

Modelos matemáticos para la transición energética: el futuro de Bolivia

Sergio Balderrama, PhD Investigador



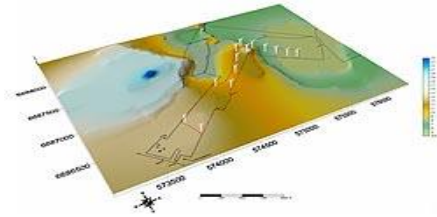
CUIE | Centro Universitario
de Investigaciones
en Energía

Centro Universitario de Investigaciones en Energías

Evaluación y predicción de recursos energéticos



KTH - JESA
develops a novel approach to tackle
Climate, Land, Energy and Water
interlinkages (CLEWs)



Planificación energética y evaluación ambiental



Biomasa y biocombustibles



Análisis y optimización de sistemas híbridos y de poli generación



CUIE en números

Personal del CUIE

- 3 PhD en Energía en universidades europeas
- 3 Doctorandos Área de Energía (Bélgica), 2023-2027
- 1 Doctorandos Tecnología Energética (Suecia), 2023
- 1 Investigador asociado FCyT.
- 2 Investigadores asociados universidad de lieja y UC Louvain
- 3 Doctorandos locales en Energía-ASDI- 2022-2026

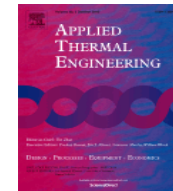
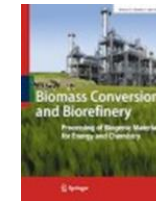
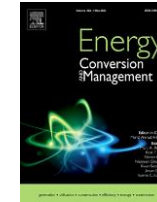
Principales Universidades colaboradoras



POLITECNICO
MILANO 1863



- Más de 30 Publicaciones Científicas en Revistas Internacionales y presentaciones en conferencias del área desde el 2008.



5 Proyectos Internacionales financiados actuales

Doctorado Local en energías ASDI-UMSS (200 mil euros, 4 años)

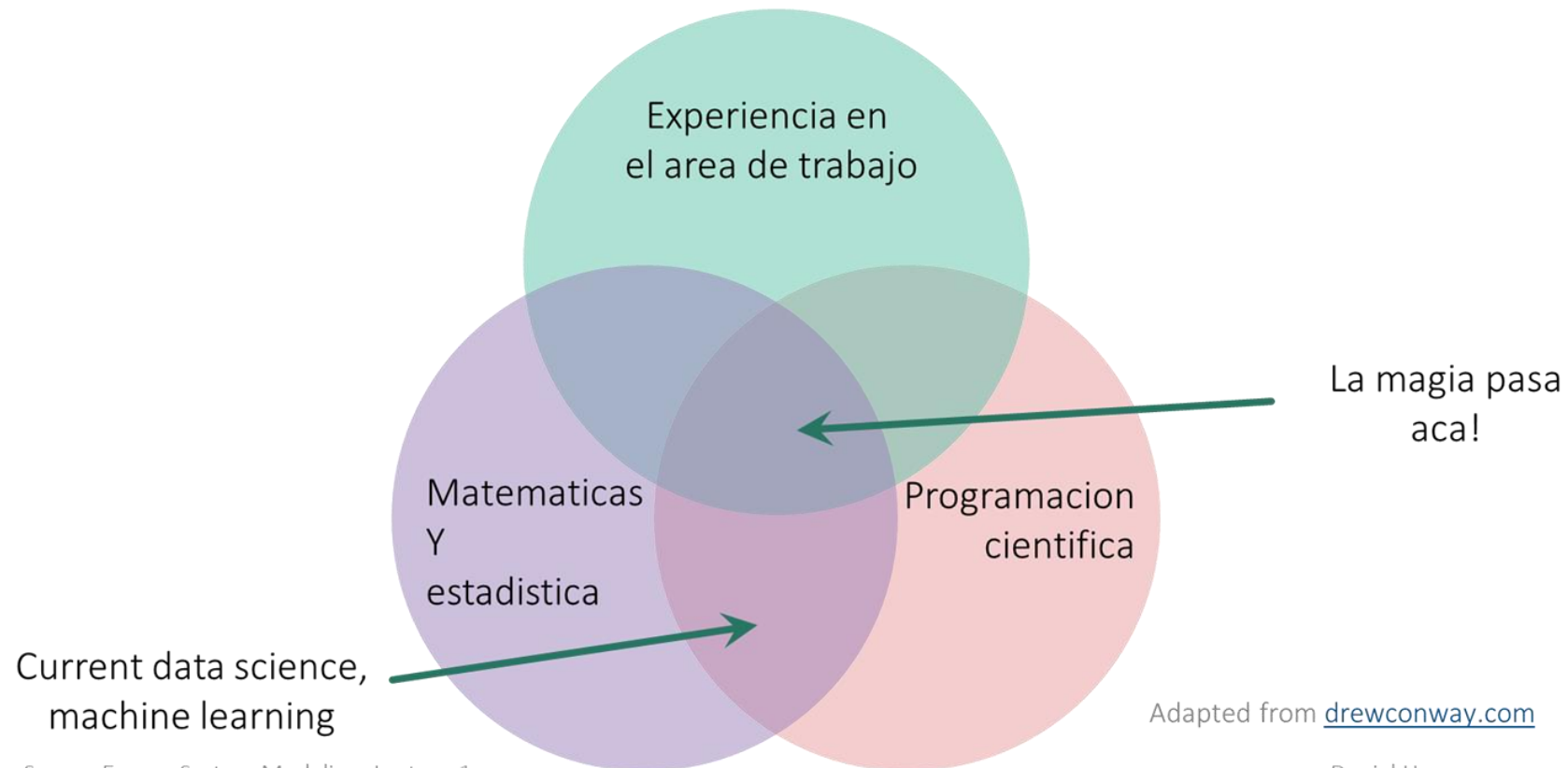
EUBBC-digital Erasmus plus (90 mil euros, 3 años)

