



La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

Pablo Sarricolea E.
psarricolea@ub.edu

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

- * En el escenario actual de cambio climático, las ciudades son y serán ambientes estratégicos que pondrán a prueba la capacidad de adaptación del hombre frente al aumento sostenido de las temperaturas.
- * Es así como surgen conceptos tales como ciudades inteligentes, ecópolis, ecología urbana, arquitectura sostenible y otras definiciones que están ampliamente difundidos y aceptados por la comunidad científica, planteando una serie de indicadores de sostenibilidad ambiental.

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

- * No obstante, no se plantean indicadores directos para enfrentar el problema que genera la isla de calor urbana, y que mitigue sus efectos negativos sobre los ciudadanos.
- * Es por ello, que esta presentación intenta hallar desde una lectura crítica el tratamiento de la isla de calor en los diversos indicadores de sostenibilidad ambiental urbana, para luego reflexionar sobre la posibilidad de ser tratado como un parte de algún indicador existente, o bien, es necesario proponer un nuevo indicador que responde directamente a los problemas que ocasiona.

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

* Es necesario conceptualizar que entendemos por:

* Sostenibilidad

- * Debe ser eficiente
- * Justicia social
- * prospectiva

* Indicador ambiental

- * Fácil de medir y entender
- * Socialmente aceptado
- * Toma de decisiones

* Isla de calor urbana

- * Estructural
- * Mitigación



La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

1970

- * 1968: El club de Roma
- * 1972: Cumbre de Estocolmo (cumbre de la Tierra)
- * El crecimiento económico y los límites del crecimiento (1972) de Donella Meadows y otros autores.
 - * Más allá del crecimiento (1992)
 - * Los límites del crecimiento: 30 años después (2004)

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

1980-2000

- * 1987. Informe Brundtland. Nuestro futuro común “Desarrollo Sostenible”
- * 1990. Agencia Europea del Medio Ambiente
- * 1992. 2ª cumbre de la Tierra
- * 1994. Conferencia de Ciudades Europeas Sostenibles Carta de Aalborg
 - * Contabilidad ambiental (indicadores)
 - * 3º conferencia año 2000

