



Universidad de Concepción

NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

Mercados Eléctricos

# “FUTURO DE LAS ERNC”

Claudio Roa Sepúlveda



# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

- El objetivo principal es:
  - i. Revisar el nivel de Conversión de la Energía
  - ii. Revisar el costo por unidad de inversión
  - iii. Discutir los problemas de integración en las redes.
  - iv. Situación en el mercado de Contratos y SPOT.



NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS  
Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Conversión de *Energía*:

- ✓ Eólica
- ✓ Solar
- ✓ Biomasa
- ✓ Hidráulica
- ✓ Geotermia
- ✓ De los Mares



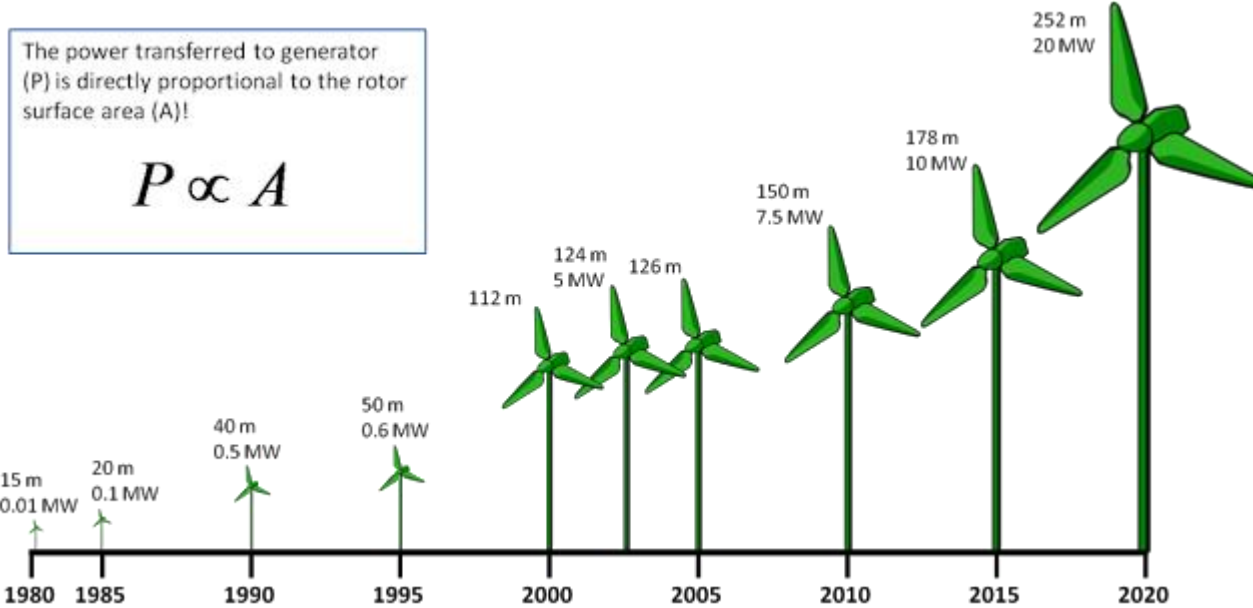
# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

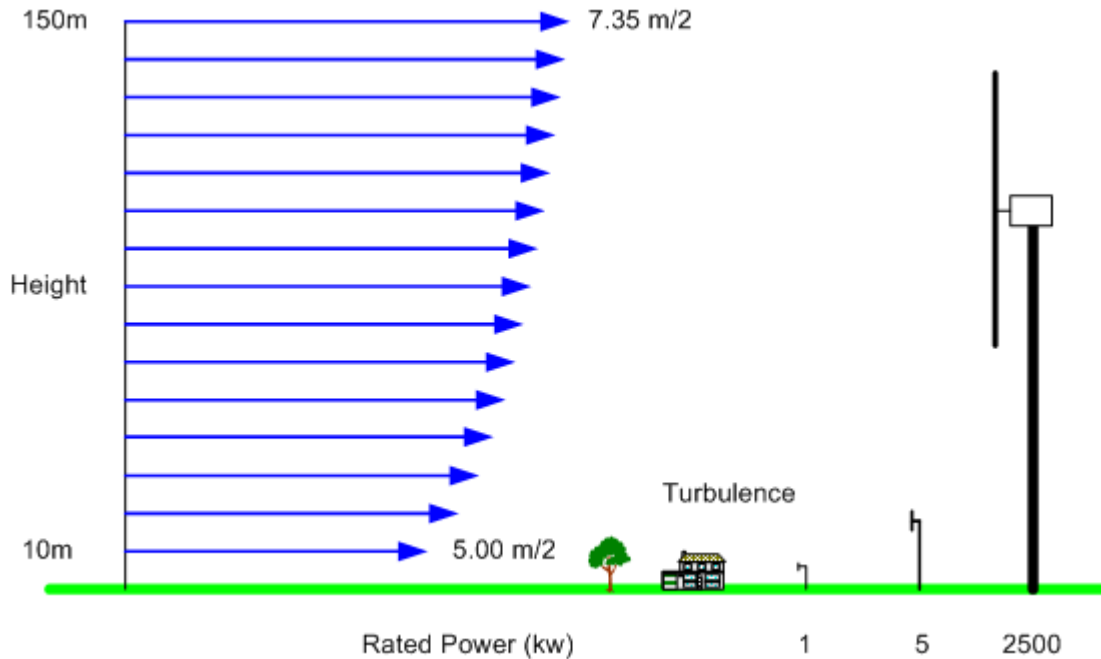
Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Conversión de Energía: Eólica





