



Clima Adaptación Santiago (CAS)

Descripción del proyecto

1. Marco del proyecto	1
2. Resumen del proyecto.....	2
3. Situación inicial para el proyecto.....	2
4. Objetivos del proyecto	4
5. Fases de trabajo.....	5
6. Supervisión del proyecto, seguimiento y resultados	7

1. Marco del proyecto

Duración:

12/2009 – 11/2012 (36 meses)

Organizaciones participantes:

- Universidad de Chile - Centro Internacional para el Desarrollo Urbano Sustentable (IDUS)
- Pontificia Universidad Católica de Chile - Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales (IEU+T)
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- Karlsruher Institut für Technologie (Instituto Tecnológico de Karlsruhe - KIT) - Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (Instituto de Estimación de Consecuencias Técnicas y Análisis de Sistemas - ITAS)
- Centro Helmholtz de Investigación Medioambiental – UFZ (Institución responsable de la coordinación del proyecto)

En cooperación con:

- Ministerio de Medioambiente (SEREMI MMA)
- Gobierno Regional (GORE)

Encargado por:

- Ministerio de Medio Ambiente, Ecología y Seguridad Nuclear (BMU) del Gobierno federal alemán, Iniciativa Climática Internacional

Coordinación del proyecto:

Portavoz: Bernd Hansjürgens

Coordinación: Kerstin Krellenberg, Katrin Barth



2. Resumen del proyecto

El cambio climático influirá intensamente en el desarrollo de la Región Metropolitana de Santiago (RMS) y requiere de forma especial la introducción de medidas de adaptación dada la alta demanda de recursos, la concentración de poder económico, infraestructuras y servicios básicos en la Región.

El objetivo del proyecto es la elaboración de medidas de adaptación al cambio climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile en los sectores claves de energía, agua y uso de suelo. Las actividades incluyen la estimación de los efectos del cambio climático con enfoque en el ámbito regional-urbano, así como la estimación de sus consecuencias y efectos mediante escenarios explorativos. En el marco de un proceso de participación (una serie de Mesas Redondas) los representantes de administraciones relevantes a nivel regional y nacional (en especial del Gobierno Regional) deberían desarrollar, valorar, y priorizar medidas para la adaptación al cambio climático y planificar su implementación. Con la integración de actores locales (representantes de administraciones, etc.) de otras ciudades de la región de América Latina se incorporarán las actividades en una Red regional de aprendizaje.

El proyecto intenta contribuir a la ampliación de conocimientos y capacidad de actuación de sus integrantes en la práctica, especialmente de los participantes de las Mesas Redondas y de la Red Regional de Aprendizaje. Al mismo tiempo pretende promover la sensibilización de la población sobre la necesidad de protección del clima y de los recursos, para contribuir a la reducción de riesgos asociados con el cambio climático, en especial para grupos de población vulnerables.

3. Situación inicial para el proyecto

La Región Metropolitana de Santiago de Chile es una aglomeración urbana de más de seis millones de habitantes. Como otras megaciudades en Latinoamérica, Santiago es el centro político, administrativo y económico del país. Debido a la concentración de poder económico, infraestructuras y servicios básicos en la región existe en la actualidad una alta necesidad de recursos que seguirá aumentando en el futuro.

Santiago de Chile se encuentra en el Chile central subtropical, en un valle entre dos cordilleras (de la costa y de los Andes). El clima en Santiago es seco en general. La temperatura media anual es de 14°C, la precipitación media anual es de 312,5 mm. Los meses más cálidos van de diciembre a febrero con una media de 18,9 a 20,0 °C, y los más fríos de junio a agosto con valores medios de 8,1 a 9,1 °C. Las mayores precipitaciones caen entre mayo y agosto con una media de 57 a 85 mm, las menores ocurren de noviembre a abril con una media de hasta 14 mm al mes (valores medios de la OMM entre 1960–1991).

Se dispone de datos estimados de los posibles efectos futuros del cambio climático en la región estudiada de diferentes fuentes y en diferentes resoluciones espaciales. Además se dispone de las conclusiones de los informes del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) para la Zona Central de Chile, en la que también se encuentra la Región Metropolitana de Santiago de Chile. Sin embargo, estas conclusiones globales sobre los cambios climáticos tienen una escasa resolución espacial y por eso un limitado valor local, puesto que, a modo de ejemplo, no se pueden captar de forma adecuada las grandes diferencias de relieve entre los Andes en el Este (cordillera de los Andes) y el Pacífico en el Oeste (cordillera de la Costa), así como tampoco características específicas en el clima regional y/o local.