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

2000-2011

- * Indicadores de desarrollo sostenible de la UE



European Commission

eurostat Your key to European statistics

- * Indicadores de “en acción por el clima” de la UE

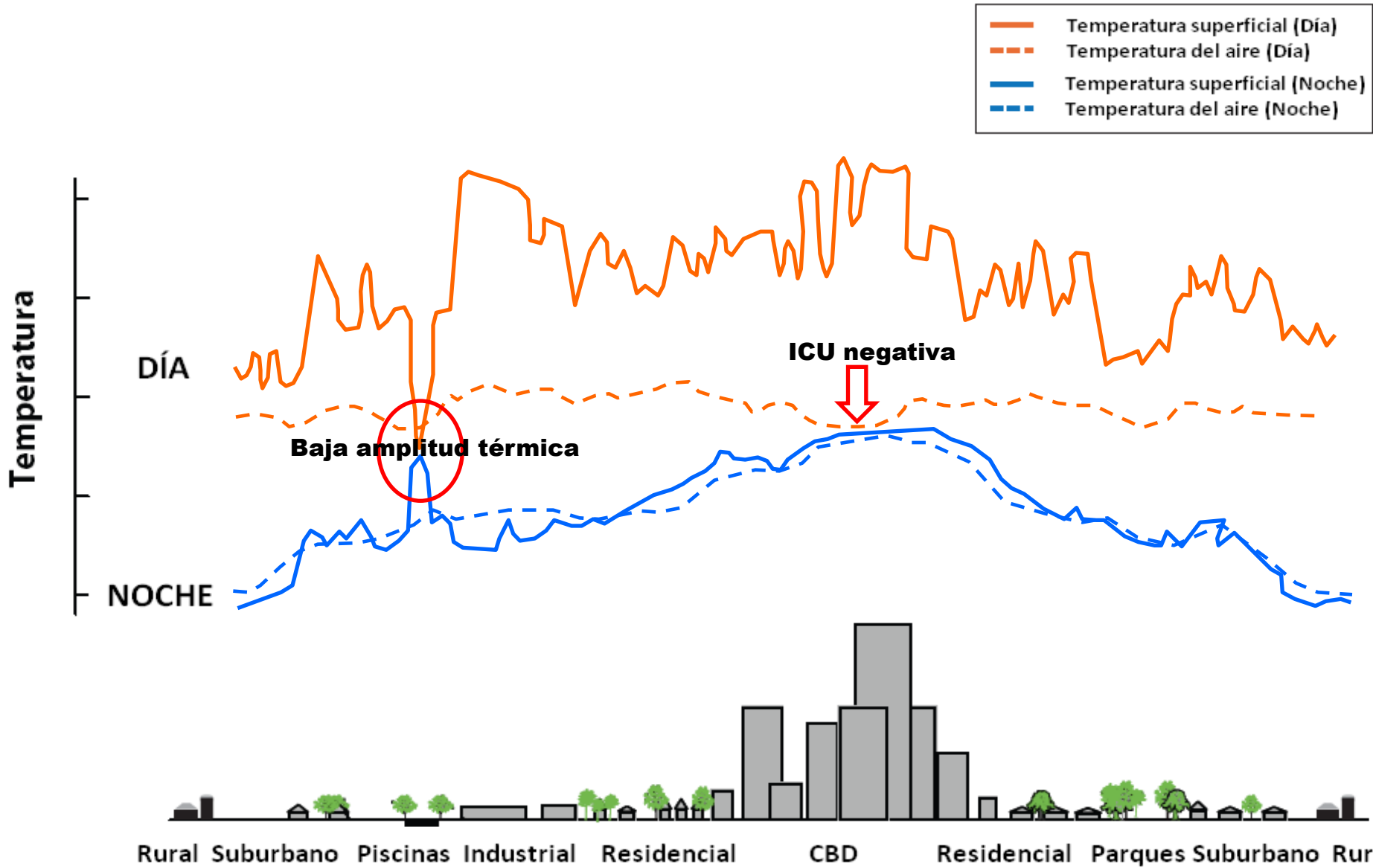


European Commission

Climate Action

- * Medidas de mitigación de la ICU por la EPA

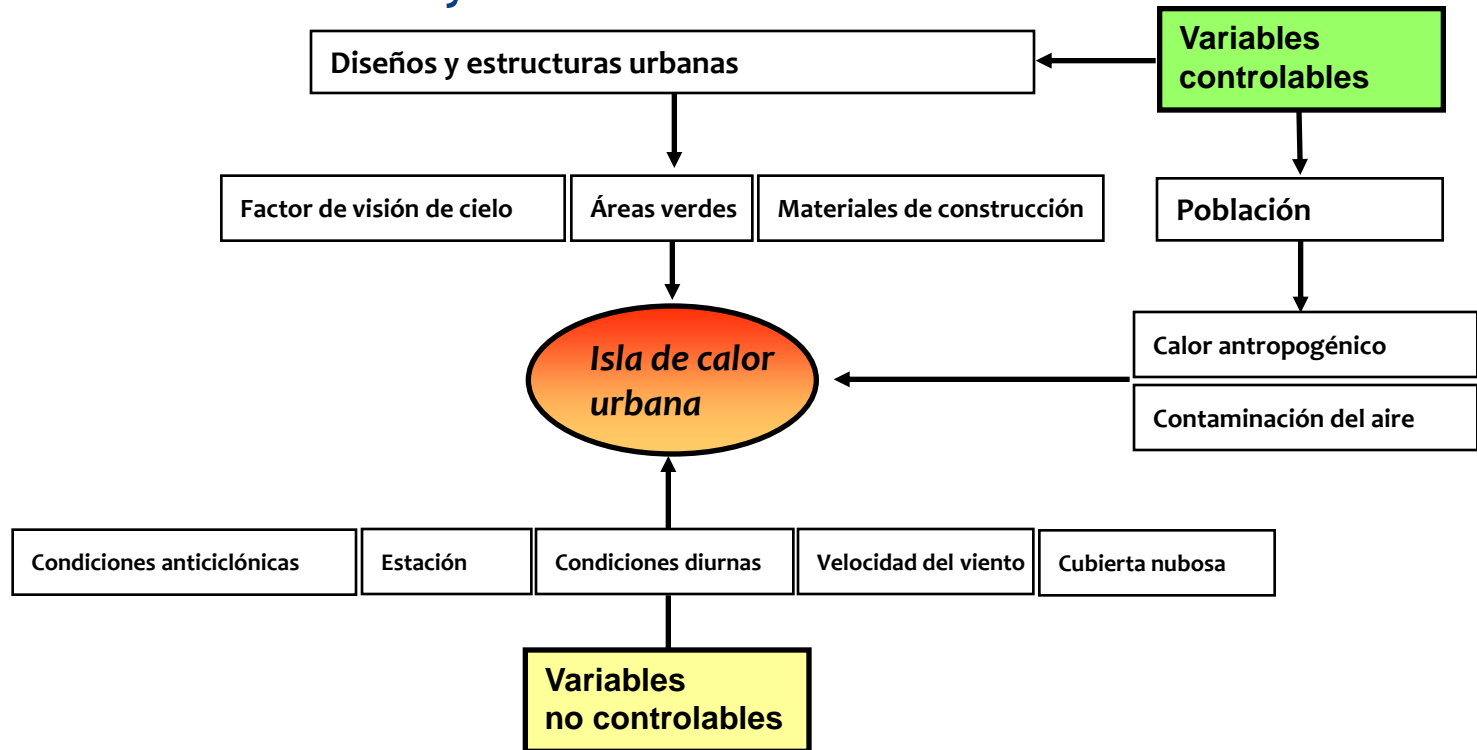




Rural Suburbano Piscinas Industrial Residencial CBD Residencial Parques Suburbano Rural

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

* Variables controlables y diseños urbanos



Fuente: Elaboración propia en base a Rizwan *et. al.* 2008.

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

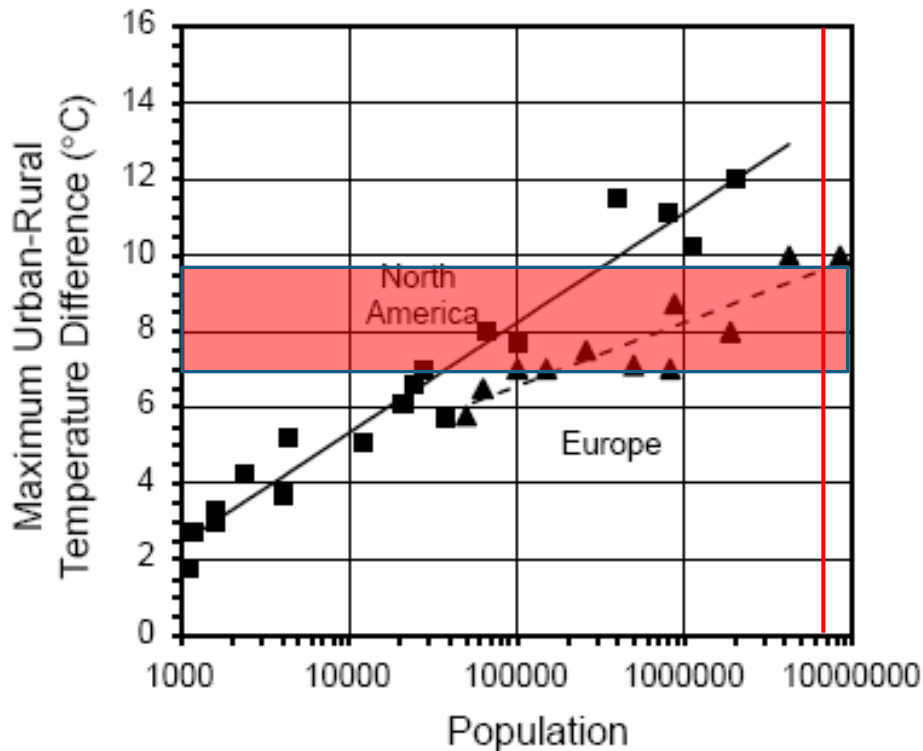
- * La isla de calor no está incluida explícitamente en ningún listado de indicadores de sostenibilidad urbana
- * Según los montos de población se puede conocer sus mayores intensidades para cada ciudad
- * La isla de calor esta interrelacionada con muchas variables de diseño urbano

