

# Internal Ecosystem Restoration: a way to take responsibility for the previous environmental damage

Lucio Cañete Arratia

Universidad de Santiago de Chile, [lucio.canete@sach.cl](mailto:lucio.canete@sach.cl)

**Abstract.** This paper presents a project for getting better the environment of the University of Santiago of Chile by means of changes which taking place within its campus, but impacting out of it. The main goal is artificially to recreate functions that were once performed and that they would have remained if the university had not existed. Since the university does exist, several natural structures do not exist within the campus and therefore some ecological functions performed by those structures accidentally neither exist. In this context of Social Responsibility, the project proposes the arrangement of waterbodies, the introduction of native trees, the construction of birdhouses and other modifications inside the campus for: thermal regulation, hunt of harmful rodents and capture of CO<sub>2</sub> among other impacts in the region where the university is located. This pioneering project not only can be replicated in other universities in the world; but also in other companies and organizations where the existence of them has been depriving the environment of various benefits.

**Keywords:** Social Responsibility, ecosystem, artificial changes, restoration, functions.

## 1.- Problema

Toda acción humana crea una modificación en el ambiente, de hecho eso es su propósito. Sin embargo, algunas alteraciones en el afán de alcanzar su propósito, generan algunos efectos en el ambiente no necesariamente deseados. Tal es el caso de los emplazamientos realizados por el Hombre en ecosistemas nativos donde la infraestructura, equipamiento y actividades en él desarrolladas, altera el comportamiento natural del espacio que ocupan. Por ejemplo, el valle de Santiago tiene hoy un comportamiento muy diferente al que tenía cuando la ciudad fue fundada por Pedro de Valdivia. A su vez, ese escenario del año 1541 fue distinto al que encontraron los primeros humanos en asentarse en esta parte del continente americano hace algunos milenios.

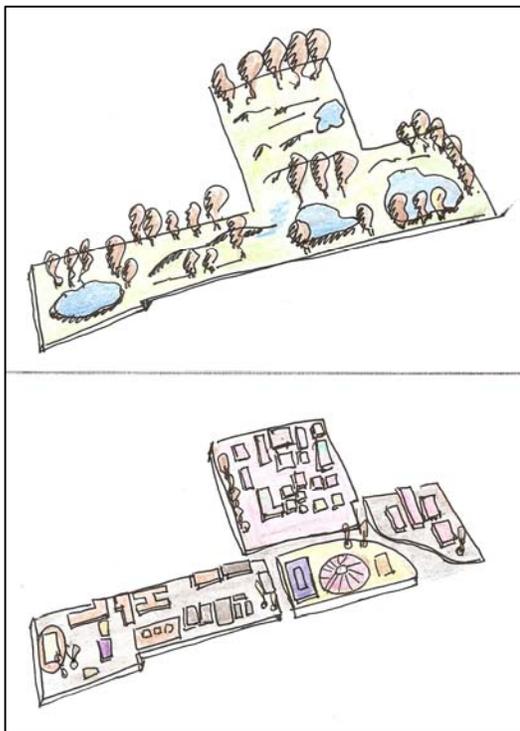
Efectivamente, los emplazamientos humanos modernos generan diversos cambios en la dimensión espacio-temporal que ocupan [1]. Un simple edificio que se emplaza sobre un predio que no está siendo empleado por los humanos,

generalmente provoca una eliminación de la vegetación que en él crece, reduce la infiltración de las aguas lluvias directas hacia el subsuelo e impide la nidificación de fauna entre otros fenómenos naturales [2]. Al respecto, la legislación chilena ha avanzado en asuntos de Impacto Ambiental, obligando a los titulares de las iniciativas a proponer medidas mitigatorias, compensatorias y restauradoras. Sin embargo, no hay una preocupación por los efectos que comenzaron hace más de un siglo, y que se siguen generando.