EU-BGPT Erasmus plus (90 mil euros, 3 años)

PDR-ARES (500 mil euros, 5 años)

SEED doctoral program in Sweden (20 mil euros, 4 años)

Habilidades necesarias para hacer ciencia



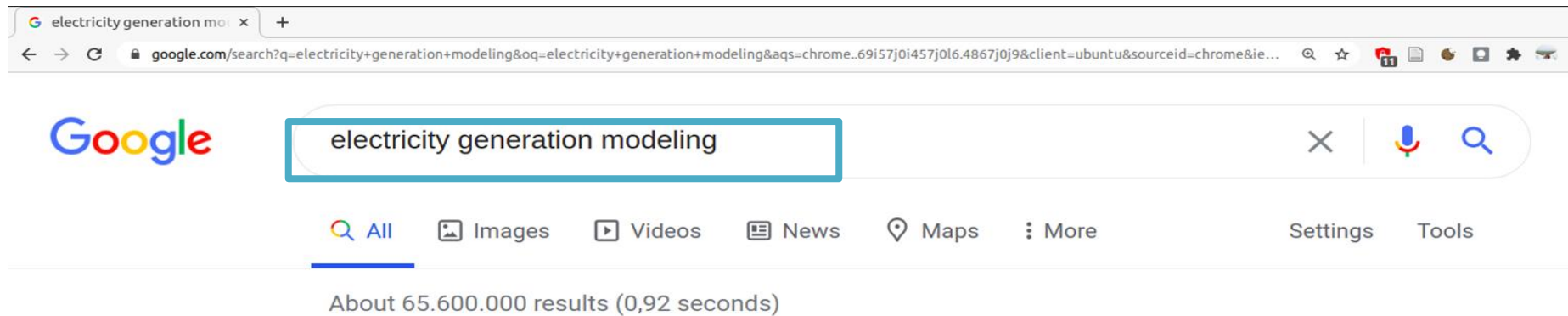
Una aprendizaje importante



“Todos los modelos están mal, pero algunos son útiles”

George Box - British Statistician

Que es un modelo?

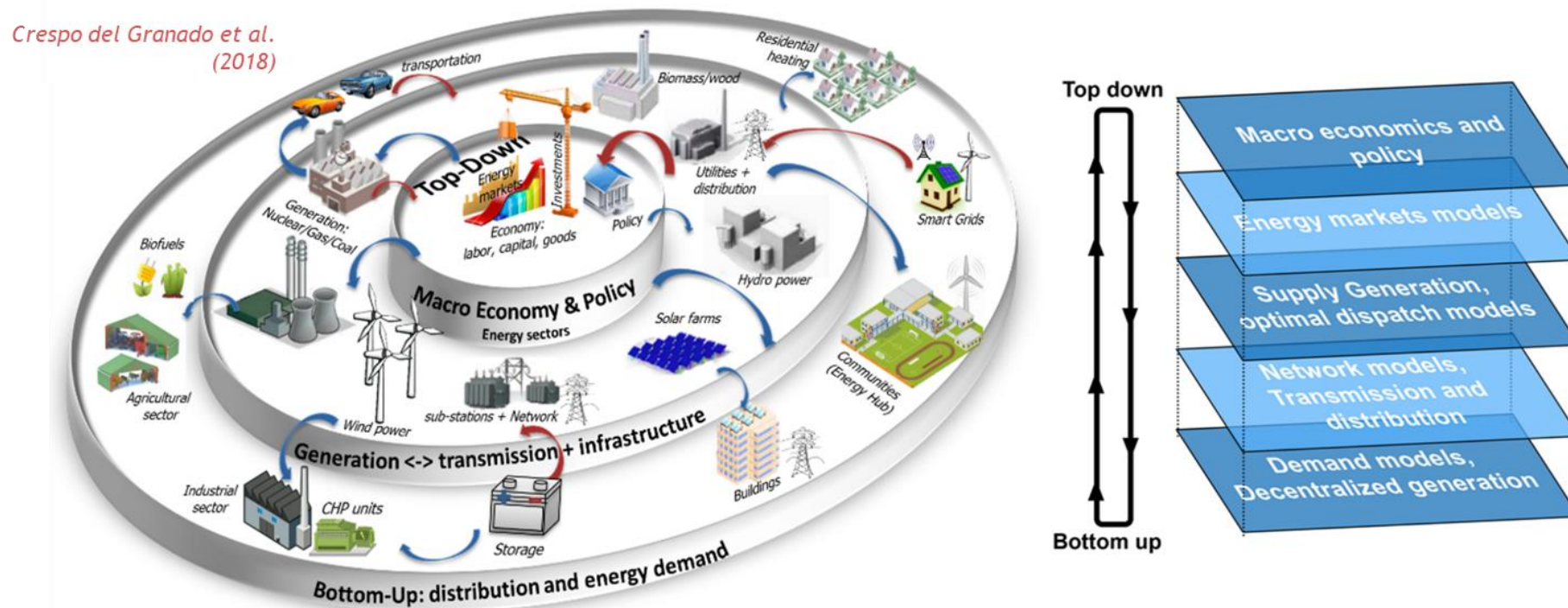


1. Cual es el propósito del modelo?
2. Como está formulado matemáticamente?

Modelación Energética

Que es la modelación energética?

