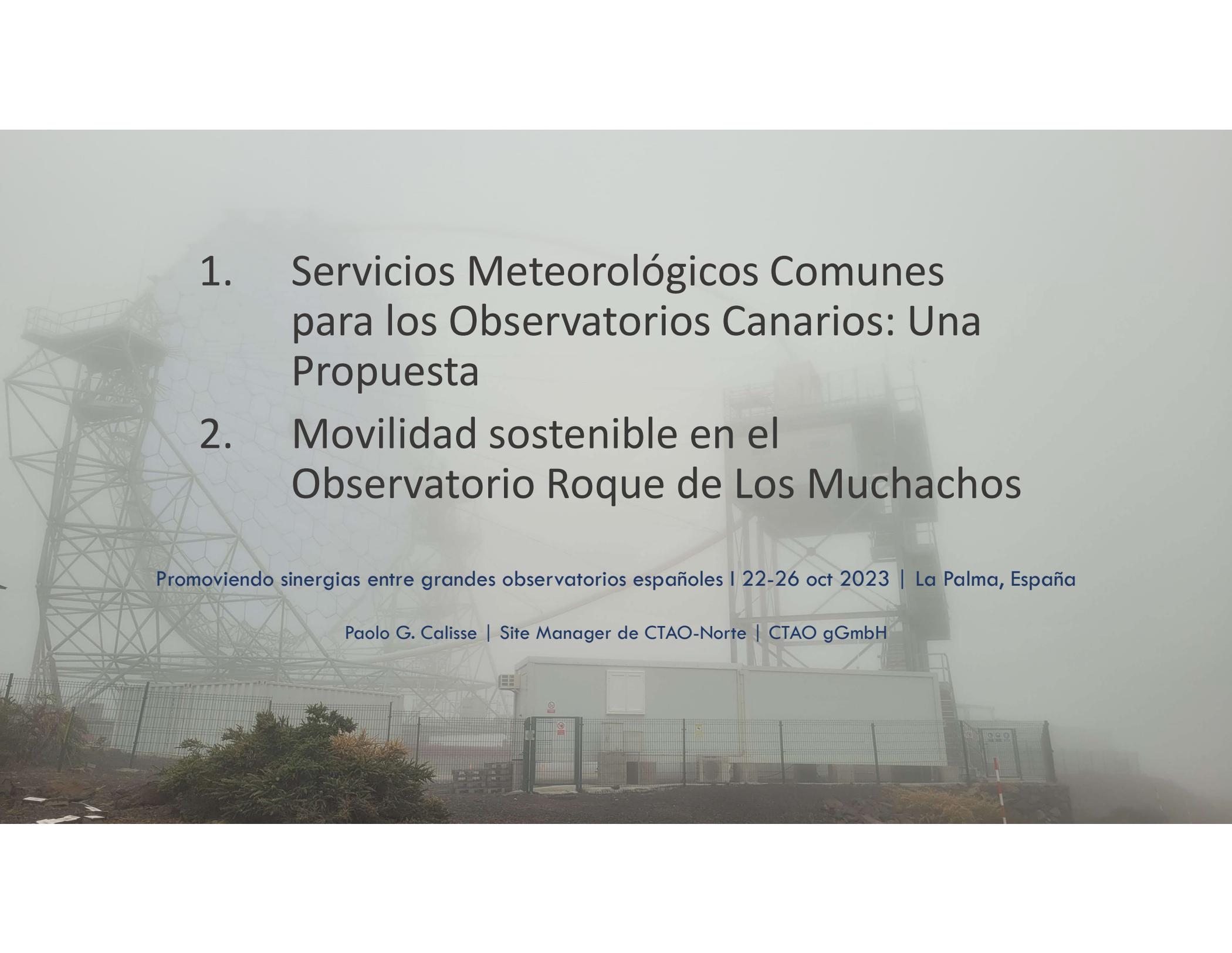


- 
1. Servicios Meteorológicos Comunes para los Observatorios Canarios: Una Propuesta
  2. Movilidad sostenible en el Observatorio Roque de Los Muchachos

Promoviendo sinergias entre grandes observatorios españoles | 22-26 oct 2023 | La Palma, España

Paolo G. Calisse | Site Manager de CTAO-Norte | CTAO gGmbH

# 1. Servicios Meteorológicos Comunes para los Observatorios Canarios: Una Propuesta

Promoviendo sinergias entre grandes observatorios españoles |  
22-26 oct 2023 | La Palma, España

Paolo G. Calisse | Site Manager de CTAO-Norte | CTAO gGmbH

# Sumario

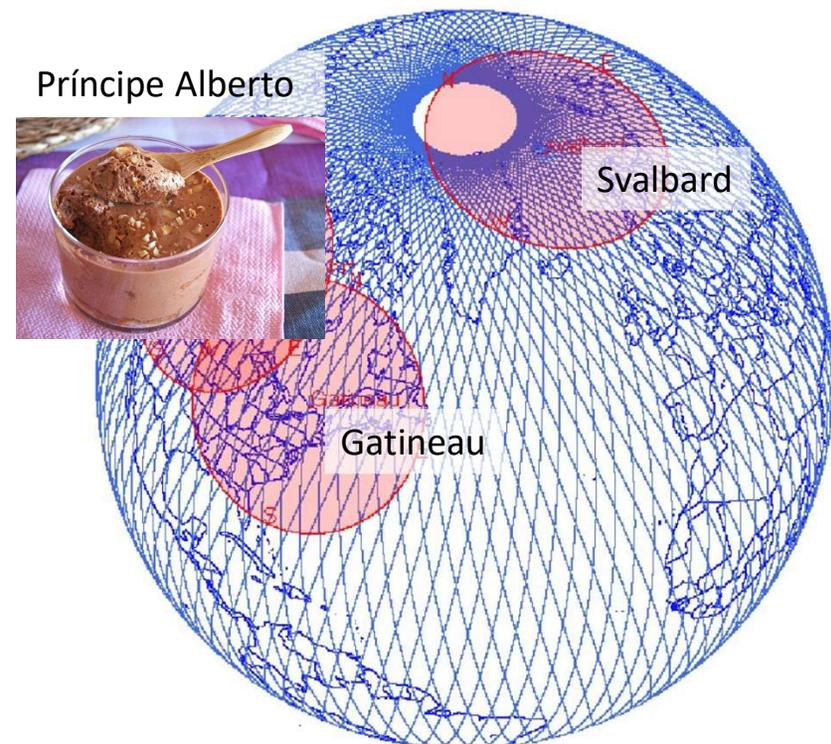
---

Disponer de un servicio local común de previsión meteorológica, **JCOWFC (or Joint Canary Observatories Weather Forecast Center)** sería esencial para:

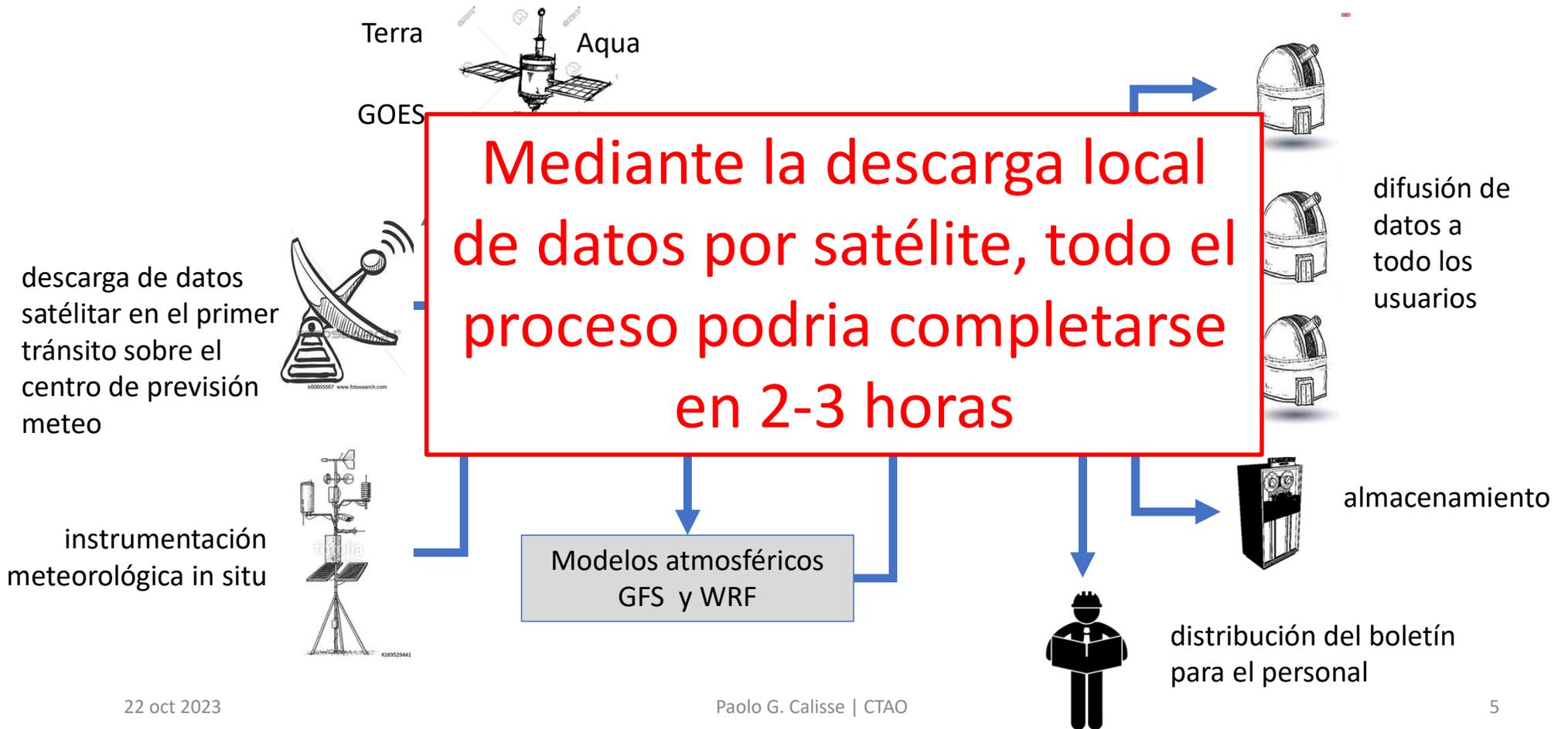
- ✓ Recopilación y puesta en común de todos los datos meteo disponibles procedentes de diversos instrumentos y descargados localmente de satélites meteorológicos.
- ✓ Proporcionar previsiones meteorológicas en tiempo casi real y de alta resolución espacial, adaptadas a las necesidades de la comunidad astronómica local.
- ✓ Previsión, seguimiento y archivo centralizado de productos de datos atmosféricos como seeing, PWV, perfil de polvo, etc., tanto en 2D como en 3D, horizontal (mapas) y vertical (perfiles)

# Enlace descendente de datos

- Las imágenes de satélite globales y los datos de observación de la Tierra **se descargan en algunas estación terrestre remota en cada pasada**
- Pero esto **retrasa la disponibilidad global de los datos**
- Sin embargo, la descarga local es posible y permite la adquisición de datos locales en tiempo real, lo que **reduce el tiempo necesario para el procesamiento de los modelos atmosféricos.**



# ¿Cómo se puede generar una previsión meteorológica específica y casi en tiempo real?



# Principales ventajas

---

1. Previsiones meteorológicas precisas, locales y de alta resolución temporal y espacial, antes de la noche, a intervalos, tentativamente, de 8 o 12 horas
  2. Ahorro de costes al reducir los imprevistos en la observación y mantenimiento,
  3. Optimización del tiempo de observación
  4. Centralización de la información
  5. Mejora de la seguridad del personal, de las infraestructuras y de los visitantes (boletín publicado dos veces al día)
- sobre PWV, seeing, turbulencia atmosférica, webcams y otros parámetros meteorológicos relevantes para la planificación.

## Un ejemplo:

# El Centro Meteorológico de Mauna Kea (MKWC)

---

- El MKWC ofrece, desde Hilo, previsiones meteorológicas a todos los telescopios de Mauna Kea
- El modelo global GFS (Global Forecast System Model) está disponible 3,5 horas después de la adquisición de los datos meteorológicos locales por satélite.
- A continuación, se inicializa y procesa el modelo local WRF (Weather Research & Forecasting Model)
- El modelo proporciona dominios a 4.500, 900 y 300 m a distintos mBar de presión, y a resolución en 2,5 horas, utilizando un clúster de 128 procesadores de 7 años de antigüedad.
- A continuación, los meteorólogos profesionales analizan los resultados
- Emiten dos previsiones a corto plazo y un boletín sinóptico diarios, a las 10.00 y a las 17.00 horas
- Acceso a través de una única página web
- [Cherubini et al., MNRAS, 2022](#) para más detalles



MK Forecast

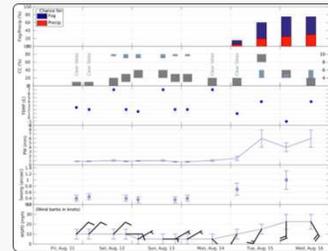
Current Conditions

Satellite

Radar

Maunakea Weather Center

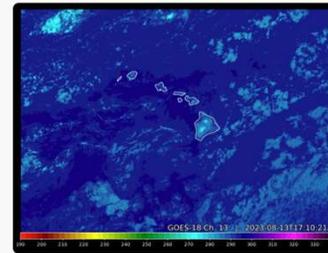
Latest MK Forecast



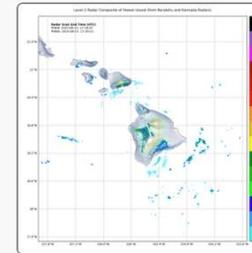
CFHT Telescope (Aimed North)



Satellite



Radar



Maunakea Weather Center

The Hokukea Project

[Professor Steven Businger](#)  
Principal Investigator  
[Send Email](#)