## Conversión de Energía: Eólica





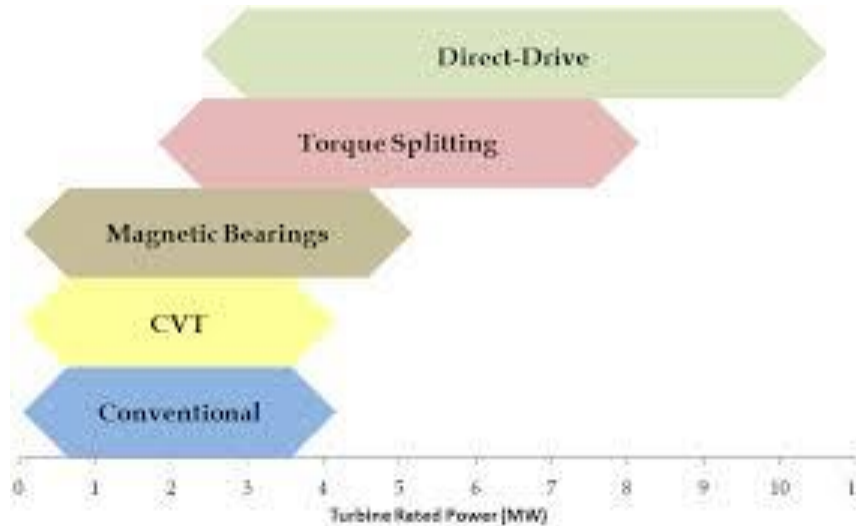
# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Conversión de *Energía*: Eólica





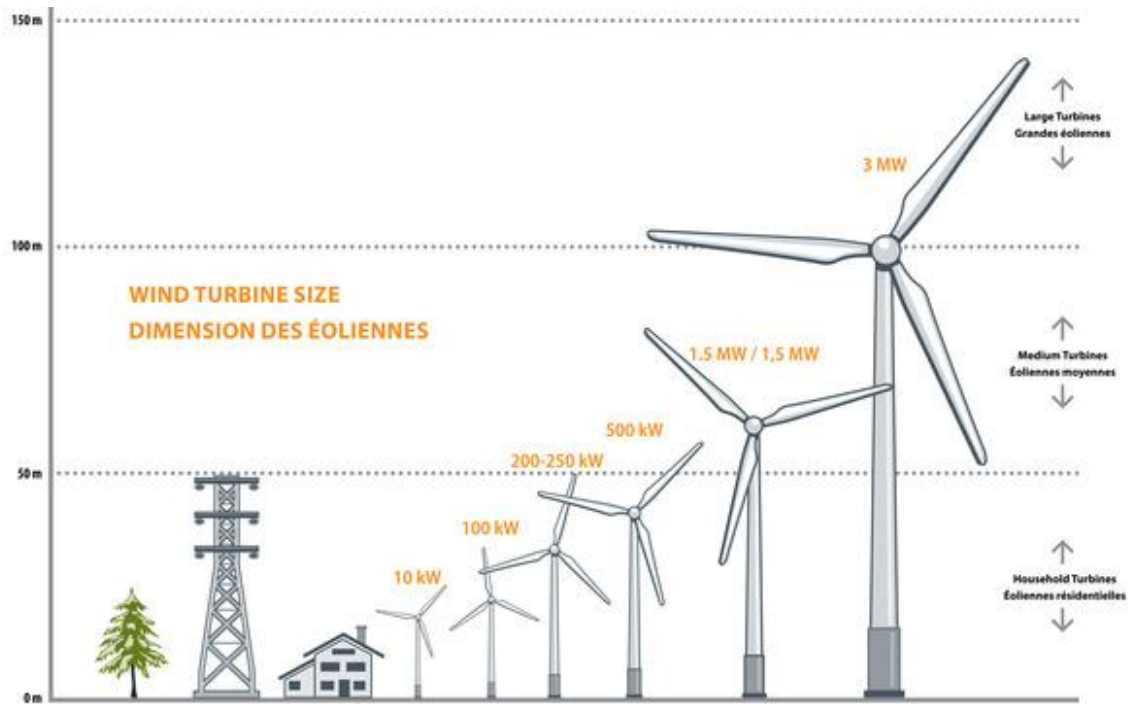
# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

