

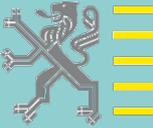


Oficina Regional de Ciencia para
América Latina y el Caribe

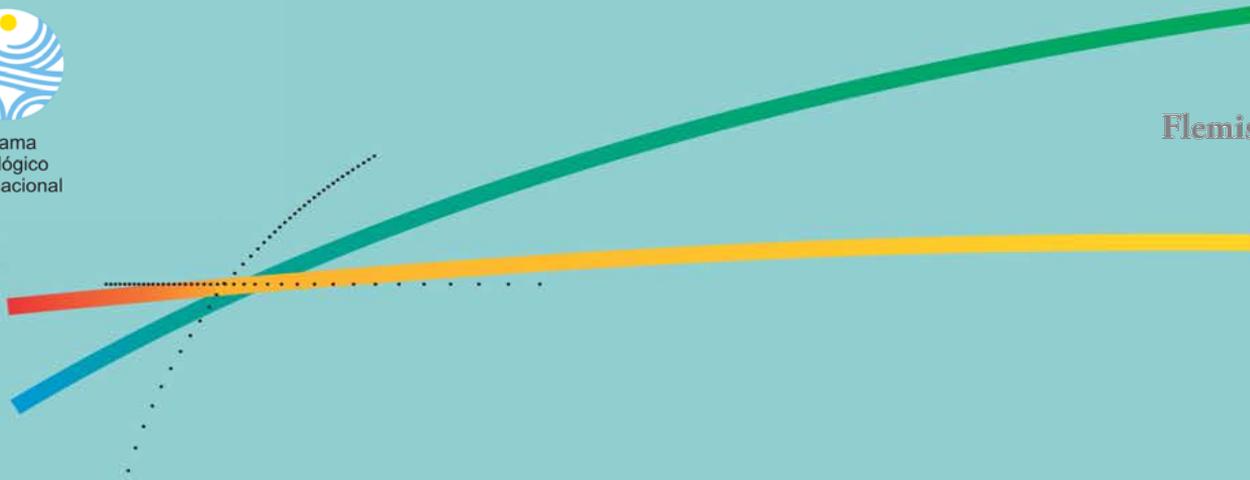


Programa
Hidrológico
Internacional

Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Flemish government



Resumen del SimGen Package

Koen Verbist, PhD
UNESCO-IHP

Arthur Greene, PhD
International Research Institute
for Climate and Society

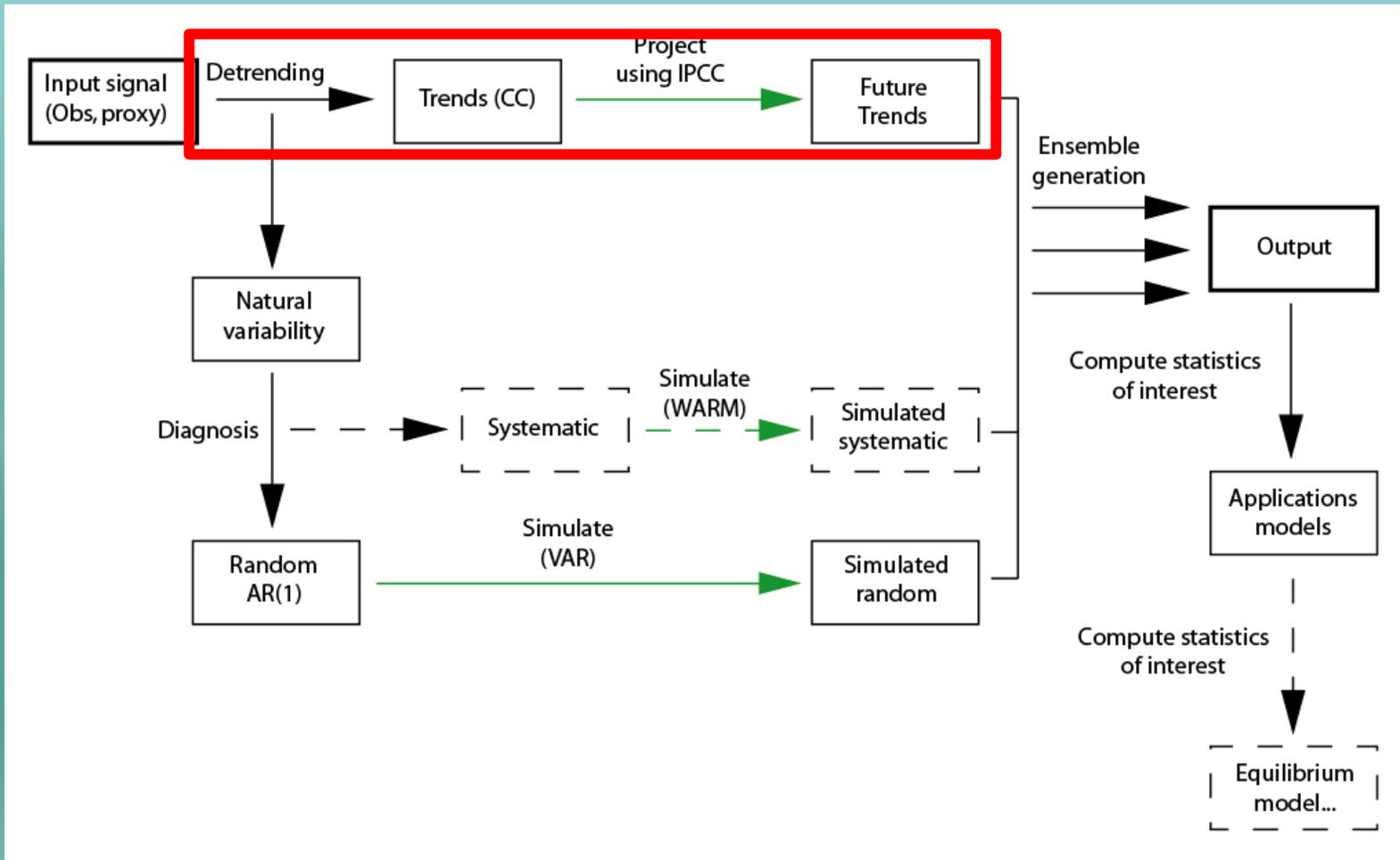


International Research Institute
for Climate and Society

EARTH INSTITUTE | COLUMBIA UNIVERSITY

Al interior del marco de modelación SIMGEN

Paso 1: Tratamiento de la Tendencia





Al interior del marco de modelación SIMGEN

Paso 1: Tratamiento de la Tendencia

- Primero, se requiere un procedimiento de *detrending* (eliminar la tendencia), para remover el forzante antropogenico de las observaciones, para poder determinar el componente decadal.

➔ En otras palabras, se requiere ajustar el modelo de simulación a la serie sin tendencia.