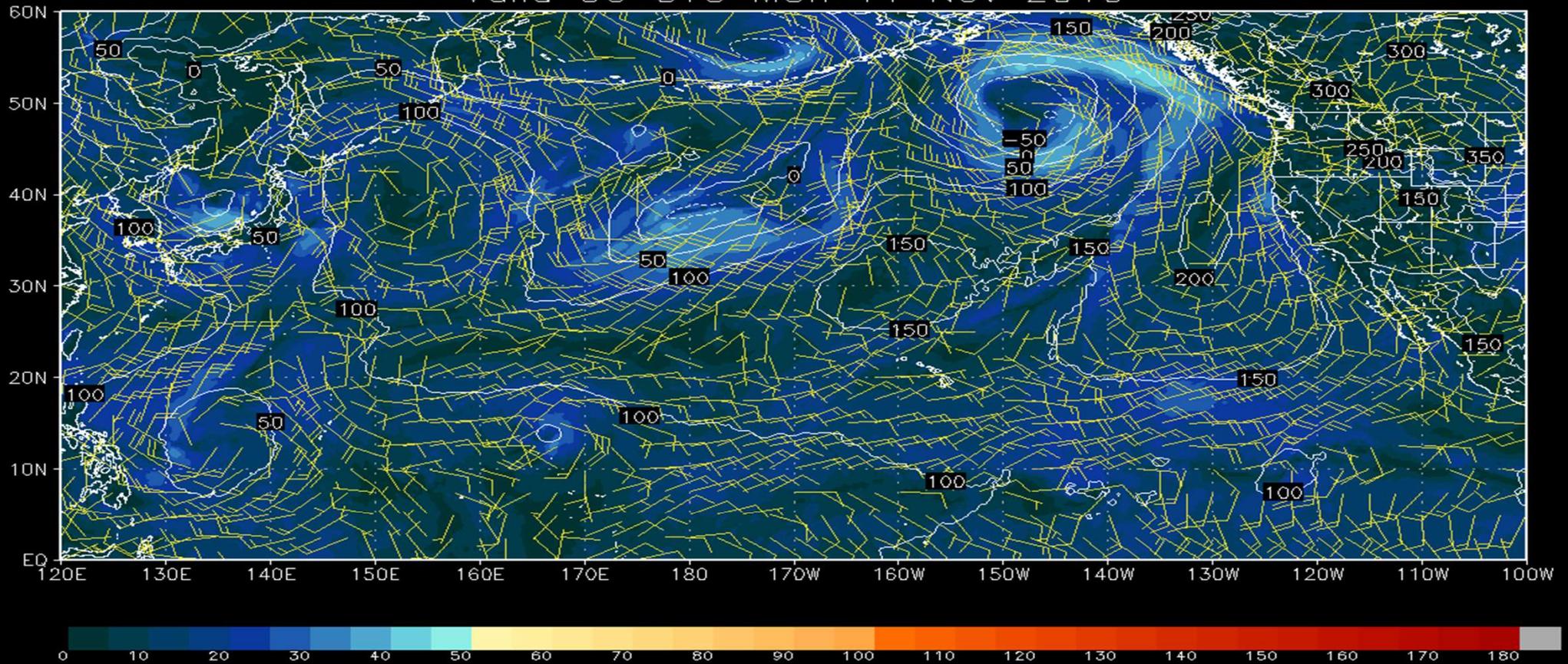
[Dr. Tiziana Cherubini](#)  
Research Meteorologist  
[Send Email](#)

[Ryan Lyman](#)  
Forecast Meteorologist  
[Send Email](#)

Paolo G. Calisse | CTAO

Página web del  
Centro  
Meteorológico  
de Maunakea

1000 mb Winds (kts)  
Valid 06 UTC Mon 11 Nov 2019



Select

Numerical Model:

WRF-RCON

Region:

Hawaii Close Up

Orientation

Horizontal Analyses

Model Variable:

Winds

Level

250 mb

Forecast Time

0200 HST Tue Oct 24 2023 (012 hrs)

Collage Type

None

More Options

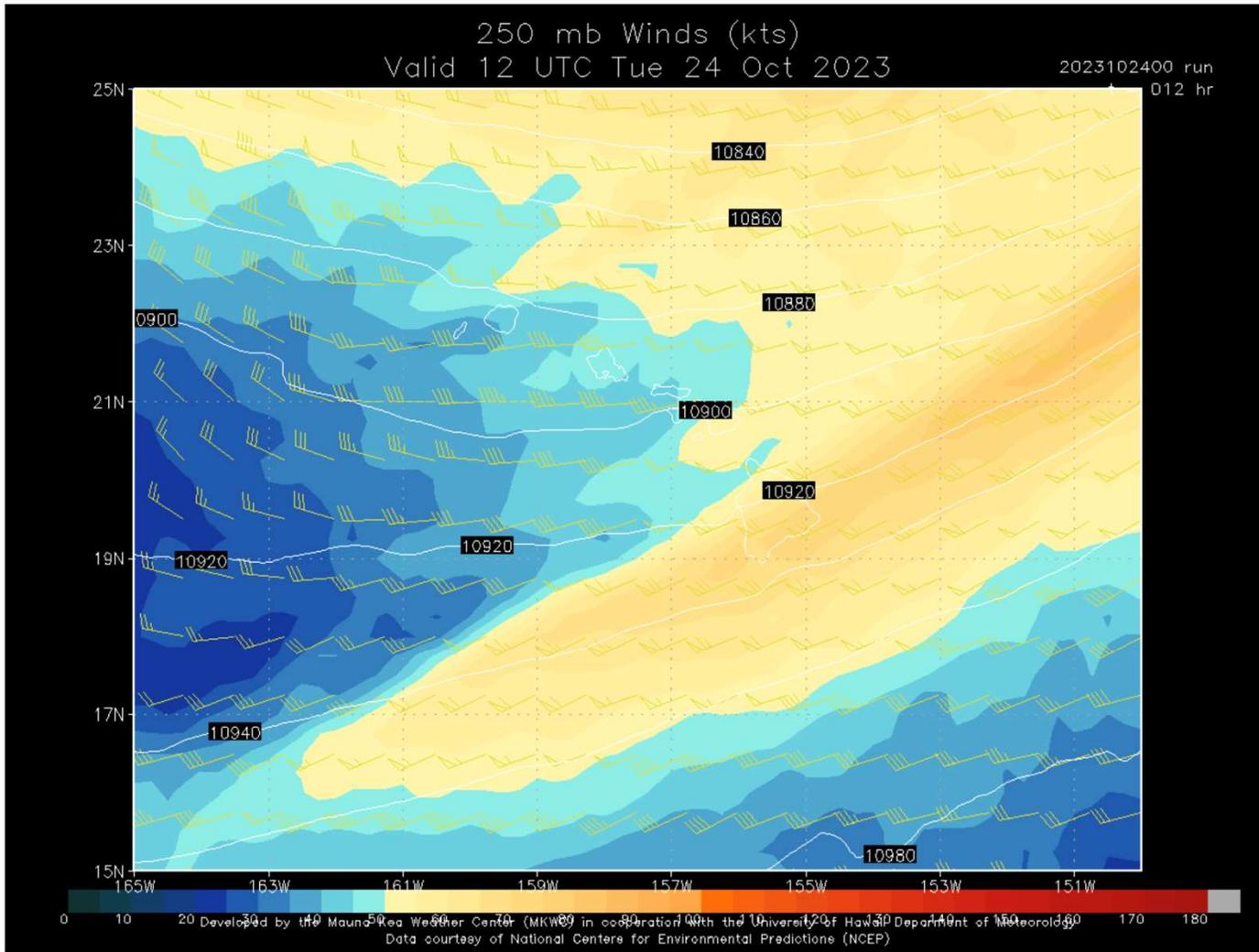
Image Size: [Large](#) | [Small](#) | [Thumbnail](#)

