



ESPACIOS AZULES PARA RECOLETA

INFORME FINAL



ESPACIOS AZULES PARA RECOLETA

Autores:

- Lucio Cañete Arratia. Ingeniero Civil en Geografía, Doctor en Ciencias de la Ingeniería. Académico Facultad Tecnológica de la USACH.
- Rodrigo Vidal Rojas. Arquitecto, Doctor en Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente. Académico Escuela de Arquitectura de la USACH.
- Enrique San Juan Urrutia. Ingeniero Civil en Electricidad, Doctor en Ciencias de la Ingeniería. Académico Facultad de Ingeniería de la USACH.
- Víctor Herrera González. Ingeniero de Ejecución en Geomensura, Doctor en Cartografía y Teledetección. Académico Facultad de Ingeniería de la USACH.

Colaboraron en esta publicación:

- Jorge Ribet B. U. Abierta de Recoleta
- Cristóbal Feller V. U. Abierta de Recoleta

Este estudio fue desarrollado con el apoyo de la Universidad Abierta de Recoleta, en el marco de la convocatoria abierta de proyectos de Investigación 2020, entre los meses de abril de 2020 y diciembre de 2023. Los contenidos de esta publicación pueden ser reproducidos en cualquier medio, citando la fuente.

Cómo citar este informe: Cañete, L.; Vidal, R.; San Juan, E. & Herrera, V. (2023). *Espacios Azules para Recoleta*. Informe Final, Chile.

PRESENTACIÓN

Desde el año 2020, los investigadores Lucio Cañete, Rodrigo Vidal, Enrique San Martín y Víctor Herrera han venido desarrollando, junto a la Dirección de Investigación de la Universidad Abierta de Recoleta (UAR), el estudio comunal “Espacios Azules para Recoleta”.

Se trata de un proyecto seleccionado por la UAR en el marco de sus convocatorias abiertas de investigación. Estas convocatorias buscan impulsar todo tipo de proyectos que contribuyan a la construcción de comunidades políticamente democráticas, socialmente inclusivas y ambientalmente sostenibles, como también al fortalecimiento de los gobiernos locales en todo Chile; y están dirigidas a investigadores/as individuales, equipos de investigación, instituciones u organizaciones del ámbito social, educativo, científico, cultural o artístico, que desarrollan su trabajo con el apoyo del equipo profesional de la UAR y de algunas unidades municipales de Recoleta.

El proyecto se propuso diagnosticar la situación de los cuerpos de agua de libre acceso (también llamados espacios azules) presentes en la comuna de Recoleta y, a partir de los resultados obtenidos, avanzó en el diseño conceptual de cuerpos hídricos de uso público bajo un modelo de mantenimiento comunitario, inspirado en experiencias internacionales.

El informe final del proyecto que ahora se pone a disposición del público, entre otras novedades, incluye la identificación, interrelación y cuantificación de ocho impactos; siendo los más notables la Restauración Ecosistémica, la Creación Artística y la Pertenencia Territorial. La Restauración Ecosistémica asume la responsabilidad de la existencia comunal devolviéndole a la población metropolitana lo que alguna vez se le privó, acción socioeconómica pionera a nivel latinoamericano donde Recoleta puede tomar el liderazgo. En Creación Artística los Espacios Azules asoman como gatilladores de parte de la riqueza intelectual de los habitantes, fortaleciendo el capital humano de los recoletanos. En Pertenencia Territorial se logra un sentido de propiedad sobre el espacio geográfico y por ende un mayor cuidado de él, en particular por parte la población inmigrante de la comuna.

Para la UAR, esta publicación constituye un hito de la máxima importancia, ya que permite poner en valor el trabajo de un equipo de investigadores de amplia trayectoria que, al igual que muchas otras personas de nuestra comunidad académica, colaboran con nuestra Universidad de manera desinteresada, motivados únicamente por el interés de producir y compartir con la sociedad nuevas formas de conocimiento contrahegemónico, poner de manifiesto los nuevos conflictos que produce el actual modelo de desarrollo y prefigurar nuevas formas de relación entre las comunidades y sus territorios.