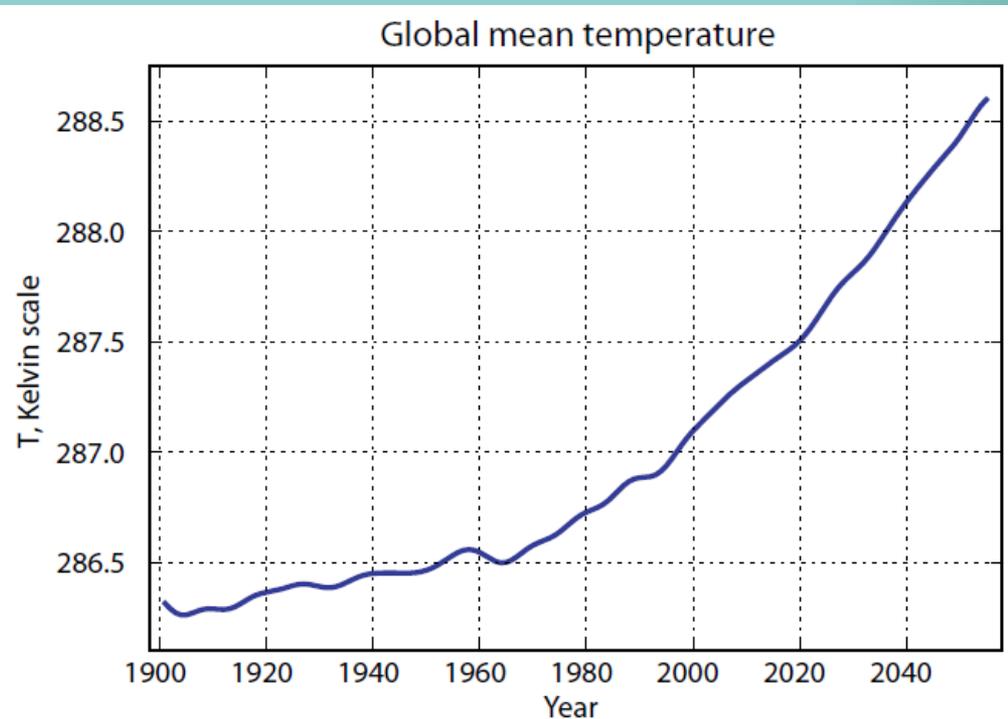
- Segundo, en el paso de la simulación se requiere una estimación cómo el nivel promedio procede en el futuro

➔ En otras palabras, se requiere una tendencia probable para proyectar hacia el futuro. Estas dos tendencias, pasado y futuro, no tienen que ser iguales.

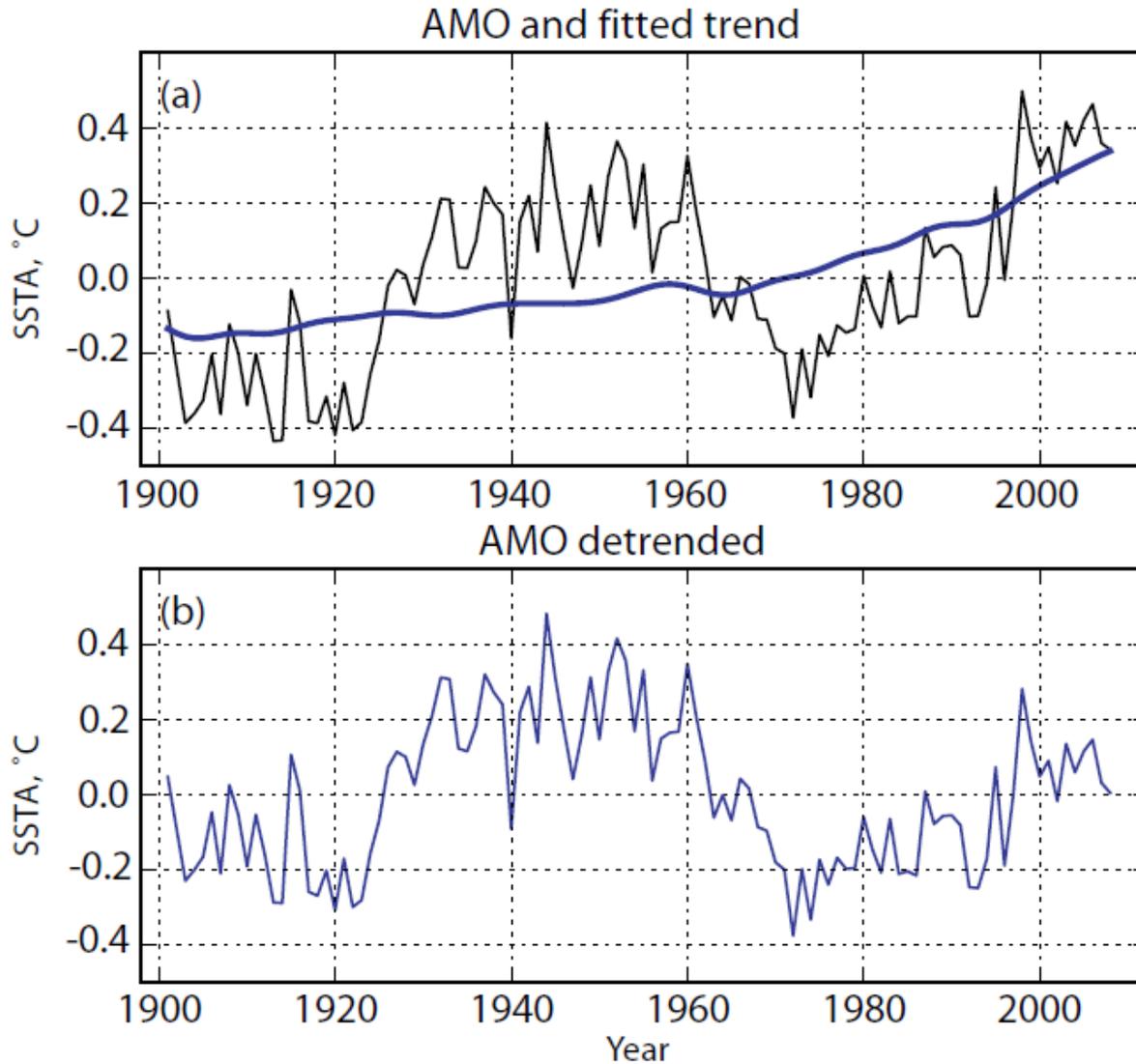
Detrending

Parameterizar la tendencia en terminos de *sensitividad climática*. *Porqué?*

- No forzante antropogenico = No calentamiento global = Tendencias futuras son nulas.
- No se espera un calentamiento uniforme sobre el globo
 - Algunas regiones calentarán más rápidos, otros menos que el promedio global.
 - Ajustar tendencias locales basados en la sensitividad global climática toma en cuentas esta variación.