Definición tentativa: Es una disciplina que intenta dar soporte a la toma de decisiones a largo plazo basado en aprendizajes sacados de modelos matemáticos



Representación matemática

Maximize $x + y$

Subject to $x \geq 0; y \geq 0$

$$x \leq 3$$

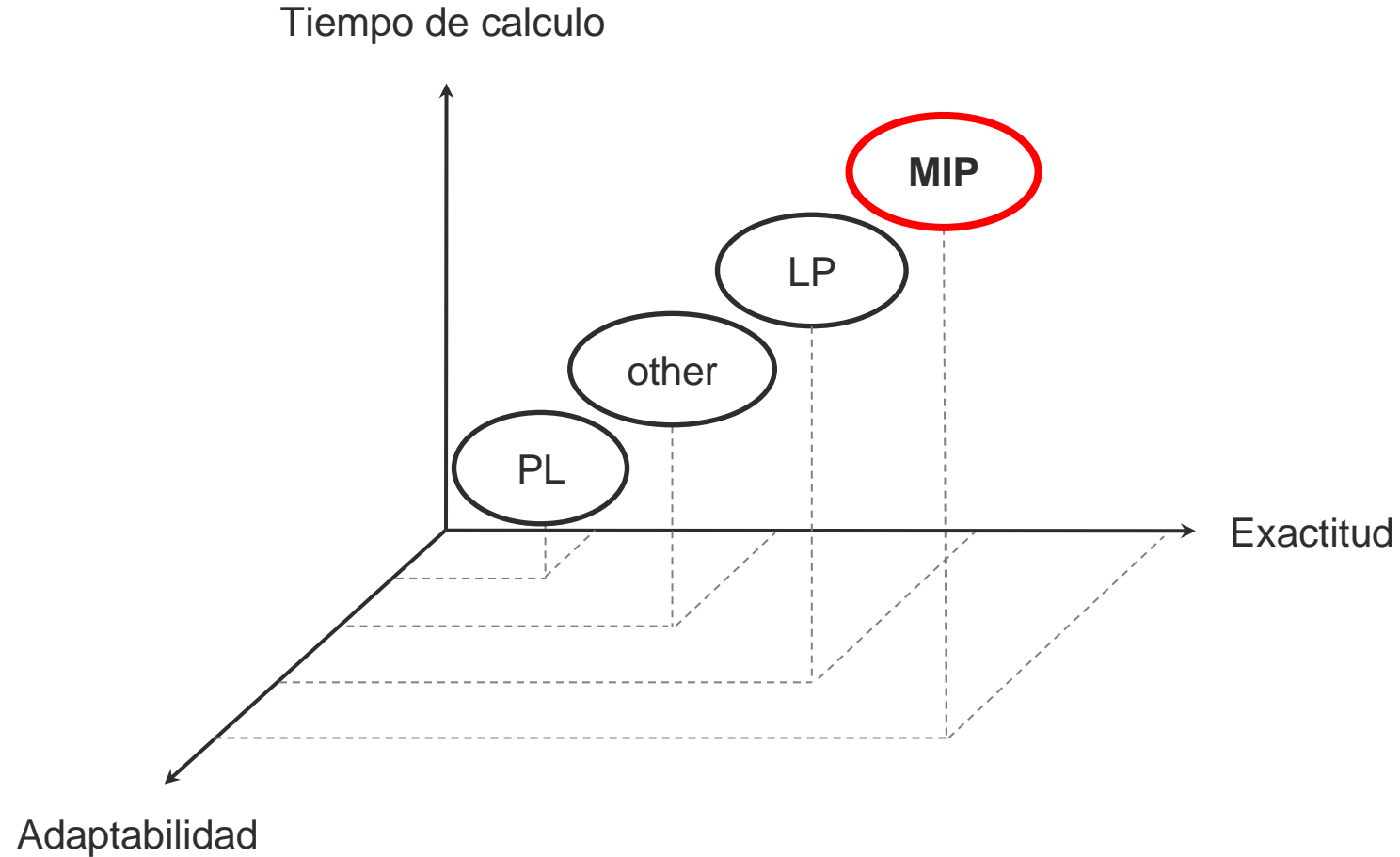
$$y \leq 4$$

$$x + 2y \geq 2$$