### Conversión de Energía: Eólica





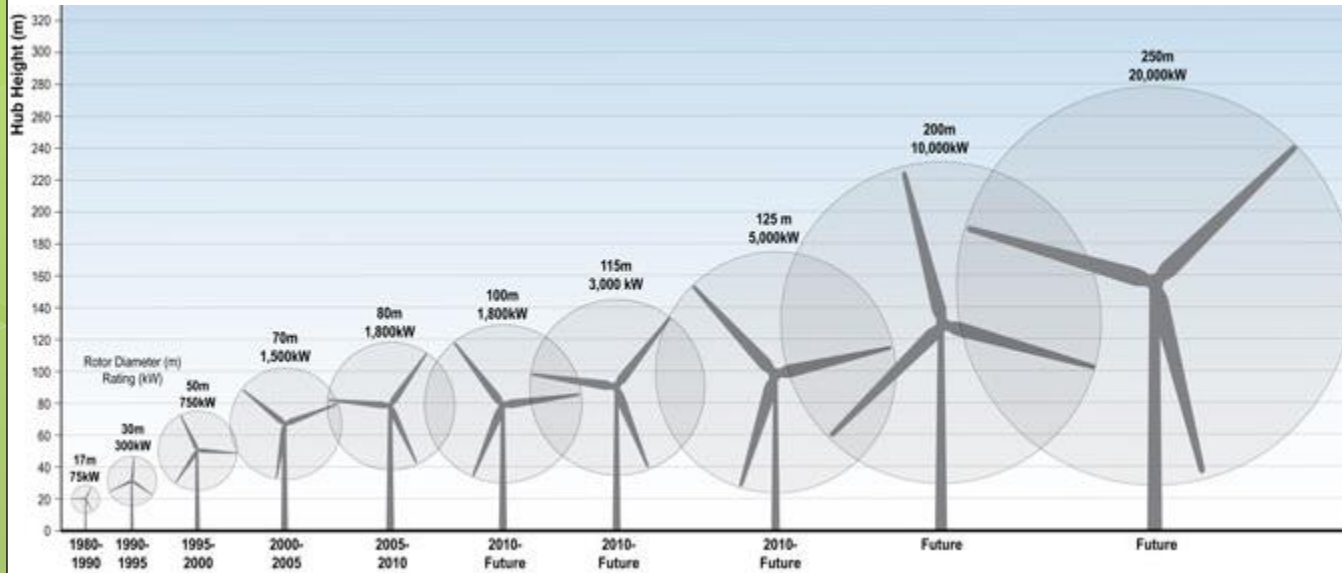
# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Conversión de Energía: Eólica







# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Conversión de *Energía*: Eólica

Potencias mayores a las actuales no van a ser aceptadas por la sociedad civil.



¿Batimetría en Chile?



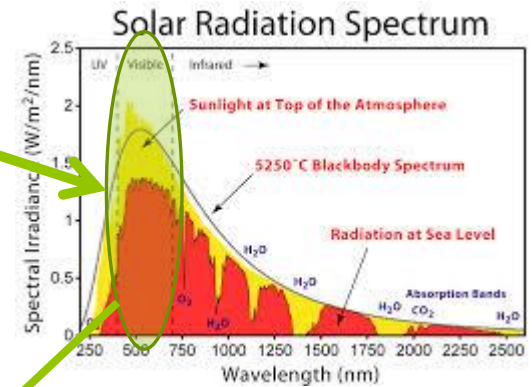
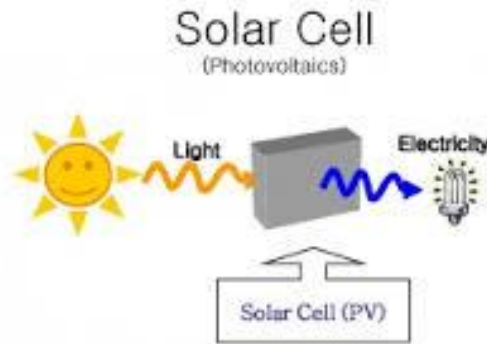
# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

### Conversión de Energía: Solar



¿Eficiencia?