[Previous](#) | [Next](#) Forecast Hour

Model Image Info: [On](#) | [Off](#)

[Return to Model Page](#)

[Animate](#)



|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Model               |                          |
| Region              | Hawaii Close Up          |
| Orientation         | Horizontal Analyses      |
| Variable            | Winds                    |
| Level               | 250 mb                   |
| Valid Time          | 0200 HST Tue Oct 24 2023 |
| Initialization Time | 2023102400               |
| FCST HR             | 012                      |
| Collage             | none                     |

**Select**

**Numerical Model:**  
WRF-RCON

**Region:**  
Hawaii Close Up

**Orientation:**  
Horizontal Analyses

**Model Variable:**  
Winds

**Level:**  
250 mb

**Forecast Time:**  
0200 HST Tue Oct 24 2023 (012 hrs)

**Collage Type:**  
None

**More Options**

Image Size: [Large](#) | [Small](#) | [Thumbnail](#)  
[Previous](#) | [Next](#) Forecast Hour  
 Model Image Info: On | [Off](#)  
[Return to Model Page](#)  
[Animate](#)

250 mb Winds (kts)

**Select**

**Numerical Model:**  
WRF-RCON

**Region:**  
Hawaii Close Up

**Orientation:**  
Horizontal Analyses

**Model Variable:**  
Winds

**Level:**  
250 mb

**Forecast Time:**  
0200 HST Tue Oct 24 2023 (012 hrs)

**Collage Type:**  
None

**More Options**

Image Size: [Large](#) | [Small](#) | [Thumbnail](#)  
[Previous](#) | [Next](#) Forecast Hour  
 Model Image Info: On | [Off](#)  
[Return to Model Page](#)  
[Animate](#)

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Model               |                          |
| Region              | Hawaii Close Up          |
| Orientation         | Horizontal Analyses      |
| Variable            | Winds                    |
| Level               | 250 mb                   |
| Valid Time          | 0200 HST Tue Oct 24 2023 |
| Initialization Time | 2023102400               |
| FCST HR             | 012                      |
| Collage             | none                     |

menú para seleccionar el producto de datos deseado

**Select**

**Numerical Model:**  
WRF-RCON

**Region:**  
Hawaii Regional View

**Orientation:**  
Vertical Profiles

**Model Variable:**  
Skew-T

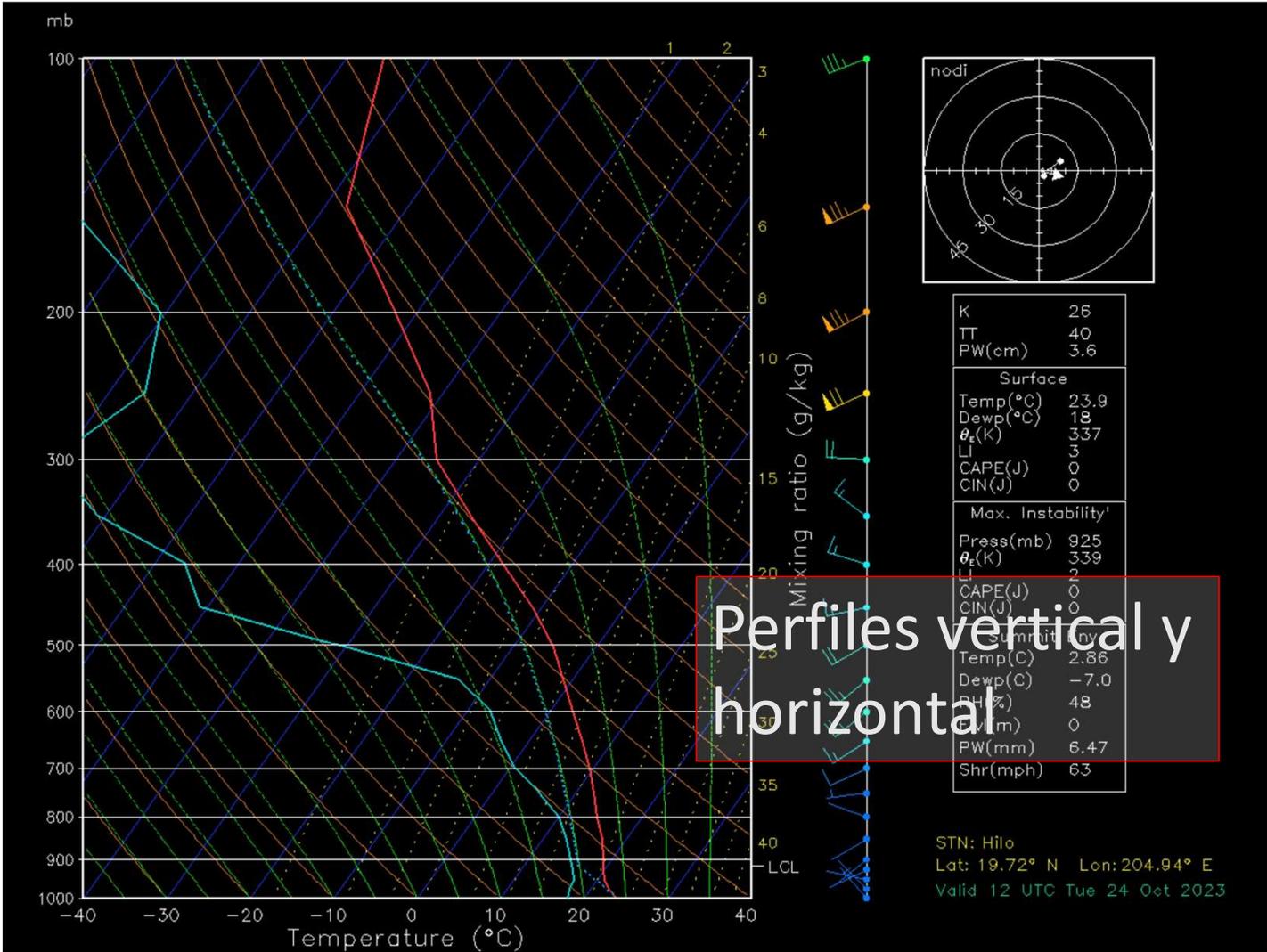
**Station:**  
Hilo

**Forecast Time:**  
0200 HST Tue Oct 24 2023 (012 hrs)

**Collage Type:**  
None

**More Options**

Image Size: [Large](#) | [Small](#) | [Thumbnail](#)  
[Previous](#) | [Next](#) Forecast Hour  
 Model Image Info: On | [Off](#)  
[Return to Model Page](#)  
[Animate](#)



|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Model               |                          |
| Region              | Hawaii Regional View     |
| Orientation         | Vertical Profiles        |
| Variable            | Skew-T                   |
| Level               | Hilo                     |
| Valid Time          | 0200 HST Tue Oct 24 2023 |
| Initialization Time | 2023102400               |
| FCST HR             | 012                      |
| Collage             | none                     |

