadena? de la energía eléctrica



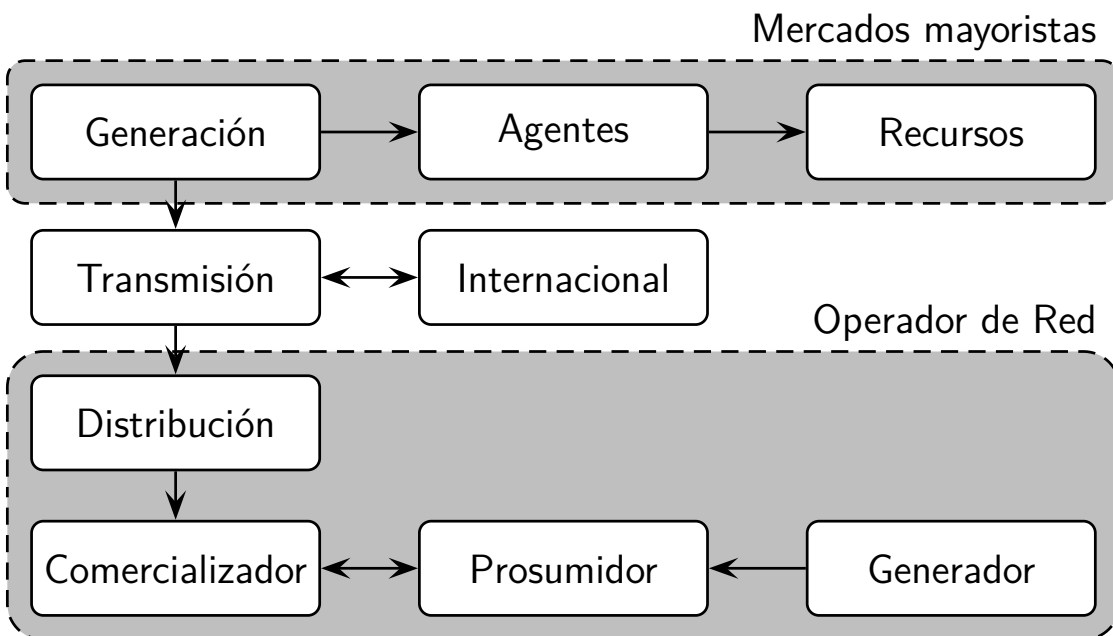
¿Cadena? de la energía eléctrica



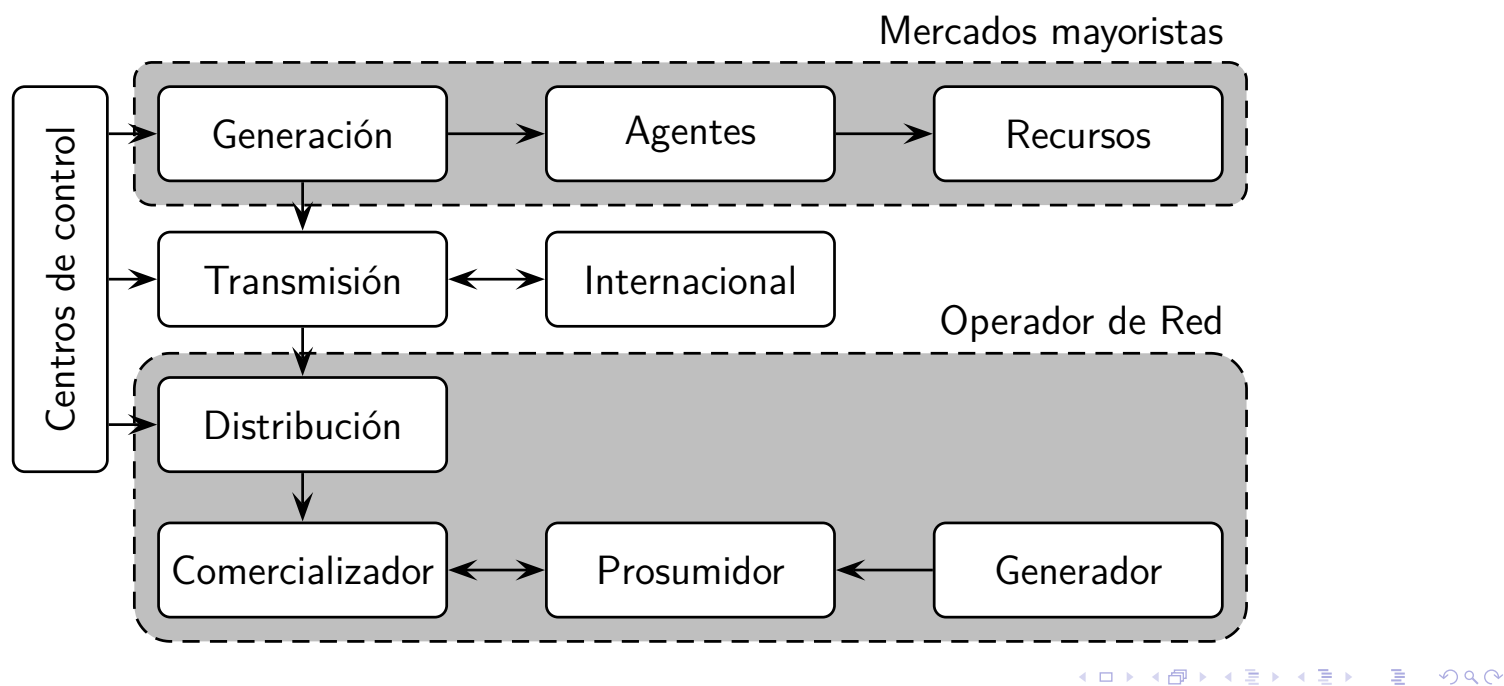
¿Cadena? de la energía eléctrica



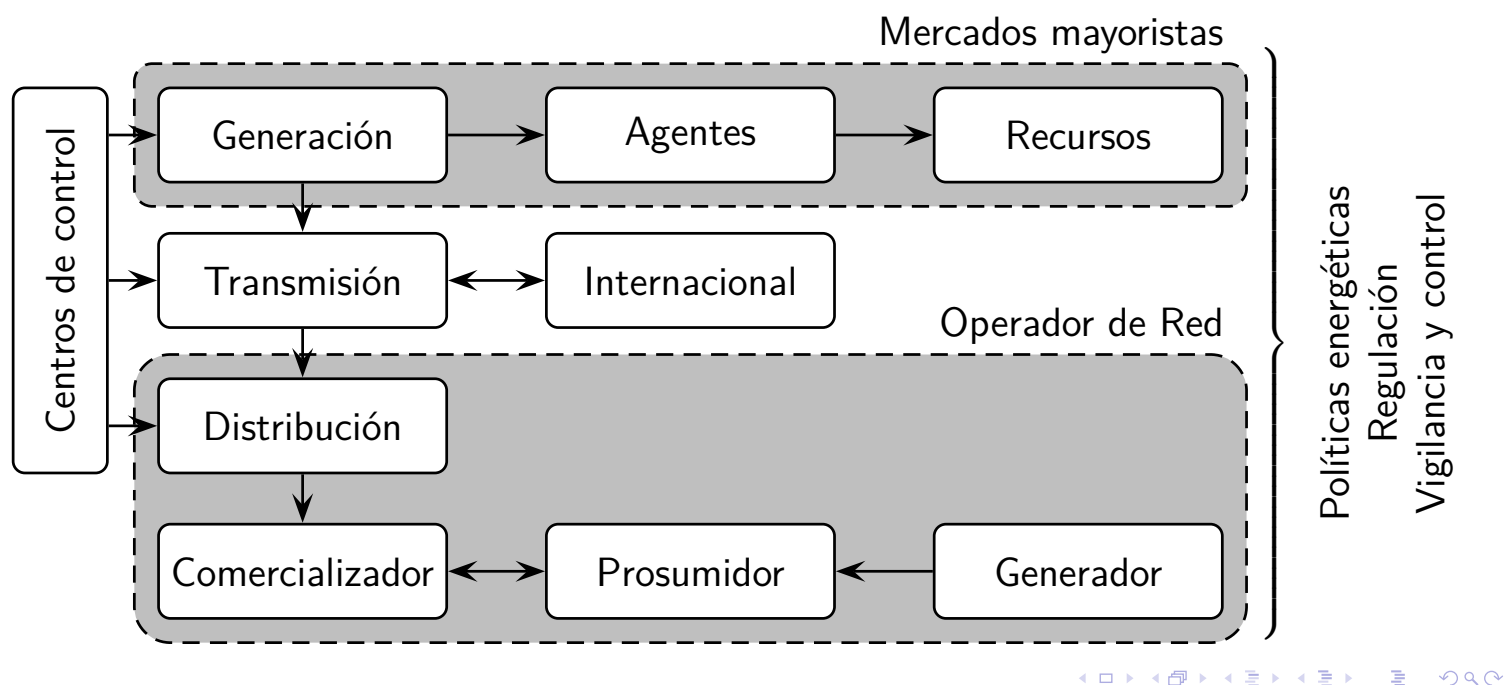
¿Cadena? de la energía eléctrica



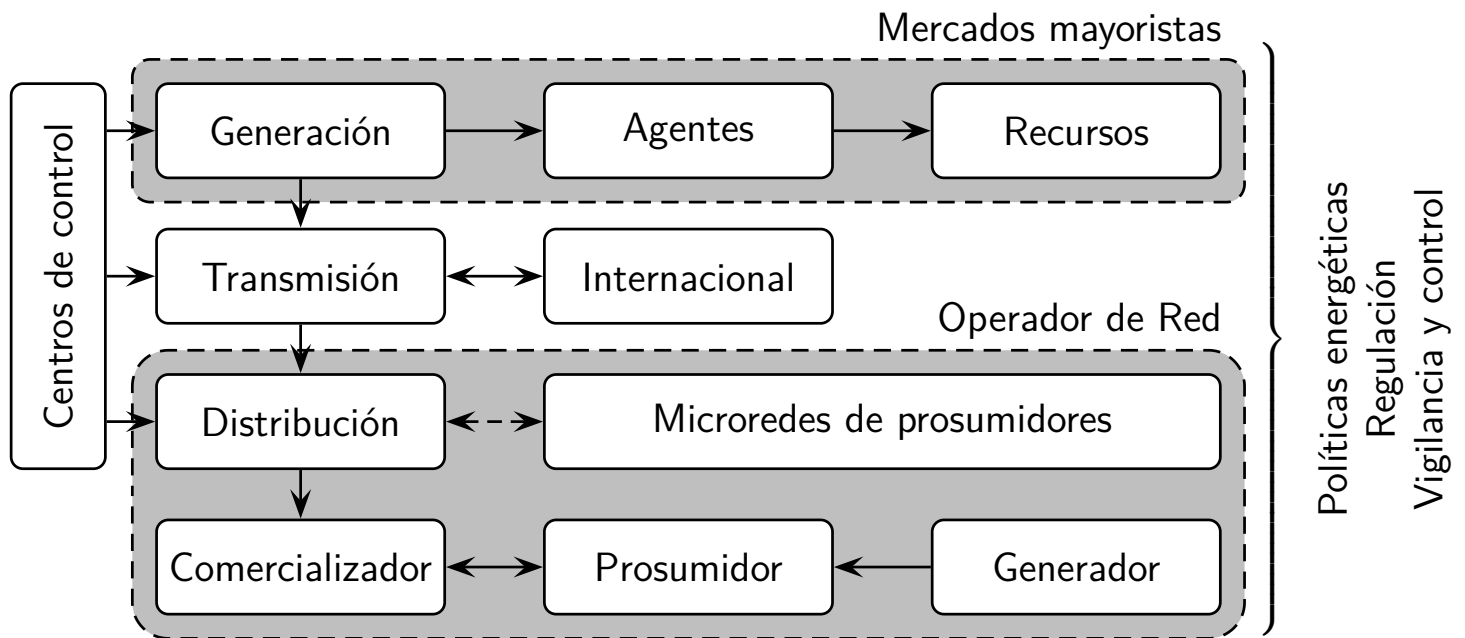
