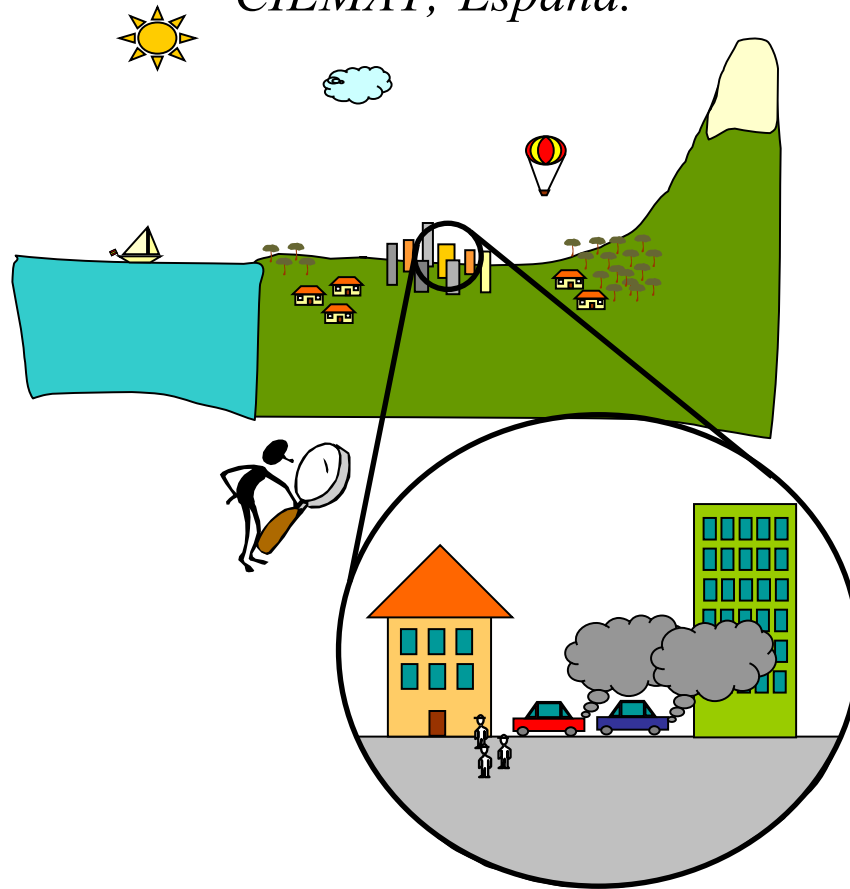


Introducción de una parametrización urbana en WRF.

Alberto Martilli

CIEMAT, España.



Más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, y este porcentaje está destinado a crecer. Además el número de grandes ciudades (megacities) está también aumentando.



Año	Porcentaje de población urbana
1800	3%
1900	14%
1950	30%
2007	50%
2030	61% (est.)

Año	Número de ciudades con más de 5 millones
1950	8
2003	46
2015	61

Estos fenómenos generan problemas medioambientales.