Criterios de evaluación

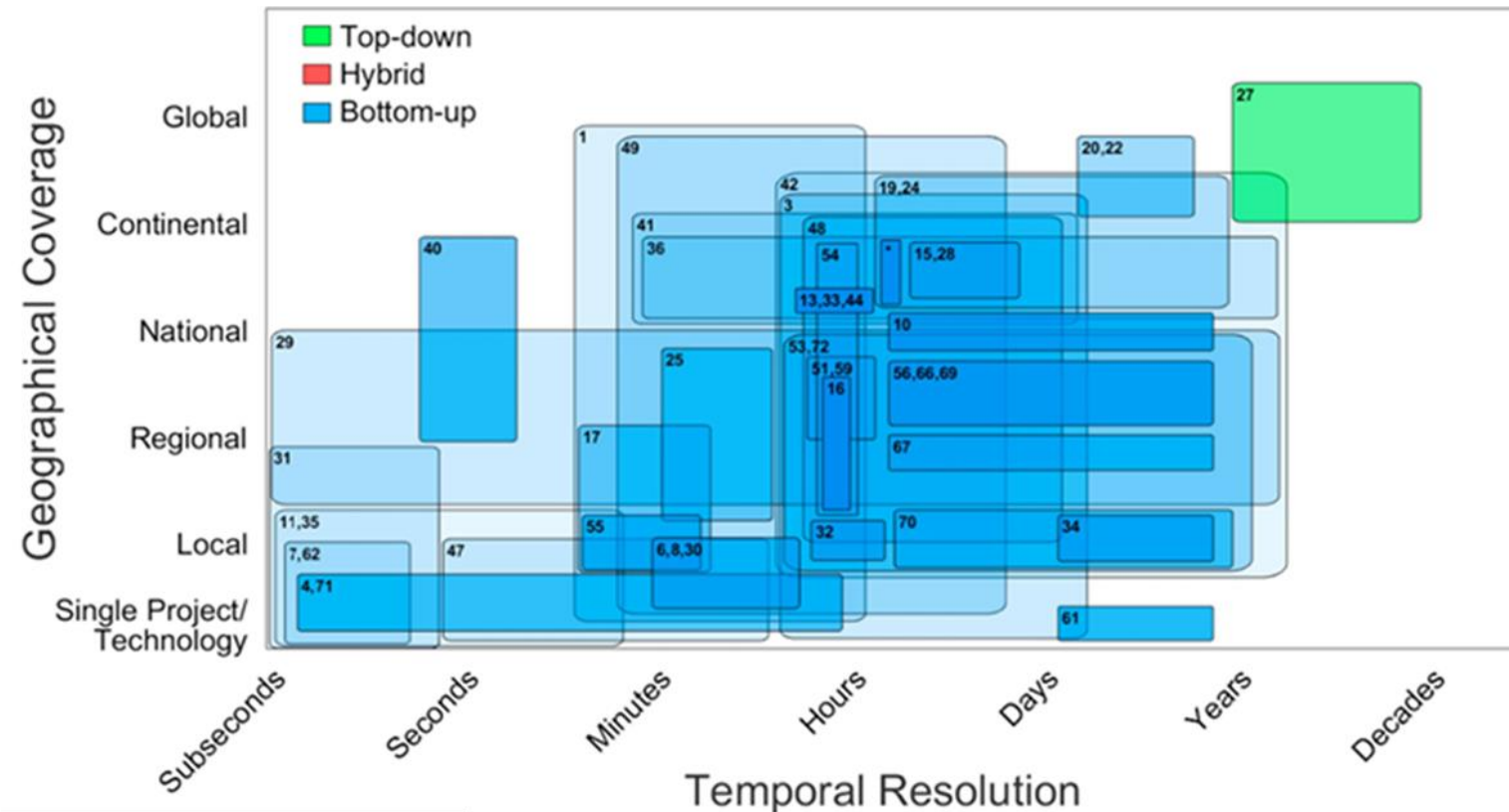
- ✓ **Adaptabilidad**: Cuán fácil es cambiar o extender el modelo.
- ✓ **Tiempo de cálculo**: Cuanto tiempo tardas en encontrar los resultados
- ✓ **Exactitud**: Cuál es el nivel de detalle de la formulación y cómo fue devuelta la solución?