¿Cadena? de la energía eléctrica



¿Cadena? de la energía eléctrica



¿Cadena? de la energía eléctrica



¡Gracias!

ogduartev@unal.edu.co

@ogduartev

Ciencia de datos energéticos

El proceso de la ciencia de datos

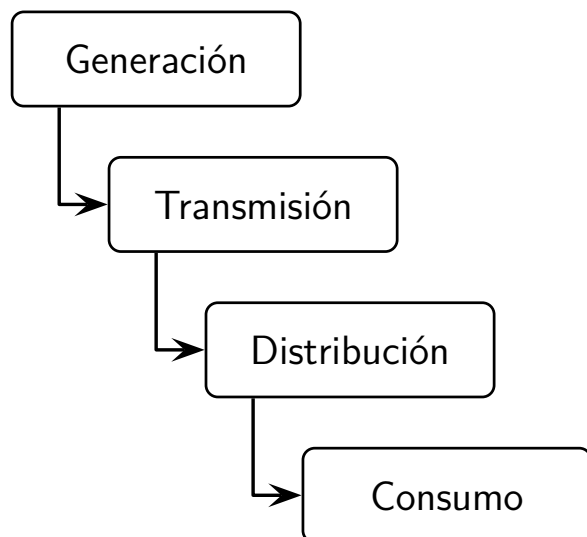
Oscar Duarte, Ph.D.

Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

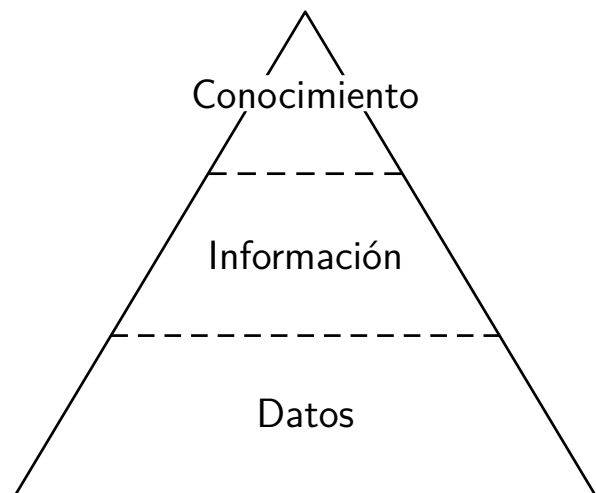


Dos cadenas de valor

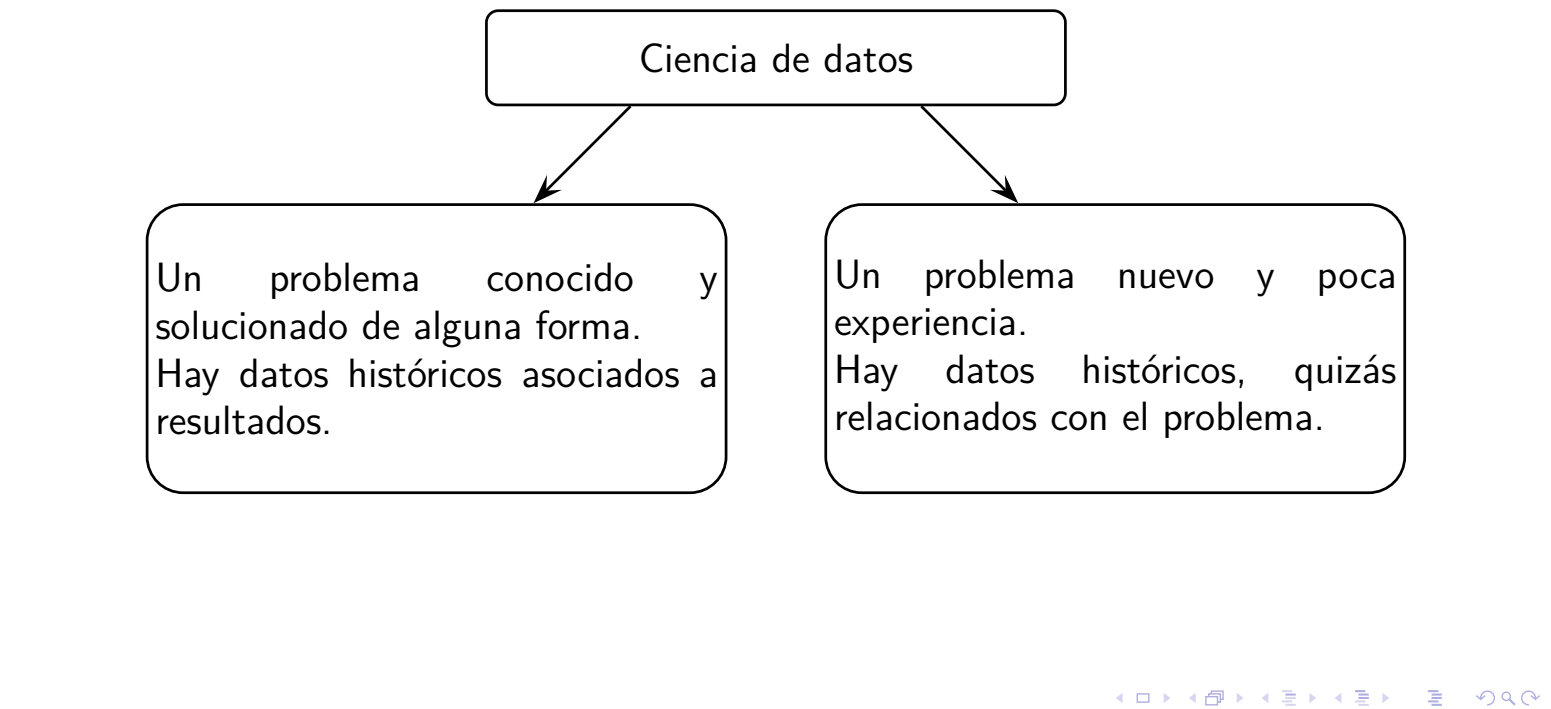
Energía eléctrica



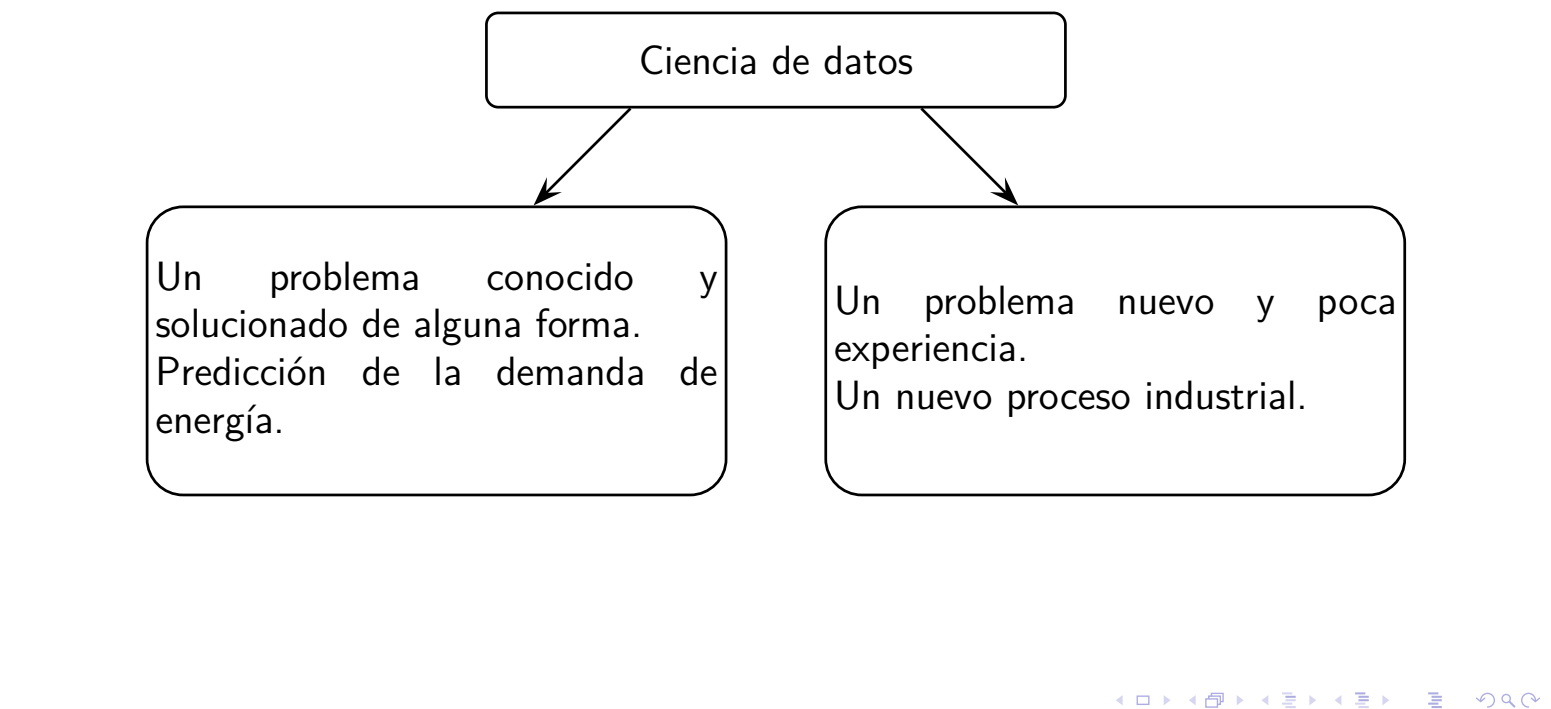
Informática



Ciencia de datos
Dos situaciones factibles

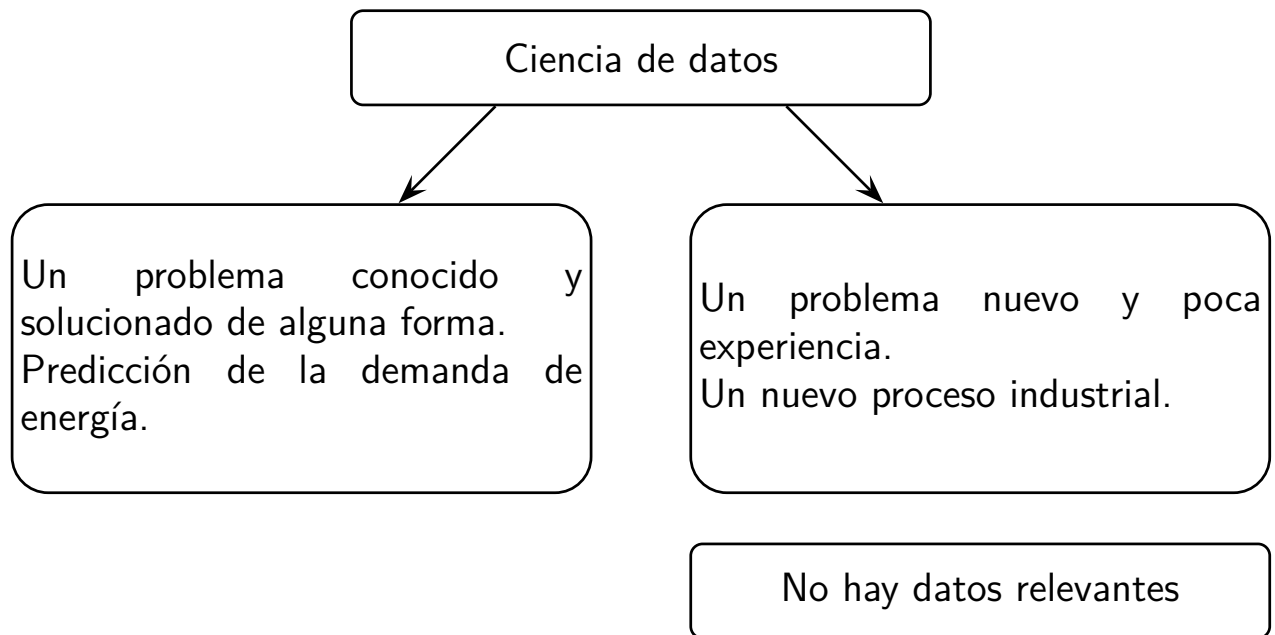


Ciencia de datos
Dos situaciones factibles



Ciencia de datos

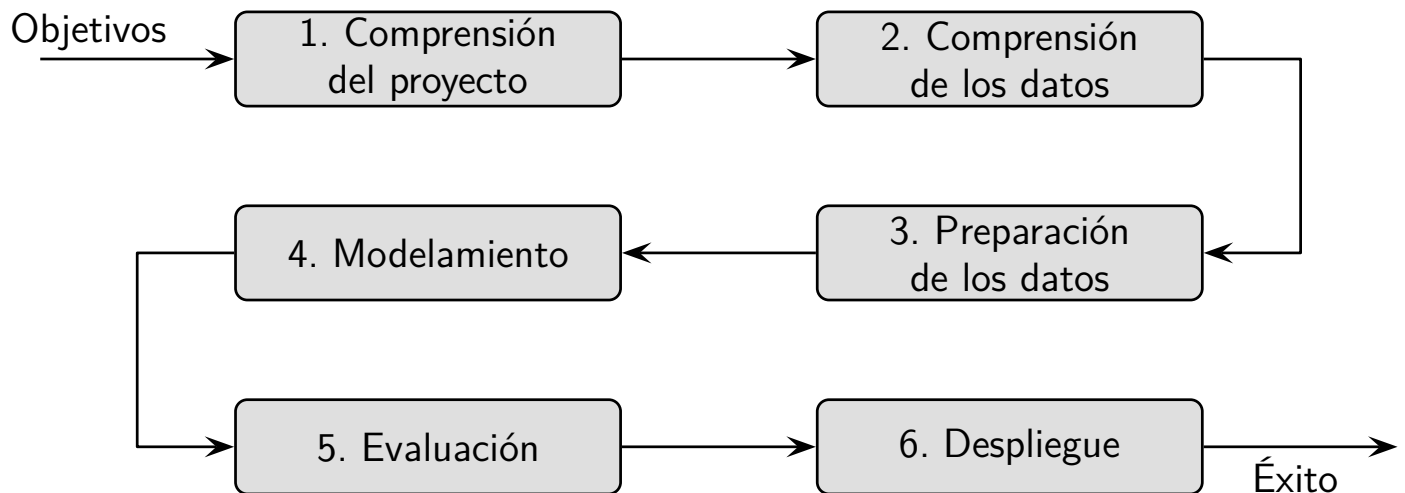
Dos situaciones factibles



Navigation icons: back, forward, search, etc.

El proceso de la ciencia de datos

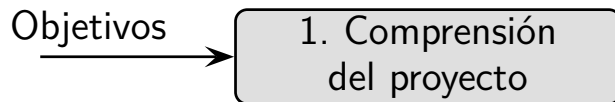
CRISP-DM: *CRoss Industry Standard Process for Data Mining*



Navigation icons: back, forward, search, etc.

El proceso de la ciencia de datos

CRISP-DM: *CRoss Industry Standard Process for Data Mining*



◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

El proceso de la ciencia de datos

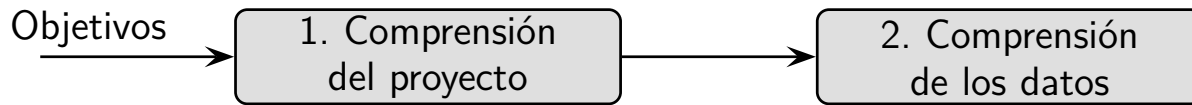
Comprensión del problema

- ¿Cuál es *exactamente* el problema?
- ¿Qué beneficios se obtendrían si se soluciona?
- ¿Cómo debería verse una solución?
- ¿Qué se sabe del dominio del problema?
- ¿A quiénes afecta el problema?
- ¿A quiénes afectaría una solución?
- ¿En qué contexto sucede el problema?

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

El proceso de la ciencia de datos