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

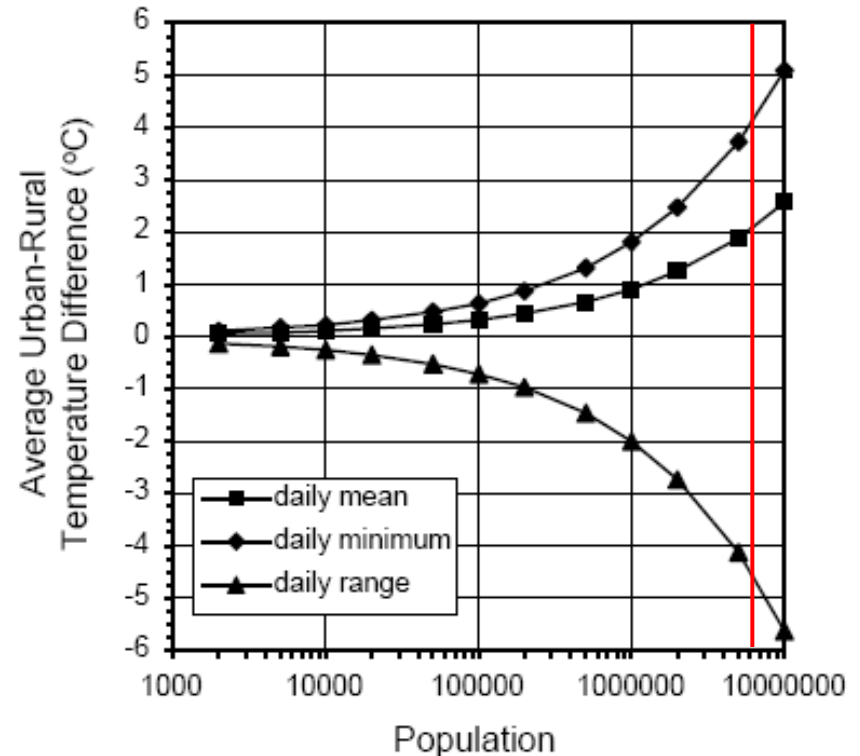
Ecological Climatology
Chapter 14

Copyright G. Bonan 2002

Effect Of Urbanization On Instantaneous Temperature



Effect Of Urbanization On Annual Temperature



La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

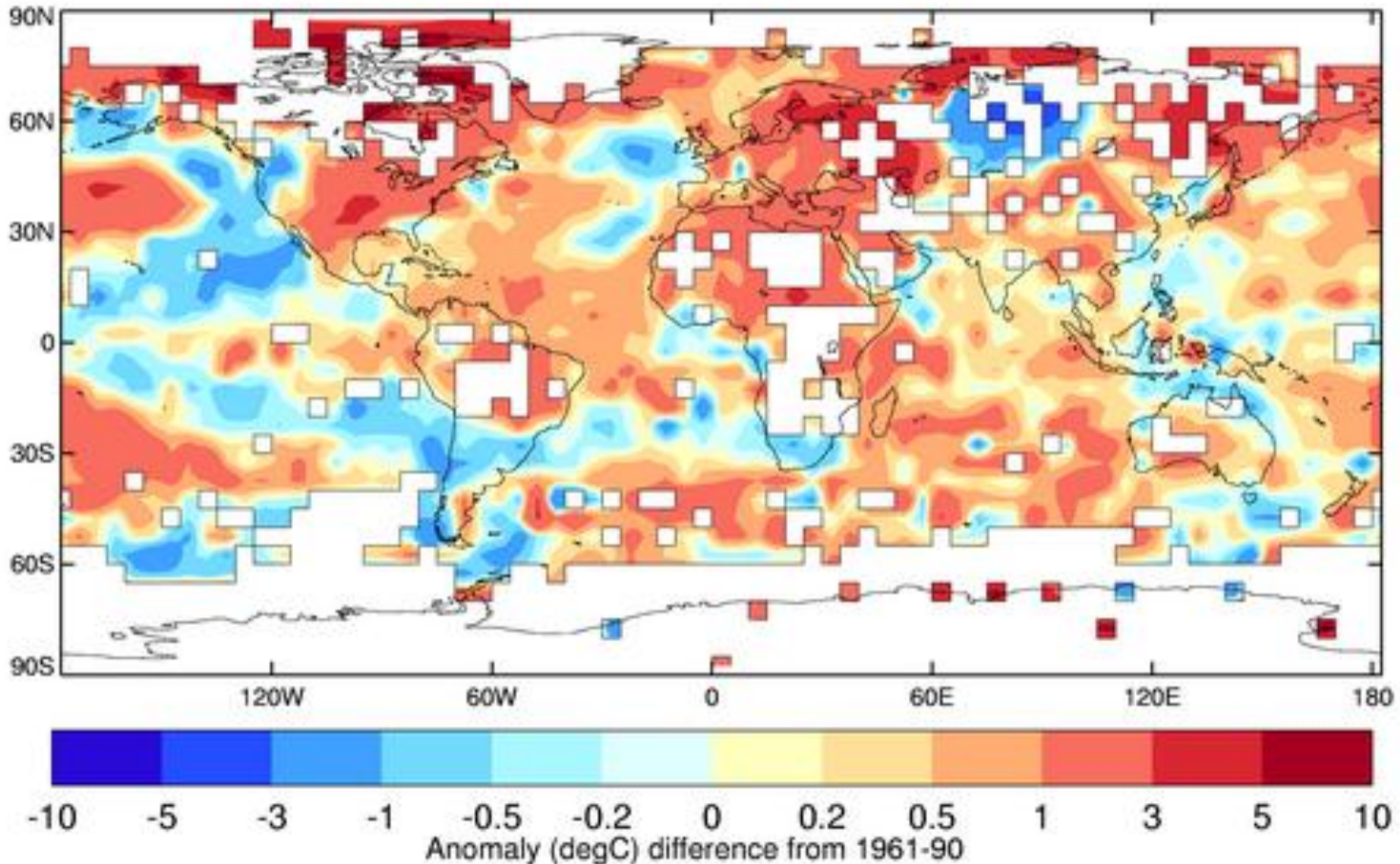
- * **Indicadores de la Unión Europea.**
- * **10 temas y más de 100 indicadores (inclusión social, salud pública, transporte sostenible, etc)**
- * **Tema 6: cambio climático y energía**

Headline indicator	Operational objectives and targets	Actions/explanatory variables
Greenhouse gas emissions	Climate change	
	Greenhouse gas emissions by sector (including sinks)	Greenhouse gas emissions intensity of energy consumption
		Projections of greenhouse gas emissions (external link)
		Global surface average temperature
Share of renewables in gross final energy consumption	Energy	
	Energy dependence	Gross inland energy consumption by fuel
		Electricity generated from renewable sources
		Share of renewable energy in fuel consumption of transport
		Combined heat and power generation
	Implicit tax rate on energy	

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?



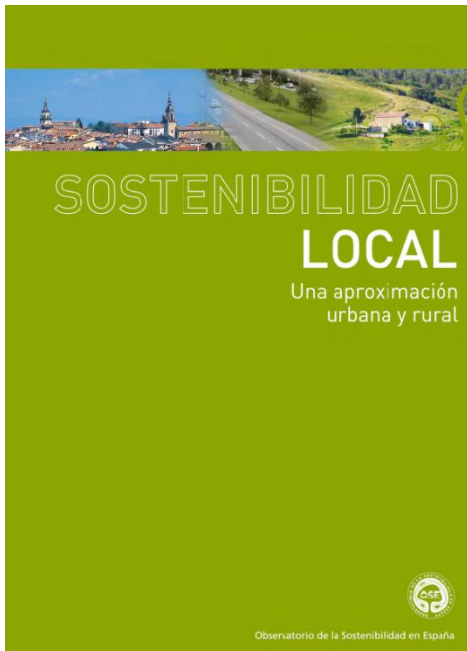
Surface Temperature Anomalies (degC, w.r.t. 1961-90) 2011 July



La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?



- * Generación de residuos urbanos
 - * Consumo de Agua en los hogares
 - * **Consumo de energía eléctrica por habitante estimado (Calor antrópico)**
 - * **Superficie de zonas verdes urbanas por habitante**
 - * Concentración Media Anual de PM10 y NOx
 - * índice de actividad económica urbana
 - * Tasa de paro
 - * Índice de motorización
 - * Ratio viviendas principales/viviendas no principales
 - * **Densidad Urbana (hab/ha)**
 - * **Aumento de superficie artificial**
- * Valoración de las interacciones campo-ciudad (Equilibrio)
Bienes y servicios ecosistémicos (servicios de regulación)



La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

Castro *et al.* 2001

- * Concepto de «Ecosistema urbano»: Se refiere a las externalidades ambientales negativas: Ruido, polución e islas de calor
- * Sólo compara el estado de la máxima isla de calor entre una batería de ciudades, sin explicar como se obtiene sus valores.

Consejería de Medio Ambiente

Bases para un Sistema de Indicadores de Medio Ambiente Urbano en Andalucía

Experiencias internacionales en la medición de la sostenibilidad en las ciudades



INDICADORES DE MEDIO URBANO

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Coeficiente generación residuos• Inmisiones atmosféricas• Déficit abastecimiento de aguas• (*) Zonas verdes m²/hab | <ul style="list-style-type: none">• (*) Erosión• (*) Ruidos• (*) Ruido de fondo nocturno• (*) % población con exposición probable de > 60 dB• (*) Isla de Calor Urbana |
|--|---|

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?



5.5 INDICADOR

CUBIERTAS VERDES (CV)

$$CV = \left(\frac{\sum \text{superficie cubierta verde (m}^2\text{)}}{\text{superficie cubierta edificada total (m}^2\text{)}} \right) \times 100 \quad (*) \text{ Malla referencia}$$

RESERVA DE ESPACIOS PARA CUBIERTA VERDE SUPERIOR AL 30% EN RELACIÓN AL TOTAL DE CUBIERTA EDIFICADA

APLICACIÓN FÓRMULA DE CÁLCULO: MALLA DE REFERENCIA 400 X 400 M

REPRESENTACIÓN GRÁFICA: VARIABLE

URBANISMO DE LOS 3 NIVELES: ALTURA

CARÁCTER: RECOMENDABLE

Garantizar un porcentaje de verde urbano en altura. Se trata de crear el máximo de superficies continuas con un potencial de conexión entre las cubiertas de los edificios (de altura entre los 15 y 25 m) y el arbolado de gran porte. Las cubiertas verdes incrementan el porcentaje de suelo permeable horizontal para el conjunto de la ciudad.



www.ecourbano.es

SIGNIFICADO DEL INDICADOR:

La existencia de verde urbano no debe ser entendida como un aspecto limitado a un solo nivel. Además de la habitual presencia de verde a nivel de calle, debe potenciarse la vegetación en altura, concretamente con el establecimiento en medianeras, balcones y terrados de especies vegetales. Algunas de las características potenciales de las cubiertas verdes son:

- Aislamiento térmico de los edificios (últimas plantas)
- Disminución de la emisión de calor debido a la sustitución por especies con menor albedo en los terrados (isla de calor urbano). La "verdificación" de la ciudad es una medida adaptativa al cambio climático y al déficit de combustibles fósiles.
- Permiten el uso de terrados como espacios de convivencia
- Pueden establecerse como sistema eficaz de retención del agua de lluvia.
- La presencia de verde en altura abre la posibilidad del enriquecimiento de la avifauna del ecosistema urbano.
- Continuidad de la red verde urbana. Este aspecto se refiere fundamentalmente a la conexión entre las cubiertas verdes y el arbolado de gran porte.

Existen infinitas posibilidades para establecer cubiertas verdes: desde delgadas capas de vegetación hasta jardines consolidados con vegetación arbórea.

INFORMACIÓN NECESARIA:

Para la proyección de cubiertas verdes:

1. Edificación (superficie cubierta)
2. Arbolado viario

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

¿Cómo enfrentar y mitigar los efectos del exceso de calor urbano

- * Eficiencia energética (Reutilizar el calor) “Aprovechamiento energético del calor ambiental en la estación central de Estocolmo”

Cada día 250.000 personas que emiten calor. Este exceso de calor es expulsado a través de ventanas y puertas abiertas o con la ayuda de ventiladores que a su vez emiten aún más calor. Los ingenieros de Jernhusen han diseñado un sistema para recoger el calor sobrante a través de pequeñas bombas y aprovecharlo para calentar un edificio anexo.