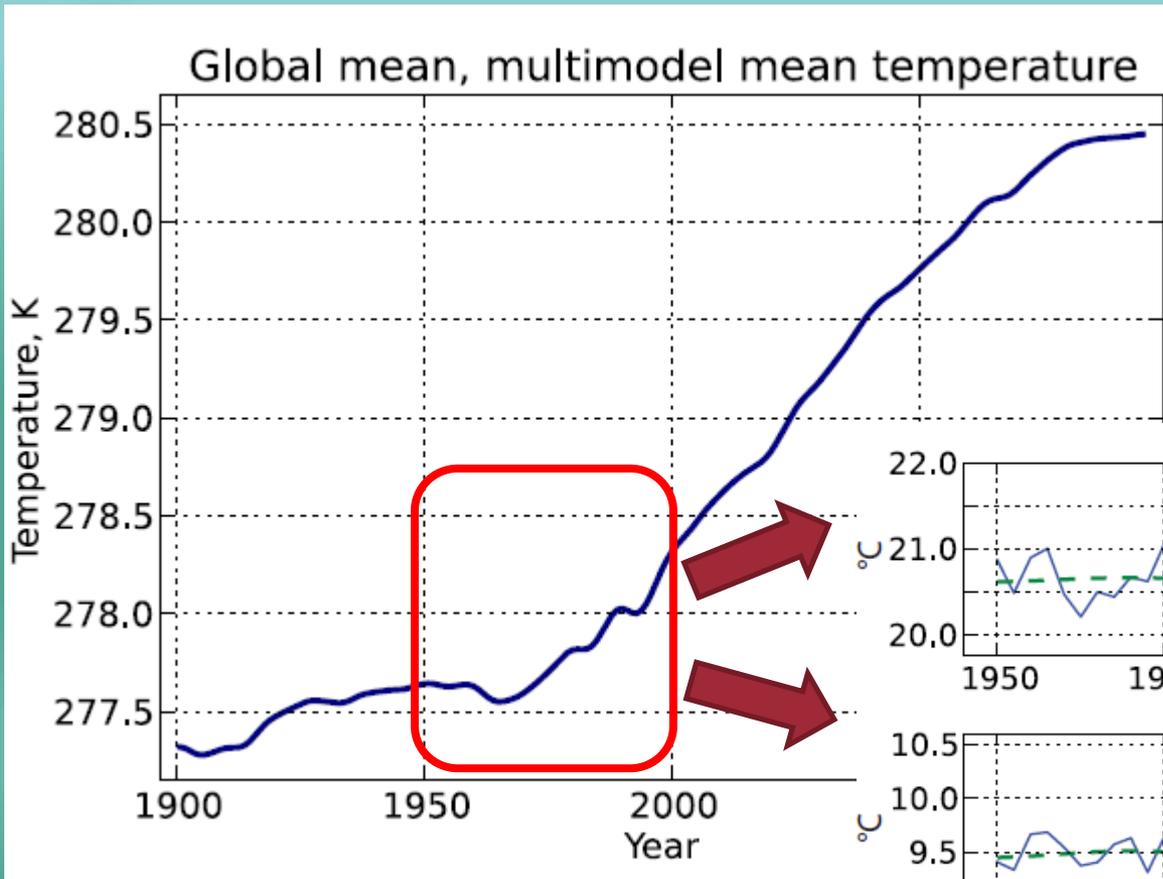


Detrending

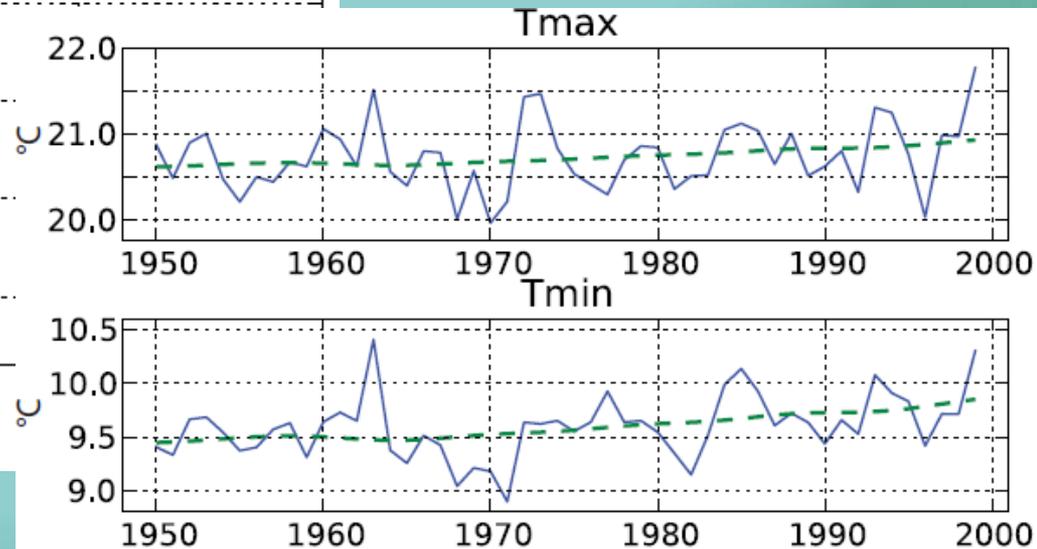


Proyección de la tendencia hacia adelante: Temperatura

'Downscaling' de la sensibilidad de la temperatura al calentamiento global para cada estación.



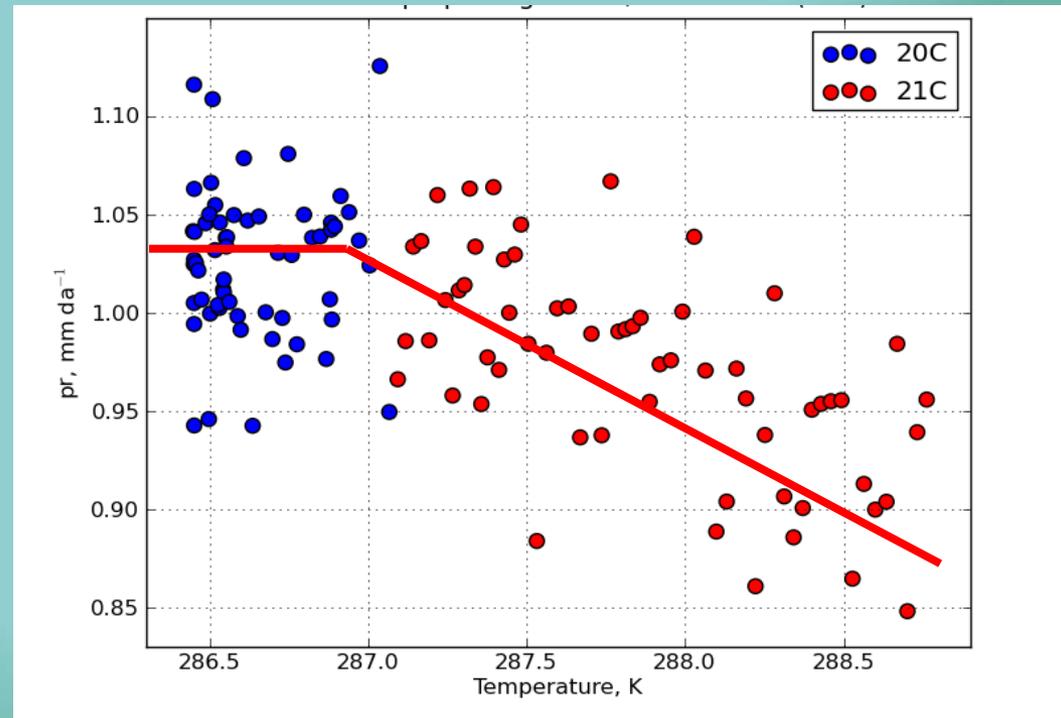
Permite variabilidad espacial
en la respuesta al CC