La Universidad de Santiago de Chile (USACH) ocupa un volumen de más de 600000 m<sup>3</sup>. Si no existiese esa infraestructura, equipamiento y actividades que en dicho volumen se desarrollan respecto a un ecosistema nativo; ahí se capturaría a través de fotosíntesis mucho más CO<sub>2</sub>, se daría cobijo a aves y mamíferos silvestres, se conservaría mayor humedad en el suelo, se capturaría mayor radiación solar y hasta sería hábitat de insectos polinizadores. Sin embargo, estos fenómenos no se presentan en mayor magnitud porque la existencia de la

USACH en la comuna de Estación Central así lo viene impidiendo desde hace más de un siglo y medio.

Y aunque dichas alteraciones en principio se producen a nivel intra-predial; es decir, al interior del campus; los efectos se sienten en el entorno a éste por cuanto muchos fenómenos físicos y biológicos que ocurren fuera del predio dependen de lo que acontece en su interior. Por ejemplo: las aguas lluvias que precipitarían sobre el campus alimentarían un acuífero de varios kilómetros cúbicos de volumen y los rapaces que ahí anidarían se alimentarían de presas de toda la región.



**Figura 1:** Bosquejo de la situación del predio USACH antes (arriba) y durante (abajo) la ocupación por infraestructura.

## 2.- Objetivos

El objetivo del presente proyecto oficialmente patrocinado por la unidad de Responsabilidad Social Universitaria el 2012, es diseñar un procedimiento para que la USACH haciéndose cargo de toda su existencia, le devuelva al ecosistema

actual los bienes ambientales que alguna vez accidentalmente le quitó.

## 3.- Estado del Arte

Al examinar estudios precedentes no se identifica que las universidades antiguas hayan asumido responsabilidad ambiental cubriendo el lapso que va desde su instauración hasta el presente. Abundan programas de Campus Sustentable y Responsabilidad Social Universitaria desde la actualidad hacia el futuro, pero no se nota una visión retrospectiva para hacerse cargo de daños pretéritos.

Por el contrario, existen abundantes antecedentes respecto a recuperación ambiental en determinados ecosistemas [3] [4] [5]. La mayoría son estudios de casos y metodologías donde destaca una familia de modelos en uno básico del tipo mostrado en la Figura 2. Dicho modelo representa en el primer cuadrante del Plano Cartesiano que mientras más Estructuras existen, más Funciones se realizan. Cuando se reducen las Estructuras debido a los procesos de Degradación, las Funciones disminuyen haciendo que el Estado Original se transforme en un Estado Degradado. Ante ello la Restauración pretende recuperar de alguna manera las Estructuras perdidas para recobrar el nivel de Funciones.



**Figura 2:** Modelo genérico que muestra la diferencia de estados con las funciones ecosistémicas dependiendo de las estructuras que las permiten.

Por lo tanto, el Estado del Arte evidencia que el proyecto es una iniciativa pionera y que la tecnología actual permite que tanto la USACH como cualquier otra universidad que en el mundo se lo proponga, pueda en alguna medida restaurar el ecosistema dañado producto de sus funciones de docencia, investigación y extensión.

#### **4.- Método**

¿ Cómo devolver al ecosistema los bienes que la universidad ha venido quitando desde su existencia ? Para responder a esta pregunta es necesario un acotamiento espacio-temporal del ecosistema en cuestión en el sentido de que no sólo basta con limitar volumétricamente el ambiente de la universidad; sino además temporalmente.

Espacialmente, un elemento ambiental de gran alcance puede ser un ave que anidando en el predio de la USACH, se desplaza hasta cualquier punto del valle de Santiago para forrajear. Otro elemento ambiental de amplio alcance espacial puede ser el agua que escurre desde las laderas andinas hasta llegar al predio universitario. Entonces, ante esta complejidad se asumirá como al ambiente de la universidad a la región Metropolitana según sus límites administrativos (coincidentes con naturales) como espacio influyente e influido.

En cuanto a la componente temporal, en rigor el límite debería estar desde el momento en que se instaura la universidad. A este respecto es importante destacar que en la fecha de su fundación a mediados del Siglo XIX, el ecosistema no era prístino y ya había sufrido algún daño previo que bajo ninguna circunstancia puede ser atribuido a la Escuela de Artes y Oficios como matriz de la actual USACH.