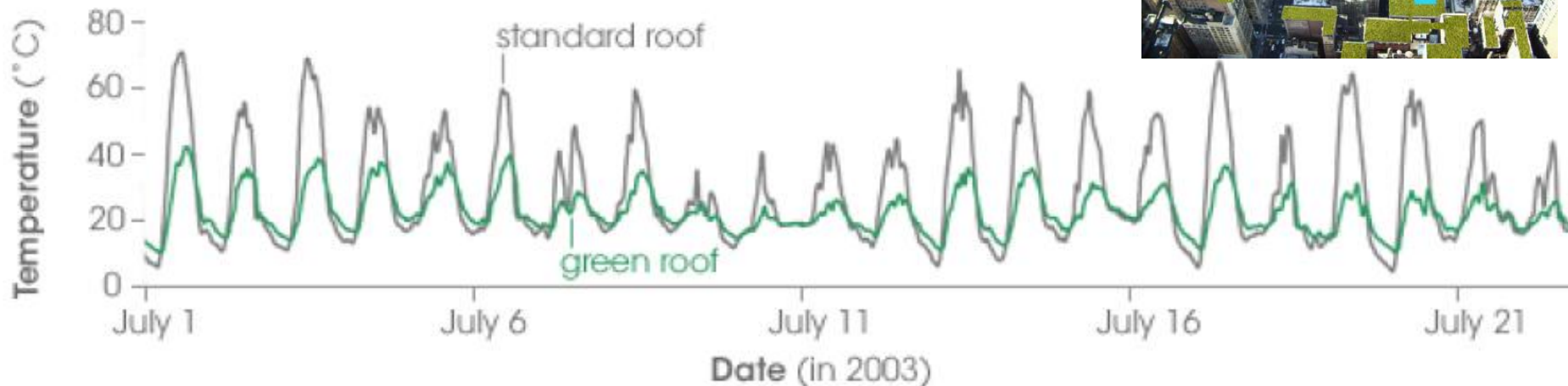
- * Urbanismo: arq. Bioclimática, techos verdes, etc.

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

CUBIERTAS
ECOLÓGICAS

Las cubiertas ecológicas (Farah Soemy Iracheta Soto UPC)

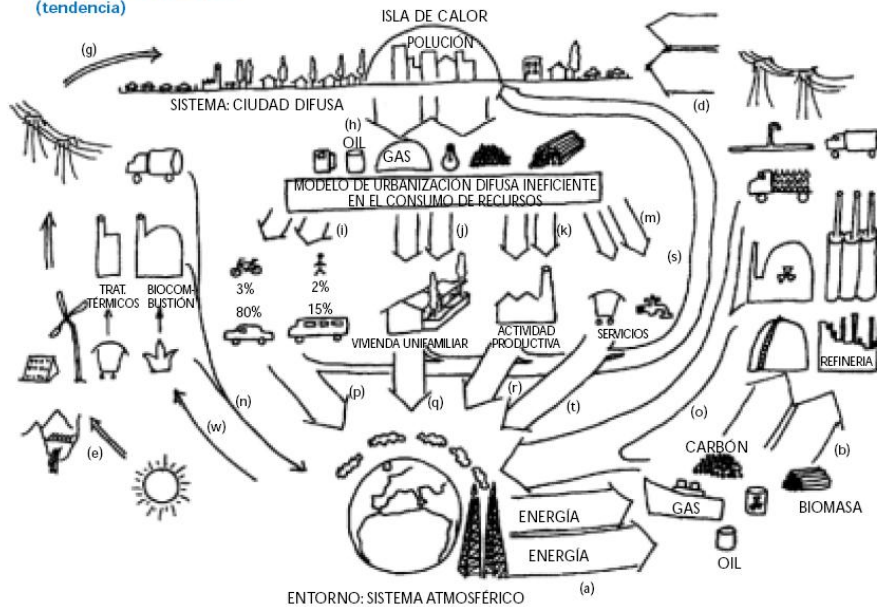
Se presenta el caso de New York: Se observa notables diferencias entre cubiertas estándar y cubiertas verdes. (medido con imágenes de satélite)



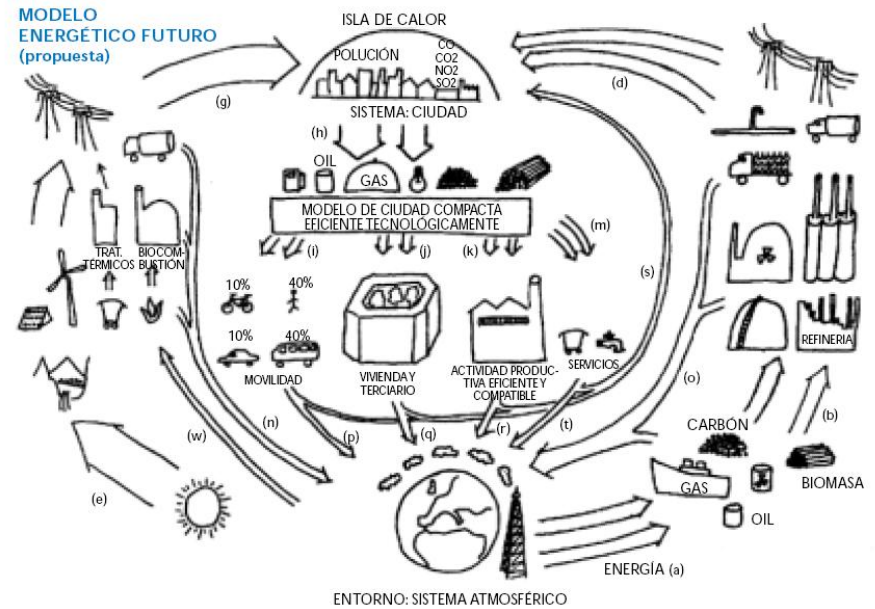
La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

Figura 7. Modelos energéticos: tendencia actual y propuesta futura.

MODELO ENERGÉTICO ACTUAL (tendencia)



MODELO ENERGÉTICO FUTURO (propuesta)

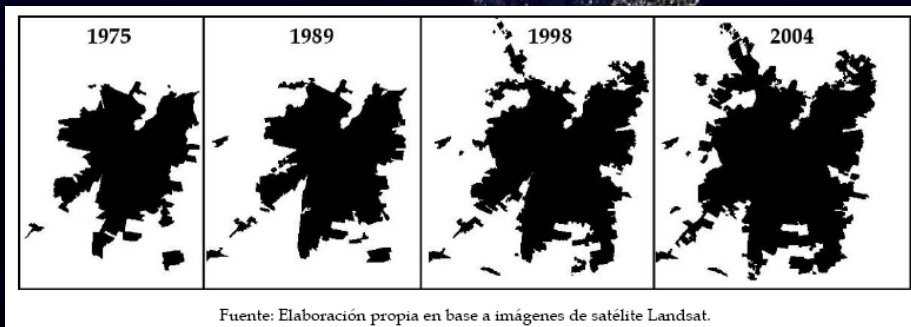
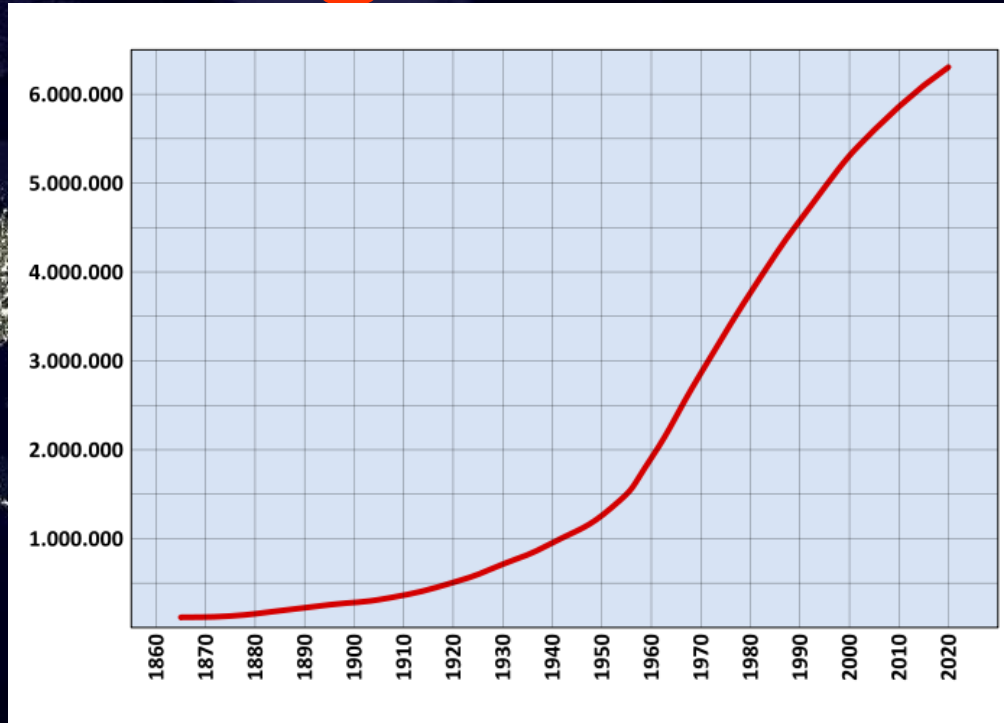