Perfiles vertical y horizontal

# "Pero... ¿no se puede hacer automáticamente?"

- Una previsión y un análisis de datos realizado localmente por meteorólogos experimentados es mucho más **preciso y fiable**
- Una previsión casi en tiempo real emitiría **avisos** y boletines **sinópticos**
- Deben considerarse los datos brutos, los resultados de la modelización, la información complementaria y también la **experiencia del meteorólogo**.
- Los meteorólogos **aprenden** de la experiencia previa
- **La resolución espacial y temporal** es mayor
- Los modelos GFS y WRF procesados localmente son más **precisos y aparecen antes**
- Un JCOWFC puede proporcionar productos específicos **á la carte** en estrecha colaboración con los astrónomos
- Un JCOWFC puede **amejorarse continuamente**

# Productos de datos: ¡localice!

- Boletines sinópticos dos veces al día, más previsiones a largo plazo y actualizaciones a corto plazo
- Avisos de seguridad, incluido el estado de las carreteras, alertas meteorológicas, avisos de "calima", etc.
- Viento, nubosidad, temperatura, HR, niebla, etc. análisis horizontal y perfiles verticales
- PWV local y análisis horizontal de seeing
- Archivo de datos meteorológicos
- Efemérides astronómicas dedicadas
- Integración de técnicas novedosas, como el aprendizaje automático (ML), etc.
- Otros productos a medida

## Maunakea Road Conditions

Road Status: Open (4-Wheel Drive Please)

### Comments

Saturday, August 12, 2023 - 04:35 a.m.

After performing remedial work and grading, the summit access road is reopened to the public.

It is beneficial for all visitors to acclimate at the Visitor Information Station for at least 30 minutes before driving to the summit.

The Maunakea Rangers will inspect all vehicles to ensure they are 4WD, free of mud and debris that may fall onto the road, and that they have at least a half tank of fuel. Please leave all children under 13 years old at home as they have a high risk for high altitude sickness. No pets will be allowed up the summit access road or at the Visitor Information Station.

We appreciate your patience and understanding.

Mahalo and have a great day!

The Maunakea Rangers

This announcement is primarily used to inform the public about road closures. Road closures typically occur during winter months due to ice or snow on the road and occasionally for high wind situations. Specific road closure criteria are listed below:

1. Any ice or snow on the road.
2. Winds greater than 55 mph for more than 1 hour and/or gusts greater than 65mph.
3. Visibility less than 50 feet.
4. Any emergent condition that makes the road unsafe for travel.

There are very few road closures from April 1 through November 30, and this message will not be updated during this time period unless unusual circumstances develop.

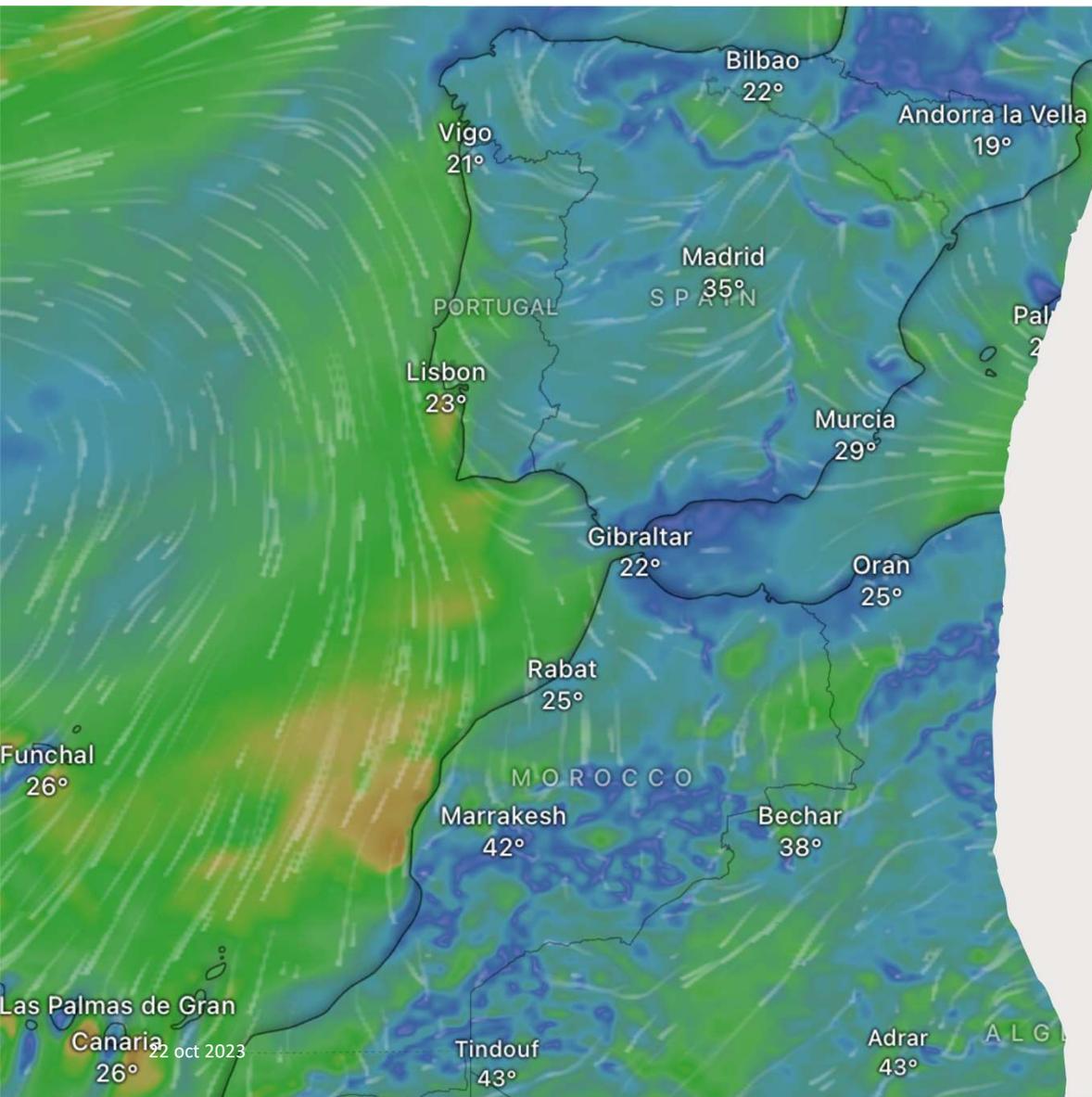
The rest of this website is regularly updated with the summit weather forecast and is a useful source of current Mauna Kea weather conditions.