CRISP-DM: *CRoss Industry Standard Process for Data Mining*



◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

El proceso de la ciencia de datos

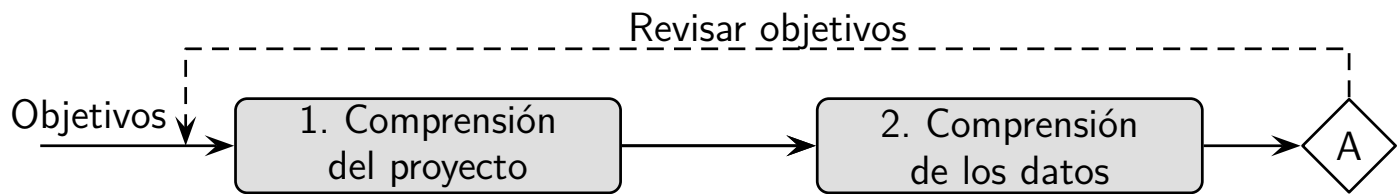
Comprensión de los datos

- ¿Qué datos hay disponibles?
- ¿Son relevantes los datos para nuestro problema?
- ¿Qué características técnicas tienen los datos?
- ¿La cantidad es suficiente? ¿La calidad es suficiente?
- ¿Son válidos? ¿Están completos?
- ¿Son recientes? ¿Se actualizan?
- ¿Quién es el dueño de los datos?
- ¿Cómo es el acceso a los datos y cómo será después?

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

El proceso de la ciencia de datos

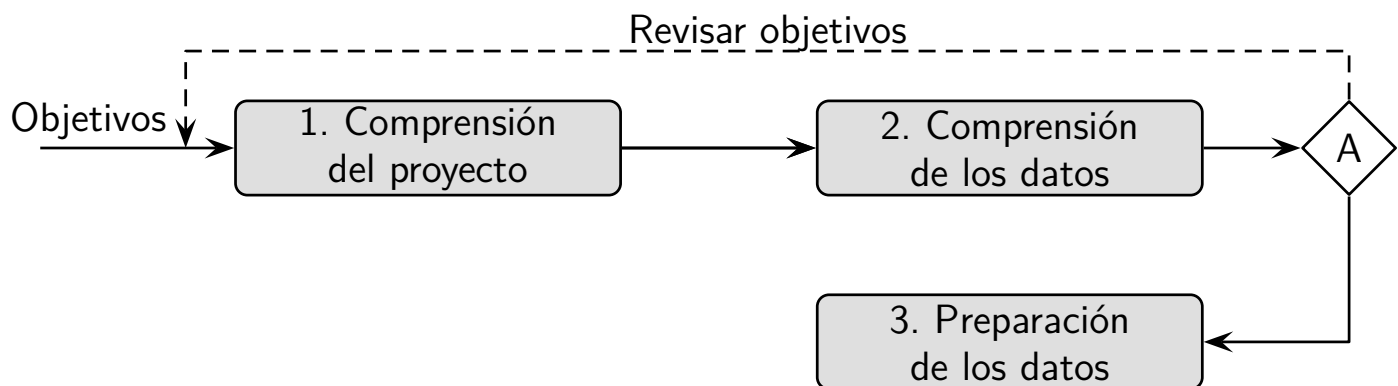
CRISP-DM: *C*Ross *I*ndustry *S*tandard *P*rocess for *D*ata *M*ining



Navigation icons: back, forward, search, etc.

El proceso de la ciencia de datos

CRISP-DM: *C*Ross *I*ndustry *S*tandard *P*rocess for *D*ata *M*ining



Navigation icons: back, forward, search, etc.

El proceso de la ciencia de datos

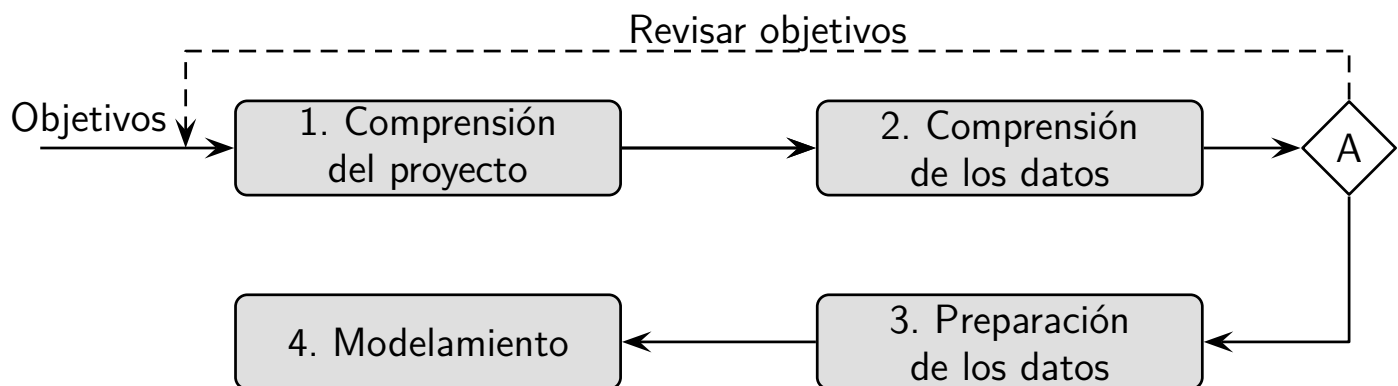
Preparación de los datos

- ¿En cuáles datos debemos concentrarnos?
- ¿Cuál es la mejor forma de transformarlos *para el modelamiento*?
- ¿Qué nuevos atributos puedo construir?
- ¿Cómo puedo enriquecer los datos?
- ¿Puedo mejorar la calidad de los datos?

