

Paper

Interescalaridad en la producción de datos para la adaptación local al cambio climático

Fèvre, Mario Ignacio, Dadon, José Roberto; Fèvre, Roberto Mario; marioignaciofever@gmail.com, dadon@fadu.uba.ar; robertofevre@gmail.com;

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Gestión de Espacios Costeros. Buenos Aires, Argentina.

Línea temática 1. Escalas, diagnósticos y representaciones

Palabras clave

Geomática, adaptación al cambio climático, políticas públicas, gestión territorial, Integración académica

Resumen

El cambio climático expone a nuestra población a nuevos riesgos que no pueden analizarse desde una única escala. Las variables climáticas globales generan efectos específicos en las distintas regiones, que a su vez interactúan con las diversas configuraciones urbano-ambientales locales. Preservar el bienestar de la población exige adoptar políticas a escala local que requerirán conocimientos que sobrepasan la capacidad de producción local.

La toma de decisiones urbano-ambientales en el marco de la adaptación al cambio climático, presenta particularidades que demandan la integración de diferentes escalas de análisis. Global, nacional, regional, provincial, departamental, son niveles de organización jurídico-administrativas pero también escalas espaciales que se integran en la producción de datos, escala de análisis y desarrollo de herramientas de gestión.

El proyecto geoGEC desarrolla herramientas que abarca el nivel nacional para implementación de

acciones en la escala local. Incorpora datos producidos a escala global como las imágenes satelitales de la misión *Sentinel*, permitiendo su vinculación con datos censales producidos a escala nacional y con datos de campo a escala local. En el año 2023 se incorporaron datos masivos de gran escala, entre ellos más de 100 variables censales para todo el país, con una resolución a nivel radio censal, e imágenes satelitales de 10m de resolución para la cobertura. Esto permite a cualquier usuario en tiempo real seleccionar un área de estudio, recuperar información poblacional y establecer correlaciones entre esas variables y otras generadas a partir de fuentes propias.

El proyecto geoGEC integra la participación de investigadoras/es, gestoras/es, docentes y estudiantes tanto para formular problematizaciones sobre el diseño de acciones y políticas de adaptación, como para aportar nuevos datos a una base colectiva, en un contexto de construcción participativa de conocimiento.

Introducción

El cambio climático es resultado de interacciones entre procesos naturales y procesos antrópicos a distintas escalas, tanto en relación con las causas como con las consecuencias. El efecto invernadero es un fenómeno a escala planetaria, mientras que las fuentes de emisión de gas de efecto invernadero son puntuales y están localizadas mayormente en las áreas urbanas industrializadas de gran densidad poblacional y en los bosques tropicales. Si bien los cambios del calentamiento de la atmósfera se manifiestan en todas las regiones bioclimáticas, su impacto es diferente en cada una, y por ende, también deben serlo las respuestas a esos impactos. Asimismo, existen grandes diferencias en las capacidades locales que inciden en el tipo de respuestas posibles.

La complejidad de los procesos implicados requiere un abordaje multidisciplinario, así como una integración de datos de las diferentes escalas para articular respuestas a la vez adecuadas y viables. La plataforma geoGEC es un sistema geomático multiusuario para la construcción de conocimiento aplicable a la gestión del cambio climático, con énfasis en la adaptación. Su estructura permite incorporar información de fuentes múltiples a distintas escalas y analizarla bajo distintos escenarios futuros, a fin de seleccionar estrategias, formular acciones, monitorear su implementación y evaluar los resultados, en un ciclo iterativo de planificación – gestión.

La estructura de la plataforma geoGEC ha sido descrita en detalle en Fèvre *et al.* (2020, 2021). En este trabajo se presentan las características referidas a las

relaciones interescales y su operatividad en situaciones reales, a partir de experiencias piloto con municipios de la provincia de Buenos Aires como casos de estudio.

El problema abordado enlaza diferentes dinámicas que generan restricciones y sinergias positivas. Nuestra línea de trabajo explora estas relaciones de forma activa, contrastando diagnósticos, demandas y propuestas originados en los equipos de investigación, de formación y de gestión.

La adaptación al cambio climático puede analizarse desde diferentes perspectivas. En relación a la crisis climática Erik Swyngedouw (2021) advierte que se construyen idearios globales homogéneos que desconocen las desigualdades localizadas en el tránsito de esta crisis. Esta idea se refuerza en la propuesta de Acseelrad (2014), quien identifica en el constructo de crisis climática el ideario de un ambientalismo “supra-clasista”. Estas propuestas, más allá de su crítica a un sesgo dominante en la sociedad, nos advierten de limitaciones en las capacidades de gestión ambiental instaladas para la comprensión misma del fenómeno.