# ¿Qué necesitamos para instalarlo?

- ✓ Crear una oficina física local, en Tenerife o La Palma
  - ✓ Contratar 3 meteorólogos con experiencia local
  - ✓ Instalar un receptor de satélite para recoger observaciones en tiempo casi real (el software necesario es *open source*).
  - ✓ Utilizar algún tiempo libre del clúster de ordenadores del CALP u otro para ejecutar el modelo local GSF y el producto de datos para las Islas Canarias.
    - ✓ alternativamente, comprar un ordenador con las prestaciones adecuadas (off-the-shelf)
  - ✓ Instalar los modelos atmosferico (open source)
  - ✓ Compartir datos de todos los telescopios disponibles
- en el sitio:
- ✓ Estaciones meteorológicas
  - ✓ Radiómetros
  - ✓ Monitores de radiación solar
  - ✓ Monitores de nubes, de polvo, cámaras web
  - ✓ LiDARs, FRAMS, DIMMs, etc.
- ✓ *Mezclar bien y esperar los resultados dos veces al día.*

## Presupuesto basico del JCOWFC

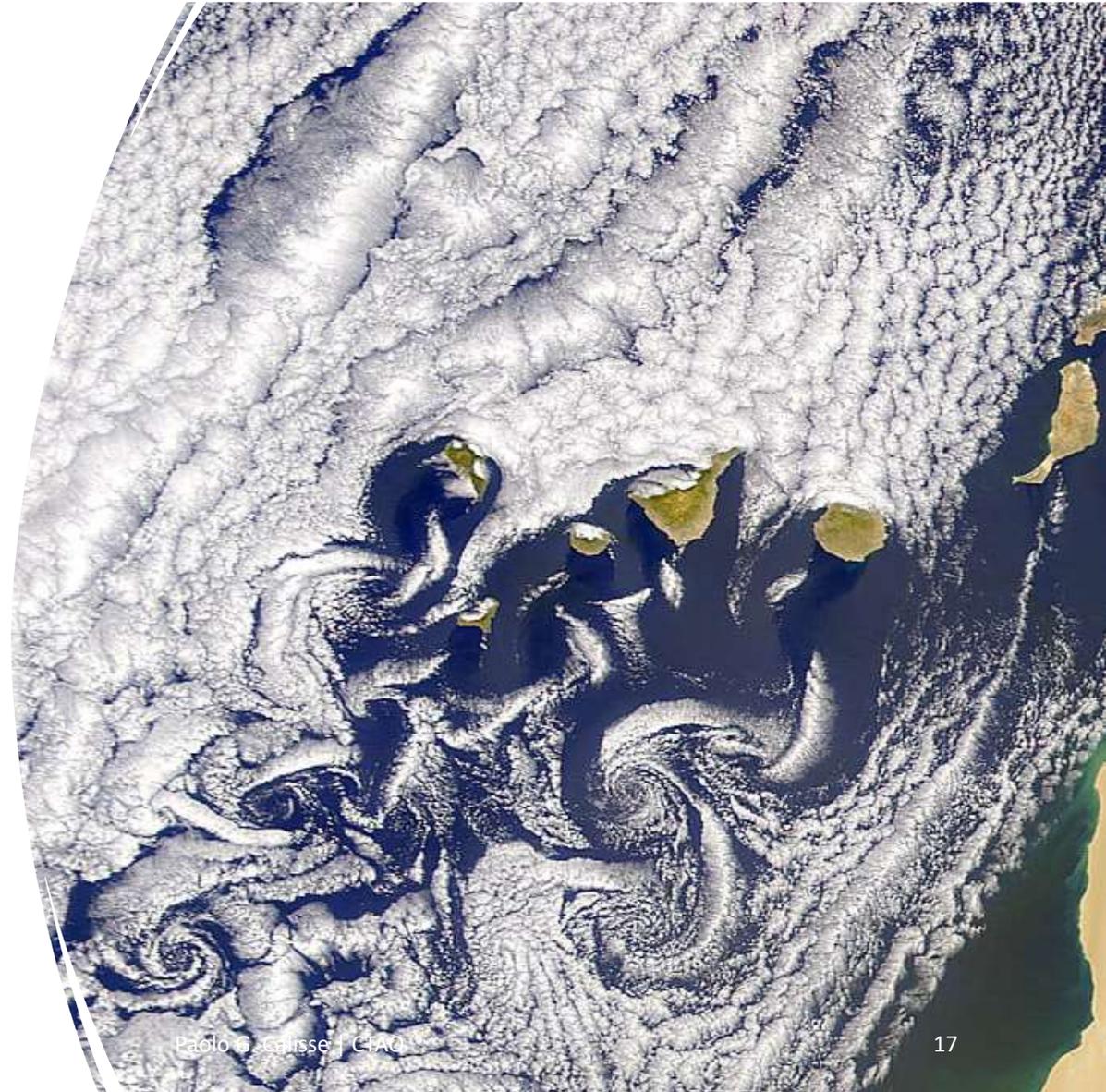
- Inversión de capital parcialmente cubierta por la instrumentación actual o futura (estaciones meteorológicas, DIMM, etc.)
- requieren un receptor de satélite para adquirir rápidamente observaciones terrestres libres para la previsión en tiempo real
- Gastos de funcionamiento de la MKCW: ~250 kUS\$/año, incluidos los sueldos de 3 meteorólogos con experiencia local.
- Una colaboración con Universidad local, ECWMF y Copernicus EU sería beneficiosa para recuperar algunos de los parámetros



# Conclusiones

- Un JCOWFC (Joint Canarian Observatory Weather Forecast Center) mejoraría la planificación y calidad de nuestras observaciones, la recuperación de datos y la seguridad reduciendo los costes
- La inversión podría repartirse entre todos los proyectos de la zona cubierta. Para ello, es necesario un acuerdo general
- El sistema podría integrarse con tecnologías de IA (ML etc.)

22 oct 2023



Paolo Calisse | CTAO

17

A photograph of a wind turbine on a rocky hillside. In the foreground, several bicycles are parked on a dirt path. The background shows a clear sky and a distant horizon. The text is overlaid on the left side of the image.

## 2. Para una movilidad sostenible en el Observatorio Roque de Los Muchachos

Promoviendo sinergias entre grandes observatorios españoles |

22-26 oct 2023 | La Palma, España

Paolo G. Calisse | Site Manager de CTAO-Norte | CTAO gGmbH

# Desarrollo de un modelo de movilidad específico para el Observatorio del Roque de Los Muchachos

- Intentamos crear un modelo de consumo y huella de CO<sub>2</sub> basado en el caso de uso típico de este observatorio
- El modelo requiere
  - datos reales de algunos vehículos eléctricos disponibles
  - una evaluación del consumo en la ruta típica que recorre el personal que trabaja en el ORM
  - datos reales sobre la producción de energía en la isla de La Palma