RESUMEN EJECUTIVO

Acogiendo el llamado de la Universidad Abierta de Recoleta para la producción de conocimiento que aporte al desarrollo de la comuna; académicos de la Universidad de Santiago de Chile pertenecientes a la Facultad Tecnológica, Facultad de Ingeniería y Escuela de Arquitectura identificaron la ausencia de información respecto de aquellos cuerpos de agua de libre acceso tales como piletas, fuentes y lagunas artificiales como bienes públicos para beneficio de los recoletanos. Así, con el apoyo institucional, en el año 2020 estos cuatro académicos comenzaron el presente proyecto de investigación cuyo propósito general es lograr el diseño a nivel conceptual de estos cuerpos hídricos de uso público también llamados Espacios Azules.

Los efectos de la rebelión que comenzó en octubre del 2019 y la pandemia COVID-19 perturbaron los comportamientos sociales obligando al presente proyecto de investigación a revisar y actualizar el cambiante Estado del Arte sobre las prioridades de los habitantes de la comuna. Esta coyuntura también fue aprovechada por los investigadores para procesar nueva evidencia científica sobre los impactos de los Espacios Azules y para profundizar sobre las tecnologías de construcción y mantenimiento de la diversidad de estos cuerpos de agua.

En cuanto a las características comunales atingentes al proyecto, destaca su condición netamente urbana con una densidad promedio de 10000 hab/km², un índice de Pobreza Multidimensional del 26% muy superior al regional y con un quinto de su población de inmigración reciente. Respecto a la geografía física se nota su déficit hídrico en el balance precipitación- evaporación y un pronóstico de veranos cálidos para años cada vez más secos. En cuanto a su relieve, Recoleta se emplaza en un llano sedimentario con el cerro Blanco como accidente isla y con parte de la vertiente occidental del cerro San Cristóbal como prolongación andina. Este cerro contribuye positivamente a las estadísticas de lugares de esparcimiento con 18,58 m² de área verde por habitante y una distancia promedio a dichos lugares de recreación de 260,17 m.

Respecto a la importancia de los Espacios Azules en unidades territoriales como Recoleta, existe abundante bibliografía científica desde la Biología donde los argumentos indican que el aporte hedónico en las personas se debe a la trayectoria evolutiva del ser humano con el agua como elemento ambiental proveedora de diversos bienes. En este contexto hay consenso que los impactos más tangibles e inmediatos ante los cuerpos hídricos se presentan en los adultos cuando estos se relajan y cuando los niños se motivan a hacer ejercicio físico. También la Geografía ha demostrado el efecto de amortiguación térmica de estos volúmenes de agua en los lugares encementados de las ciudades y la atracción que ellos generan sobre aves silvestres cuyos ecosistemas naturales húmedos se han reducido debido a la urbanización.

Con todos estos antecedentes más una instancia de consulta ciudadana vía telemática, visitas a terreno, entrevistas aleatorias a vecinos y los reportes de estudios de mercado entre otras actividades; resultaron para la comuna de Recoleta ocho nítidos beneficios que los cuerpos de agua ahora inexistentes pueden provocar a dicha unidad territorial una vez que queden a libre disposición de su población. Estos beneficios son de diferente magnitud y de diferente probabilidad de ocurrencia.