En este sentido, pensar herramientas para la gestión local exige, o al menos advertir, las disociaciones entre la adaptación al cambio climático en clave académica y la misma en clave de gestión pública.

Es esperable una disociación, no solo por una dispersión aleatoria o caótica en la comprensión del fenómeno, sino por la propia estructura de reproducción del estado. David Harvey (1976) propone una limitación del estado a la hora de visibilizar ciertas asimetrías sociales.

En este sentido advertimos desde un primer momento, en el espacio de discusión académica, que ciertos aspectos de la adaptación al cambio climático son precisamente problemas de asimetría social en el acceso a los bienes comunes.

Bajo este marco teórico, las propuestas de interpretación de la problemática de adaptación al cambio climático podrían enmarcarse en al menos tres categorías interesantes de diferenciar:

1. Propuestas de interés académico disociadas de las capacidades de formulación del estado.
2. Propuestas de interés académico, aún no detectadas y/o priorizadas por un gobierno local.
3. Propuestas de interés académico alineadas con la agenda del gobierno local.

De estas tres categorías, la tercera constituye un universo de exploración lo suficientemente extenso para el actual estado de avance de investigación, en el cual se centran nuestras actividades de intercambio.

La categoría 2, puede ofrecer algunos intercambios interesantes con vistas al crecimiento progresivo de las relaciones entre universidad y gobierno.

La categoría 1, se encuentra fuera del terreno fértil para la conformación de un espacio de diálogo productivo, al menos por el momento.

Esta clasificación crece en complejidad si se consideran otras estructuras de gobierno o escalas territoriales. En cualquier caso, la heurística de diseño, en los términos propuestos por Gastón Breyer (2007) permite explorar las implicancias de diferentes recortes temáticos, a diferentes escalas, con diferentes actores, en búsqueda de la conformación de un espacio de trabajo productivo en términos de adaptación al cambio climático y específicamente en términos de apropiación de herramientas de gestión para tal fin.

Materiales y métodos

La metodología de trabajo implementada se centró en el desarrollo de entrevistas semi-estructuradas, talleres de trabajo y experiencias piloto realizadas entre 2018 y 2023, en las cuales se analizaba la experiencia de usuarios de distintos ámbitos de investigación y gestión, a fin de estudiar el ajuste de la plataforma a los usos y necesidades respectivos. Los talleres permitieron además evaluar la dinámica de uso en ámbitos de gestión y docencia.

Cada una de estas instancias permitió probar con profundidad progresiva las estructuras operativas (*software*) que podrían utilizarse para resolver y compatibilizar los respectivos aspectos de interés.

El resultado final fue la operatividad consolidada de una plataforma web orientada a optimizar el intercambio entre universidad, gobierno local y otros actores involucrados.