Una vez acotado el espacio y el hito temporal de referencia, se deben simular las interacciones de energía, materia e información entre el predio ocupado por la USACH y su ecosistema. La misma operación debe hacerse simulando la no existencia de la universidad. Estas dos

trayectorias deben enfrentarse para desde su diferencia, individualizar y cuantificar los impactos.

Finalmente, a través de procesos heurísticos se podrá diseñar el sistema interno destinado a devolver las componentes positivas de la interacción que fueron privadas para luego materializar las estructuras que cumplan las funciones deseadas.

#### **5.- Resultados**

##### **Elección de un estado de referencia**

Al examinar el espacio que ocupa actualmente la USACH, se nota que es diferente a los pocos espacios relictos que quedan en el Valle Central. Estos últimos han logrado conservarse debido a la escasa antropización desde la época de la Colonia y recientemente porque algunos de ellos han sido declarados Áreas Silvestres Protegidas por el Estado.

Si se compara el mismo espacio que ocupa actualmente la USACH con aquellos de la cuenca de Santiago que hoy son explotados para fines agropecuarios, también se nota una diferencia entre ambos; pero ésta en general es menor a los estados comparados en el primer párrafo. La diferencia es aún menor si la comparación se realiza con el estado del predio a comienzos de los años 60' del siglo pasado. Por lo tanto, la diferencia entre el espacio ocupado por la infraestructura y equipamiento actual con el mismo espacio en instantes pretéritos, tiende a ser en general mayor mientras más se distancian en el eje del tiempo ambos espacios. Entonces, también en general se puede suponer que a mayor distanciamiento en el eje del tiempo respecto al presente, mayor deberá ser el trabajo para disminuir la brecha existente.

Ante esto y con el mero propósito de reducir costos, sería recomendable usar como espacio de referencia a aquel no muy distanciado en el eje del tiempo respecto a la situación actual. En tal caso y en términos relativos no habría que

realizar mayores cambios dentro del predio para recrear la captura de CO<sub>2</sub> y la oferta de lugares de nidificación de aves nativas por ejemplo.

Sin embargo, aceptando el valor de espacios prístinos y su rol ecosistémico, resulta más atractivo y desafiante seleccionar al ecosistema nativo (previo a cualquier intervención humana) como el espacio de referencia, aun cuando el despliegue de trabajo sea mayor.

### Identificación de las funciones intraprediales a recrear

Tal como se estableció previamente, una vez identificado el espacio de referencia, es necesario identificar cuáles funciones realizadas dentro del predio serán artificialmente recreadas. Para ello prima el criterio de valoración ambiental entendido como aquel que considera lo más valorado por la sociedad.

Al respecto y cómo hipótesis se tiene que la captura de CO<sub>2</sub> por estar catalogado este gas como un mal debido entre otros motivos por ser un contaminante clásico y ahora por su contribución al Calentamiento Global. Evidentemente si no existiera la USACH, el ambiente prístino capturaría mucho más CO<sub>2</sub> que lo que hoy se captura.

En este mismo contexto de cambios climáticos, puede ser atractivo contar con algún regulador térmico que amortigüe las olas de calor que se pronostican para las próximas décadas.

Considerando las deficientes condiciones de salubridad de la región, puede ser interesante contribuir a la reducción de las plagas de palomas y algunos roedores.

### Diseño de las estructuras que cumplen las funciones

Una vez identificadas las funciones, se procederá a través de técnicas heurísticas entre otras, a diseñar las estructuras que las cumplen.