La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

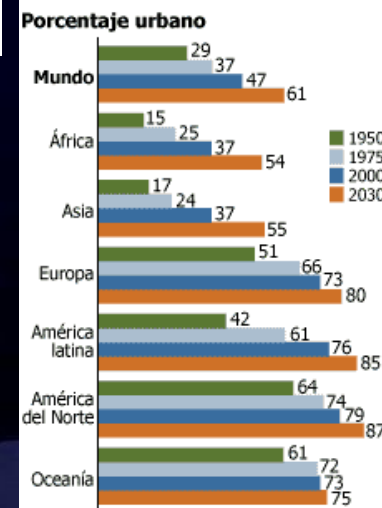
Propuesta del indicador

Descripción del indicador	
Definición del indicador	Isla de calor urbana
Objetivo para el que se plantea	Mejorar las condiciones de vida de las personas que habitan la ciudad
Gráfico o diagrama	Diferencia de temperatura entre dos observatorios según año y hora Mapa de diferencias de temperaturas (MODIS o Red meteorológica)
Mensaje	Dependiendo del tamaño de la ciudad en montos poblacionales y aplicando la expresión analítica de Oke 1987. Además las categorías de Fernández 1996: <math> < 2^{\circ}\text{C}</math> es débil, $2-4^{\circ}\text{C}$ como moderada, $4-6^{\circ}\text{C}$ es fuerte y $> 6^{\circ}\text{C}$ como muy fuerte.
Tipo de indicador	Estado (PER) / Estado e Impactos (FPEIR)
Ámbito	Ciudad y su entorno inmediato Año 2000 – 20xx

Santiago de Chile

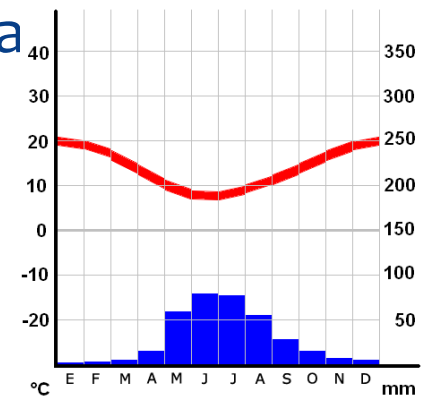


Fuente: Elaboración propia en base a imágenes de satélite Landsat.



Santiago de Chile

- * Conurbación de 42 municipios que alberga 6 millones de habitantes (600 km²), comparable al AMB
- * Temperaturas medias entre 9 y 20°C
- * Clima Mediterráneo “continental” (temperaturas más extremas)
- * Precipitan cerca de 300 mm anuales y concentra invierno





C.C. 300 m

Ex H. Militar 225 m

Santander 180 m

Titanium II 150 m

Terrenos del UNIMARC
180 m

FULANO O SUTANO

Santiago de baja altura

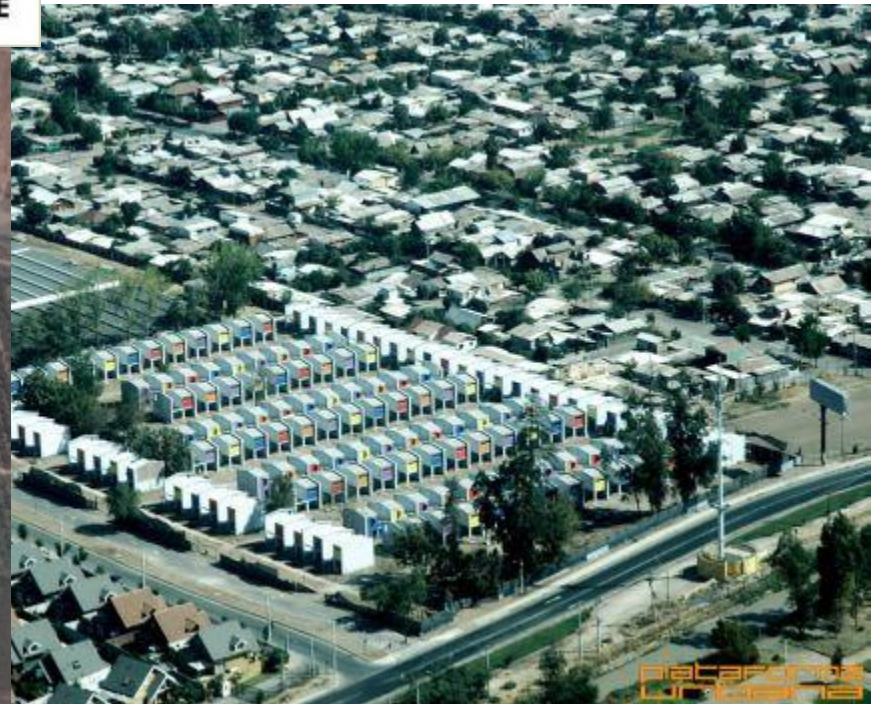


A 5 minutos de Vitacura
nace una nueva vida.

¿Qué es Valle Norte? ¿Cómo Llegar? ¿Por qué Vivir en Valle Norte? Casas

Noticia [Anteojos Negros](#) [Centro educacional jesuita](#) [Chireno](#)

VALLE NORTE
CHICUREO



Zonas Climáticas Urbanas

Representación

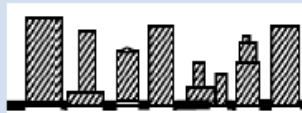
Nivel de rugosidad²

Relación aspecto³

% de suelo impermeable⁴

ZCU¹

1. Intenso desarrollo urbano, con edificios altos y muy cercanos entre sí, por ejemplo en el distrito central de negocios (CBD).



8

>2

>90

2. Intenso desarrollo, de alta densidad urbana con viviendas de altura de 2 a 5 pisos, adosados y con edificios más altos cercanos. Abundan las construcciones de ladrillo y concreto, como en el casco antiguo de la ciudad.



7

1,25–2,5

>85

3. Alto desarrollo urbano, con densidades medias, existencia de casas adosadas de un piso y apartamentos pequeños.



7

0,5–1,5

70

4. Alto desarrollo urbano y bajas densidades. Coexisten viviendas, centros comerciales, almacenes y grandes estacionamientos pavimentados.



5

0,05–0,2

75–95

5. Desarrollo urbano medio, densidad suburbana, con casas de 1 o 2 pisos.



6

0,2–0,5; >1 con árboles altos

35–65

6. Utilización mixta del territorio, con grandes edificios y bastas áreas libres. Existen por ejemplo, instituciones como el hospital, universidad y el aeropuerto.