Tipos de formulación matemática



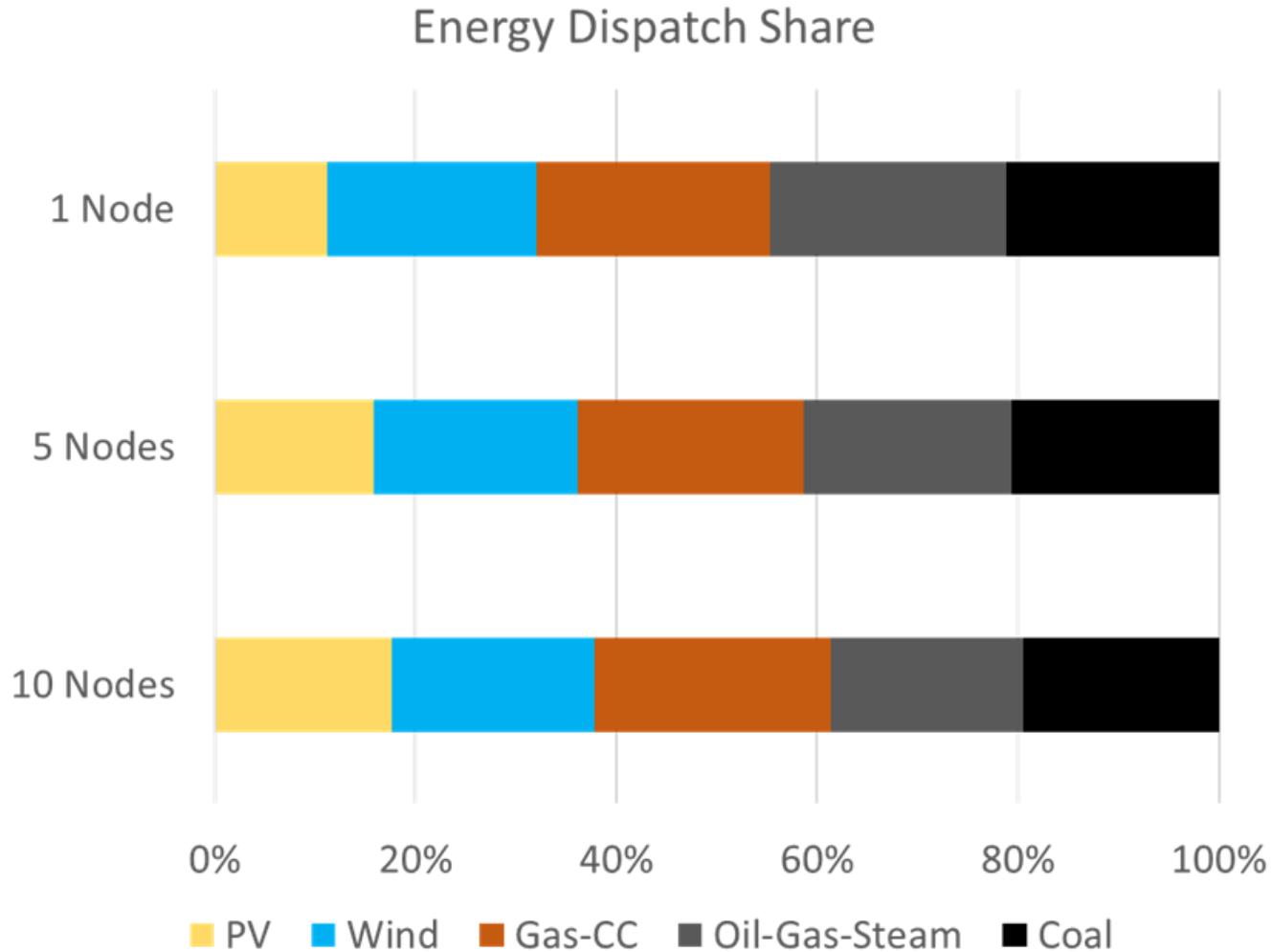
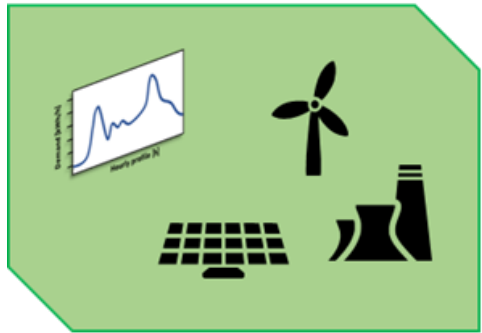
Cobertura geográfica vs resolución temporal

Models span a wide range of spatiotemporal scales



Ringkjøb et al. (2018)

Una region vs Varias regiones

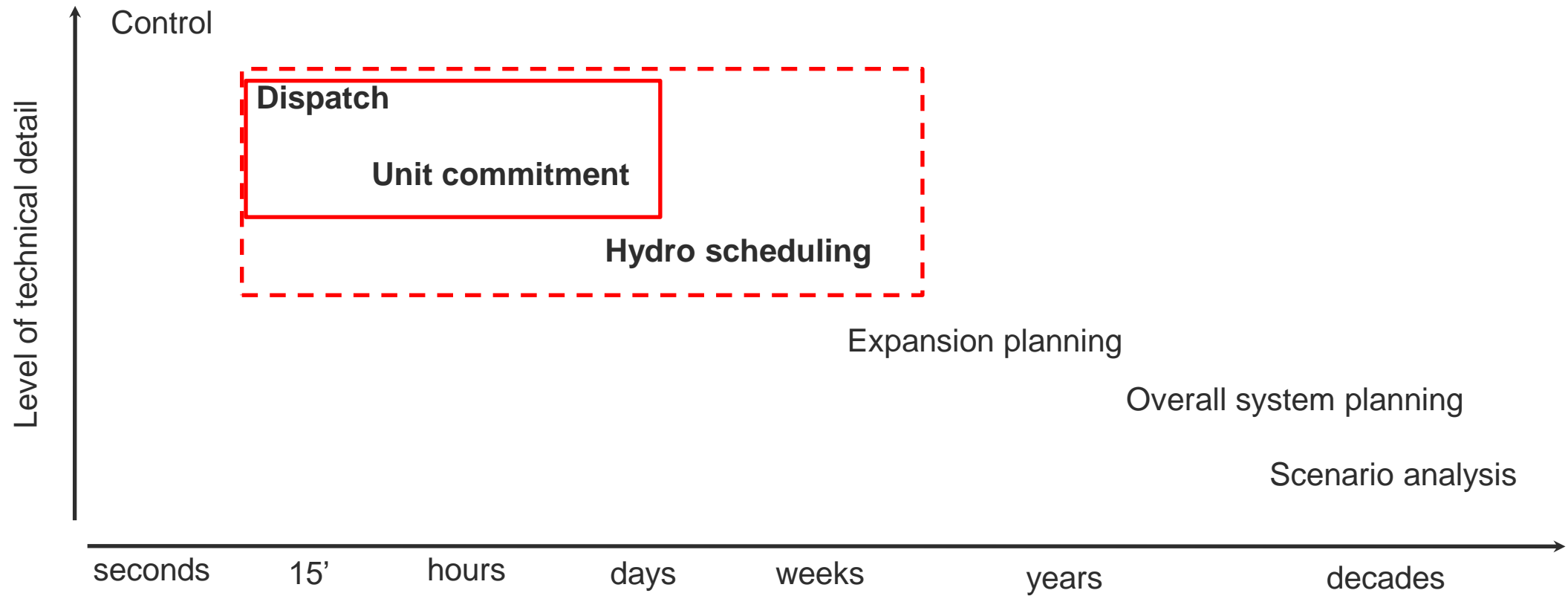


32 % Renewables Share

36 % Renewables Share

38 % Renewables Share

Control vs Planificación



Historia de la modelación matemática



International Institute for
Applied Systems Analysis

- Primera aparición en la crisis de 1970 (Message, Markal, Times)
- Baja resolución temporal
- Baja resolución espacial
- Poco detalles en las tecnologías