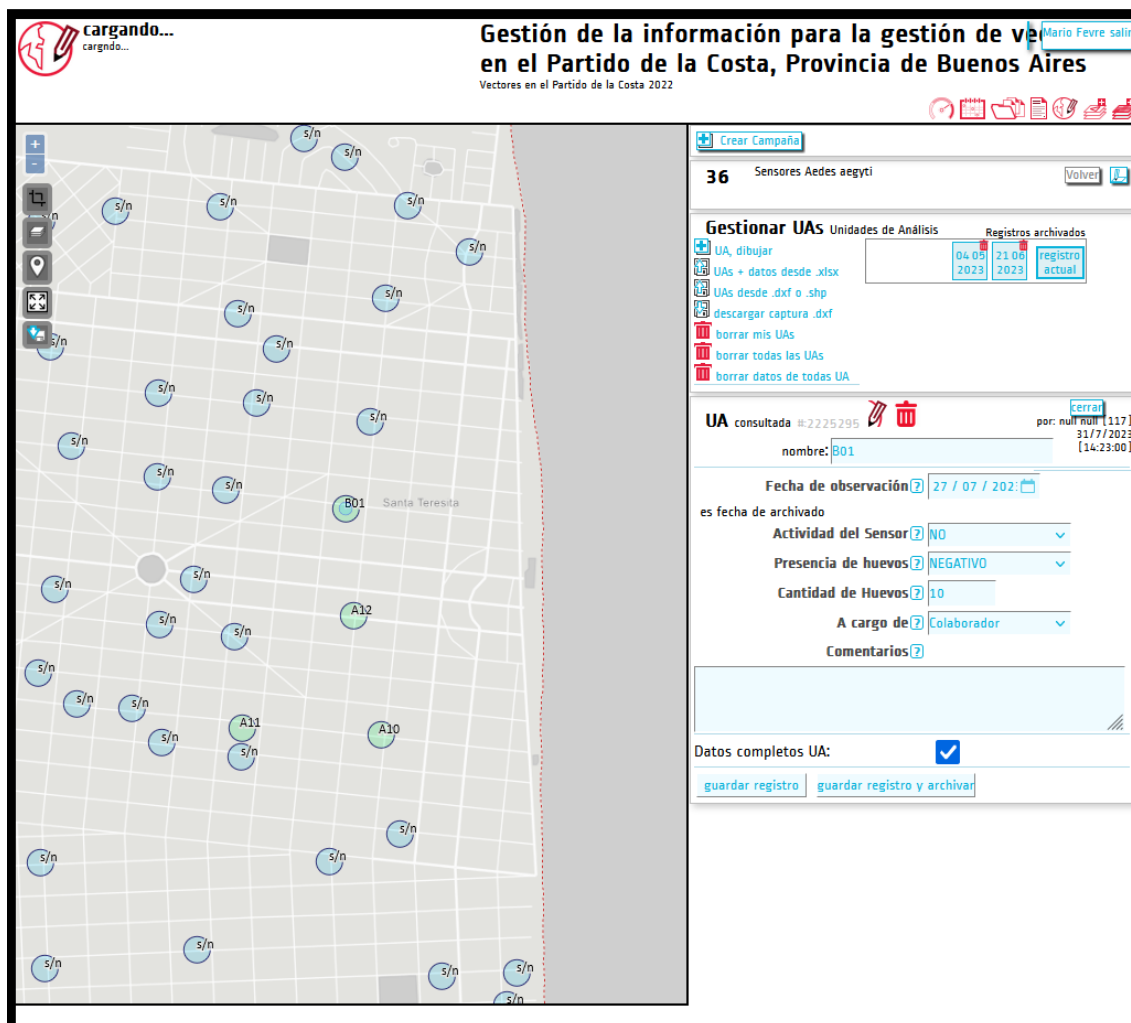
Resultados

Caso Vicente López (2018-2019):

El caso del territorio del Partido de Vicente López fue explorado en los años 2018 y 2019. En esta instancia se mantuvieron entrevistas y talleres con responsables de gestión de las áreas técnicas y políticas.

Durante esta experiencia se identificaron diferentes disociaciones “academia-gobierno”, y se identificaron aspectos coincidentes de interés, así como el reconocimiento conjunto de que el municipio tenía recursos insuficientes en cuanto a capacidad de manejar información geográfica, así como disponibilidad limitada de datos georreferenciados.

A partir de entrevistas semiestructuradas, algunas problemáticas vinculadas a la movilidad fueron identificadas como poco prioritarias y contrarias a la imagen que el municipio intentaba construir hacia los vecinos. Otras, vinculadas a la gestión de residuos y educación ambiental, fueron identificadas como de interés coincidente. También emergieron en estas entrevistas inquietudes sobre temáticas no relacionadas específicamente con la adaptación al cambio climático.

Figura 1: Captura de pantalla, módulo relevamiento

Fuente: elaboración propia

Sobre las temáticas de interés académico, se identificaron demandas por parte de las autoridades para aplicar indicadores de cobertura que, a partir de la planificación de infraestructura, equipamiento u otras intervenciones, permitan establecer un área de influencia de los mismos, a fin de superponerla a una capa de población objetivo para establecer así una estimación de cobertura o población servida. Esta secuencia de análisis geomático fue automatizada dentro de una interfaz simple para usuarios no especializados.

Complementariamente se ideó un módulo de relevamiento que permitiera generar datos a usuarios no especializados, y se identificó como valioso incorporar un módulo capaz de gestionar datos en formato *raster* multicapa.

Otros indicadores incorporados a la plataforma a partir de demandas de investigadores académicos fueron reconocidos en los talleres con gestores como potencialmente aplicables, aunque sin posibilidades de aplicación debido a la falta de personal capacitado.