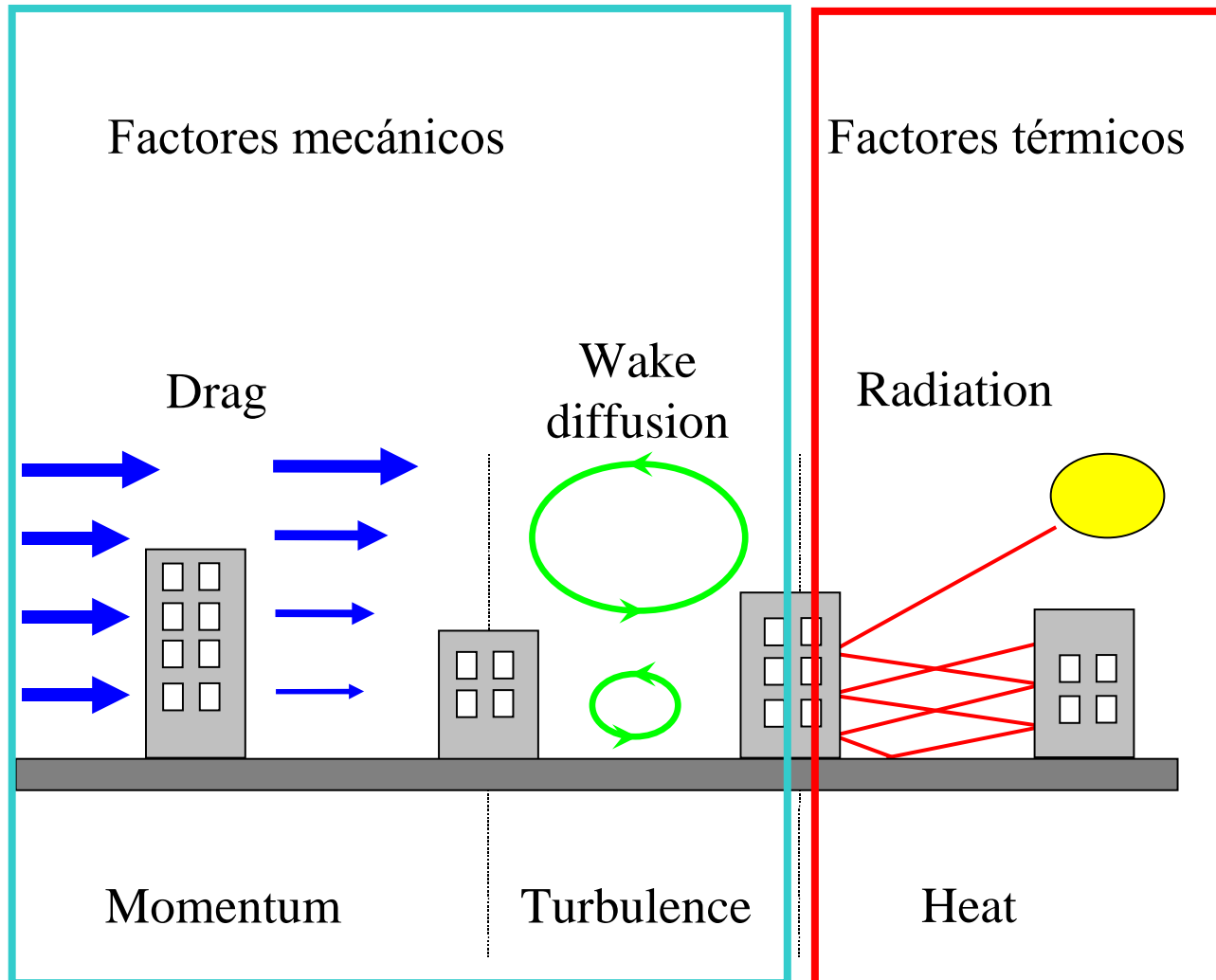
Idea: construir una herramienta que sirva para estimar el impacto del desarrollo urbano sobre la calidad del aire y el clima (isla de calor urbana).

Útil para la
planificación
urbanística

Es necesario representar bien los fenómenos atmosféricos en la capa límite urbana

Efectos Urbanos

*Parameterization basada en
Martilli et al. 2002*



Factores mecánicos

Ecuación para el momento

Porous approach (sink)

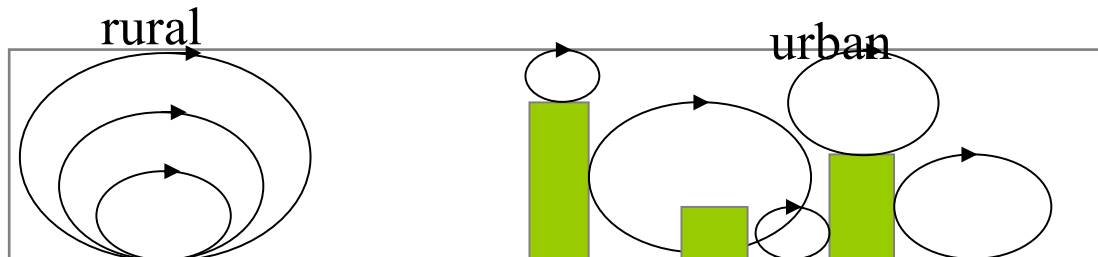
$$\vec{D}u_{IU}^V = -\rho C_{drag} \left| U_{IU}^{ort} \right| U_{IU}^{ort} \frac{S_{IU}^V}{V_{IU} - V_{IUbuild}}$$

Ecuación para la TKE

Porous approach (source)

$$De_{IU} = C_{drag} \left| U_{IU}^{ort} \right|^3 \frac{S_{IU}^V}{V_{IU} - V_{IUbuild}}$$