Abriendo la caja negra

Energy scientists must show their workings

Public trust demands greater openness from those whose research set policy, argues Stefan Pfenninger.

ise.”
Energy Modelling
. Most assumptions,
used to set energy
ox simulations can-
challenged. This is
public and spreads
eds to catch up with
n-data movements.
ald make our com-
eely accessible, and
shun us until we do.
els are relevant to
lternative scenarios

**BLACK-BOX
SIMULATIONS
CANNOT BE
VERIFIED,
DISCUSSED OR
CHALLENGED.**

on power plants, with data such
and emissions. The Open Po
project gathers data such as ele
tion from government agenci
sion-network operators, and
on the licensing under which th
available. The Open Energy M
is emerging as a platform for
strengthening such efforts.

Regulation can also help. The
has mandated open access to e
data, resulting in the creation
Transparency Platform to hol
good arguments for the crea



The Open Energy Modelling Framework (oemof) - A new approach to facilitate open science in energy system modelling*

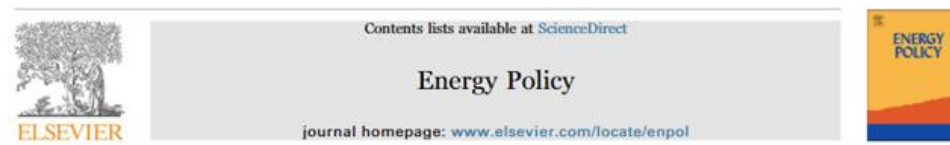
S. Hilpert^{a,b,*}, C. Kaldemeyer^{a,b,c}, U. Krien^d, S. Günther^{a,b}, C. Wingenbach^{a,b}, G. Plessmann^d

^a Center for Sustainable Energy Systems (ZNES), Flensburg, Germany

^b Department of Energy and Environmental Management, Europa-Universität Viadrina, Auf Dem Campus 1, 24943, Flensburg, Germany

^c Department of Energy and Biotechnology, University of Applied Sciences Flensburg, Knebelstraße 91-93, 24943, Flensburg, Germany

^d Reiner Lemoine Institut GmbH, Radower Chaussee 12, 12489, Berlin, Germany



The importance of open data and software: Is energy research lagging behind?

Stefan Pfenninger^{a,*}, Joseph DeCarolis^b, Lion Hirth^c, Sylvain Quoilin^d, Iain Staffell^e



Opening the black box of energy modelling: Strategies and lessons learned

Stefan Pfenninger^{a,*}, Lion Hirth^{b,c,d}, Ingmar Schlecht^e, Eva Schmid^{f,g}, Frauke Wiese^h, Tom Brownⁱ, Chris Davis^j, Matthew Gidden^k, Heidi Heinrichs^l, Clara Heuberger^m, Simon Hilpertⁿ, Uwe Krien^o, Carsten Matke^p, Arjuna Nebel^q, Robbie Morrison^r, Berit Müller^o, Guido Pleßmann^o, Matthias Reeg^s, Jörn C. Richstein^t, Abhishek Shivakumar^u, Iain Staffell^m, Tim Tröndle^v, Clemens Wingenbachⁿ



ORIGINAL ARTICLE

Open Access

Raising awareness in model-based energy scenario studies—a transparency checklist



Keir-Keen Cao¹, Felix Ceballos¹, Jonathan J. Gómez-Vicchez^{2*}, Babak Mousavi³ and Sigrid Prehofer⁴

Ciencia abierta



Nuevos modelos de planificación energética



Hilpert et al. (2018)



Pfenninger & Pickering (2018)

PyPSA

Brown et al. (2018)



Quoilin et al. (2017)

URBS

Dorfner et al. (2016)



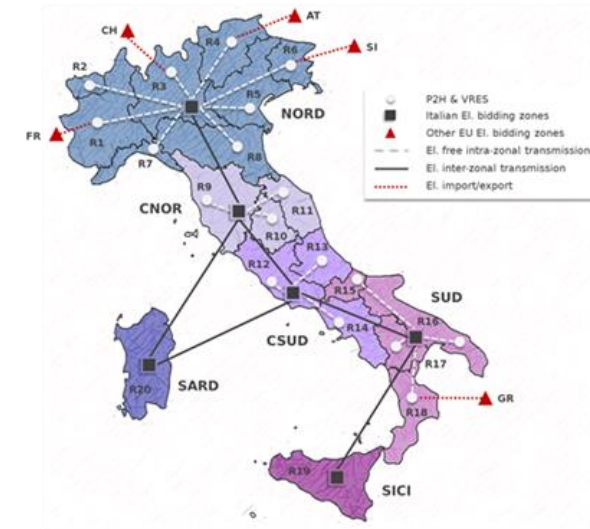
Lund (2007),
Garegnani et al. (2016)



Pfenninger & Keirstead (2015)