Además, hay disponibles cálculos de modelos de la Universidad de Chile que fueron publicados en el año 2006 por CONAMA en un informe sobre la variabilidad del clima en



Chile para el siglo XXI. En base a un largo periodo de mediciones (1960-1991) de promedios de temperatura y precipitaciones, se calculó, a) un modelo del clima “actual” y b) dos escenarios alternativos (A2 y B2 según el IPCC) para el 2071-2100 con el modelo regional PRECIS (Providing Regional Climates for Impact Studies), desarrollado por el Centro Hadley dependiente de la Oficina Meteorológica del Reino Unido (Met Office). La resolución espacial de este modelo es de 25 km y cubre completamente el territorio de Chile dividido en cinco zonas. En la red modelo es posible interpolar “puntos” cualquiera de forma que se pueden hacer afirmaciones para estos puntos tanto sobre el clima actual como sobre ambos escenarios alternativos A2 y B2. No obstante, incertidumbres e inexactitudes existentes - específicamente en la zona de los Andes - deberán considerarse de forma especial. La base de datos para la modelación regional con PRECIS proviene del modelo global HadAM3 (también del Centro Hadley), que a su vez resulta del modelo acoplado océano-atmósfera HadCM3. Con el modelo HadAM3 también se efectuaron cálculos “intermedios” para los años 2011-2030 y 2046-2065. Partiendo de los cálculos de los modelos regionales se analizaron varias transectas al detalle. Entre otros una faja de 50 kilómetros centrada en 33,5° de latitud sur que refleja aproximadamente la Región Metropolitana de Santiago de Chile. En un escenario A2 se prevé en esta área, entre los años 2071 y 2100, un aumento de la temperatura media de unos 3-4°C (en algunas zonas hasta 5°C) en todos los meses (con respecto al clima actual, modelado de las mediciones realizadas entre 1960 y 1991). Así, se prevén temperaturas medias de 24-26°C para los meses de verano (diciembre a febrero). Por el contrario, la precipitación se reducirá en el mismo período en un total de hasta un 40%. Hasta ahora en Santiago había precipitaciones notables entre marzo y mayo, y las más altas se registraban entre junio y agosto. Las primeras se reducirán en un 40%-60%, las últimas incluso en un 70%-80%. La ya escasa precipitación entre septiembre y noviembre (1-5 mm), bajará un 50-70% con lo que se prolonga el período seco. Por otro lado, las suposiciones en el escenario B2 también reflejan estos pronósticos pero de manera menos extrema.

Finalmente, a pesar de no estar ubicada en las inmediaciones costeras, no se debería menospreciar la subida del nivel del mar desde el punto de vista del impacto del cambio climático en Santiago de Chile. También aquí se realizaron cálculos y estimaciones con el modelo global HadCM3. Sin embargo, aun no es posible efectuar conclusiones sobre los posibles efectos. Para ello es necesario estudiar con más detenimiento la relación entre el aumento del nivel del mar, los efectos sobre las cuencas hidrográficas y la correspondiente reducción de la retención del agua de deshielo.

Existe una correlación marcada entre los cambios en las temperaturas medias y en la cantidad e intensidad de las precipitaciones y los cambios en los usos y ocupaciones del suelo, así como una relación directa con el abastecimiento de agua en la Región Metropolitana de Santiago. Como el aumento de temperatura sigue favoreciendo el retroceso de los glaciares, y la disminución de las precipitaciones alarga el periodo seco y aumenta la demanda de agua, el abastecimiento de agua de la población urbana está en considerable peligro ya que todo la provisión de agua urbana y de regadío agrícola en las áreas rurales de la Región Metropolitana depende del agua de los Andes. Esta agua por su parte proviene casi todo el año de campos de nieve y glaciares que están extremadamente amenazados por el cambio climático, tanto en lo que respecta a su tamaño, como a su persistencia en el tiempo. Un retroceso de los campos de nieve y glaciares andinos pondría en peligro no sólo el abastecimiento de agua potable y no potable sino también el abastecimiento de alimentos a la población urbana. Adicionalmente, se espera que en algunos años se multipliquen los cortes en el suministro eléctrico, que ya vienen teniendo lugar desde hace algunos años, porque un 50 % del suministro energético se genera en centrales hidroeléctricas. Un análisis de riesgos actual para el sector hidroeléctrico (VARGAS 2009) parte de la base de que el caudal del río andino más importante en la región (Río Maipo) disminuirá entre un 50 y un 70% hasta el año 2070.