Modificación de las longitudes de escala



Factores térmicos

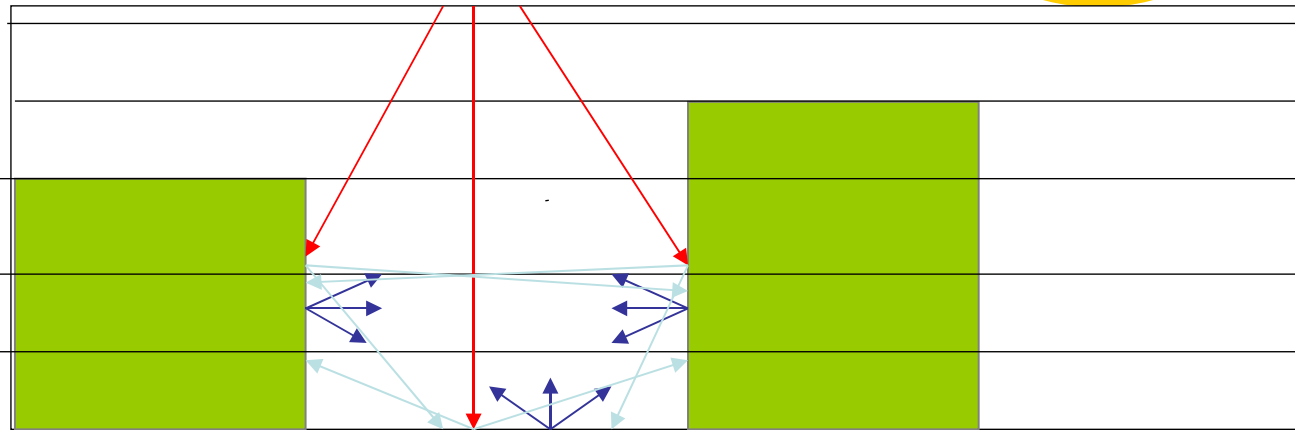
Ecuación para la temperatura potencial

Calles y tejado

$$D\theta_{iu}^H = -\rho \frac{v_k^2}{\left[\ln\left(\frac{\Delta z_{IU} / 2}{z_{oiu}}\right) \right]^2} |U_{IU}^{hor}| (\theta_{air} - \theta_{surf}) f_h\left(\frac{\Delta z_{IU} / 2}{z_{oiu}}, Ri_B\right) \frac{S_{iu}^H}{V_{IU} - V_{IUbuild}}$$

paredes

$$F\theta_{IU}^V = \frac{\eta}{C_p} \left[(\theta_{air} - \theta_{wall IU}^{West}) + (\theta_{air} - \theta_{wall IU}^{East}) \right] \frac{S_{IU}^V}{V_{IU} - V_{IUbuild}}$$



pared

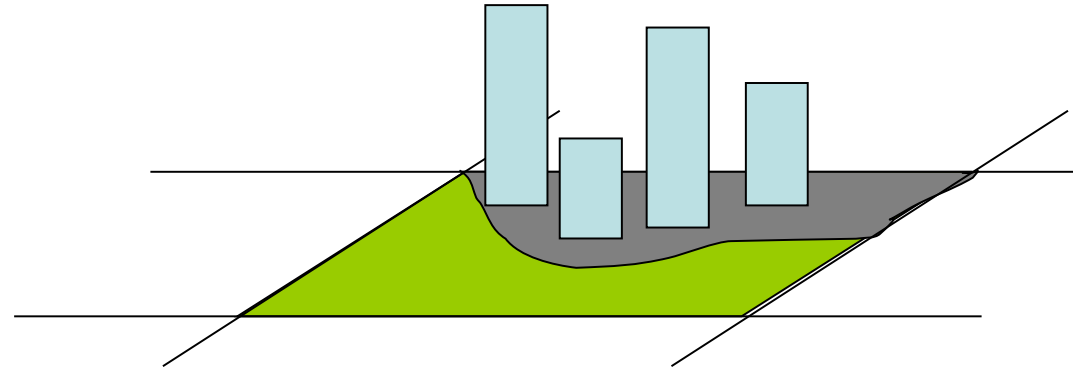
$$\underbrace{Rl_i^W}_{W.wall} = \underbrace{\Psi_{si}(\epsilon_s \sigma T_s^4 + (1 - \epsilon_s) Rl_s)}_{c.floor} + \underbrace{\sum_{j=1, nzl} \Psi_{ji} \Gamma_{j+1} (\epsilon_w \sigma T_e^4 j + (1 - \epsilon_w) Rl_j^E)}_{wall.} + \underbrace{\Psi_{di} Rl_d + \sum_{j=1, nzl} \Psi_{ji} (1 - \Gamma_{j+1}) Rl_d}_{sky}$$