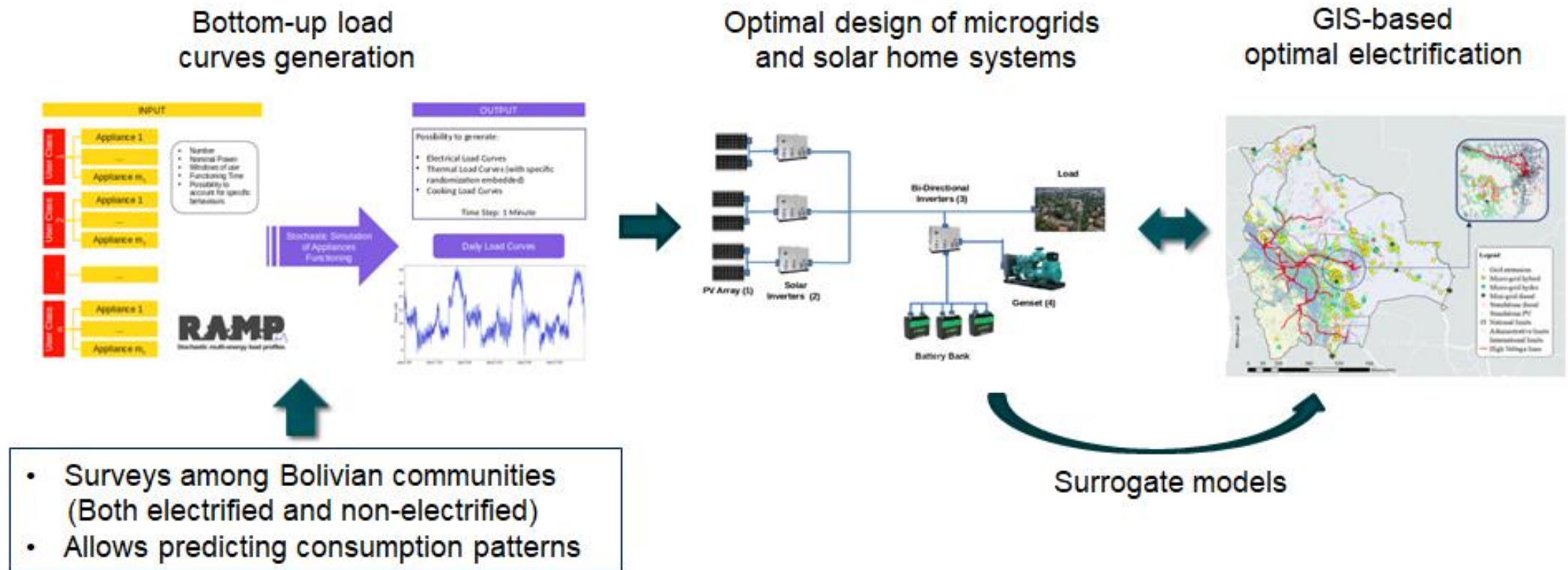


Pickering & Choudhary (2018)