Por ejemplo para capturar los niveles de CO<sub>2</sub> de escenarios prístinos se podrá aumentar la cobertura vegetal en los muchos sitios desnudos que quedan dentro del predio USACH. También se podrá aplicar vigorizantes al césped. Para atraer rapaces, se podrán también por ejemplo, disponer de casetas en árboles y entretechos. Para atraer insectos polinizantes se podrá aumentar la proporción de plantas con flores, dando como resultado colateral un incremento en la estética. Un resumen de las funciones y estructuras que la permiten se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Algunas estructuras intraprediales y las funciones ecosistémicas que ellas facilitan

Estructuras	Funciones
Vegetación arbórea	Captura de CO <sub>2</sub>
Lagunas	Regulación térmica
Caseta para nidificación de rapaces	Reducción de palomas y roedores dañinos
Vegetación arbustiva y subarbustiva	Polinización

Estas funciones una vez en curso generarán impactos. Los impactos externos (fuera del campus USACH) se medirán por algún indicador de rentabilidad social para cada una de las funciones recobradas. Por ejemplo si un rapaz logra anidar en una caseta estratégicamente localizada en el campus, esta ave capturará en promedio 13 ratones semanales, los cuales por concepto de enfermedad y deterioro de inmuebles ya no generarán un daño semanal de 0,8 U.F. Basta multiplicar este valor monetario por la cantidad de rapaces atraídos y por la cantidad de semanas, para estimar los beneficios asociados sólo por éste ítem.

Los impactos internos (dentro del campus USACH) se medirán a través de algunas técnicas de Valoración Ambiental (Precios Hedónicos, Costos Evitados/Inducidos, Cuestionarios Contingentes...) donde por ejemplo se podrá lograr una expresión monetaria para el incremento de la estética debido a la función de atracción de insectos polinizantes a través del aumento

de la proporción de plantas con flores [6]. Similares técnicas se aplicarán para medir el impacto interno en la Comunidad Universitaria debido al goce por aumento de los cuerpos de agua y otros dispositivos.

## 6.- Conclusiones Generales

Esta iniciativa una vez implementada provocará notorios beneficios en la región Metropolitana, unidad administrativa mayor donde se emplaza la USACH. Todos estos impactos ecosistémicos logrados a través de restauraciones internas, son de carácter eminentemente social.

Por otra parte, el presente proyecto aparte de responder a la responsabilidad social declarada como misión institucional, provoca diversos beneficios a la propia Universidad de Santiago de Chile. En efecto, por tener una fuerte componente investigativa se genera la oportunidad de patentar y publicar al más alto nivel los desarrollos alcanzados. Incluso esta iniciativa pionera a nivel mundial en contextos universitarios, puede en un futuro facilitar algún tipo de liberación de carga tributaria territorial u otra franquicia en virtud del bienestar ecosistémico que la USACH provoca.

## Referencias

[1] A. Stuart, "Ecological Restoration and Environmental Change: Renewing Damaged Ecosystems", 2014, Routledge, New York.

[2] W. Throop, "Environmental Restoration", 2000, Humanity Books, New York.

[3] Qingqing Zhao, Junhong Bai, Laibin Huang, Binhe Gu, Qiongqiong Lu y Zhaoqin Ga, "A review of methodologies and success indicators for coastal wetland restoration", Ecological Indicators, Volume 60, January 2016, Pages 442-452.

[4] Pengbo Sun, Yutian Liu, Xizhao Qiu y Liang Wan, "Hybrid multiple attribute group decision-making for power system restoration", Expert Systems with Applications, Volume 42, Issue 19, 1 November 2015, Pages 6795-6805.

[5] Ludmila Araujo Bortoleto, Cassio Jose Montagnani Figueira, John B. Dunning Jr, John Rodgers, Alexandre Marco da Silva, "Suitability index for restoration in landscapes: An alternative proposal for restoration projects", Ecological Indicators, Volume 60, January 2016, Pages 724-735.

[6] R. Hobbs y K. Sunding, "New Models for Ecosystem Dynamics and Restoration", 2009, Island Press Washington D.C.

---

### Paper Info

Fecha de recepción: enero 2014.

Fecha de aceptación: marzo 2014.

Revisores: 3.

Cantidad de revisiones consolidadas: 1

Total de observaciones: 6

Índice de Novedad: 0,91.

Índice de Utilidad: 0,85.