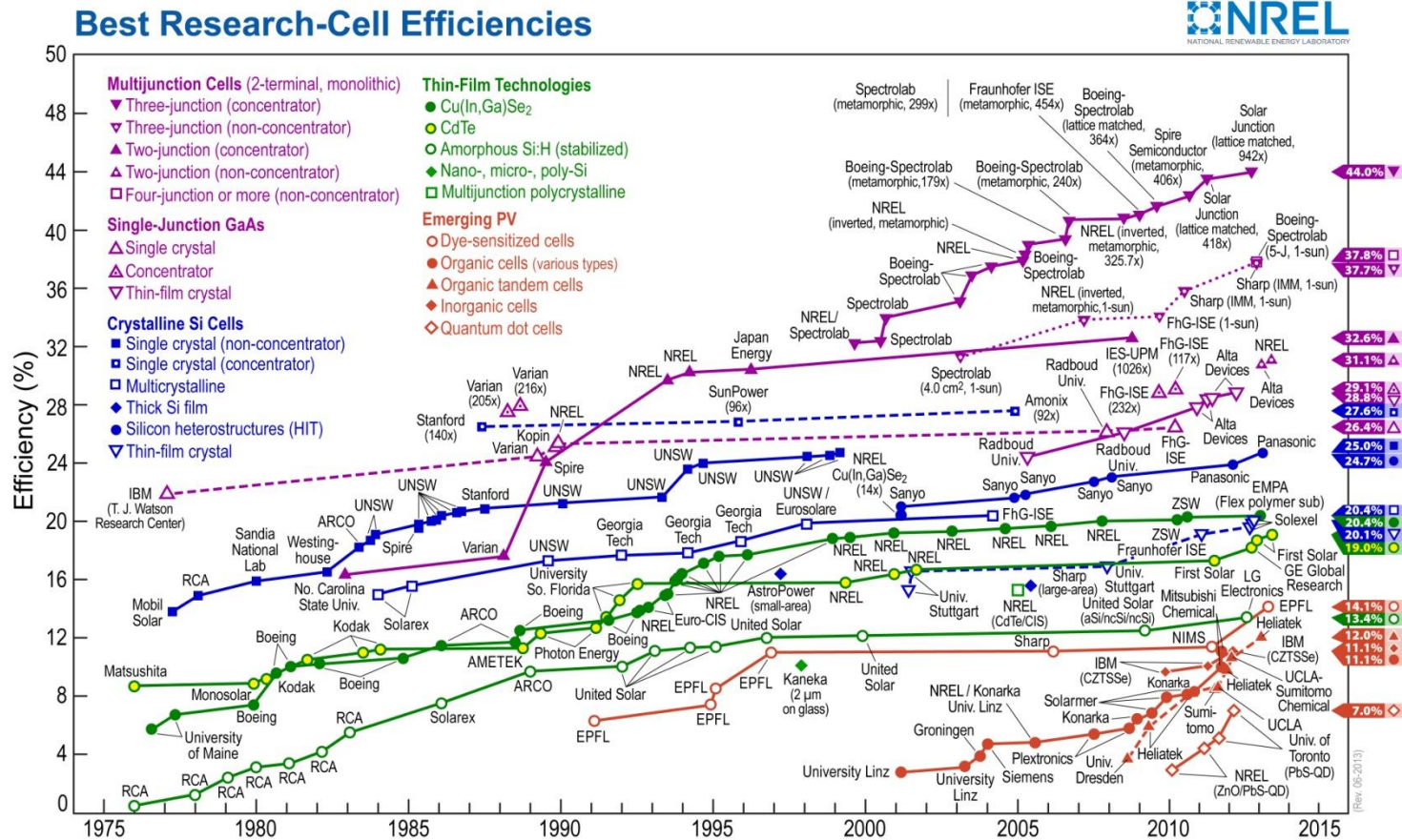
# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