Aún no se puede prever la disposición espacial de los riesgos, y por tanto, tampoco los efectos sobre diferentes grupos de población. Puesto que en Santiago de Chile existe una alta diferenciación socio-espacial, la variación de los efectos del cambio climático según este factor también será alta. Hasta el momento tampoco se pueden realizar afirmaciones claras sobre los efectos del cambio climático en el consumo primario de energía. El aumento de consumo de energía para refrigerar se corresponde con una disminución del consumo de energía para calefacción en invierno.

4. Objetivos del proyecto

El objetivo principal es la elaboración de medidas de adaptación al cambio climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile. Mediante una estrecha conexión entre investigación científica e implementación política se intentará fortalecer dos áreas para promover una actuación estatal responsable: (1) La superación de barreras sectoriales y (2) la orientación de políticas frente el cambio climático a largo plazo. La estrecha colaboración con importantes actores locales responsables de la toma de decisiones es una parte fundamental.

El Plan de Acción Nacional de Chile (PAN) es una base relevante para ello. En conformidad con este PAN, el proyecto intentará estudiar en detalle la complejidad de las relaciones en el espacio urbano para las áreas especialmente afectadas por el cambio climático en Santiago: energía, agua, uso del suelo, así como los efectos socio-espaciales del cambio climático. Para cumplir este objetivo es fundamental analizar con atención las consecuencias del cambio climático, la necesidad de adaptación resultante, la distribución espacial de los riesgos resultantes y los correspondientes efectos sobre diferentes grupos de población (vulnerabilidad social).

La implementación de las medidas desarrolladas en la región se entiende como parte integral del objetivo general. Basándose en las experiencias en el desarrollo de una estrategia de sostenibilidad para Santiago de Chile, se desarrollarán, en cooperación con socios de otras megaciudades de América Latina, medidas transferibles para la adaptación al cambio climático en toda la región (Red regional de aprendizaje). Para ello, con ayuda del proyecto se pretende ilustrar y explotar el “estado de la práctica” en la adaptación urbana al cambio climático en la región. Además, se quiere promover la capacidad de actuación de los responsables de la toma de decisiones en la región de América Latina y el intercambio de experiencias.

Los objetivos generales del proyecto son:

- **Estimar los principales cambios climáticos con enfoque a nivel regional urbano en Santiago de Chile**
Se analizarán datos y estudios existentes, y dado el caso, se completarán y/o validarán para poder llegar a conclusiones precisas respecto a la situación inicial de los cambios del clima sobre las que se basan los objetivos restantes.
- **Estimar los efectos de los cambios en el clima sobre los sectores agua, energía, uso del suelo y vulnerabilidad social**
Se llegará a conclusiones precisas sobre las interacciones entre los cambios del clima y los sectores claves mediante un análisis detallado de las diferentes áreas así como una estimación de su funcionamiento combinado mediante el desarrollo de escenarios.
- **Consolidar las capacidades de los actores centrales de la Región Metropolitana de Santiago de Chile**
Esto afecta al Ministerio de Medioambiente (MMA) en especial, pero también al Gobierno Regional. MMA es el responsable principal de la adaptación al cambio climático en Chile y, por ello, el actor central. El Gobierno Regional, en calidad de autoridad de control de las 52 comunas de la Región Metropolitana, desempeña un papel igualmente importante



en el desarrollo de una estrategia de adaptación al cambio climático. Además, en 2009 el Gobierno Regional suscribió su adhesión al C40. La colaboración con ambos actores representa una gran oportunidad de consagrar la trascendencia de la prevención del cambio climático. El proyecto contribuirá remarcablemente a reforzar este proceso.

- **Fomentar el intercambio de información entre los diferentes ministerios sectoriales (Secretario Regional Ministerial (SEREMI)) y administraciones dentro de la Región Metropolitana**

De esta forma, se intentará conducir el trabajo sectorial de los diferentes ministerios, como por ejemplo el Ministerio de Energía o el Ministerio de Obras Públicas (competente de la infraestructura pública, carreteras, abastecimiento de agua), hacia una dirección de colaboración integradora. Con este fin, el proyecto incluye la creación de una “Mesa redonda de Adaptación al cambio climático” y un proceso continuado de cooperación y concertación de un grupo de actores locales claves (stakeholder).