Proyección de la tendencia hacia adelante: Precipitación

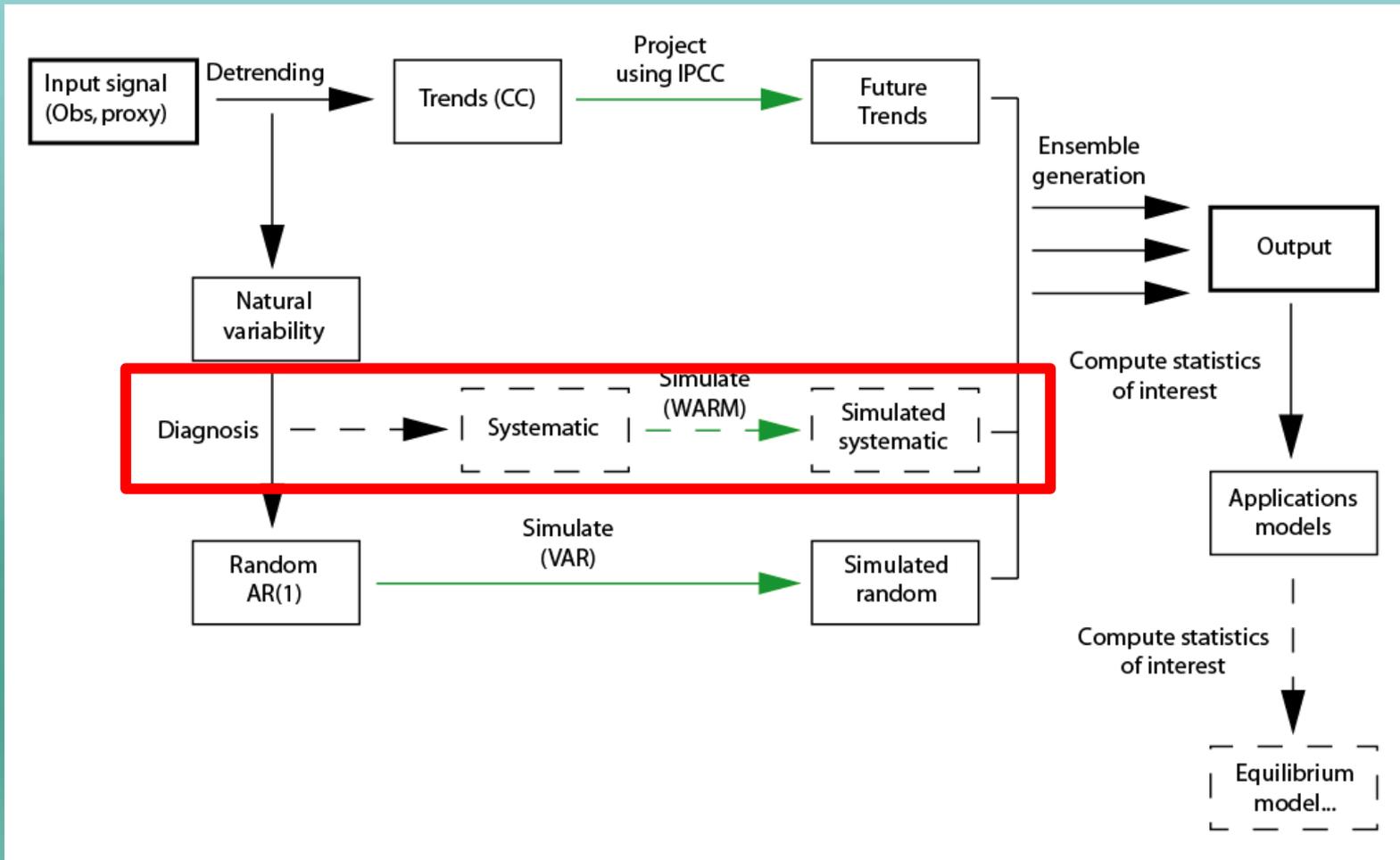
Tendencias de la Precipitación son mejor parameterizados en terminos de su % de cambio por grado de incremento de la temperature global, que un cambio absoluto.
Porqué?

- La precipitación no puede bajar bajo cero
- Se requiere propagar la sensibilidad climática regional a una red de estaciones con un promedio de precipitación diferente



Metodología

Paso 2: Selección del componente decadal **determinístico**





Tratamiento de los componentes “determinísticos”

Método de trabajo

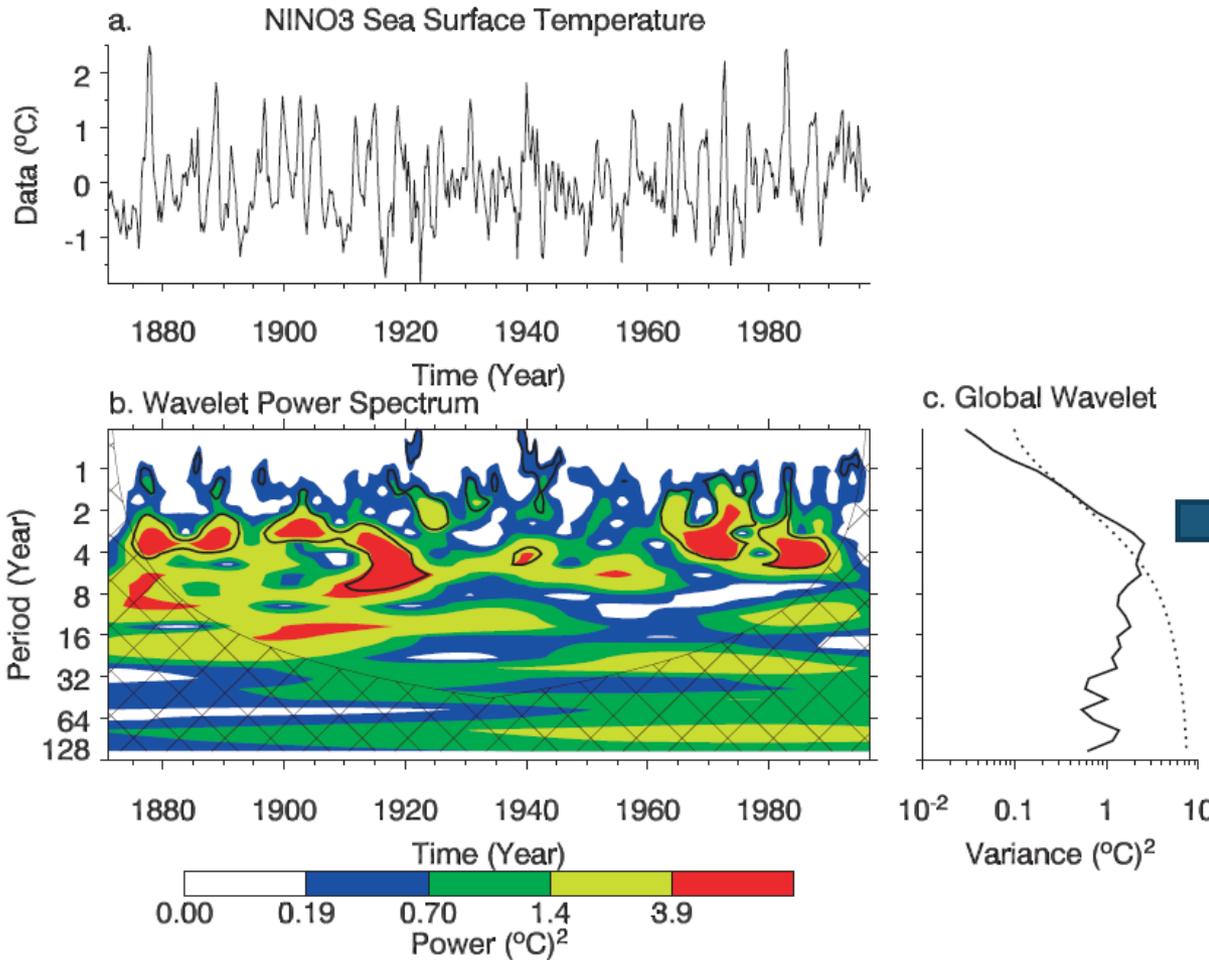
- Ajuste un modelo estadístico a los series de tiempo sin tendencia que contienen un amplio espectro de variabilidad en periodos de un año y más.
- Generar el componente de “baja frecuencia” (i.e., anual-a-multianual) de la secuencia simulada
- Determinar hasta que punto este componente “natural” representa la expresión de procesos determinísticos o procesos aleatorios.



Hay más que solamente ‘ruido rojo’ en nuestros series de tiempo?