# Conversión de Energía: Solar





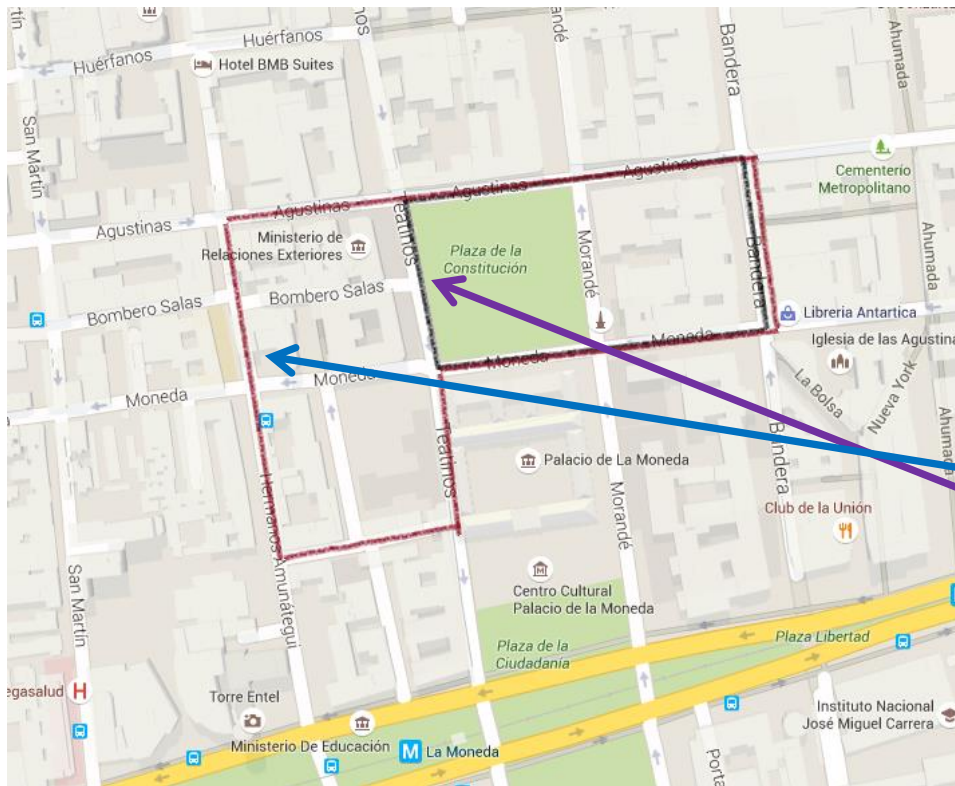
# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Conversión de Energía: Solar



Primera a Cuarta Región

47 a 400 MW

2,2 a 5 Ha/MW



# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Conversión de *Energía*: Solar