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

El proceso de la ciencia de datos

CRISP-DM: *C*Ross *I*ndustry *S*tandard *P*rocess for *D*ata *M*ining



◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

El proceso de la ciencia de datos

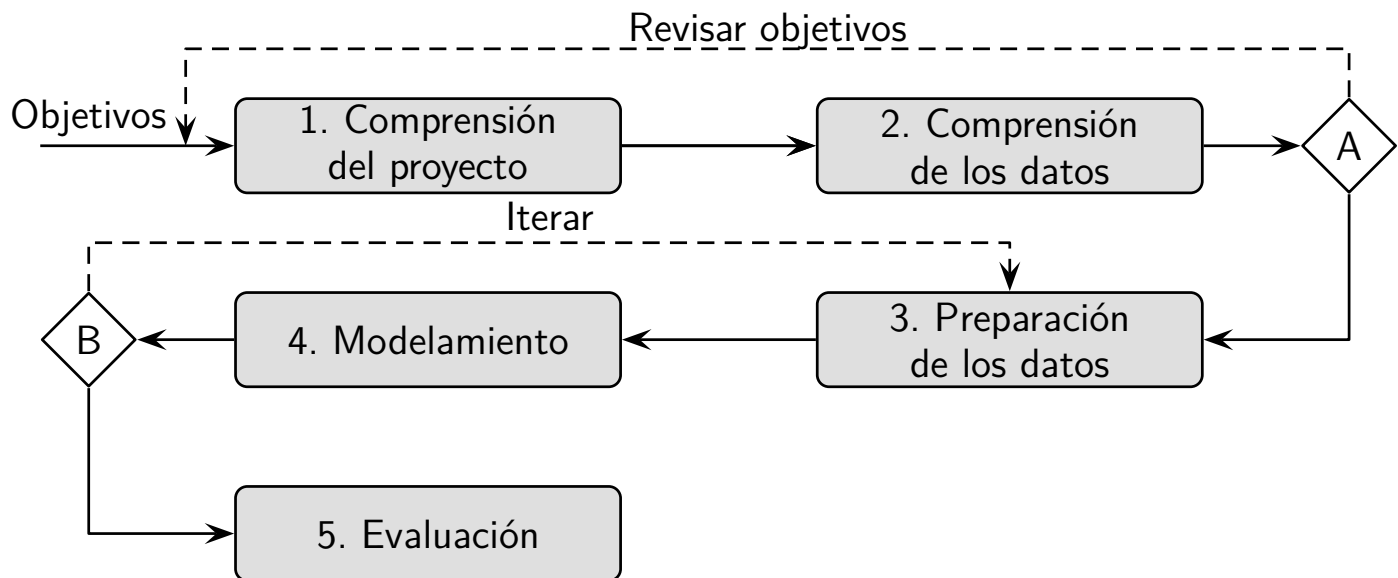
Modelamiento

- ¿En qué categoría se enmarca mejor el problema?
- ¿Qué tipo de arquitectura de modelo se ajusta mejor al problema?
- ¿Qué métodos de solución deben probarse?
- ¿Qué restricciones de desempeño existen?
- ¿Se necesita obtener un modelo interpretable?



El proceso de la ciencia de datos

CRISP-DM: *C*Ross *I*ndustry *S*tandard *P*rocess for *D*ata *M*ining



Navigation icons: back, forward, search, etc.

El proceso de la ciencia de datos

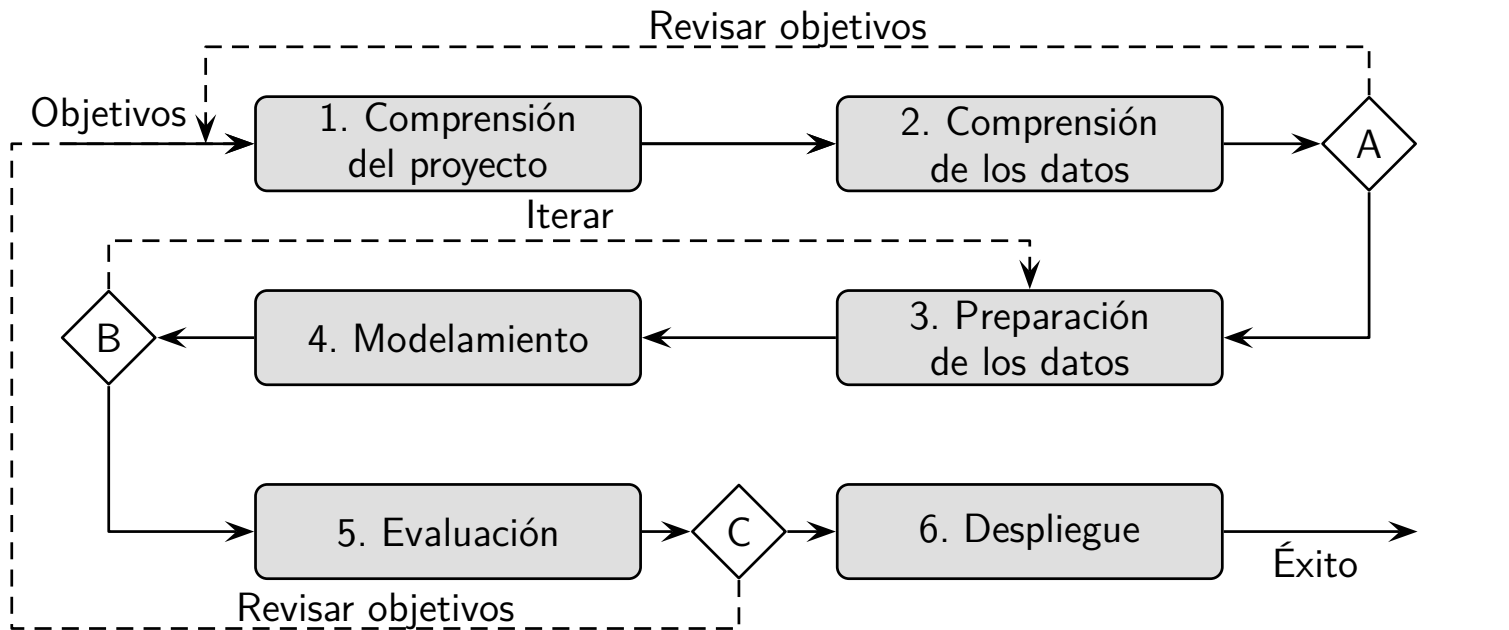
Evaluación

- ¿Se han logrado los objetivos del proyecto?
- ¿Qué se ha aprendido en el desarrollo del proyecto?
- ¿Qué nuevos objetivos podrían formularse?

Navigation icons: back, forward, search, etc.