Caso pasantías estudiantes de arquitectura (2019):

A partir de los resultados de los talleres anteriores, se desarrolló un módulo de relevamiento para usuarios no expertos, es decir, sin conocimientos previos en la operación de software SIG.

Este módulo fue puesto a prueba con un grupo de estudiantes no expertos que fueron capacitados para realizar una tarea específica, en este caso, el relevamiento de la costa del Partido de Vicente López. El resultado fue una base georreferenciada de variables de interés para el tema escogido.

Los resultados de este caso mostraron la factibilidad de operar la plataforma con una capacitación específica, breve, centrada en el objetivo del trabajo y escalable.

Caso Partido de la Costa (2022-2023):

La experiencia con el Partido de la Costa inició con recursos y estrategias desarrolladas a partir de las experiencias anteriores. El contexto de la pandemia COVID19 había interrumpido la continuidad de los talleres, pero no el desarrollo de nuevas funcionalidades que fueron puesta a prueba en este caso.

Los objetivos planteados por los entrevistados estaban relacionados con los patrones espaciotemporales de vectores animales transmisores del dengue en las localidades Santa Teresita y Mar del Tuyú. En la plataforma se creó un espacio de trabajo virtual diseñado y se programó una secuencia de trabajo en la cual, a partir de los datos de los relevamientos a campo se generaban de manera automatizada distintos indicadores de cobertura, seguidos por el análisis de correlaciones por superposición espacial.

Esta experiencia mostró una mayor capacidad de apropiación por parte del equipo de gobierno, capaz en este caso de configurar el espacio de trabajo en la plataforma adaptándolo a sus necesidades, cargar datos reales propios de forma autónoma y formular la demanda de nuevas funciones, necesarias para el monitoreo de esos vectores.

A partir de esta experiencia se incorporaron funciones de exportación de mapas de alta resolución, importación de tablas Excel, normalización de funcionamiento y codificación visual de funciones, y se esbozó un módulo de preconfiguración autónoma de espacios de trabajo. A partir de estas experiencias también se puso en marcha un equipo de trabajo para la carga de datos iniciales disponibles incorporando masivamente datos vectoriales provenientes del censo 2010 y datos *raster* provenientes de las misiones *Sentinel 2*.

Nuevas funcionalidades:

Durante las experiencias descriptas se generaron nuevos datos con diferentes niveles de completamiento. En la siguiente tabla se indica como funcionalidad al nivel de apropiación logrado en las experiencias. Se indican el origen del dato y su escala prioritaria de problematización.

Tabla 1 – Datos desarrollados

N°	Dato	Año	Funcionalidad	Escala
1	Población	2018	media	nacional
2	Población vulnerable	2018	media	nacional
3	Índice de vegetación de diferencia normalizada (agregada por zona de gestión)	2018	media	global
4	Parcelas de gran tamaño	2018	baja	local
5	Ciclovías	2018	baja	local
6	Áreas inundables	2018	baja	provincial
7	Centros de reciclado	2018	baja	local
8	Arquitectura sustentable	2019	baja	barrial
9	Presencia de vegetación	2019	baja	barrial
10	Accesibilidad a la costa	2019	baja	barrial
11	Actividades de capacitación ambiental	2022	media	local
12	Presencia de huevos de mosquitos	2022	alta	local
13	Calidad edilicia inferida	2022	en desarrollo	nacional
14	Cada variable del Censo INDEC 2010 total y cruzada por género, desagregada a nivel de radio censal	2023	en desarrollo	nacional
15	Raster multibanda Imagen <i>Sentinel 2</i> , para cada departamento costero de república argentina y AMBA	2023	en desarrollo	global

La escala asignada a cada dato ha sido simplificada a modo ilustrativo. No obstante, debe considerarse que existen diferentes formas de escala en un dato, dado el marco teórico analizado. Se proponen los siguientes:

Escala emergente del tamaño de la unidad de análisis

En función del tamaño de la unidad de análisis en la estructura georreferencial, la relevancia de un dato puede limitarse a ciertas escalas (y escalas superiores por agregación). Este criterio es asimilable a la resolución espacial de un dato.

Escala emergente del tiempo de la unidad de análisis

En función del rango temporal de la unidad de análisis en la estructura georeferencial y la velocidad de cambio de la variable en cuestión, la relevancia de un dato puede limitarse a ciertas escalas temporales (y escalas superiores por agregación). Este criterio es asimilable a la resolución temporal de un dato.