5

0,1–0,5 dependiendo de los árboles

<40

7. Desarrollo semi-rural con casas dispersas entre usos agrícolas, naturales y semi-naturales.



4

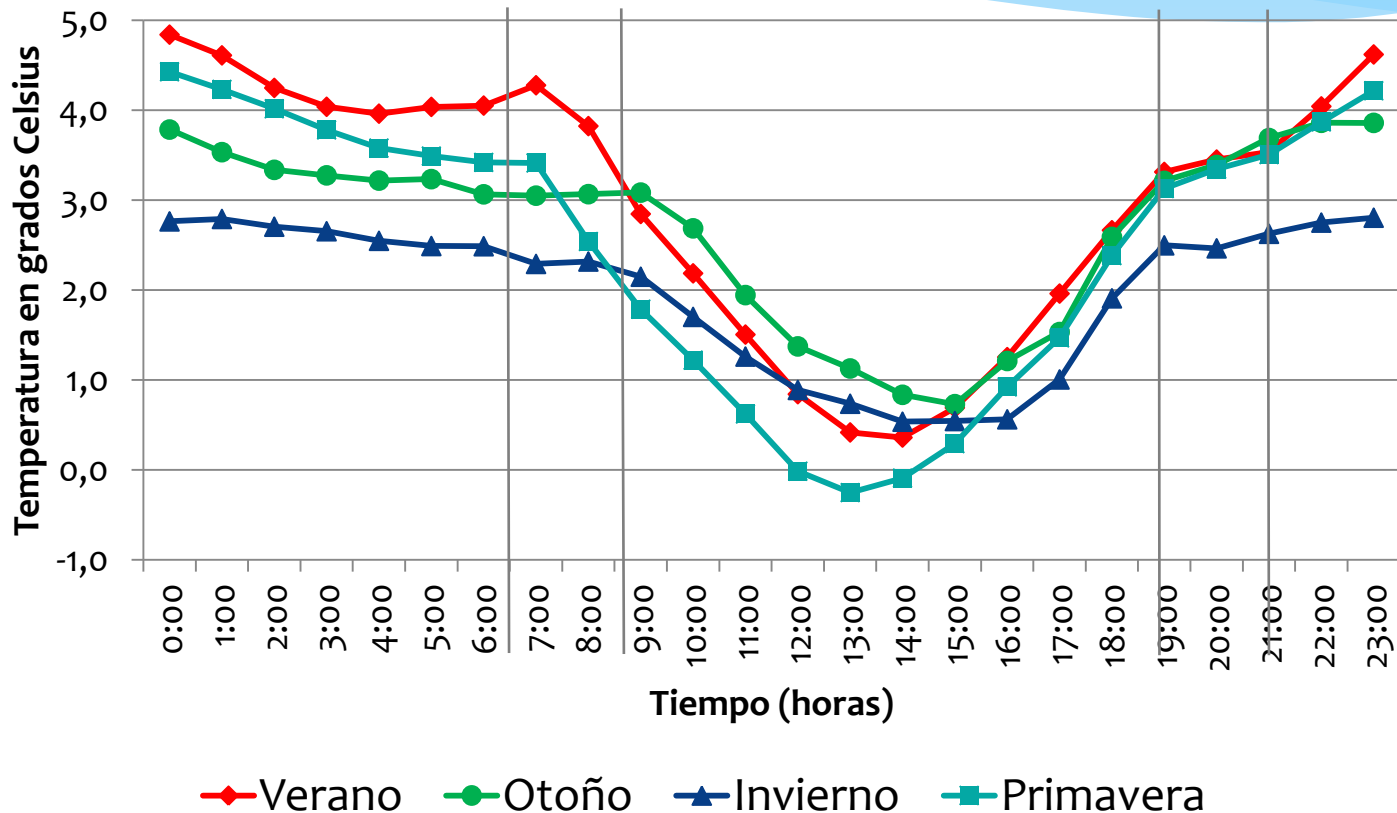
> 0,05 dependiendo de los árboles

<10



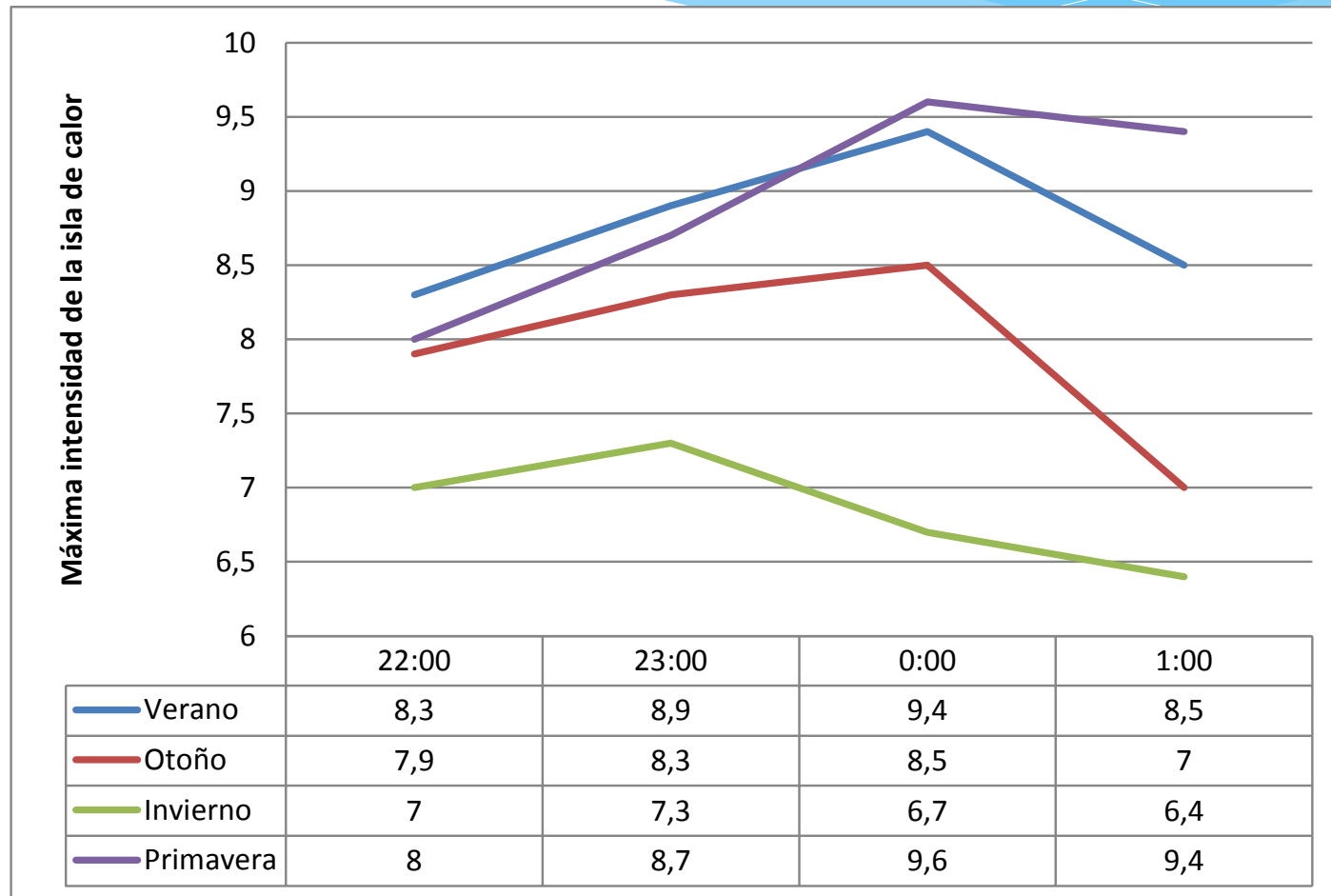
La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

Diferencia promedio de temperatura entre Cerrillos y Talagante en Santiago de Chile año 2010