CSP

Cerro Dominador



110 MW, 10600 espejos app.  
3,5 km de diámetro



960 Ha !





# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

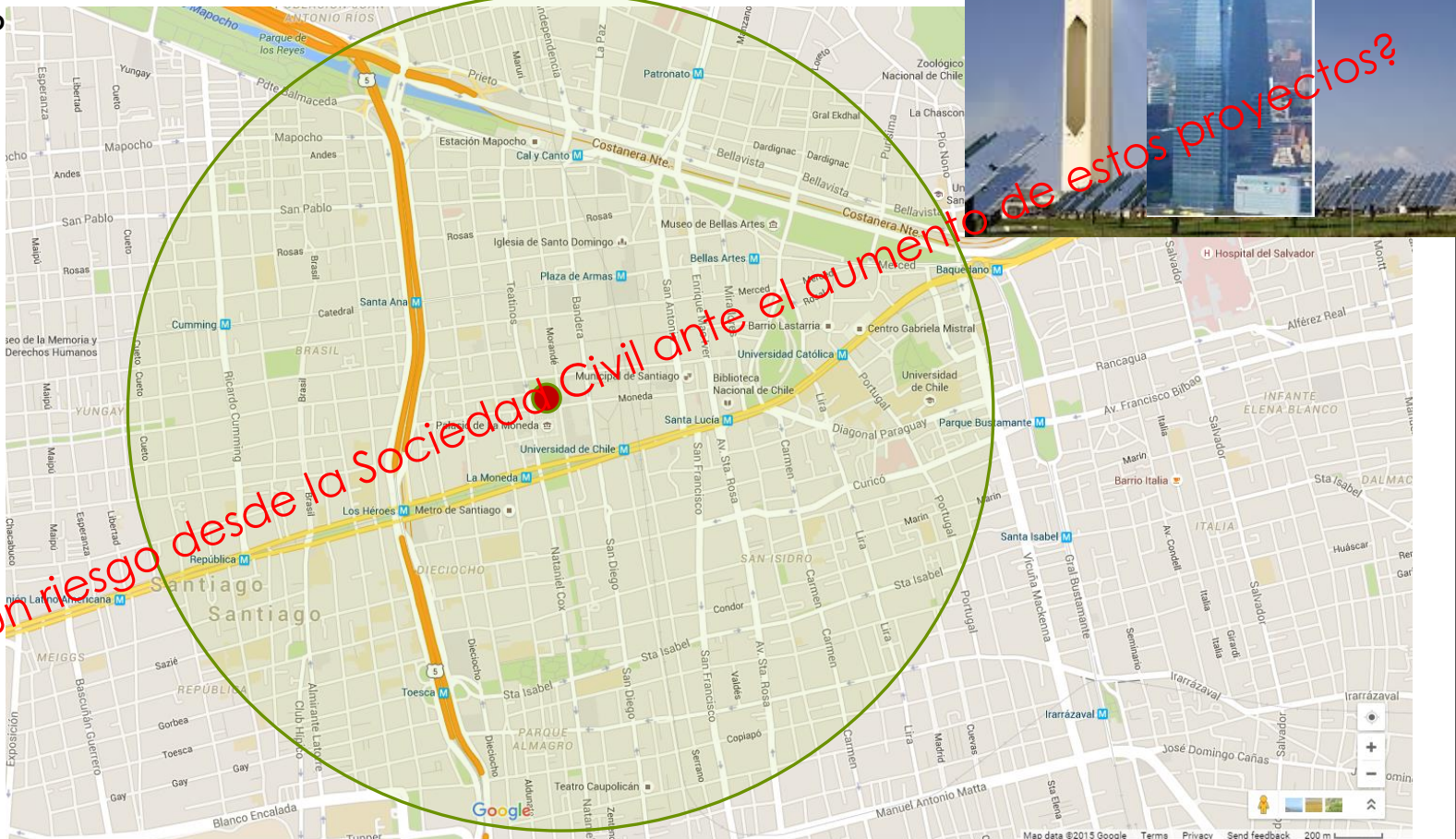
## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

# Conversión de Energía: Solar

CSP





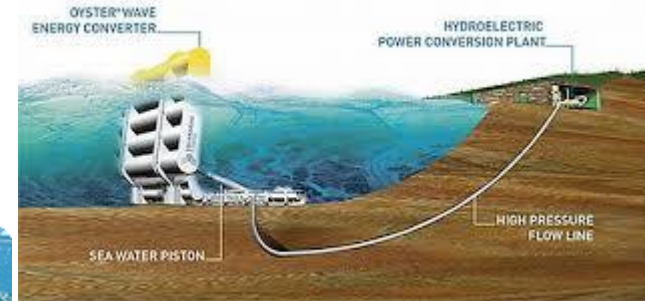
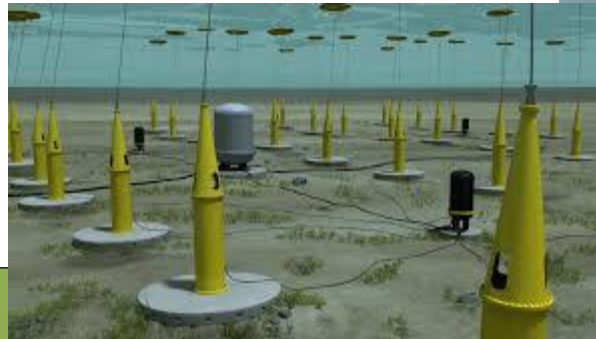
# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