El primer beneficio es en la salud mental protagonizado por el alivio del estrés debido principalmente por el hacinamiento cuya tasa para Recoleta es del 20%. El segundo beneficio lo constituye el incentivo al ejercicio físico para combatir, entre otros efectos, la obesidad donde los niveles de Recoleta superan el 30%. Un tercer beneficio difícilmente separable del primero lo constituye la reducción térmica gracias a la capacidad calórica del agua cuando en las tardes de verano la temperatura en las vecindades de los cuerpos de agua puede bajar 1° C aliviando en parte las olas de calor. Un cuarto beneficio se logra cuando los Espacios Azules propician la proliferación de plantas y la llegada de animales nativos, transformándose éstos en muestras y reservorios de aves y artrópodos con problemas de conservación en la Zona Central donde se emplaza la comuna, devolviéndole en parte a la ciudad las funciones ecosistemas que la urbanización ha generado. El quinto beneficio resulta de la integración de los anteriores como impacto en el valor del suelo, mostrando que los predios con vista a los Espacios Azules incrementan su precio en el mercado inmobiliario en alrededor de un 25% para el caso simulado de Recoleta. El sexto beneficio se alcanza cuando los cuerpos de agua incentivan la creación artística convirtiéndose así los Espacios Azules en elementos de escenarios facilitadores de producción cultural, en especial de literaria donde Recoleta se ha propuesto desarrollar esa expresión intelectual. El séptimo beneficio se apoya en la evidencia científica que indica que los cuerpos de agua en el ambiente generan en los seres humanos que acceden a ellos, una sensación de seguridad que redundando en un sentido de pertenencia el que a su vez motiva un cuidado del ecosistema que los acoge, teóricamente estimulando así a los casi 38 mil inmigrantes de la comuna a mejores comportamientos territoriales en ella. Finalmente, el octavo beneficio tiene un rol educativo pues las lagunas propuestas con sus letreros informan sobre la fauna y flora allí existente.

La construcción y mantenimiento de estos Espacios Azules ya considerados en el presente proyecto como bienes públicos, obligó que su concepción concordara con el estado actual de la comuna de Recoleta y con el deseado de la misma. Con este enfoque sistémico la primera disyuntiva que enfrentó la investigación fue respecto al nivel de naturalidad de los cuerpos de agua, prefiriéndose aquellos con presencia de plantas silvestres para facilitar la homeostasis y para reducir el consumo de agua potable en una comuna donde en verano el déficit hídrico meteorológico supera los 200 mm. Otro desafío que enfrentó el proyecto fue el diseño de sus componentes ante el vandalismo, configurándose así Espacios Azules de baja exposición ante la delincuencia debido a la naturalidad de su apariencia. Lo que el proyecto no pudo reducir fue la dimensión mínima óptima de estos cuerpos hídricos pues según la teoría y práctica, los diseños resultaron con espejos de agua cuya superficie fue superior a dos canchas de tenis para así garantizar a plenitud todos los beneficios y minimizar los costos.

Entonces, los cuerpos de agua concebidos para la comuna en cuanto a su geometría pueden ser rectangulares, elipsoidales o circulares con su lado más angosto, eje menor o diámetro respectivo idealmente superior a los 23 m de longitud. Esto implicó para los cuerpos de agua en Recoleta una extensión planimétrica más amplia que los tradicionales Espacios Azules construidos en lugares de acceso público en Chile. Por lo tanto, el área directamente a intervenir para materializar algún Espacio Azul que optimice los impactos positivos, siempre será mayor a los 529 m² y considerando una profundidad ribereña de seguridad de 0,15 m para reducir riesgos de inmersión en infantes, el volumen requerido de agua será de alrededor de 370 metros cúbicos para una profundidad media de 0,7 m.

Tales dimensiones en el plano horizontal no permiten una distribución densa de los Espacios Azules de tamaños mínimos ideales dentro de los límites comunales, pues las áreas públicas que den cabida a estos espejos de agua tan amplios son pocas; destacando la plaza Tirso de Molina, Parque Bicentenario de la Infancia, sector oriente al frontis de acceso al Cementerio General, el sector verde adyacente a la avenida Américo Vespucio, el cerro Blanco y borde occidental del cerro San Cristóbal; debiendo en estas dos últimas formaciones geomorfológicas realizarse importantes movimientos de tierra. Sin embargo, tal como se ha dicho anteriormente en este Resumen Ejecutivo, los 529 m² corresponden a una superficie óptima mínima y por ende otra menor, simplemente reduce la magnitud de los impactos positivos y en ningún caso los anula. Por lo tanto, la comuna de Recoleta sí puede disponer de muchos más Espacios Azules de menor tamaño sin sacrificar áreas verdes, tan sólo que estos tendrán beneficios proporcionales a la extensión de los respectivos espejos de agua.