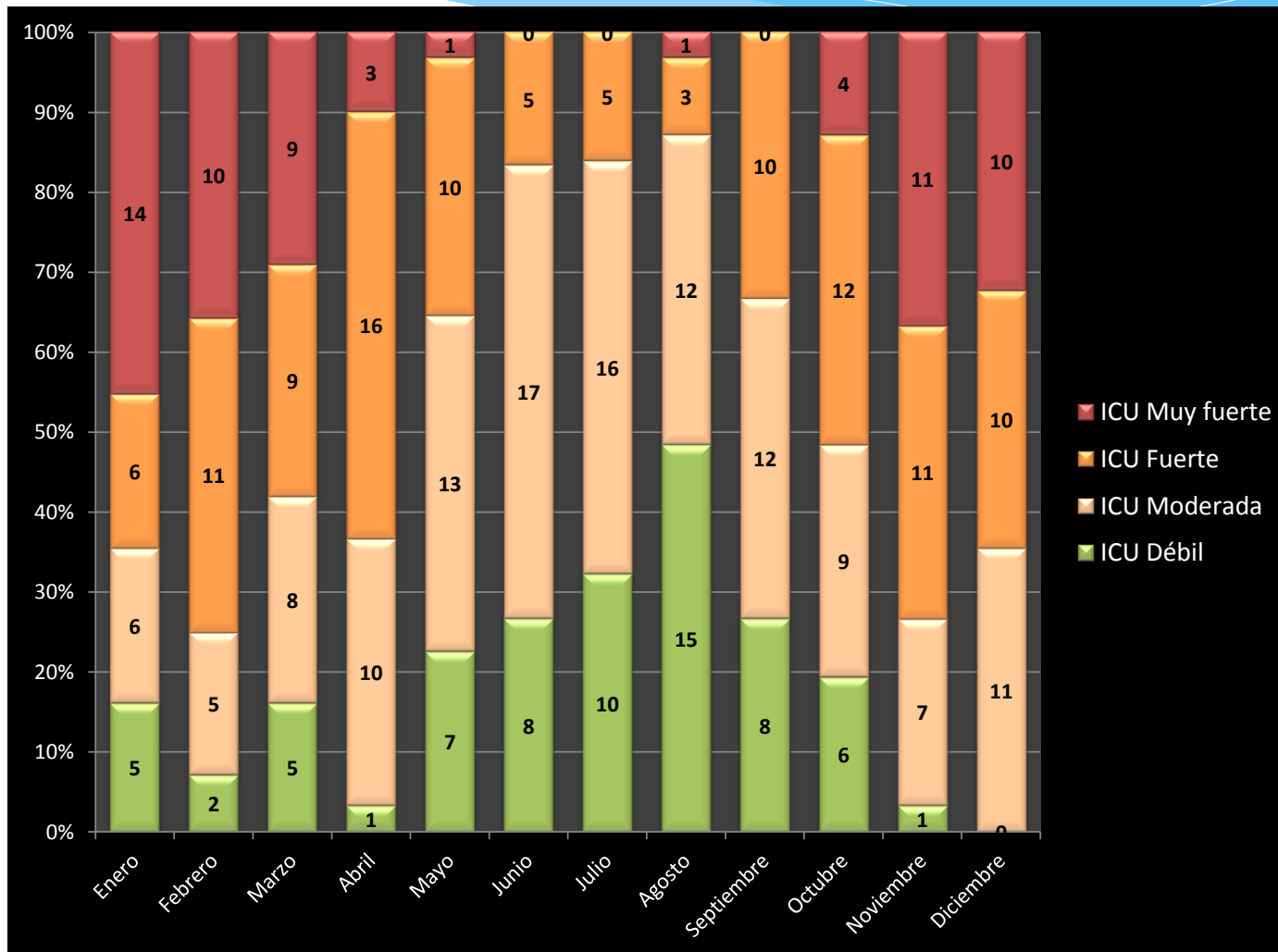


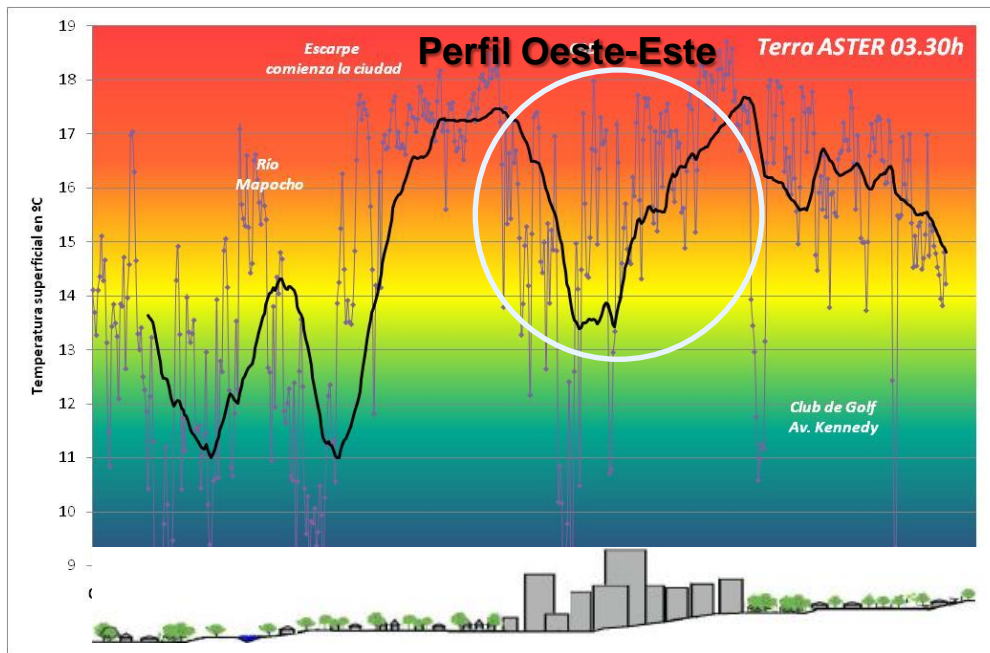
La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

Diferencia máxima de temperatura entre Cerrillos y Talagante en Santiago de Chile año 2010

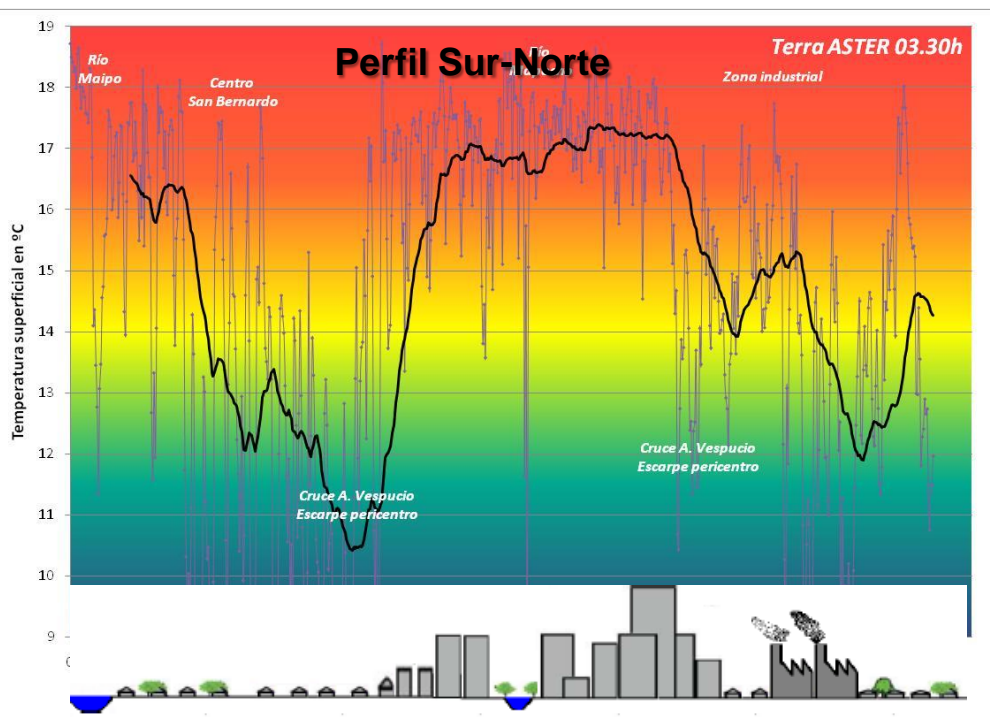
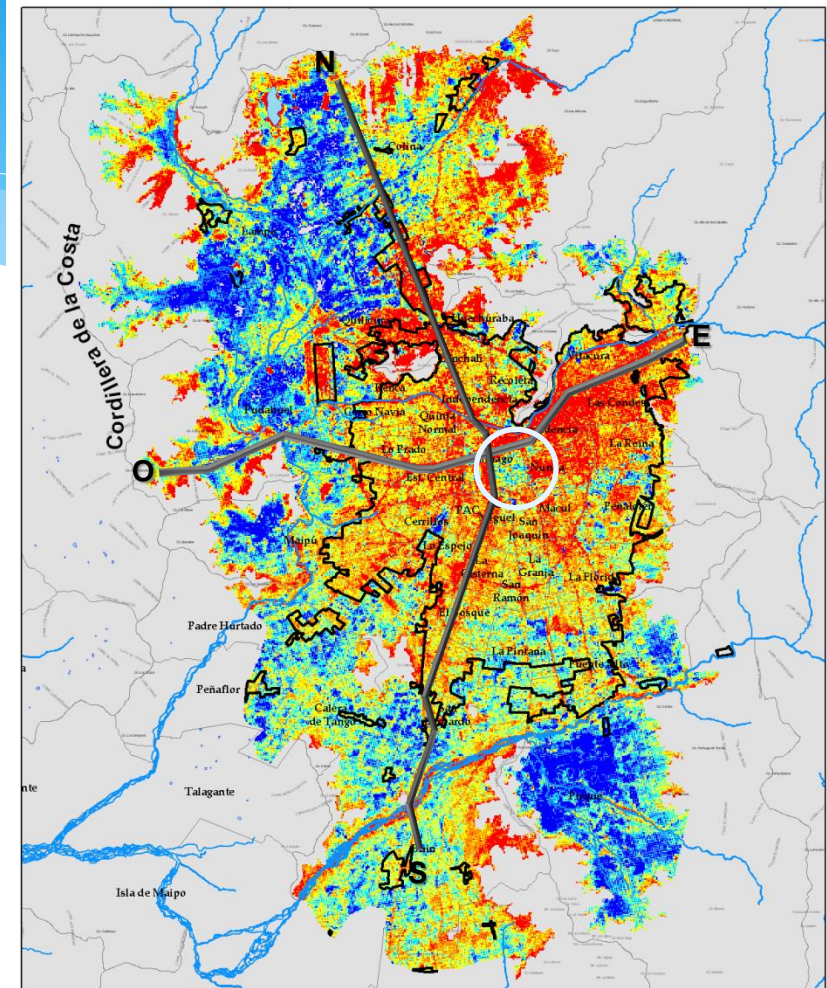