### Conversión de Energía: De los Mares







# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

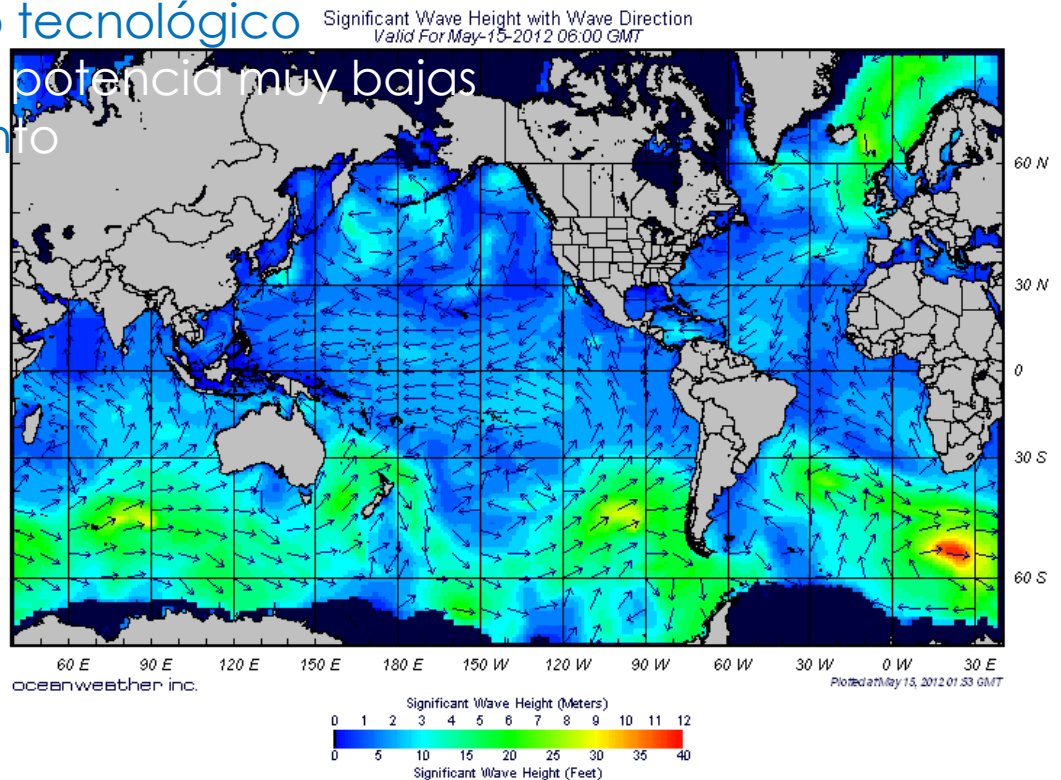
## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Conversión de Energía: De los Mares

- Alto costo de desarrollo
- Aún en etapas de desarrollo tecnológico
- Comercialmente activas de potencia muy bajas
- Altos costos de mantenimiento







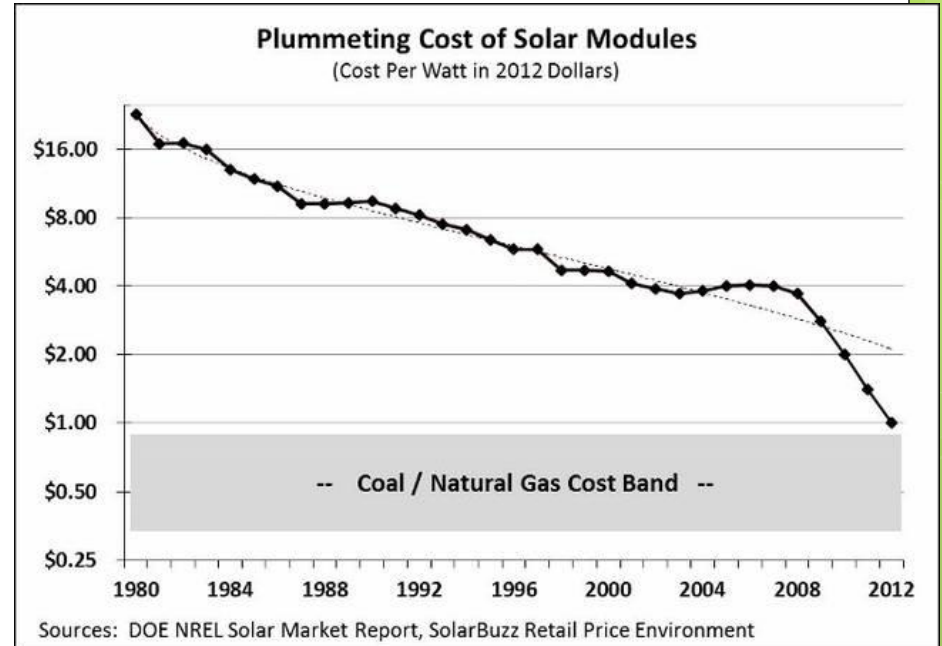
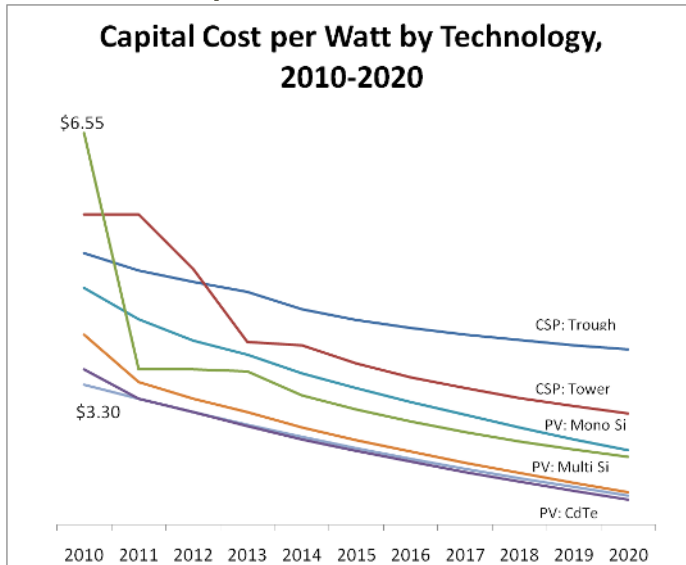
# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