 **2 h 33 min (96 km)**

 2 h 33 min  0 min - No charges

 Cuesta San José, 204, 38711 Breña  

 10:53

 90%

**1 h 18 min (48 km)**

 Roque de los Muchachos, 38788 Ga  

 12:11

 57%

**1 h 15 min (48 km)**

 Cuesta San José, 204, 38711 Breña  

 13:27

 60%

 Add waypoint

 Amenity



Restart



Share



Save plan



Captura de pantalla de la aplicación ABRP

22 oct 2023

Paolo G. Calisse | CTAO

## Settings



 Profile

 My drives

 122,535,885 routes planned

### Plan settings



Kia e-Niro 2022+ 64 kWh  
Standard



Departure SoC

90 % 



Reference consumption  
Wh/km @ 110 km/h

165 



Charging stops



Few but long

Quickest arrival

Short but many



Charge Cards **BETA**



Chargers & Networks



Battery



Speed



Vehicle



Road conditions





# Referencias y configuracion en ABRP

| Parámetro                    | Unidad | Valor  |
|------------------------------|--------|--------|
| Peso a bordo                 | kg     | 200    |
| Distancia CALP - ORM - CALP  | km     | 98     |
| Coste de la energía (ENDESA) | €/kWh  | 0.25 € |
| Precio del gasóleo           | €/l    | 1.55 € |
| Adblue                       | km/l   | 600    |
| Precio del AdBlue            | €/l    | 0.60 € |
| CO2 del gasóleo              | gCO2/l | 2,680  |

| Referencias |                                     |   |
|-------------|-------------------------------------|---|
| (1)         | Consumo de energía de los BEV:      | <a href="#">ABRP</a>  |
| (2)         | Datos BEV:                          | <a href="#">Base de datos EV</a>  |
| (3)         | Consumo de combustible de los ICEV: | ENDESA  |
| (4)         | Precio del gasóleo y del AdBlue     | <a href="#">Comparando</a>  |
| (5)         | ACV VW ID.3                         | <a href="#">VW ID.3 LCA</a>   |
| (6)         | Todo AWD EV                         | <a href="#">Base de datos EV AWD</a>  |
| (7)         | ViaMichelin sitio web               | <a href="https://connectedfleet.michelin.com/blog/calculate-co2-emissions">https://connectedfleet.michelin.com/blog/calculate-co2-emissions</a> |
| (8)         | Buberger, Kersten y otros, 2022     | <a href="#">Energía renovable y sostenible Reseñas</a>  |

ICEV = Internal Combustion Engine Vehicle = Vehículo con motor de combustión interna  
 BEV = Battery Electric Vehicle = Vehículo Eléctrico a Batería

# Consumo de combustible en la ruta CALP-ORM-CALP

| marca      | modelo                                 | Batería nominal<br>kWh | Batería<br>utilizable<br>kWh | Consumo de<br>referencia a<br>110 km/h<br>Wh/km | Conducir | Alcance real<br>km | Precio<br>(Alemania)<br>€ | Emisión de<br>referencia<br>gCO2/km |
|------------|--|------------------------|------------------------------|---|----------|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Dacia      | Spring Electric 45                     | 27.4                   | 26.8                         | 161   | Frente   | 165                | 22,550 €                  | 98.9                                |
| Hyundai    | <a href="#">IONIQ 5 Long Range AWD</a> | 77.4                   | 74.0                         | 200   | AWD      | 385                | 59,200 €                  | 168.0                               |
| MG         | MG4 Electric Standard                  | 64.0                   | 61.7                         | 176   | Trasera  | 365                | 35,990 €                  | 175.1                               |
| MG         | Marvel R Performance                   | 69.9                   | 65.0                         | 223   | AWD      | 335                | 50,990 €                  | 161.4                               |
| Nissan     | Leaf 2022 e+ 62 kWh                    | 62.0                   | 59.0                         | 174   | Trasera  | 340                | 41,100 €                  | 150.7                               |
| Skoda      | Enyaq iV 80x                           | 82.0                   | 77.0                         | 193   | AWD      | 400                | 51,765 €                  | 174.8                               |
| Toyota     | b74X AWD                               | 71.4                   | 64.0                         | 194   | AWD      | 330                | 57,390 €                  | 149.8                               |
| Volkswagen | <a href="#">ID.3 Pro Performance</a>   | 62.0                   | 58.0                         | 218   | Trasera  | 350                | 43,995 €                  | 152.2                               |
| Volkswagen | <a href="#">ID.4 GTX</a>               | 88.0                   | 77.0                         | 193   | AWD      | 400                | 53,255 €                  | 180.3                               |
| Volkswagen | <a href="#">ID.4 Pro 4 Motion</a>      | 82.0                   | 77.0                         | 196   | AWD      | 405                | 49,020 €                  | 174.8                               |
| Tesla      | Model 3                                | 60.0                   | 57.5                         | 150   | Trasera  | 380                | 46,667 €                  | 155.0                               |
| Hyundai    | Kona Electric 42 kWh                   | 42.0                   | 39.2                         | 157   | Frente   | 250                | 36,400 €                  | 141.8                               |

# Coste del combustible en la ruta CALP-ORM-CALP

| marca         | modelo                                 | Consumo de energía<br>%/viaje | Viajes posibles con una<br>carga del 90% | Energía Usada<br>kWh | Consumo<br>Wh / km | Coste<br>€ / viaje |
|---------------|--|-------------------------------|--|----------------------|--------------------|--------------------|
| Dacia         | Spring Electric 45                     | 52%                           | 1  | 13.9                 | 142                | 3.48 €             |
| Hyundai       | <a href="#">IONIQ 5 Long Range AWD</a> | 32%                           | 2  | 23.7                 | 242                | 5.92 €             |
| MG            | MG4 Electric Standard                  | 56%                           | 1  | 24.7                 | 252                | 6.17 €             |
| MG            | Marvel R Performance                   | 35%                           | 2  | 22.8                 | 232                | 5.69 €             |
| Nissan        | Leaf 2022 e+ 62 kWh                    | 36%                           | 2  | 21.2                 | 217                | 5.31 €             |
| Skoda         | Enyaq iV 80x                           | 60%                           | 1  | 24.6                 | 251                | 6.16 €             |
| Toyota        | b74X AWD                               | 60%                           | 1  | 21.1                 | 216                | 5.28 €             |
| Volkswagen    | <a href="#">ID.3 Pro Performance</a>   | 37%                           | 2  | 21.5                 | 219                | 5.37 €             |
| Volkswagen    | <a href="#">ID.4 GTX</a>               | 33%                           | 2  | 25.4                 | 259                | 6.35 €             |
| Volkswagen    | <a href="#">ID.4 Pro 4 Motion</a>      | 32%                           | 2  | 24.6                 | 251                | 6.16 €             |
| Tesla         | Model 3                                | 38%                           | 2  | 21.9                 | 223                | 5.46 €             |
| Hyundai       | Kona Electric 42 kWh                   | 51%                           | 1  | 20.0                 | 204                | 5.00 €             |
| <b>Nissan</b> | <b>Navara 2300 cc AWD</b>              | <b>10</b>                     |  |                      |                    | <b>15.50 €</b>     |

- Todos los modelos de coche pueden llegar fácilmente al Roque desde el CALP y volver con una sola carga.
- El coste energético de los BEV es mucho menor, incluso utilizando electricidad de la red y no autoproducida, que el coste del combustible de los ICEV.