¿Cuánto cuesta construir y operar estos Espacios Azules? Puesto que el presente proyecto preferencia los modelos silvestres de cuerpos de agua artificiales, éstos son menos onerosos que los tradicionales de losas, hormigón y recirculación constante forzada de las aguas; estimándose entonces en 2,5 UF el metro cuadrado en promedio de cada Espacio Azul tipo Natural Mediano. Dicho costo lo constituyen principalmente las labores de excavación, la impermeabilización del fondo, el empedrado lateral y la disposición ribereña de plantas. En cuanto a la mantención, el principal ítem corresponde a la recarga de agua debido a la evaporación que en enero alcanza a 206 mm en Recoleta, la cual para el espejo de agua implica 122 m³ mensuales de pérdida hacia la atmósfera (pero de alivio térmico al entorno) que en verano deben aportarse desde la red de agua potable, descartándose cualquier aporte pluviométrico durante el resto del año debido al balance hídrico negativo ya mencionado y al costo energético de elevar eventuales aguas subterráneas.

¿Funcionará? La principal aprehensión del proyecto es la viabilidad de cada Espacio Azul en su lugar de emplazamiento a lo largo del tiempo teniendo en cuenta por una parte la siempre escasez de recursos municipales frente a una iniciativa que como esta requiere de una mantención regular y por otra parte el eventual descuido que los propios recoletanos pudieran tener a este bien público. Frente a tal pronóstico que señala la no despreciable probabilidad que en un futuro cercano cada Espacio Azul sea transformado en un jardín perdiendo su parte acuosa debido a restricciones presupuestarias para mantención, se optó por la estrategia “Belga Antártica” que consiste en que, dada ciertas directrices técnicas, todas ellas contenidas en el presente proyecto, sean los mismos habitantes de la comuna quienes rediseñen a su gusto, construyan y mantengan los Espacios Azules. Esta estrategia ha dado excelentes resultados en otras partes del mundo cuya geografía física y humana es similar a la de Recoleta donde se recurre al compromiso ciudadano ante iniciativas que la comunidad firmemente valora. Se trata de que, por medio de una manera comunitaria, los mismos recoletanos en cada barrio configuren y materialicen sus Espacios Azules, aportando trabajo físico e intelectual cuyo costo privado tiene como contrapartida un sentido de pertenencia del bien creado y por ende de responsable cuidado hacia él.

Como conclusión se tiene que los Espacios Azules en Recoleta en términos netos enriquecerán natural y culturalmente a esta unidad territorial. De hecho, el aprovechamiento de estos cuerpos de agua no es incompatible con ninguna otra iniciativa comunal siendo sinérgica con todas ellas. Desde un punto de vista estratégico la comuna puede, por ejemplo, sacar provecho posicionándose como la pionera en Chile en masificar reservorios de biota nativa de libre acceso e incluso puede dotar a cada cuerpo de agua con algún significado por medio del relato para explotar el turismo literario y facilitar otros negocios asociados. Además, puede propiciar que los nuevos edificios públicos y privados dispongan en sus frentes hacia las veredas de Espacios Azules para densificar los beneficios de estos elementos ambientales. Así en un futuro cercano, tal como Arica es “la ciudad de la eterna primavera” y Viña del Mar es “la ciudad jardín”, Recoleta puede ser “la comuna azul”.



Lucio Cañete Arratia
Director del Proyecto

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción	9
2. Las Evidencias sobre El Bienestar	11
3. El Glorioso Pasado Azul	14
4. El Fundamento	16
5. Primer Impacto: Salud Mental	19
6. Segundo Impacto: Ejercicio Físico	20
7. Tercer Impacto: Reducción Térmica	21
8. Cuarto Impacto: Restauración Ecosistémica	22
9. Quinto Impacto: Plusvalía de Suelo	27
10. Sexto Impacto: Creación Artística	28
11. Séptimo Impacto: Pertenencia Territorial	33
12. Octavo Impacto: Educación Ambiental	34
13. Probabilidad y Magnitud de los Impactos	35
14. Premisas para el Diseño	37
15. Diseños Alternativos	41
16. Estrategias de Construcción	45
17. Evaluación Económica	48
18. Conclusiones Generales	55
Referencias	56

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la penúltima entrega del proyecto de investigación intitulado Espacios Azules para Recoleta preparado para la Universidad Abierta de Recoleta (UAR), cuyo objetivo principal es generar los diseños de cuerpos de agua de acceso público para beneficio de los vecinos de la comuna.