El proceso de la ciencia de datos

CRISP-DM: *C*Ross *I*ndustry *S*tandard *P*rocess for *D*ata *M*ining



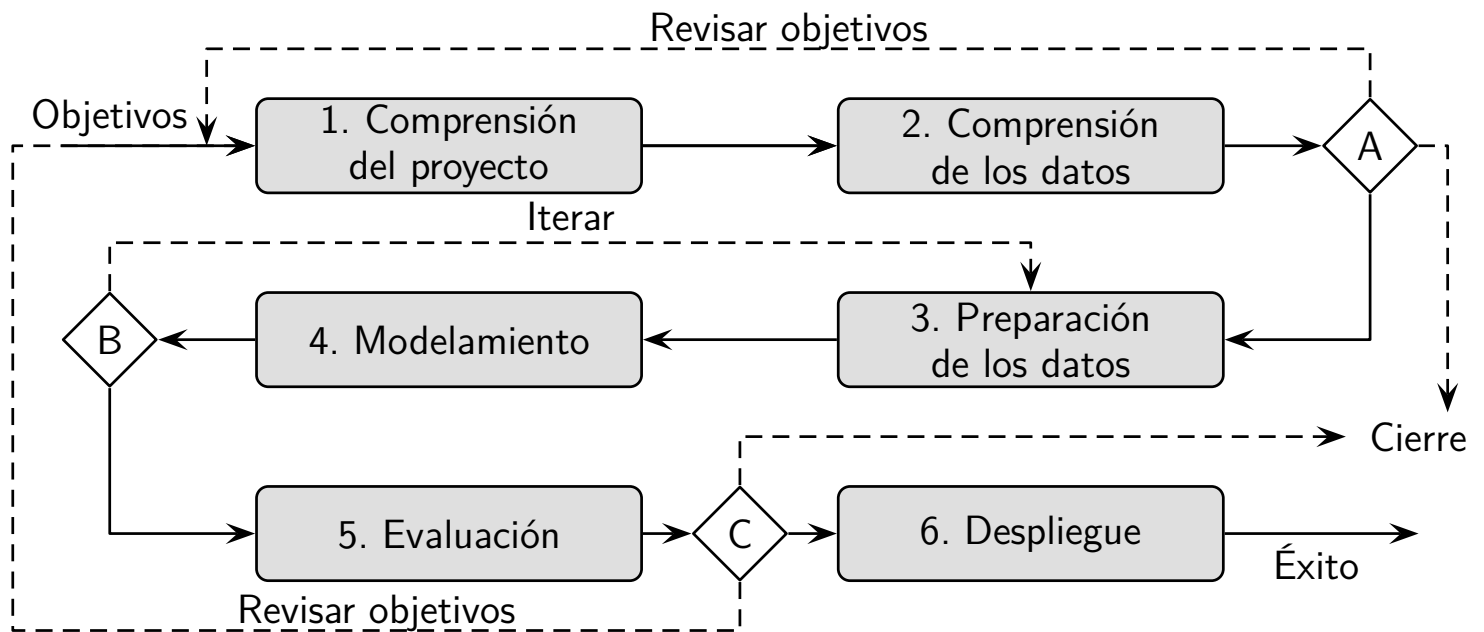
El proceso de la ciencia de datos

Despliegue

- ¿Cuál es la mejor forma de implementar el modelo?
- ¿Cómo verificar el funcionamiento del modelo?
- ¿Qué labores de mantenimiento deberán hacerse sobre el modelo?
- ¿Qué nivel de automatización se espera en la actualización del modelo?
- ¿Cómo medir el impacto del modelo en el negocio?

El proceso de la ciencia de datos

CRISP-DM: *C*Ross *I*ndustry *S*tandard *P*rocess for *D*ata *M*ining



¡Gracias!

ogduartev@unal.edu.co

@ogduartev

Ciencia de datos energéticos

Flujo de datos de energía

Oscar Duarte, Ph.D.

Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



Variables de interés.

1. Variables eléctricas.
2. Variables económicas.
3. Variables ambientales.
4. Variables asociadas al recurso energético.
5. Variables asociadas al usuario.
6. Variables provenientes de simulaciones.



Variables de interés.



Variables de interés.
1. Variables eléctricas.

- ◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ↺ 🔍 ↻

Variables de interés.

1. Variables eléctricas.

Contador de energía

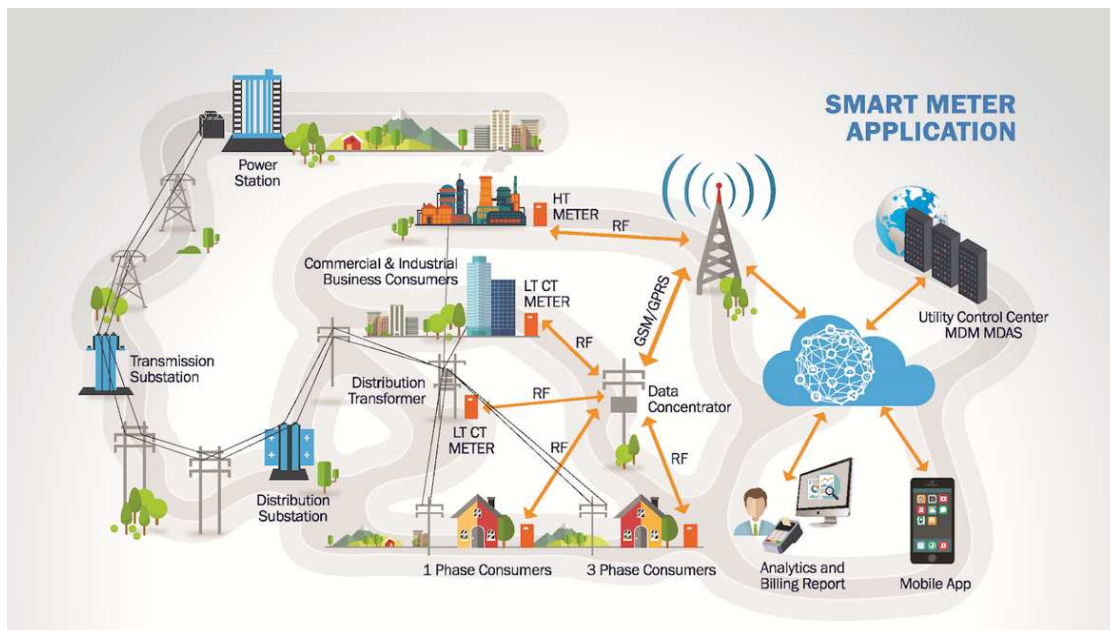


AMI - Advanced Metering Instrument



Variables de interés.

1. Variables eléctricas.



Variables de interés.

1. Variables eléctricas.

SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition



Variables de interés.

1. Variables eléctricas.

Más allá del dato:

- ¿Cuál es la precisión de la medición?.
- ¿Cuál es la exactitud de la medición?.
- ¿Cuál es la confiabilidad del sistema de medición?

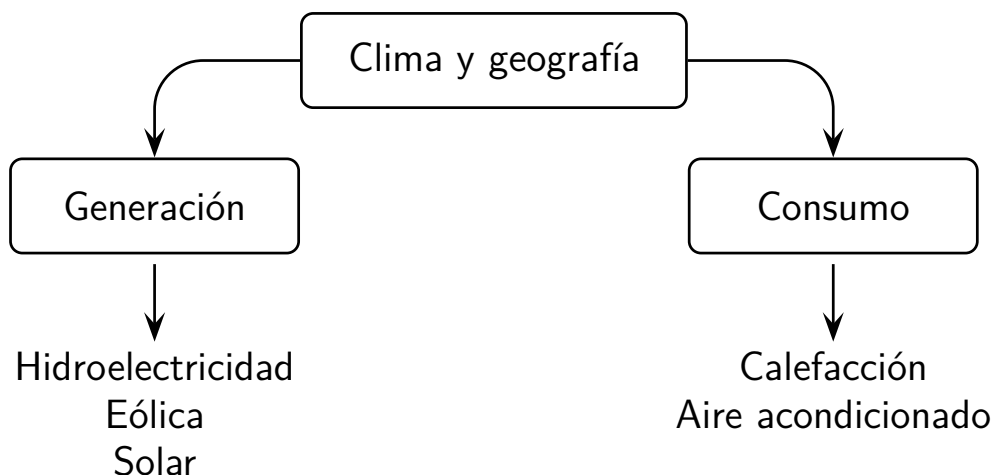


2. Variables económicas.

Generación	→	Precios y cantidades en los mercados de energía. Transacciones internacionales.
Facturación	→	Precios y cantidades finales consumidas por los usuarios. Muestreo horario o mensual.
Otros costos	→	Costos de transporte de energía, restricciones técnicas, pérdidas técnicas y no técnicas.
Entorno	→	Inflación, monedas internacionales, mercados de energéticos.

Variables de interés.