Tratamiento de los componentes “determinísticos”

Wavelets

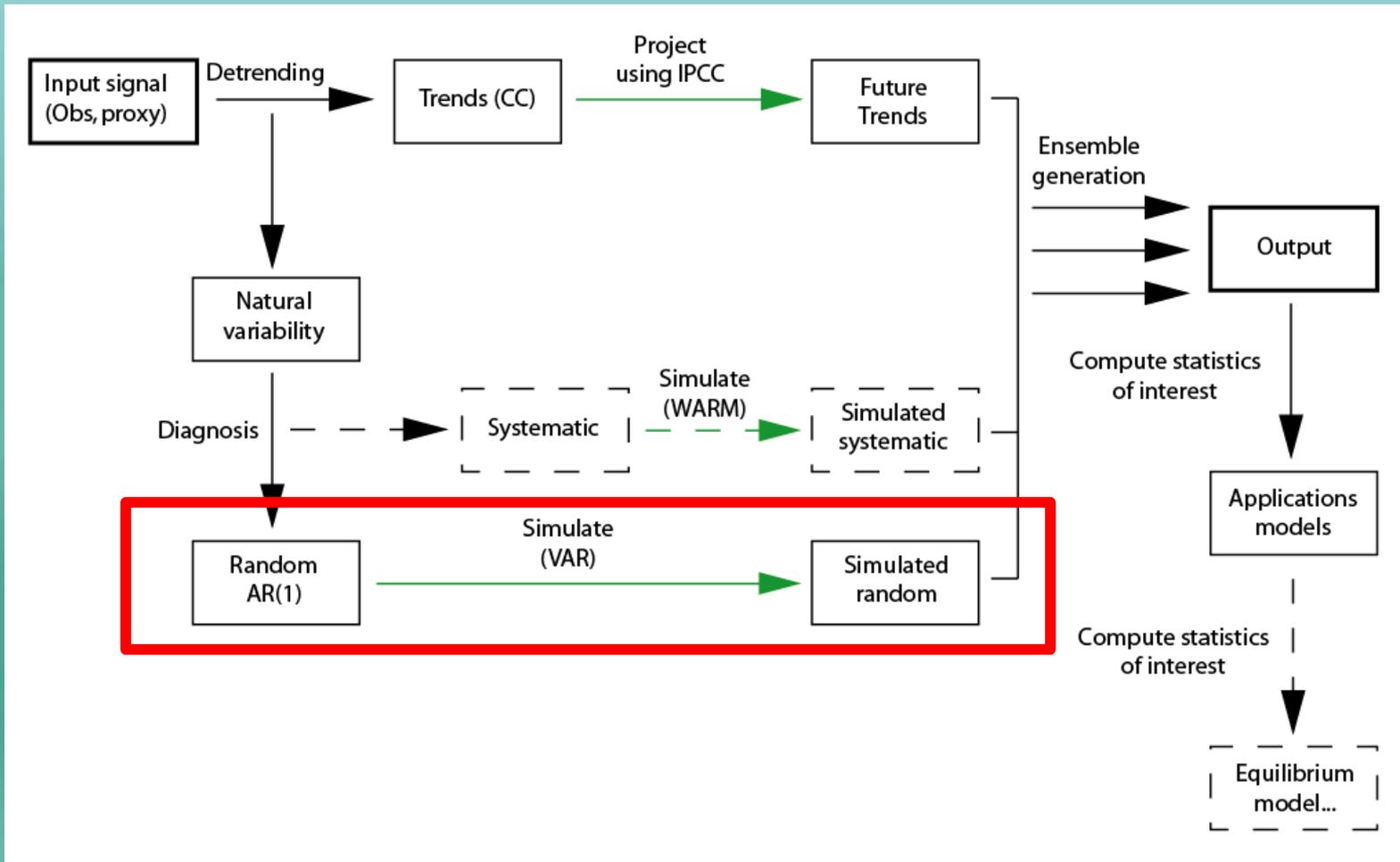


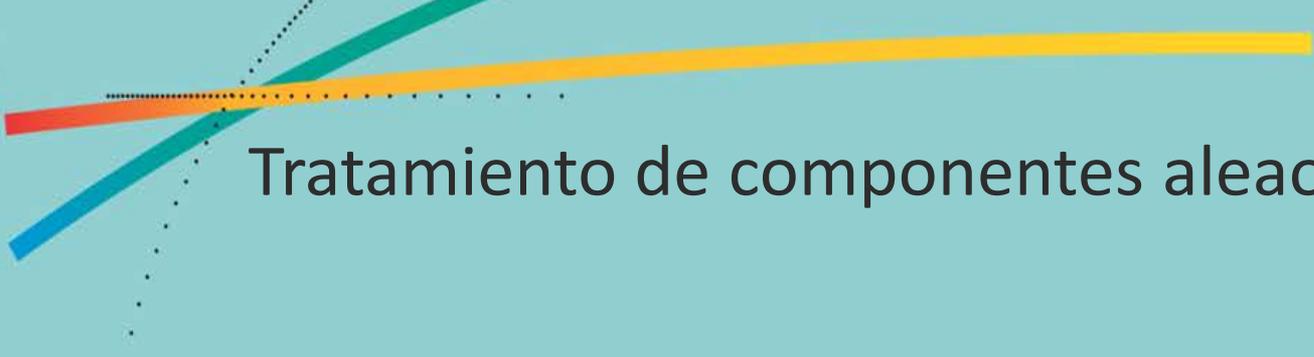
Parte determinístico
(oscilación de 2-8 years)

- Un modelo de ruido rojo solamente no es suficiente
- Se requiere un modelo ARMA(3,1)
- No activo continuamente

Methodology

Paso 3: Selección del componente decadal *estocástico*





Tratamiento de componentes aleatorios

Método de trabajo

- Componentes aleatorios son tratados con modelos estocásticos solamente.
- Gran parte de la variabilidad decadal terrestre se encuentra en esta categoría, ya que las influencias son principalmente oceánográficas, o acoplado oceánográfico-atmosférico.
- Un modelo de primer orden autoregresivo es el componente básico para construir el componente aleatorio simulado.
- Para manejo hídrico: Requiere Ingreso Multivariado (Precipitación + Temperatura)



Se requiere un Modelo de Vector Autoregresivo del primer orden: VAR

Requerimientos de modelos VAR

Correlación intervariable

Observations

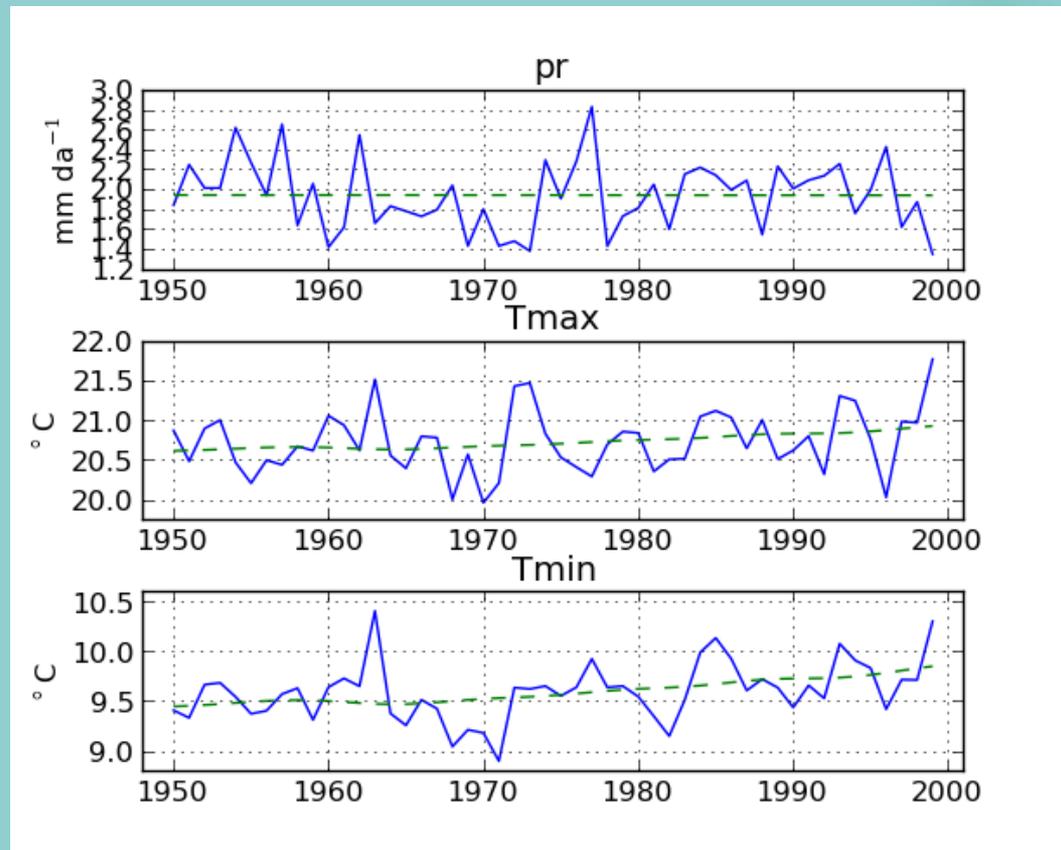
| | pr | Tmax | Tmin |
|------|--------|-------|-------|
| pr | 1.000 | | |
| Tmax | -0.447 | 1.000 | |
| Tmin | 0.068 | 0.733 | 1.000 |