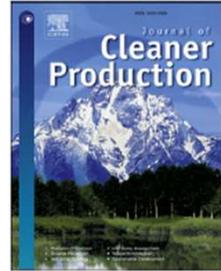
# Producción energética de La Palma

- La producción de energía en La Palma tiene una de las peores huellas de carbono de la UE debido a:
  - El uso de fuelóleo, un subproducto muy contaminante de la producción de gasóleo.
  - Escasa presencia de fuentes de energía renovables (10,35%)
  - Generadores de energía de muy bajo rendimiento
- Las emisiones del mix de generación eléctrica de La Palma son cuatro veces superiores a las continentales





La recarga de los BEV de la red en La Palma puede ser más contaminante que el uso de los ICEV, si se tiene en cuenta el LCA completo (Análisis del Ciclo de Vida) del vehículo.



## A comparative evaluation of CO<sub>2</sub> emissions between internal combustion and electric vehicles in small isolated electrical power systems - Case study of the Canary Islands



I. Nuez<sup>a</sup>, A. Ruiz-García<sup>a,\*</sup>, J. Osorio<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Electronic Engineering and Automation, University of Las Palmas de Gran Canaria, Campus Universitario de Tafira, E-35017, Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria, Spain

<sup>b</sup> Department of Business Administration and Management, University of Las Palmas de Gran Canaria, Campus Universitario de Tafira, E-35017, Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria, Spain

# Comparación de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos en La Palma y Tenerife

| Vehículo     | Fabricación, mantenimiento y puesta fuera de servicio | Combustible Extracción, refinado y transporte | Emisiones de combustión | Total                 |
|--------------|---|---|-------------------------|-----------------------|
|              | gCO <sub>2</sub> / km                                 | gCO <sub>2</sub> / km                         | gCO <sub>2</sub> / km   | gCO <sub>2</sub> / km |
| Gasolina     | 60.85   | 43.78   | 128.54                  | <b>233.17</b>         |
| Diesel       | 50.79   | 42.68   | 127.77                  | <b>221.16</b>         |
| La Palma BEV | 69.61   | 43.88   | 133.24                  | <b>246.73</b>         |
| Tenerife BEV | 69.61   | 42.50   | 128.86                  | <b>240.97</b>         |



(media anual y franja horaria de la tarifa B)

**Pero...**

Nuez &. Ruiz-García, 2022

- 1) El uso de vehículos en el observatorio no es medio: velocidades bajas, frenado regenerativo, poco tráfico
- 2) Parte de la energía del centro procede de fuentes sostenibles
- 3) La huella de CO<sub>2</sub> no tiene en cuenta el impacto medioambiental total: También deben tenerse en cuenta las partículas, el polvo de los frenos, el ruido y otros contaminantes.

# Comparación de las emisiones de CO2 de los vehículos en La Palma y Tenerife

| Vehículo      | Fabricación, mantenimiento y puesta fuera de servicio | Combustible Extracción, refinado y transporte | Emisiones de combustión | Total         | Diferencia      |
|---------------|---|---|-------------------------|---------------|-----------------|
|               | gCO2 / km   | gCO2 / km                                     | gCO2 / km               | gCO2 / km     |                 |
| Gasolina ICEV | 60.85   | 43.78   | 128.54                  | <b>233.17</b> |                 |
| Diesel ICEV   | 50.79   | 42.68   | 127.77                  | <b>221.16</b> |                 |
| La Palma BEV  | 69.61   | 37.30   | 113.25                  | <b>220.16</b> | <b>-26.57</b> ← |
| Tenerife BEV  | 69.61   | 36.13   | 109.53                  | <b>215.27</b> | <b>-25.70</b> ← |

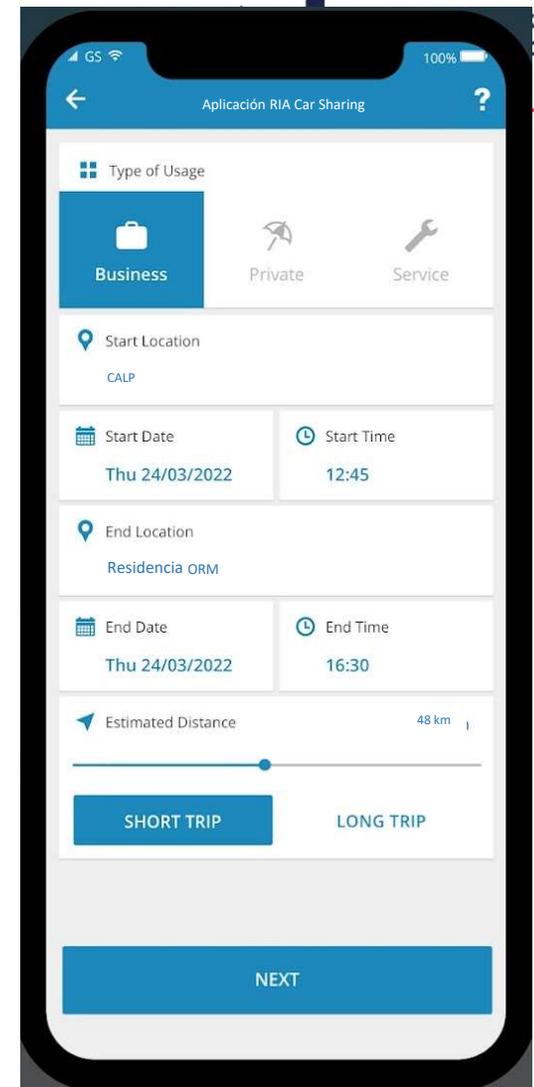
(media anual y franja horaria de la tarifa B)

Adjustado desde Nuez & Ruiz-García, 2022

... ¡con un 15% más de energía renovable!

# Otras formas de ahorrar CO<sub>2</sub> y €€€

- ✓ **Considere la posibilidad de compartir la flota:**
  - ✓ **gestión compartida de flotas a través de la aplicaciones de fleet manager**
- ✓ Presionar a las autoridades locales para que aumenten la penetración de la energía sostenible:
  - ✓ flexibilización de las normas para la instalación de energía fotovoltaica en zonas próximas a telescopios y ya afectadas por impactos ambientales
  - ✓ Aumentar la producción de energía sostenible en toda la isla
- ✓ Trabajar para reducir la necesidad de desplazarse al Roque
  - ✓ Aumentar el funcionamiento a distancia
  - ✓ Mejorar las estancias en la Residencia siempre que sea posible



# Conclusiones

- Aunque los BEV siguen siendo económicamente viables, puede que no sean tan respetuosos con el medio ambiente en La Palma como se suele creer
- Como científicos sensibles a la crisis climática, debemos asumir el papel de promotores de la energía sostenible ante las autoridades locales y el público en general
- También debemos aprovechar de cualquier oportunidad para instalar fuentes de producción de energía renovable en el Roque
- Un servicio de transporte de personal - compartido y flexible - supondría un gran ahorro para nuestros bolsillos y también para el medio ambiente

Gracias por su atención...  
¿Preguntas?



**Paolo G. Calisse – Site Manager del CTAO-N**  
**[paolo.calisse@cta-observatory.org](mailto:paolo.calisse@cta-observatory.org)**

Gracias a Tiziana Cherubini (Mauna Kea Weather Center) y Carlo Buontempo (Copernicus EU Director) por las útiles discusiones.