La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?





Distribución de las temperaturas de emisión superficial en la madrugada
 Imagen Terra ASTER del 28 de abril de 2006.



La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?

Modelo de la ICUs del AMS: Terra Aster 28/04/2006 3.30 a.m.

Aplicando los resultados de la ecuación se puede decir que a la hora del paso del satélite:

Esta variable es sólo controlable en zonas no urbanizadas. Lo esperado es una disminución de las temperaturas con la altura.

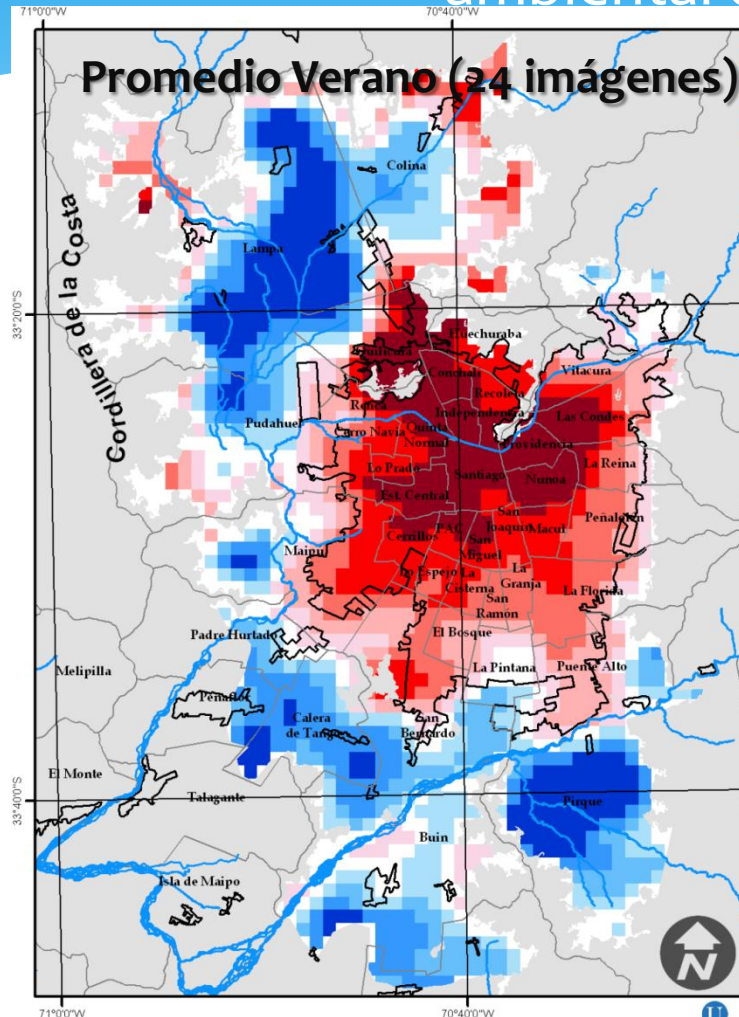
Santiago posee una mala distribución de áreas verdes que genera desigualdades socio-climáticas.

Se debe mejorar la distribución de áreas verdes.

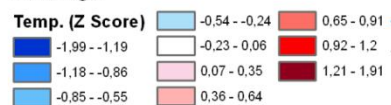
Santiago en promedio posee densidades menores a 100 habitantes por hectárea. Es recomendable aumentar la densidad de población, mejorando las exigencias urbanísticas de materiales de construcción, áreas verdes y diseño urbano. Con el fin de mitigar los efectos de la isla de calor

Es recomendable aumentar la densidad para evitar que una ciudad como Santiago siga expandiéndose ilimitadamente, y para ello debe crecer en altura y no horizontalmente.

La isla de calor urbana, ¿Un indicador de la sostenibilidad ambiental de las ciudades?



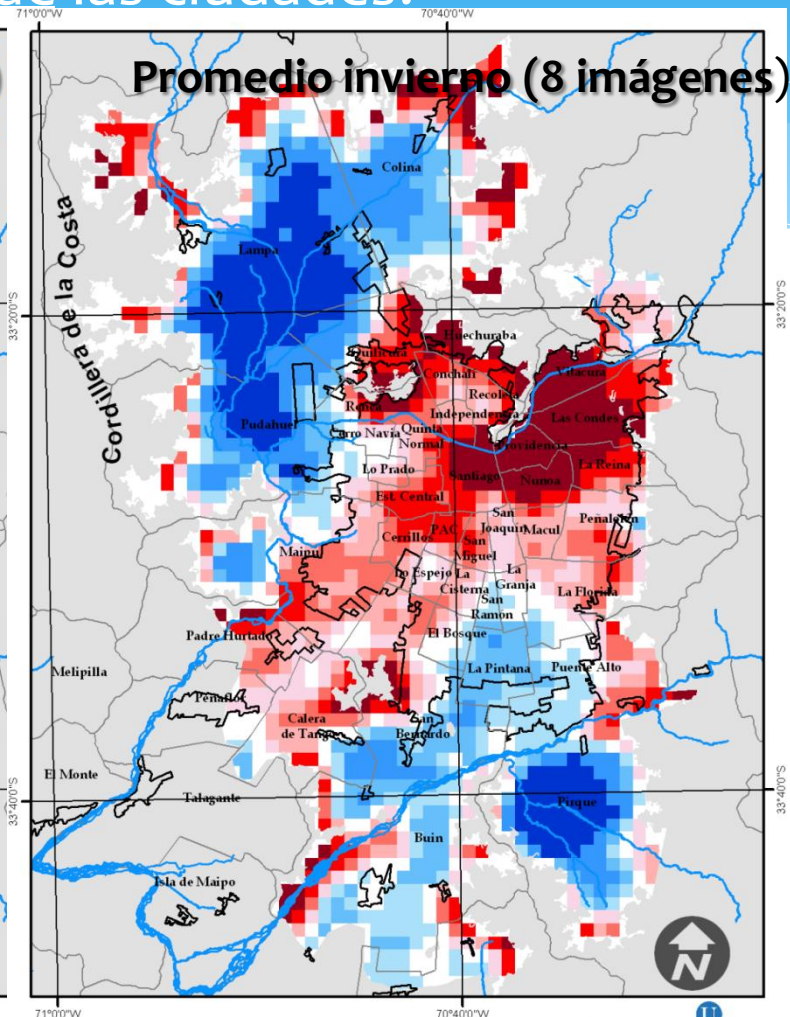
Simbología



Rios y esteros

Limite administrativo

Mancha urbana AMS



Simbología



Rios y esteros

Limite administrativo

Mancha urbana AMS