calle

$$\underbrace{Rl_s}_{c.floor} = \underbrace{\Psi_{ds} Rl_d + \sum_{j=1, nzl} \Psi_{js} (1 - \Gamma_{j+1}) Rl_d}_{sky} + \underbrace{\sum_{j=1, nzl} \Psi_{js} \Gamma_{j+1} (\epsilon_w (\sigma T_w^4 j + \sigma T_e^4 j) + (1 - \epsilon_w) (Rl_j^W + Rl_j^E))}_{walls}$$

Implementación en WRF

Para cada celda, se define un porcentaje de zona urbana y de zona rural



Se calcula el impacto de la zona urbana (flujos, drag, etc.) utilizando la técnica descrita anteriormente.

Se calcula el impacto de la zona rural utilizando una técnica estándar de WRF (e. g. NOAH)

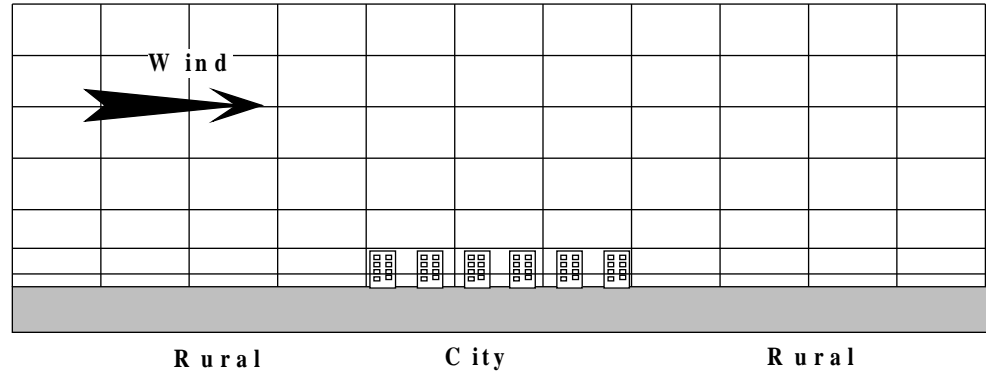
Se promedian los términos calculados por cada superficie (urbana y rural), en función del porcentaje de área urbana y de área rural en cada celda.



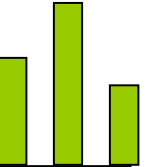
Los valores calculados previamente se pasan a la rutina de “Boundary layer” (BL).

Se ha introducido la parametrización de la turbulencia de Bougeault y Lacarrere (1989)