Simulation

| | pr | Tmax | Tmin |
|------|--------|-------|-------|
| pr | 1.000 | | |
| Tmax | -0.445 | 1.000 | |
| Tmin | 0.068 | 0.733 | 1.000 |

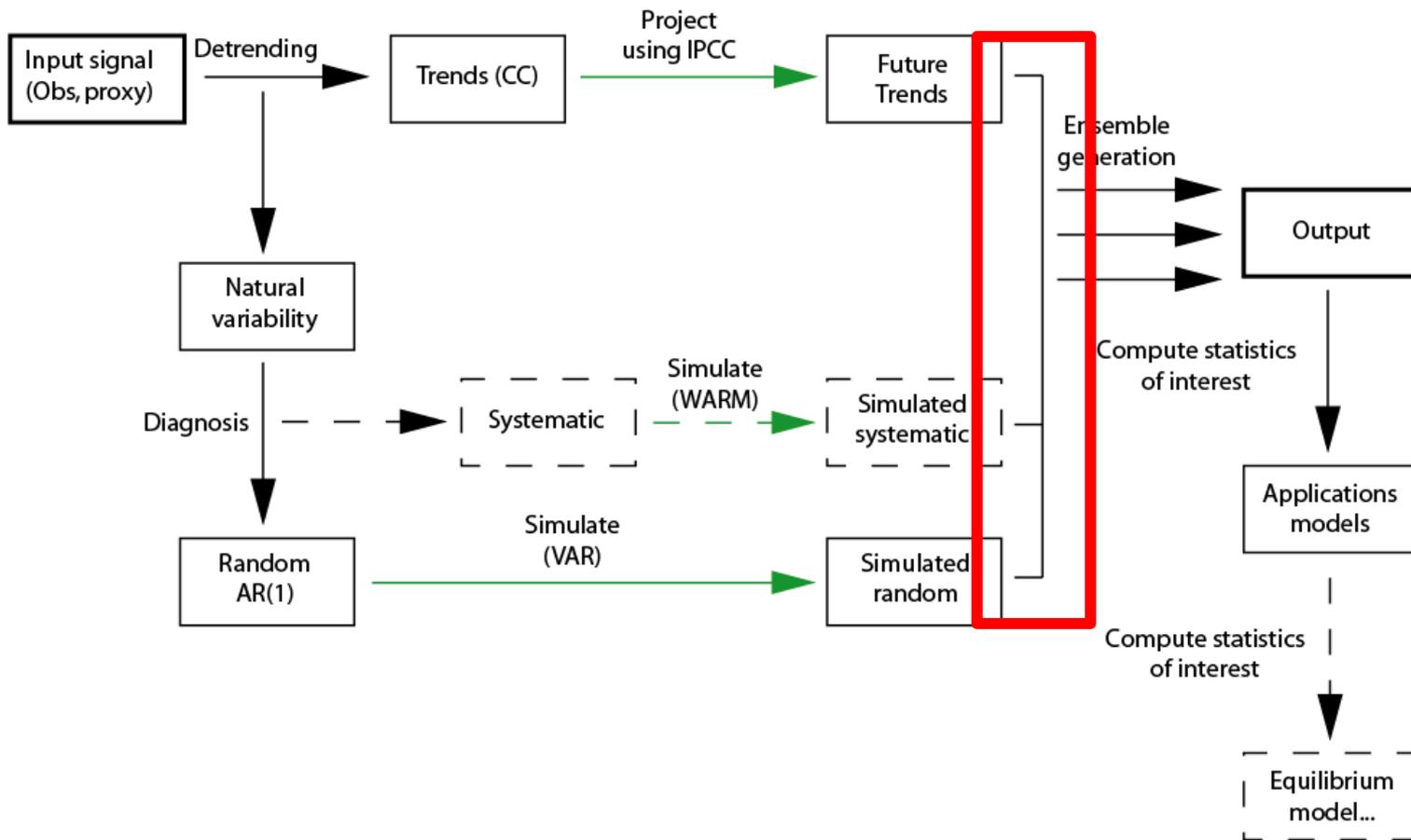
Autocorrelación Serial

| | pr | Tmax | Tmin |
|-----|--------|-------|-------|
| Obs | 0.004 | 0.168 | 0.297 |
| Sim | -0.008 | 0.176 | 0.303 |



Metodología

Paso 4: Reasemblaje





Reasemblaje / downscaling

Step 4-A: Variabilidad Anual/Decadal

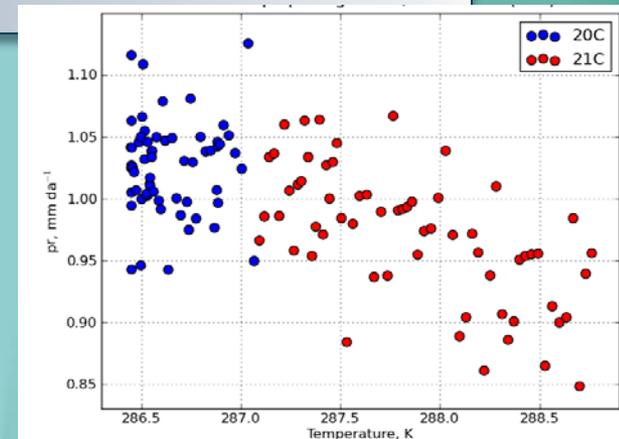
- Elementos determinísticos del componente con baja frecuencia son simulados primero
- A esta serie se agrega un componente aleatorio, basado en el modelo estocástico(VAR)

➔ El resultado de este paso es una simulación de la variabilidad regional de baja frecuencia, por cada año y sin tendencia, típicamente de varias décadas (2020-2050).

Reensamblaje / downscaling

Paso 4-B: Proyección de la Tendencia

- La tendencia está proyectada hacia el futuro:
 - Si se espera que la *sensitividad* en el Siglo 21 será igual que la del Siglo 20, se proyecta la tendencia hacia el futuro utilizando los coeficientes de la regresión del Siglo 20, aplicado sobre el señal del Siglo 21 de la temperatura global.
 - Si la sensibilidad del Siglo 20 está evidente en los GCMs, esta sensibilidad será usado como base para la proyección de la tendencia. Para temperatura las tendencias son aplicados aditivo; para precipitación multiplicativo.