Escala emergente de la instancia de generación

En función de los recursos necesarios para producir un dato, y del tamaño de las organizaciones que disponen de esos recursos, una variable puede asociarse a una escala de generación.

Escala emergente de la problematización teórica

En función del tipo de problematización vinculado a una variable, la relevancia responderá a unas u otras escalas de análisis. Este criterio es similar al interés, entendiendo diferentes el interés global, nacional, local, barrial

Integración de escalas

Desde la problemática de integración espacial de escalas, en todos los casos se utilizaron datos de alta resolución; en datos censales se utilizaron radios censales, para imágenes satelitales imágenes de 10m de tamaño de celda. En el caso de relevamientos en el territorio, se utilizaron unidades de 1Ha o menos. En todos los casos, la resolución fue suficiente para realizar la interpretación territorial deseada de los resultados.

Para el caso de la resolución temporal, se utilizaron datos censales con 9 a 13 años de antigüedad, suficientemente representativo para el desarrollo de talleres. Si bien pueden implementarse técnicas correctivas a partir del análisis de variación de proxys, no se avanzó en este sentido por no resultar relevante para los objetivos de investigación.

La escala de generación no supone una limitación para el uso, aunque puede serlo para la obtención de datos. Este criterio no resultó relevante en los casos de estudio. Se destaca aquí que la escala de problematización teórica supone

uno de los mayores desafíos y uno de los aspectos más interesantes de este tipo de trabajos. Como la plataforma geoGEC opera bajo una lógica de articulación entre espacios académico y de gestión pública, mediados por un componente tecnológico específico, esto pone del lado académico un interés en una escala teórica de mayor tamaño que la escala de interés local.

Discusión

Desde el punto de vista de optimización de recursos de investigación, el espacio académico pretende generar herramientas útiles a múltiples ámbitos de gobierno local. Complementariamente el grado de deconstrucción epistemológica pretende ser mayor en los espacios de investigación que en los espacios de gestión. Estas tensiones son permanentes y posiblemente insalvables en muchos casos. No obstante, las experiencias de trabajo han mostrado en muchos casos identificación de escalas que articulan suficiente interés para ambos espacios. El intercambio académico - gestor (en sus diferentes instancias) puso de manifiesto diferentes ideas relevantes:

Por un lado, un reconocimiento de la importancia de las propuestas generadas por la investigación académica, aunque ello ocurra sin que se identifiquen situaciones presentes donde puedan aplicarse para toma de decisiones. Esto alerta sobre la idea de que una manifestación explícita de interés no necesariamente conduce a la apropiación por parte del ámbito de gestión implicado.

Por otro lado, se evidencio la necesidad de herramientas más simples y amigables que las supuestas en las hipótesis iniciales de trabajo. No obstante, en el desarrollo del proyecto, esas funciones simples se articularon virtuosamente con otras más sofisticadas, permitiendo una transición hacia mayor complejidad.

A lo largo de este recorrido, la plataforma mostró algunas fortalezas, a la vez que nuevos desafíos. Entre las fortalezas, se pueden mencionar las siguientes:

- Operación en la web: al no requerir instalar software, la inmediatez de acceso por parte de los usuarios se incrementa significativamente para facilitar y alentar su uso.
- Base precargada: la expectativa de contar con datos precargados exigió desarrollar eventualmente una base de este tipo, que no fue prevista en sus instancias iniciales.
- Módulo de relevamiento: este módulo de baja complejidad, que combina un formulario configurable al estilo de "Google forms", permite a usuarios sin dominio de la geomática generar capas georreferenciadas utilizables para instancias de mayor complejidad.
- Módulo para intercambio de archivos: este módulo sin uso del componente espacial, en extremo simple, permite al equipo de trabajo

tener a la vista, con descripciones un cuerpo de archivos disponible para su intercambio.

- Alta velocidad de adaptación: la capacidad del equipo de incorporar funcionalidades (de baja complejidad de innovación) en períodos breves, permiten adaptarse a las necesidades presentes y fortalecer el compromiso con el proyecto geoGEC de quienes solicitan nuevas funcionalidades.