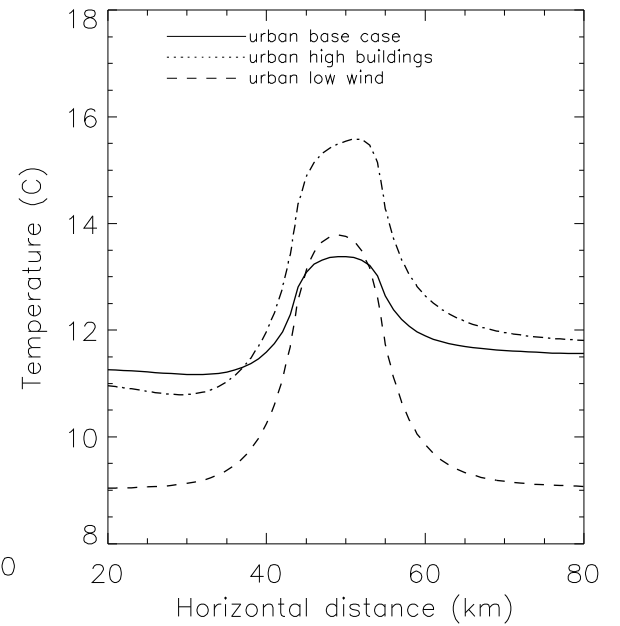
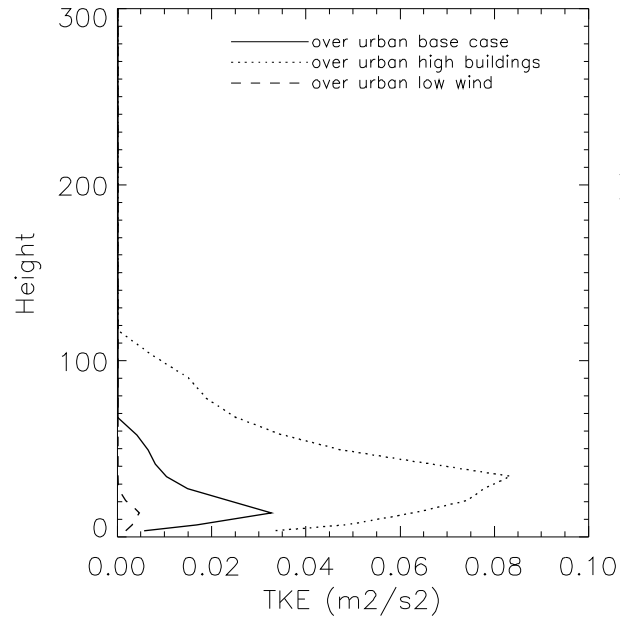
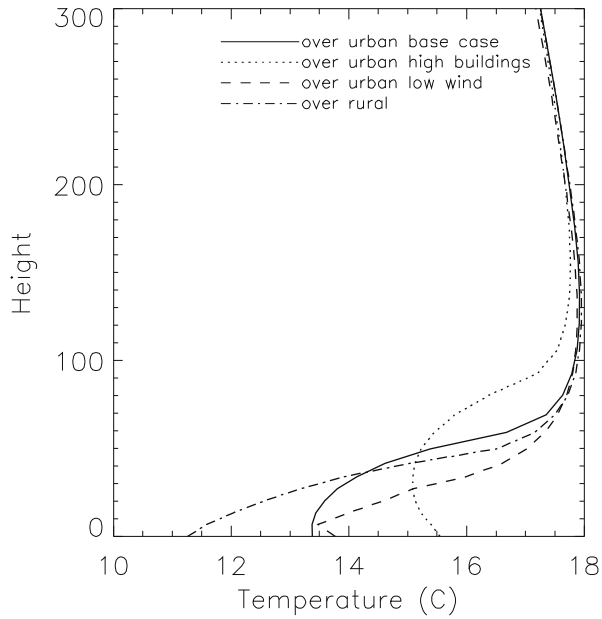
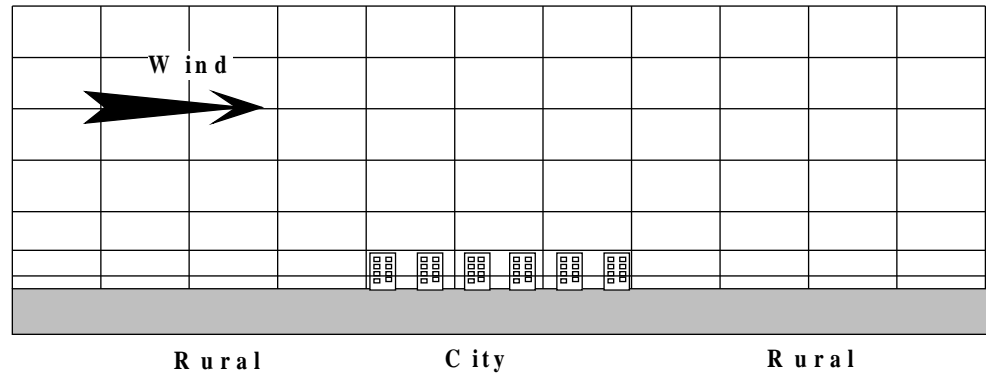
La parametrización de la turbulencia de la “Boundary Layer” estima los valores de las “tendencias” que son pasados al “Solver”.

Ejemplos en 2D



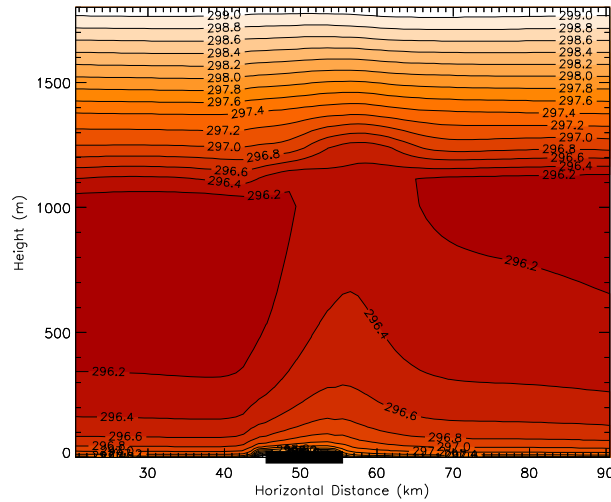
Altura edificios	Viento inicial	
 <p>H=15m ± 5 m</p>	3 m/s	Caso base
 <p>H=15m ± 5 m</p>	1 m/s	Viento débil
 <p>H=30m ± 10 m</p>	3 m/s	Edificios altos