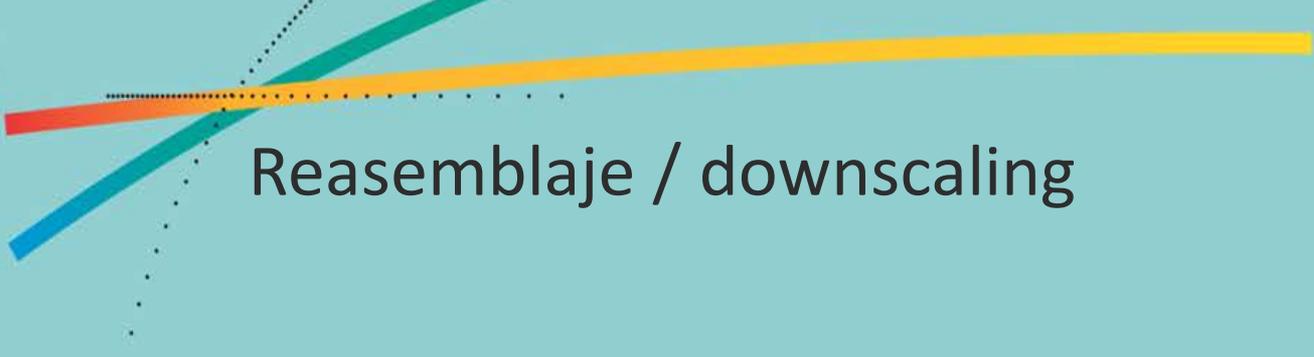




Reensamblaje / downscaling

Paso 4-C: Downscaling espacial

- Las computaciones de la tendencia son basados en regresiones a nivel de estación o estimaciones basado en los GCMs. Por lo tanto, ya están implícitamente ‘downscaled’, o listo para.
- Para el componente de la frecuencia baja (decadal) el proceso es diferente:
 - En una región, estaciones locales no están perfectamente correlacionados con el señal regional decadal.
 - Por esta razón, la simulación regional es proyectado a nivel local utilizando regresión lineal, agregando un residual en la forma de ruido no-correlacionado para asegurar que la varianza de la estación se mantiene.
 - Este proceso se realiza por la temperatura y la precipitación.



Reasemblaje / downscaling

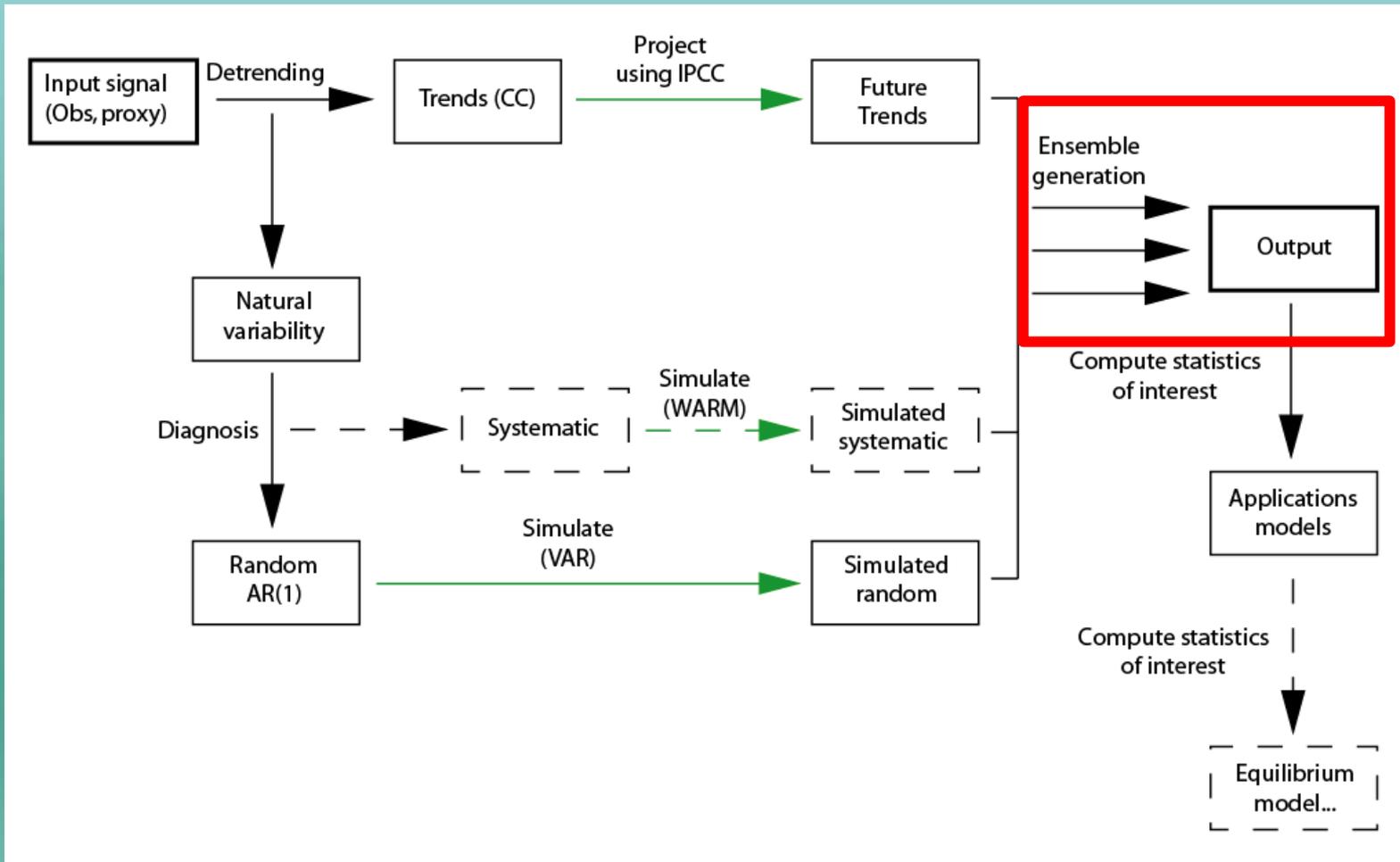
Step 4-D: Downscaling Temporal

- Años completos del registro observado son remuestreado aleatoriamente, y los valores diarios ajustados para tener el valor promedio de la simulación regional.
- Este método preserva el ciclo estacional, la variabilidad diario y las covarianzas, no solamente a través de los variables pero a través de la red completo simulado, eliminando su valor interannual y reemplazandolo por el valor simulado