Se pretende que la información que aquí se pone a disposición de los profesionales de la UAR sea discutida y se formulen las observaciones al equipo académico de la Universidad de Santiago de Chile, de tal forma de contar con una retroalimentación para así realizar una última entrega a más tardar la tercera semana de junio del 2023 con la intención de lograr la máxima satisfacción para los intereses del municipio y de la comunidad.

El informe que se pone a disposición fue redactado de tal manera que sea comprendido no solo por los diversos profesionales de la UAR sino también, por aquellos funcionarios que laboran en distintas unidades técnicas del municipio donde cada una de ellas maneja un lenguaje propio. Puesto que el público objetivo no es universal; sino profesionales municipales de Recoleta ya familiarizados con la comuna, el presente informe no redundará en datos de dicha unidad territorial que se suponen conocidos por todos los destinatarios. Además, considerando que la comuna de Recoleta es deficitaria de Espacios Azules, como producto de la actividad investigativa se incluye a modo de ejemplo según las temáticas abordadas, imágenes de cuerpos de agua de distintas comunas de Chile y de otras partes del mundo para reforzar la información entregada.

Después de la presente Introducción existe un imprescindible capítulo destinado a identificar las hipótesis y las evidencias certeras en relación a los beneficios y perjuicios de los Espacios Azules, pues todo el presente proyecto de investigación descansa sobre bases científicas cuya débil ponderación de ellas puede implicar una errónea toma de decisiones.

Luego se ha incluido un capítulo para mostrar que el interés por los Espacios Azules no es novedad alguna en el mundo, como tampoco en Chile y menos en Recoleta; siendo este antecedente histórico un aliciente para retomar el rol comunitario de los cuerpos de agua que en algún pasado tuvo en la comuna.

Con un Estado del Arte aún no acabado, se presenta en un capítulo la explicación más satisfactoria respecto a la afinidad de los humanos por los Espacios Azules, la cual se soporta en la evolución biológica y por ende es inalienable de la especie; aceptando así que la oferta de estos cuerpos de agua siempre constituirá un beneficio en términos netos para la población pues atienden a la propia naturaleza humana de ésta.

Una vez concluido el Estado del Arte, se presenta un modelo estructural-funcional de los Espacios Azules en Recoleta que incluye Dosis, Procesos, Modificaciones y Regulaciones para sobre dicha representación de la realidad, continuar desarrollando el proyecto.

Enseguida se despliega un capítulo que atiende el impacto de mayor consenso en las investigaciones científicas, el beneficio que unánimemente es aceptado: salud mental a través del alivio al estrés y mejora de estados de ánimo.

Luego se aborda el impacto en la salud física, al cual adhieren gran cantidad y diversidad de investigaciones, preferentemente como el incentivo a ejercitar el cuerpo.

Los impactos más novedosos y cuestionables tales como Restauración Ecosistémica, Creación Artística y Pertenencia Territorial se trata en mayor profundidad y extensión que otros más obvios como Plusvalía de Suelo y Educación Ambiental.

Puesto que los ocho impactos de los Espacios Azules para la comuna de Recoleta no tienen la misma probabilidad de ocurrencia y magnitud, se destina un capítulo para abordar cómo estos se relacionan.

Con toda la información generada se está en condiciones de establecer las premisas para el diseño y plantear al menos cuatro tipos de cuerpo de aguas que se diferencian entre sí en tamaño y naturalidad; discutiendo también si el seleccionado se materializará a través de una licitación o si se le dará la oportunidad a los propios vecinos para que lo construyan.

Finalmente se realiza una evaluación económica usando como indicador de rentabilidad al Costo-Efectividad debido a la diversidad de unidad de medida de los impactos.