Ejemplos en 2D

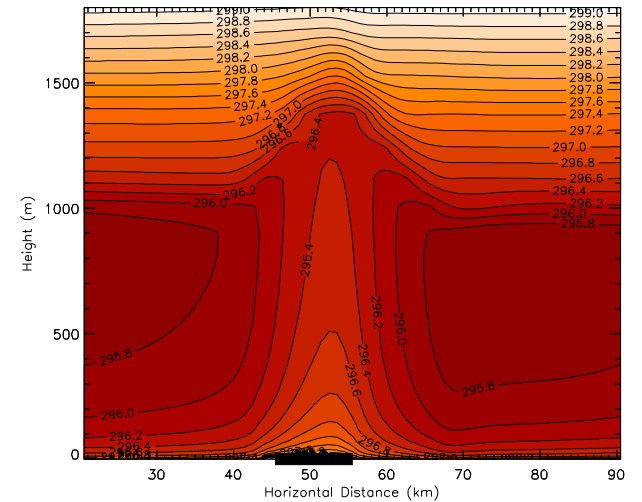


Día

Caso base

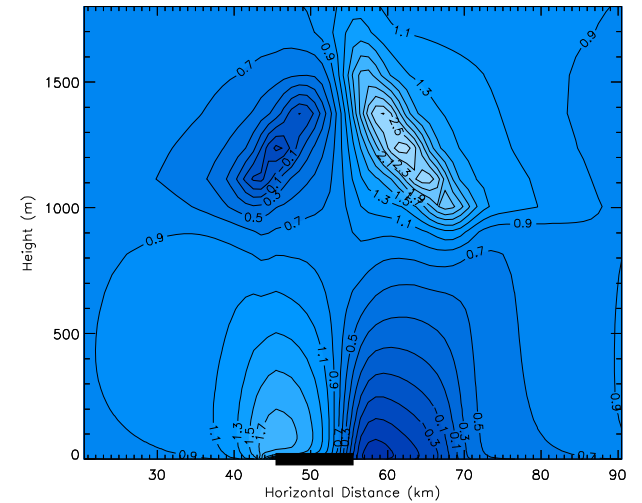
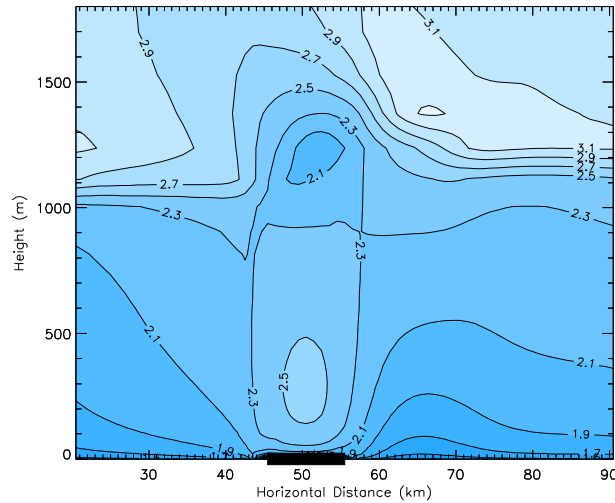


Viento débil



Temperatura potencial

viento



Conclusiones y trabajo futuro

Una parametrización urbana ha sido implementada en WRF. Los primeros resultados en 2D son positivos, pero:

- La intensidad de la isla de calor urbana, y de la inversión elevada nocturna, son más débiles que en otros estudios similares con otros modelos mesoescalares (Martilli 2003).
- La introducción del término de drag en la ecuación de momento puede generar problemas numéricos. Para eliminarlos una difusión horizontal artificial ($1000 \text{ m}^2/\text{s}$) ha sido introducida. La solución no es satisfactoria, es necesario mejorarla numéricamente.