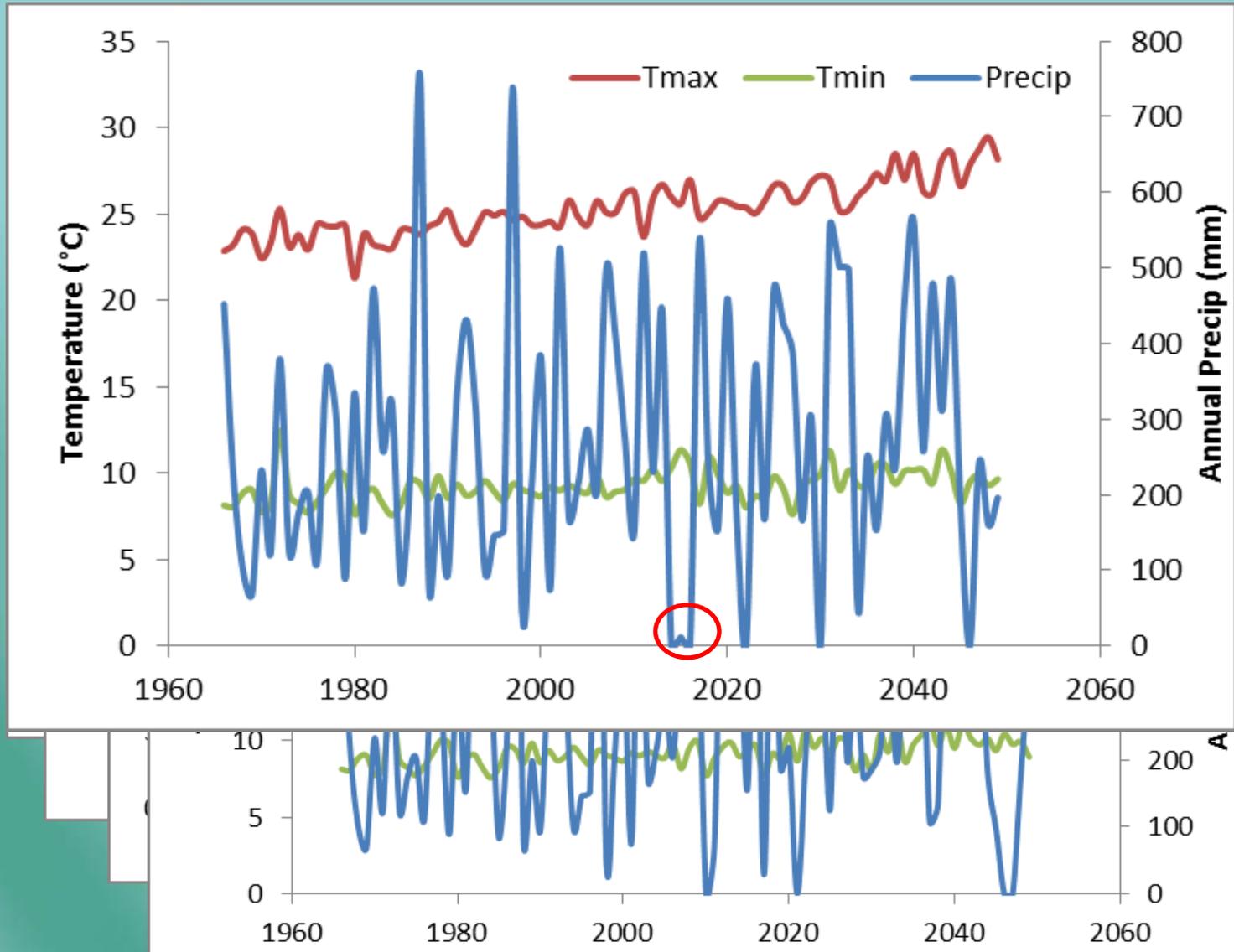
➔ El resultado es un set de simulaciones hibridos a nivel de estación, que tienen las características subanuales de la estación, pero las propiedades anuales-a-multianuales de la simulación.

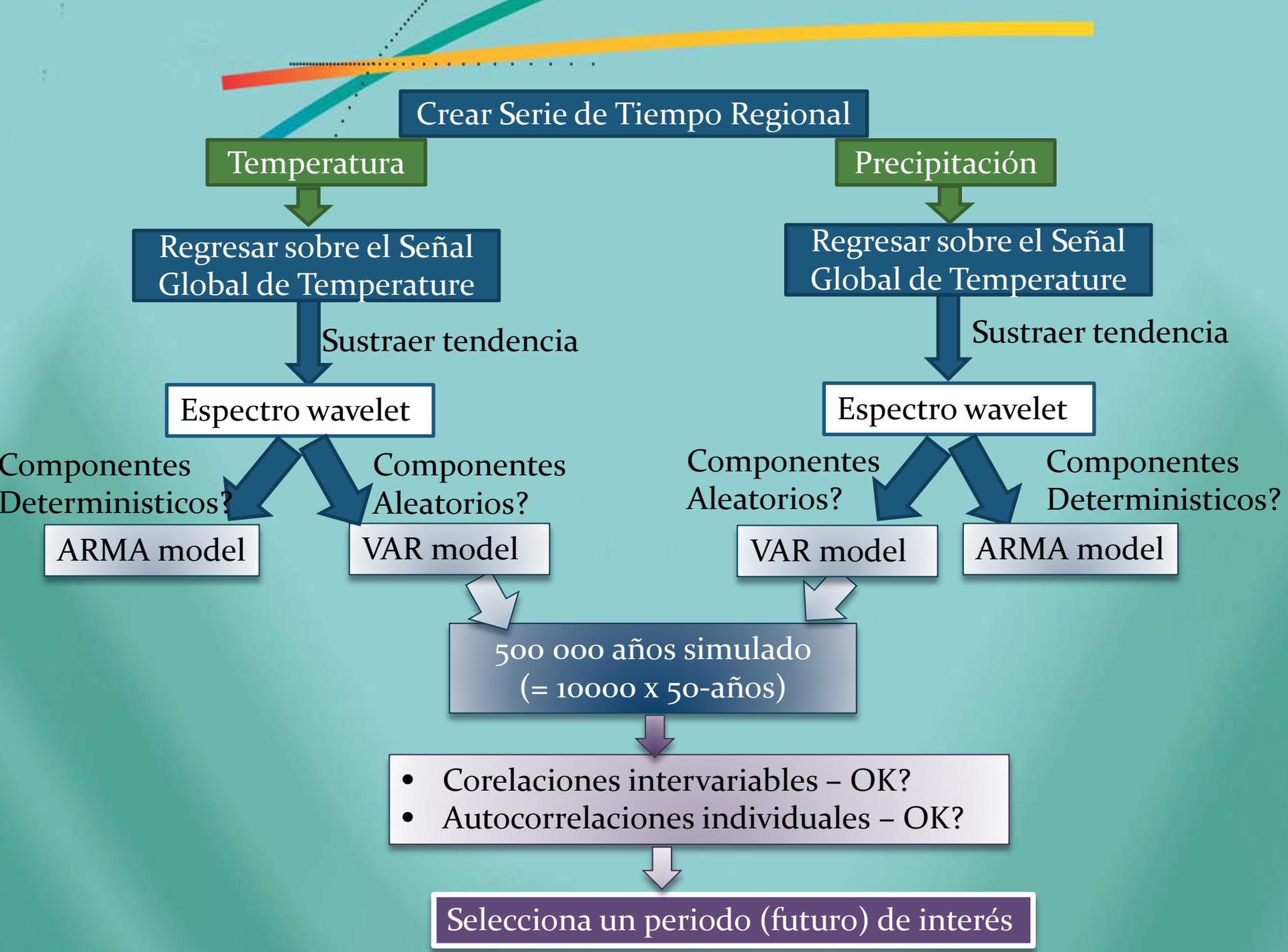
Metodología

Paso 5: Generar simulaciones estocásticas de Precip, Tmin, Tmax proyectados



Downscaling de simulaciones a escala local





Crear Serie de Tiempo Regional

Temperatura

Precipitación

Regresar sobre el Señal Global de Temperature

Regresar sobre el Señal Global de Temperature

Sustraer tendencia

Sustraer tendencia

Espectro wavelet

Espectro wavelet

Componentes Deterministicos?

Componentes Aleatorios?

Componentes Aleatorios?

Componentes Deterministicos?

ARMA model

VAR model

VAR model

ARMA model

500 000 años simulado
(= 10000 x 50-años)

- Corelaciones intervariables - OK?
- Autocorrelaciones individuales - OK?

Selecciona un periodo (futuro) de interés



Selecciona un periodo (futuro) de interés



Downscale a todas las estaciones

Temperatura vs.
Temperatura Global



Proyecta tendencias de
Temp. al Siglo 21



Regresar estaciones
sobre señal regional

Agregar variabilidad natural
(ruido)



Remuestreo aleatorio

Downscale a resolución diario

Projection GCM vs.
Temperatura Global (log)



Proyecta tendencias de
Precip. al Siglo 21



Regresar estaciones
sobre señal regional

Agregar variabilidad natural
(ruido)



Remuestreo aleatorio

Downscale a resolución diario

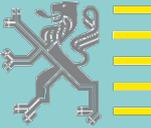


Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Oficina Regional de Ciencia para
América Latina y el Caribe



Programa
Hidrológico
Internacional



Flemish government

Resumen del SimGen Package

Koen Verbist, PhD
UNESCO-IHP

Arthur Greene, PhD
International Research Institute
for Climate and Society



International Research Institute
for Climate and Society

EARTH INSTITUTE | COLUMBIA UNIVERSITY