Entre los aspectos a desarrollar se destacan los siguientes:

- Librería R: esta librería para el análisis estadístico, tiene un alto valor teórico y su incorporación está en el horizonte de desarrollo, pero aún no se han diseñado modalidades de uso amigables para los usuarios no expertos.
- Agregación de índices multiespectrales: dada la disponibilidad de datos *raster* multiespectrales ya cargados en la base, su análisis generando valoraciones de segmentos territoriales podría ser muy valioso; no obstante, no se ha podido poner a prueba esa función en un escenario real, ni se ha generado aún una interfaz suficientemente amigable.
- Generación automatizada de espacio de trabajo. El proyecto ha avanzado generando un formulario para generación de espacios de trabajo con datos precargados seleccionados a partir de la combinatoria multidimensional de respuestas. No obstante, este módulo tiene un desarrollo incipiente. Mejorar este aspecto podría permitir ampliar experiencias de prueba más autónomas.

En otras escalas existen experiencias interesantes que abordan lógicas con aspectos en común. Un ejemplo es el Sistema de Mapas de Riesgo de Cambio Climático (<https://simarcc.ambiente.gob.ar/>). Este proyecto innova brindando al usuario la posibilidad de combinar datos a demanda. Si bien los datos se encuentran limitados a una librería pre-cargada y a escala provincial, la experiencia resulta novedosa en ciertos aspectos.

Comentarios Finales

La naturaleza intrínseca del proyecto geoGEC, fundada en la resolución de una tensión interescalar entre los espacios académico y los diferentes niveles de gobierno, supone un gran desafío para el equipo de trabajo.

Si bien las limitaciones de interacción y de participación por terceras partes han sido una condición presente a lo largo del proyecto, las pruebas realizadas también han permitido implementar herramientas novedosas y probadamente funcionales tanto para las instancias académicas como de gestión.

Este proyecto transita un espacio intermedio entre herramientas rígidas y accesibles, pero a la vez con baja capacidad de interacción (como suelen ser

las plataformas web) y los programas de *software* SIG, altamente flexibles, pero demandantes de niveles de conocimiento especializado y producción de datos para su operación.

Las últimas instancias de trabajo, en las que se incorporaron especialistas en comunicación, refuerzan el cambio significativamente de las estrategias de comunicación para mejorar la apropiación por parte de los usuarios.

A cinco años de iniciado, el proyecto geoGEC presenta un horizonte con múltiples frentes de trabajo y una potencialidad creciente para un colectivo cada vez mayor de participantes.

Un aspecto clave en la formulación del proyecto geoGEC es participar en el debate acerca de si las limitaciones en la articulación entre universidad y gobiernos locales se deben a diferentes escalas teóricas que solo requieren compatibilizarse, o se deben a posturas irreconciliables sobre el lugar que el conocimiento ocupa en cada uno de estos ámbitos.

A priori puede decirse que la respuesta no será única ni estará disponible en el corto plazo, pero este proyecto se plantea realizar el esfuerzo de empujar esa articulación hacia nuevos espacios de interés.

Bibliografía

Acセルrad, H. (2014) El movimiento de justicia ambiental y la crítica al desarrollo: la desigualdad ambiental como categoría constitutiva de la acumulación por despojo en América Latina. En: *Territorios en Disputa*. (pp 376-396). México: Bajo Tierra Ediciones.

Breyer, G. (2007) *Heurística del diseño*. Buenos Aires: Nobuko.

Fèvre, R.; Dadon, J. R.; Fèvre, M. I.; Catanzaro, M. (2020). Métodos e instrumentos para la formulación de planes e indicadores para la adaptación al cambio climático. En: *Memorias de SI + Herramientas y Procedimientos, XXXIV Jornadas de Investigación y XVI Encuentro Regional*. 10 al 13 de noviembre de 2020. Buenos Aires: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.

Fèvre, R.; Dadon, J. R.; Fèvre, M. I.; Catanzaro, M. (2021). Gestión de la información en los procesos de adaptación al Cambio Climático. En: *Memorias de SI + Palabras Clave conceptos, términos, metadatos. XXXV Jornadas de Investigación y XVII Encuentro Regional*. 05 al 08 de octubre de 2021. Buenos Aires: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.

Harvey D. (1976) A teoría Marxista do estado En: *A produção capitalista do espaço* (pp 77-94). São Paulo: Annablume, 2001

Swyngedouw. (2021) Acselrad. El movimiento de justicia ambiental y la crítica al desarrollo: la desigualdad ambiental como categoría constitutiva de la acumulación por despojo en América Latina. *Punto Sur* (5): 6 - 23