- **Creación, transferencia y difusión de conocimientos**

Los resultados serán preparados y difundidos de forma adecuada para los destinatarios. Los grupos de destinatarios más importantes son los actores locales responsables de la toma de decisiones y la administración de Santiago de Chile; ciudadanos; responsables de la toma de decisiones en América Latina; organizaciones internacionales, foros y redes (ONU, Banco Mundial, UGEC, etc.).

5. Fases de trabajo

Fase 1: Estimación de los principales cambios del clima y de la variabilidad del clima con enfoque a nivel regional-urbano en Santiago de Chile (UCH responsable).

- Documentación del estado del conocimiento en conexión con escenarios del IPCC así como otros modelos globales y sobre todo regionales.
- Análisis de series de datos existentes (mediciones locales), comparación con datos de instituciones nacionales e internacionales.
- Estimación de los cambios climáticos futuros en la RMS focalizando en temperatura y precipitación.

Fase 2: Estimación de las consecuencias y efectos de los cambios del clima sobre los sectores energía, agua y cobertura y uso del suelo mediante escenarios explorativos (KIT y UFZ responsable)

- Estudio de la relación entre el retroceso de la disponibilidad y abastecimiento de agua y los cambios del clima.
- Estudio a modo de ejemplo los cambios en la demanda de energía como consecuencia del cambio de temperatura (refrigeración y calor) y el cambio en la oferta de energía a consecuencia de cambios en la disponibilidad del agua (energía hidroeléctrica).
- Estudio de los cambios en el uso del suelo a consecuencia de la constante urbanización. Amenazas provocados por los cambios en el clima y cambios en el uso y la cobertura del suelo (temperaturas altas e inundaciones) para mostrar, entre otros, el potencial existente para la reducción de peligros/amenazas.
- Estudio de la distribución socio-espacial de estos efectos sobre diferentes grupos poblacionales y su vulnerabilidad (análisis de la exposición).

Fase 3: Elaboración/selección de medidas en el marco de un proceso de participación de los actores locales (stakeholders) (PUC responsable)

Se organizará una serie de Mesas Redondas con representantes de todas las administraciones relevantes en el ámbito regional y nacional que se reunirá periódicamente durante el transcurso del proyecto. La función central de los asistentes a la Mesa Redonda



es determinar las medidas posibles, fijar los criterios para su valoración así como la priorización y selección de medidas especialmente adecuadas y, finalmente, su puesta en práctica. Esto comprende los siguientes puntos:

- Listado de las medidas e iniciativas existentes en el ámbito sectorial para el trato con los efectos del cambio climático, enfoque sobre esas medidas que sirven para conectar los sectores energía, agua, uso y cobertura del suelo y sus consecuencias socioeconómicas (vulnerabilidad social);
- Desarrollo y elección de criterios de priorización/selección de medidas. Los criterios serán fijados de común acuerdo con los actores locales. Los criterios posibles son: efectividad, duración hasta la puesta en práctica, condiciones jurídico-institucionales, efectos de sinergia y obstáculos a la aplicación, costos, incorporación de las medidas a actividades sectoriales existentes; armonización con medidas de mitigación ya en curso (en especial MDL);
- Clasificación de los requisitos institucionales para la planificación de la adaptación de las medidas priorizadas, como por ejemplo, en el sector energético, edificios energéticamente eficientes o energías alternativas.
- Por un lado, análisis de las medidas actuales en relación con estrategias de adaptación; identificación de las organizaciones responsables/participantes; mecanismos de cooperación; y por el otro, obstáculos a la implementación, p. ej. conflictos con estrategias existentes y objetivos de desarrollo, falta de capacidades para la implementación de las medidas, confusa distribución de competencias, falta de aceptación de medidas priorizadas entre la población, etc.;
- Valoración de las medidas en base a los criterios y priorización; elaboración de estudios (de factibilidad) específicos como ayuda en la toma de decisiones (elaboración de informes);
- Determinación de una selección de medidas.