2.- LAS EVIDENCIAS SOBRE EL BIENESTAR

2.1.- Sinopsis del Estado del Arte

Un proyecto de este tipo que persigue impactar al total de la población de Recoleta (un quinto de millón de personas), inexorablemente requiere diferenciar aquellos insumos de información que son evidencias sólidas respecto de aquellos que son hipótesis. Con el propósito de distinguir los unos de los otros; es decir, de separar las premisas de las conjeturas, se ha recurrido a un examen bibliográfico donde el artículo intitulado "*Mechanism of impact of Blue Spaces on Human Health: a systematic literatura review and meta-analysis*" [0], ha sido una publicación protagonista.

Dicho artículo comienza relevando que la población citadina en el mundo ha crecido aproximadamente un 460 % entre 1950 y 2018, aumentando el número de personas que viven en áreas urbanizadas de 751 millones en 1950 a 4200 millones en 2018 [1]. Este incremento de la población urbana ha preocupado a los gestores territoriales en temas ambientales, sociales y sanitarias [2]. En efecto, la evidencia científica muestra que en las unidades territoriales clasificadas dentro de la categoría de urbanas como el caso de Recoleta, existe un mayor riesgo de enfermedades no transmisibles, mortalidad prematura [3], patologías mentales [4] y aislamiento social [5]. Si se mantiene este fenómeno, se prevé que desde las urbes sean atraídas 2500 millones de personas para 2050 [1]; donde en el caso chileno sometido a la fuerte presión inmigratoria, es altamente probable que la comuna de Recoleta no escape a esta mega-tendencia global. Por lo tanto, es de suma importancia que el municipio propicie un urbanismo sustentable para entre otros beneficios, mejorar el bienestar mental y físico de los recoletanos.

La ya citada publicación establece que una vía eficiente para lograr ese urbanismo sustentable es que éste incluya entornos naturales de libre acceso. En esta línea varios estudios han demostrado que la exposición de los seres humanos a dichos entornos naturales contribuye a reducir las tasas de mortalidad y a aumentar en general el bienestar entre los habitantes urbanos [6]. En este contexto la mayor parte de la investigación mundial se ha concentrado en el impacto provocado por lo que en Chile se denomina áreas verdes; pero en los últimos años se ha planteado con especificidad que los Espacios Azules por sí solos tales como lagos, ríos, lagunas, embalses, tranques, fuentes y canales pueden traer beneficios similares a las plazas y parques [7,8,9].

Hasta la fecha, tanto en Chile como en el resto del mundo, no se han tratado de manera sensiblemente diferente los Espacios Azules respecto a las áreas verdes; ya que los primeros a menudo se asumen como un componente inherente de los parques y de otros lugares naturales dentro de las mismas ciudades [9]. Con esta visión en el urbanismo chileno, un Espacio Azul es generalmente una parte de un área verde. Sin embargo, los Espacios Azules por sus características propias son entidades singulares y en el presente proyecto UAR son considerarlos en su concepción con identidad propia y no únicamente como una subcategoría o un subconjunto de áreas verdes [10].

¿Los Espacios Azules son en toda circunstancia beneficiosos? No, estos cuerpos hídricos también pueden generar algunos problemas que ya han sido documentados y que el presente proyecto debe evitar. Inundaciones, proliferación de organismos patógenos y difusión de contaminantes en el medio acuoso son algunas amenazas; todas menores si se comparan con los aspectos positivos que implican estos Espacios Azules [11].

Tal como ya se ha mencionado, los estudios a nivel mundial han demostrado que mayoritariamente los cuerpos de agua urbanos tienen un efecto positivo en la salud pública [9], incluida dentro de ésta la reducción de la tasa de mortalidad [12], una mejor salud física [7] y una mejor salud mental [8]. De hecho, un meta-análisis reciente cuantificó el impacto en la salud de los Espacios Azules por sí solos y concluyó que es tan fuerte como el de las tradicionalmente llamadas áreas verdes [9]. Así el libre gozo de tales cuerpos de agua ha sido para algunos políticos una demostración de “justicia ambiental” hacia grupos marginados de la población [0].