### Costo por Unidad de Inversión: Solar





# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

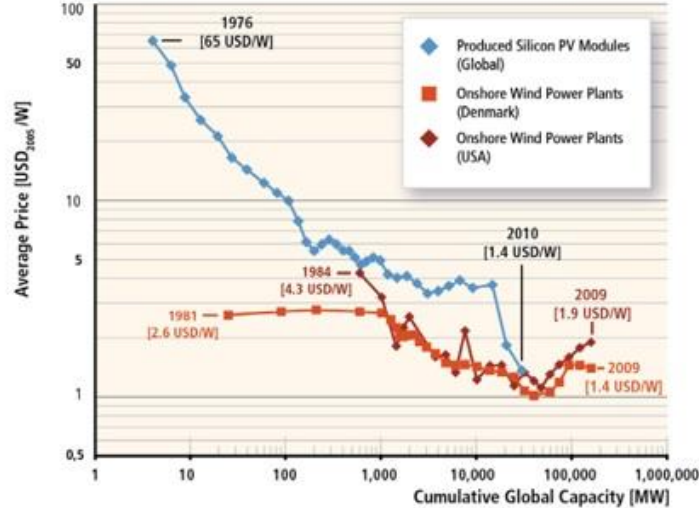
## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Costo por Unidad de Inversión: Eólica

Figure 2. Long-term price trend for solar and wind (source: UN IPCC).



Es difícil estimar si éstos van a seguir bajando ya que el incremento de potencia por unidad está implicando sistemas mas altos.

Quizás ,mantener las torres de 2,5/3 MW y generar mas parques que aumentar la potencia.



NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS  
Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Costo por Unidad de Inversión : De los Mares

### Caso Seabased - Suecia:

- Venta de 14 MW marinos a Ghana
- Sistemas de 25 kW
- 14 MW @ USD2.200.000.-  $\approx$  0,16 USD/W



## Integración a las Redes

### Inyección:

- Líneas con posibles congestiones (debido a ellos mismos, incluso)
- Actualmente con acceso abierto restringido (Panel de Expertos en TxA)
- Propuesta de ley levanta la barrera de acceso. No aclara los pagos.
- Posibles retrasos en sistema de 500 kV Polpaico-Cardones y reforzamientos en 220 kV mantendrían barreras de entrada.
- Baja demanda ayuda a tener CMg desacoplados no cero en SIC-Norte. Si la demanda aumenta sin que se eleven las restricciones, entonces la probabilidad de CMg's ceros aumentará.



## Integración a las Redes

### De la Operación:

- Impacto en la operación de corto plazo/tiempo real debido a cambios en la inyección por incertidumbres rápidas del insumo primario (solar, eólica). ¿Confianza en la predicción del recurso?
- Actualmente la inyección podría verse disminuida si no cumple el factor de amortiguamiento. No existe un índice para la tensión.
- Riesgo en cambios normativos para incorporar indicadores sistémicos (MW/s del sistema) podrían implicar reducciones de ERNC (caso Irlanda – wind curtailment)
- Aumento de los costos de SSCC debido a operación a mínimo técnico debido a inflexibilidades de las plantas en las subzonas (congestiones).
- Programación de la operación con función de objetivo completa podría implicar menor inyección



# NME: NUESTROS GRANDES DESAFÍOS

## Tópico: FUTURO DE LAS ERNC

Universidad de Concepción

Departamento Ingeniería Eléctrica  
Casilla 160-C Concepción  
[clroa@udec.cl](mailto:clroa@udec.cl)

## Del acceso a los Contratos PPA

- Romper la barrera en los clientes libres.
- ¿Agregación geográfica de la oferta? + Agregación de la demanda podría ayudar
- Promover la licitaciones de clientes libres a que sigan la experiencia de las licitaciones de las distribuidoras.