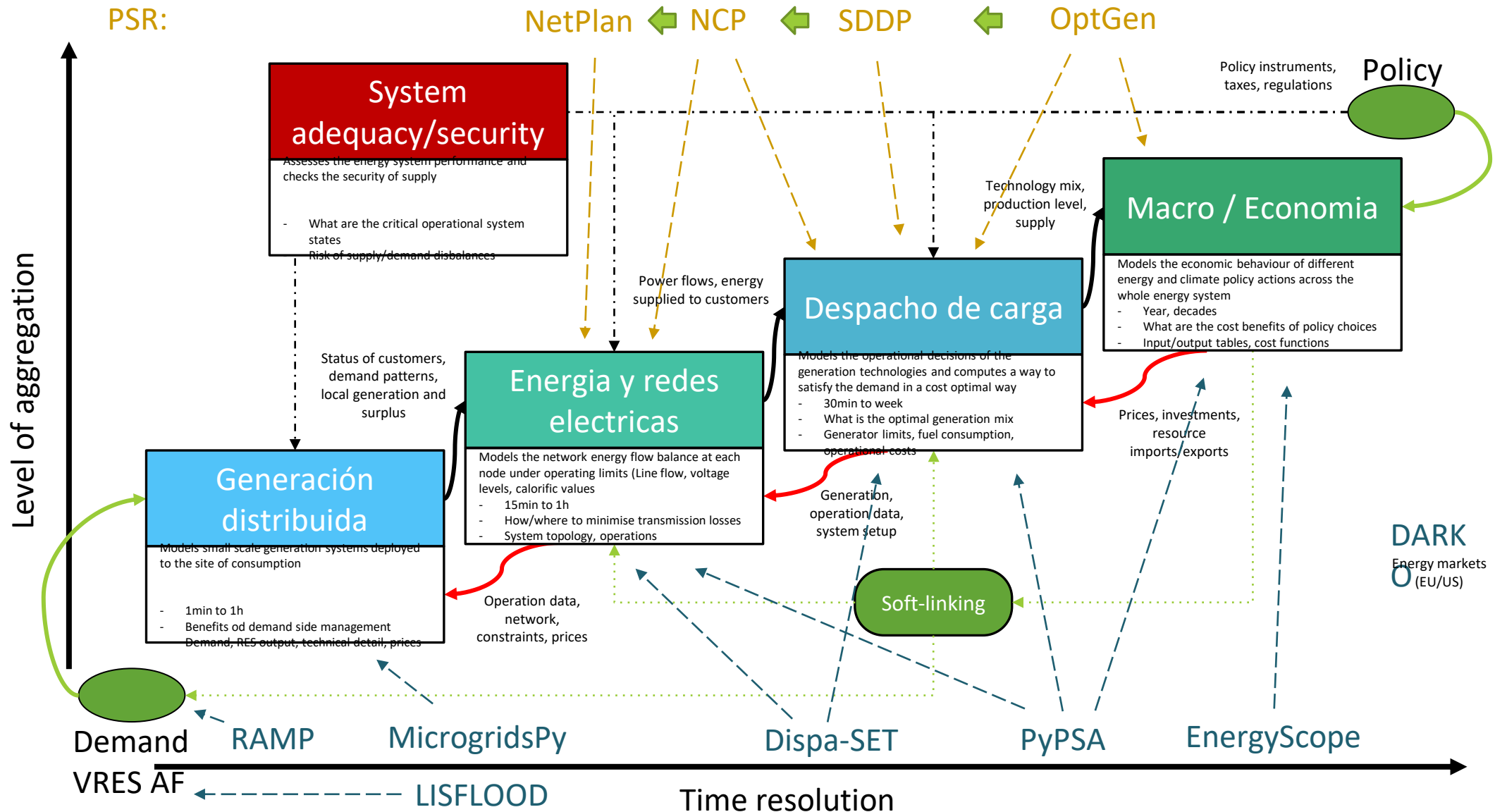


Lombardi et al. (2019)

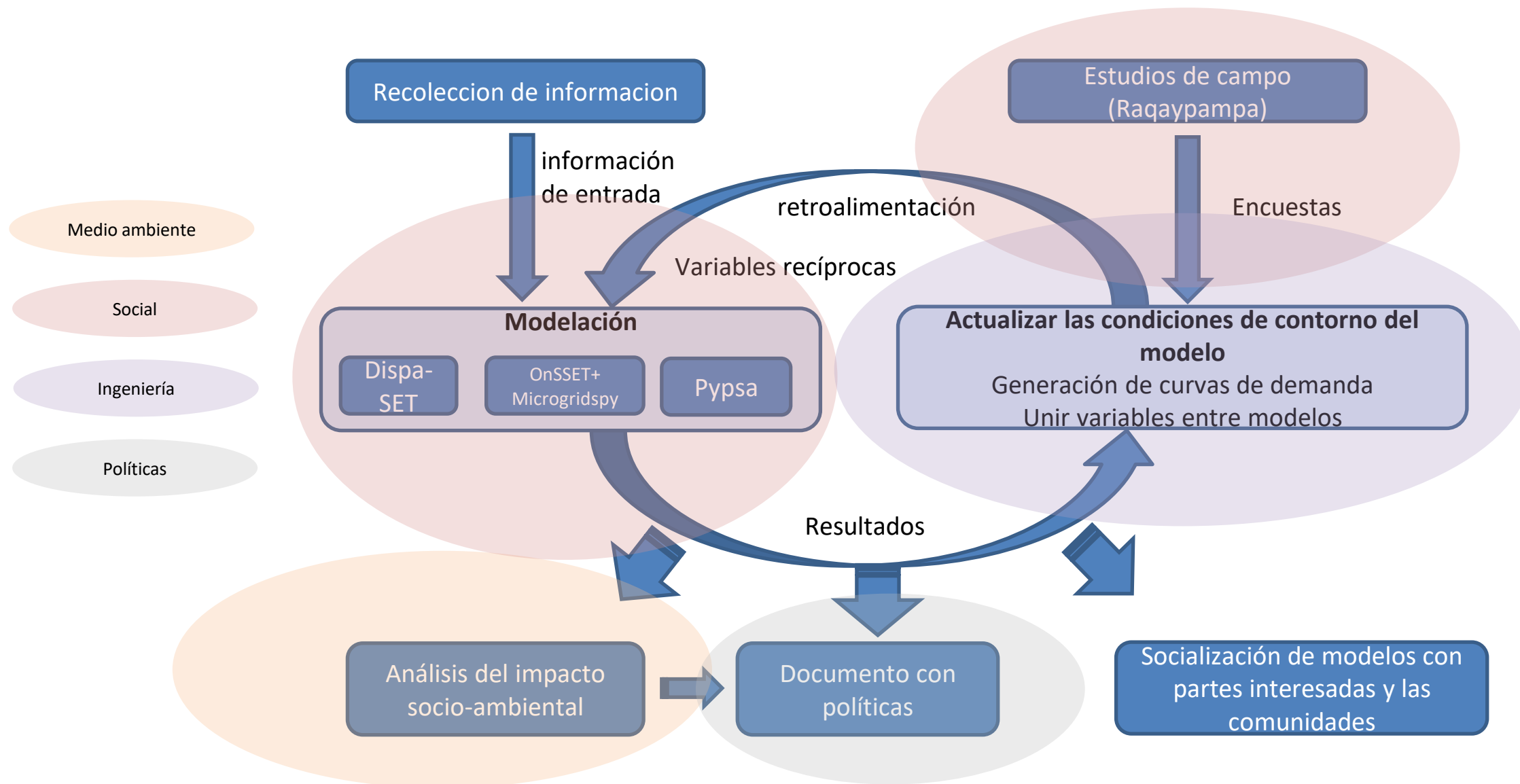
Nuevos objetivos: Integración de herramientas



Modelos energéticos adaptados a Bolivia



Modelos energéticos adaptados a Bolivia



GRACIAS