3. Variables ambientales.



4. Recursos energéticos.

Hidroelectricidad	→	Variables hidrográficas: pluviosidad, cauces, volúmenes en embalses, predicciones de lluvias.
Térmicas (fósil)	→	Variables económicas: disponibilidad, precio, volatilidad de precio, predicciones.
Eólica	→	Variables ambientales: velocidad de viento, predicciones climatológicas, estacionalidades.
Solar	→	Variables ambientales: radiación solar, predicciones climatológicas, estacionalidades.
Nuclear	→	Variables económicas: precio de combustible, amortizaciones, predicciones de precio.

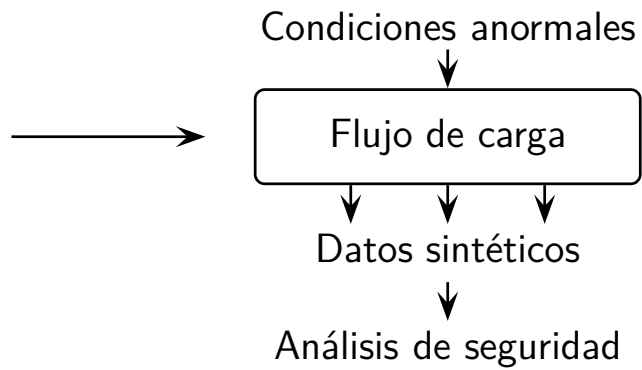
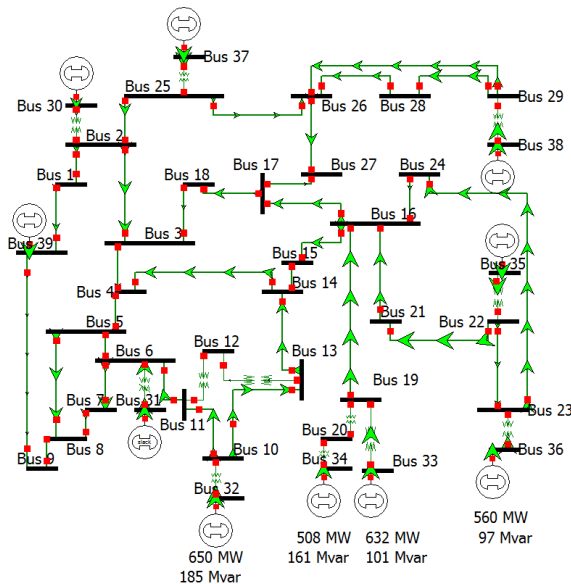
Variables de interés.

5. Comportamiento del usuario.

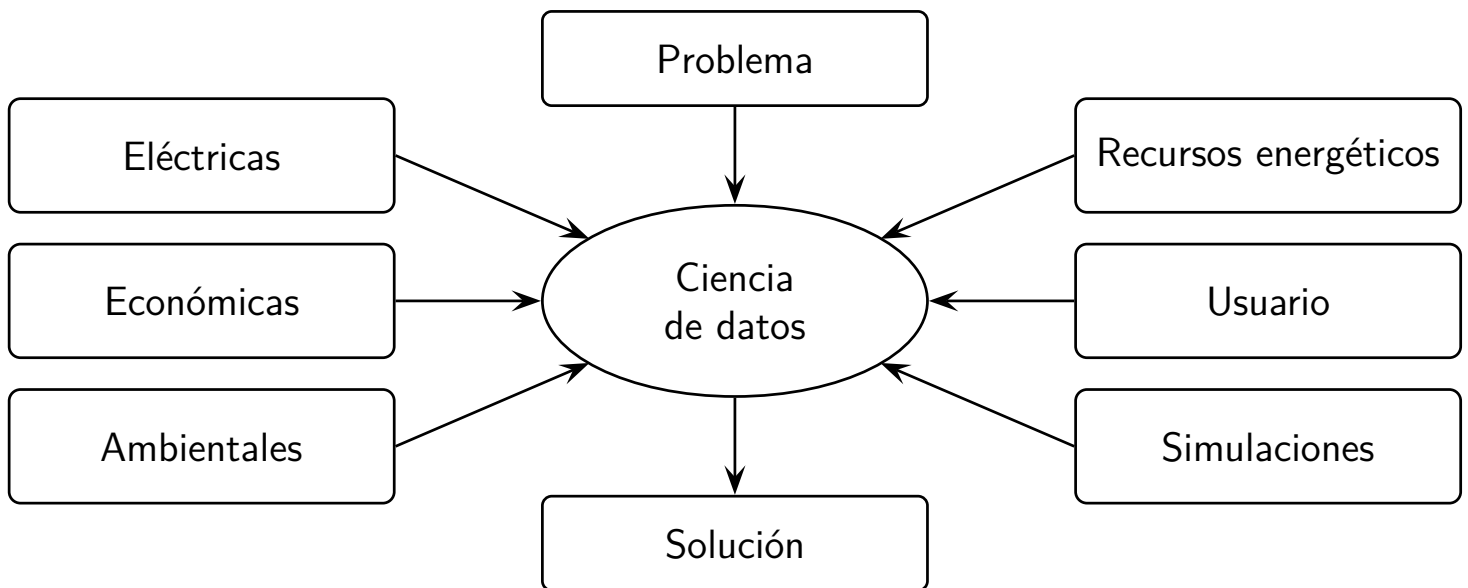
Tipo de usuario	→	Residencial, Industrial, Comercial.
Actividad	→	Tipo de industria. Aspectos demográficos y culturales.
Tamaño	→	Volumen del consumo de energía.
Eventos	→	Vacaciones, eventos de alcance nacional, espectáculos. Estacionalidad de la actividad.

Variables de interés.

6. Simulaciones del sistema eléctrico.



Variables de interés.



Ciencia de datos energéticos

Un marco general de análisis para proyectos

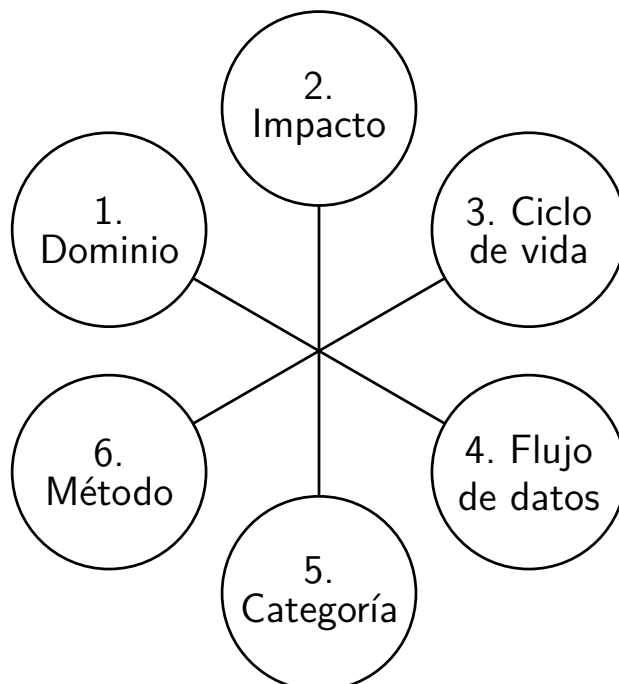
Oscar Duarte, Ph.D.

Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



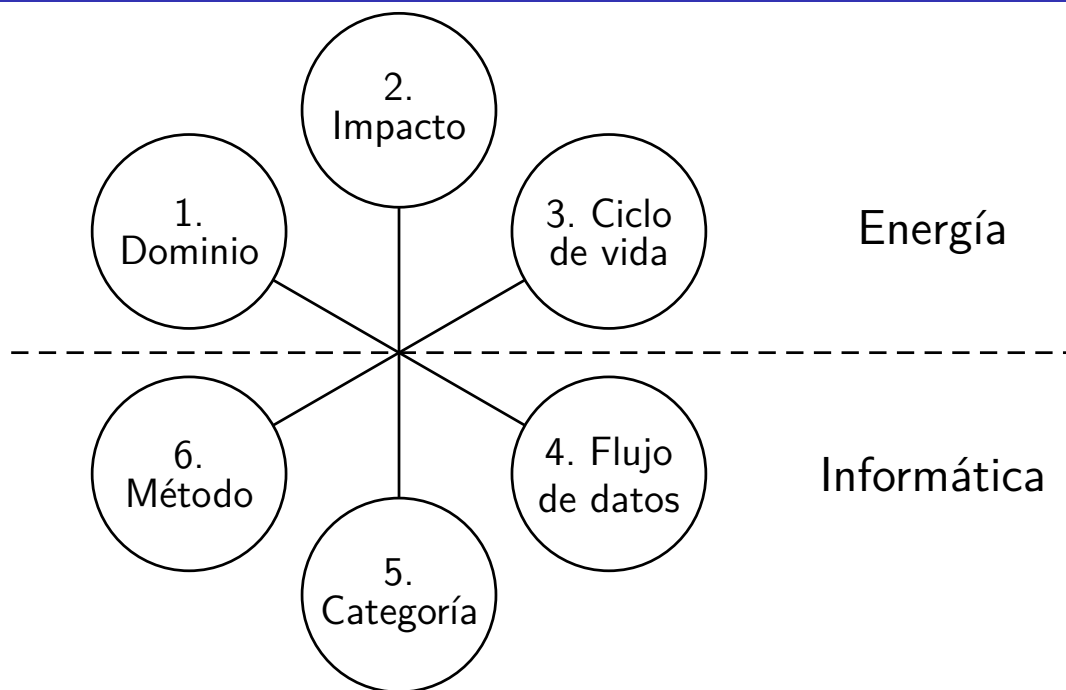
Un marco de análisis para proyectos de Ciencia de datos energéticos

Dimensiones



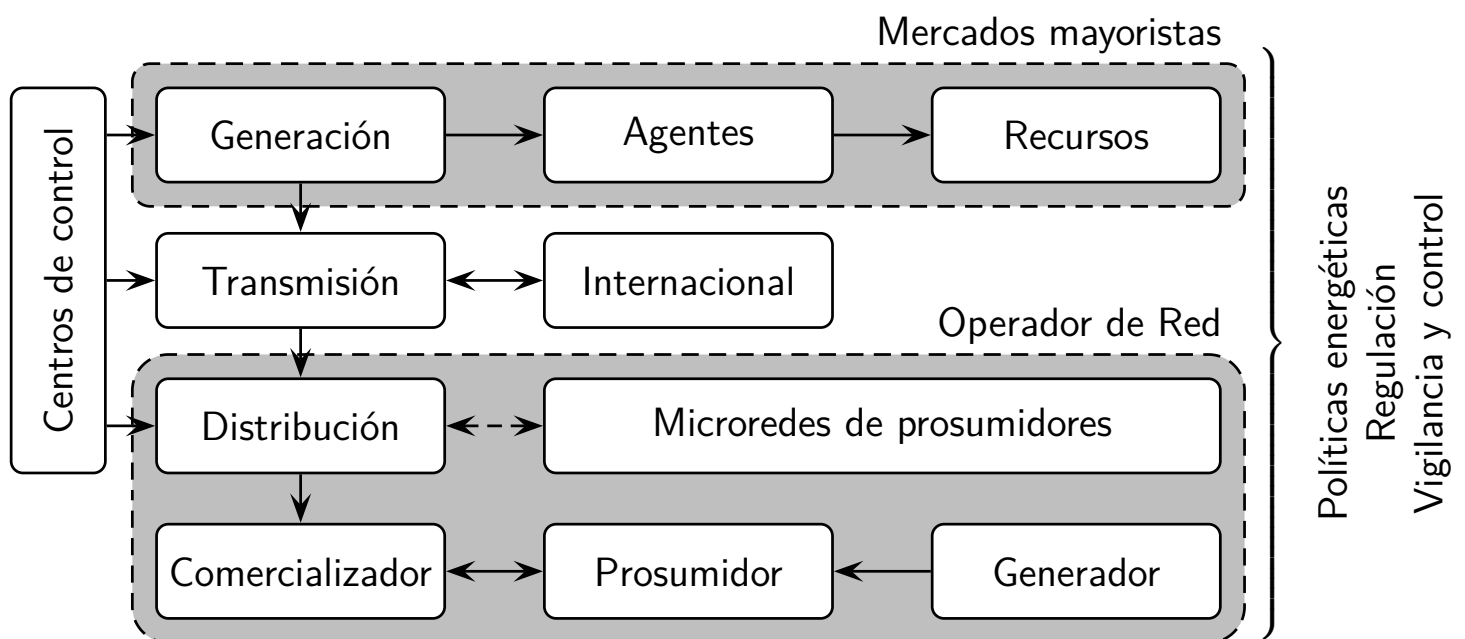
Un marco de análisis para proyectos de Ciencia de datos energéticos

Dimensiones



Dimensiones de análisis

1. Dominio (ambiente) del problema



Dimensiones de análisis

1. Dominio (ambiente) del problema

- ¿En qué punto de la cadena de valor de la electricidad sucede el problema?
- ¿Desde qué perspectiva se analiza?

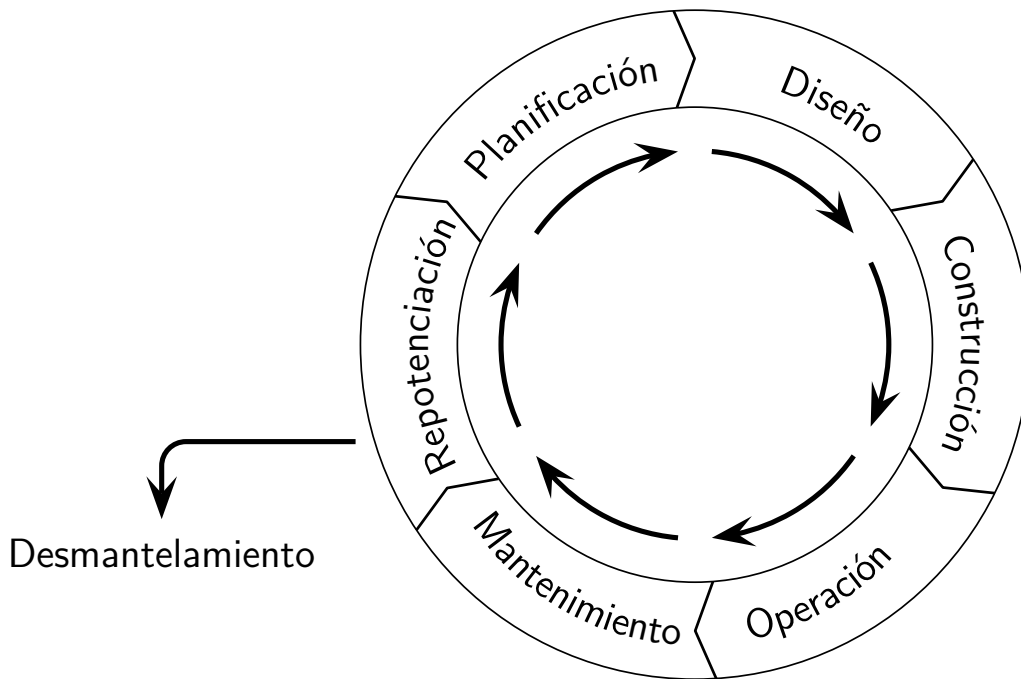
Dimensiones de análisis

2. Impacto efectivo

- ¿Qué beneficio real o esperado se obtiene con el proyecto?
- ¿Cómo se inserta el resultado en la cadena de valor?

Dimensiones de análisis

3. Ciclo de vida



◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ 🔍 ↺

Dimensiones de análisis

3. Ciclo de vida

- ¿En qué etapa del ciclo de vida se ubica el problema?

A set of navigation icons typically found in Beamer presentations, including symbols for back, forward, search, and other slide controls.

Dimensiones de análisis

5. Categoría del problema de datos

Clasificación

Predecir con posibles resultados discretos.

Regresión

Predecir con posibles resultados numéricos.

Agrupamiento/segmentación

Resumir. Encontrar prototipos.

Análisis de Asociación

Encontrar relaciones entre atributos.

Análisis de Desviación

Encontrar/explicar comportamientos atípicos.

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

Dimensiones de análisis

5. Categoría del problema de datos

- ¿En qué categoría se podría enmarcar el problema?

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

Dimensiones de análisis

6. Método de solución

Descubrimiento de patrones

Descubrimiento de explicaciones

Descubrimiento de predictores

Dimensiones de análisis

6. Método de solución

- ¿Qué tipo de métodos se han empleado?
- ¿Qué métodos alternativos podrían probarse?

100