Fase 4: Puesta en práctica de las medidas seleccionadas (PUC y MMA/GORE responsable)

- Elaboración de valores meta de adaptación para las medidas seleccionadas; implementación en directivas/ordenanzas; desarrollo de mecanismos para garantizar la ejecución de las directivas/ordenanzas, desarrollo de mecanismos de evaluación y transformación de la estrategia en una planificación adaptativa a largo plazo.
- Concepción y puesta en práctica (en colaboración con el Gobierno Regional y los ministerios competentes) de un proceso consultorio y cooperativo que sensibilice en primera instancia a las autoridades con los posibles efectos del cambio climático así como para posibles métodos de prevención/reacción para luego desarrollar una estrategia de adaptación y la planificación de su implementación; desarrollo de mecanismos de cooperación (horizontal, vertical) como, por ejemplo, la apertura de una Oficina de Cambio Climático;
- Desarrollo de materiales para las administraciones y para la sensibilización de la población.

Fase 5: Red Regional de Aprendizaje de América Latina (CEPAL responsable)

- Integración de científicos y responsables de la toma de decisiones en administraciones de otras ciudades, para apoyar y reproducir el proceso de la estrategia de Santiago y para aprender de conocimientos y experiencias existentes.
- Además, se pretende la integración de las medidas en el proceso sobre el cambio climático de la Comisión de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (a través de su función de secretariado de las consultas periódicas de los ministerios de los países).



6. Supervisión del proyecto, seguimiento y resultados

El seguimiento y el control de los avances están garantizados mediante indicadores medibles y comprobables. Bajo la dirección del solicitante los socios se reunirán en intervalos regulares (trimestrales) para comprobar el avance, *in situ* o en el marco de videoconferencias. Los resultados serán documentados en informes de avance (protocolos). Los socios del proyecto redactarán conjuntamente informes de avances para entregar al Ministerio (BMU)

Resultados intermedios importantes:

- Presentación de un informe sobre los principales cambios del clima (State-of-the-Art); 6 meses tras el comienzo del proyecto;
- Organización de una serie de Mesas Redonda de la Adaptación al cambio climático con confirmaciones vinculantes de cooperación de unos 15 a 20 representantes de las administraciones claves (Santiago de Chile); 6 meses tras el comienzo del proyecto;
- Confirmaciones de cooperación de organizaciones/representantes de 5-6 ciudades de la Región América Latina para la Red Regional de Aprendizaje; 6 meses tras el comienzo del proyecto;
- Presentación de una estimación del impacto basada en escenarios (informes intermedios) sobre los cambios climáticos en los sectores energía, agua, uso y cobertura de suelo y vulnerabilidad social; 12 meses tras el comienzo del proyecto, informe final 18 meses tras el comienzo del proyecto;
- Presentación de un catálogo de posibles medidas y criterios fijos para la priorización; 18 meses tras el comienzo del proyecto;
- Feedback de la Red Regional de Aprendizaje sobre posibles medidas; 18 meses tras el comienzo del proyecto;
- Presentación de un catálogo de medidas priorizadas acordado con los actores locales (informe); 24 meses tras el comienzo del proyecto;
- Presentación de acuerdos de implementación para medidas priorizadas; 30 meses tras el comienzo del proyecto;
- Materiales/productos (relativo al grupo de destino); 36 meses tras el comienzo del proyecto.

El éxito del proyecto se medirá según los siguientes resultados comprobables:

- Existe una extensa y completa base de datos como resultado del análisis de los principales cambios del clima;
- Existe información detallada sobre los impactos en los diferentes sectores, y se utiliza para desarrollar las medidas;
- Se identificaron 5 – 10 medidas priorizadas sobre la adaptación al cambio climático como resultado de proceso de decisión y priorización basado y apoyado en el conocimiento de los participantes de la “Mesa redonda de Adaptación al cambio climático”;
- Existen acuerdos/planes de implementación con mecanismos de cooperación para medidas identificadas/priorizadas en Santiago (intersectorial);
- Se organizó y llevó a cabo la supervisión de la implementación del programa de adaptación al cambio climático con los principales socios (GORE, MMA);
- Existe una oferta de información establecida a los ciudadanos sobre el cambio climático, los requisitos de adaptación y las medidas;
- Existe una documentación (manual) de las administraciones participantes;
- El intercambio en la red regional de aprendizaje de América Latina promovió/motivó otras actividades en, como mínimo, dos ciudades participantes (por ejemplo, la adopción de elementos sueltos o del proceso en general, introducción de medidas).