Sin perjuicio de lo anterior, los Espacios Azules entregan otros servicios valiosos que también merecen ser abordados en detalle en el presente proyecto, tales como la regulación del microclima en barrios [10,13], que en el caso de Recoleta impactaría durante las olas de calor en los meses de verano.

Sin embargo, para aprovechar estos efectos salutogénicos y de otros tipos, es importante comprender los mecanismos de vinculación entre la exposición al Espacio Azul y la salud en general. En tal sentido se ha inicialmente propuesto cuatro mecanismos para mediar en la relación entre los Espacios Azules y la salud:

- El acceso a los Espacios Azules puede promover la actividad física, cuya ausencia es el cuarto factor de riesgo más importante para la salud humana [14].
- La exposición a Espacios Azules puede mejorar la restauración psicológica [15], combatiendo estrés, ansiedad y estado de ánimo deprimidos que se han relacionado con el riesgo de enfermedades cardiovasculares [16] y problemas de salud mental [17].
- Los Espacios Azules pueden contribuir a un medio ambiente más saludable al reducir la contaminación del aire y el efecto isla de calor [18].
- Los Espacios Azules pueden promover interacciones sociales que benefician la salud mental y física a través de un sentido de comunidad, apoyo mutuo entre personas, reacción de emergencia más rápida y sentido de coherencia [19].



Figura 1: Hipótesis de mediadores (adaptado de [0]).

En la Figura 1 a modo esquemático se indica que los efectos en las personas cuando éstas interactúan con un Espacio Azul, no sólo dependen de las características de dicho cuerpo de agua; sino de otras variables propias del individuo y de su entorno natural y cultural. Estas variables son la que particularizan los efectos en la salud humana como primer y principal impacto de los Espacios Azules y por lo tanto esa singularidad merece ser abordada para la comuna de Recoleta con su propia complejidad.

2.2.- Hipótesis Atingente y Horizonte de Planeación

Este proyecto tiene una cota espacial perfectamente nítida y corresponde a los límites de administrativos de la comuna de Recoleta que en líneas generales corresponde al área de 16 Km² dentro del perímetro que en sentido horario se traza entre otras por la avenida Américo Vespucio, cumbres del cerro San Cristóbal, río Mapocho, avenida La Paz, calle San José, avenida México y avenida El Guanaco. Sin embargo, el límite temporal no está previamente definido, siendo necesario aquí establecer el horizonte de planeación.

A este respecto como dato se tiene que en el año 2021 la población entre 0 y 14 años de edad en la comuna de Recoleta alcanzaba a 33287 personas; es decir, casi un 18% de sus habitantes son niños y niñas [20]. Considerando esa significativa proporción de infantes dentro de la población de la comuna con Índice de Dependencia Demográfica del 44, emerge la cuestión de cómo los Espacios Azules pueden lograr mayor impacto dado la sólida argumentación que mientras más cerca esté la inversión a la niñez, más rentable esta será para toda la sociedad [21,22,23].

Atendiendo la preocupación por niños y niñas de la comuna, el Estado del Arte reporta para el presente proyecto diversos beneficios que se presentarán en la edad adulta dada una inversión temprana [24,25]. Por lo tanto, la evaluación del presente proyecto debe considerar un horizonte de planeación superior a dos décadas de extensión, tiempo que tarda en Recoleta como promedio un niño o niña en llegar a la adultez.



Figura 2: Niños jugando en uno de los canales de riego del cerro San Cristóbal.

Por lo tanto, como límite temporal se considera 20 años a partir del término del presente informe datado para el año 2023, sin perjuicio de las actualizaciones que la iniciativa merezca.

3.- EL GLORIOSO PASADO AZUL.

La historia de la humanidad es rica en registros que exponen la importancia de los Espacios Azules en las primeras civilizaciones. La arqueología realizada en Mesopotamia, Egipto, Grecia y en especial Roma; devela obras públicas de captación, conducción, distribución y acumulación del recurso hídrico para beneficio directo de las personas en actividades de ocio.

¿Qué ha ocurrido en el territorio que hoy forma parte de lo que se denomina como comuna de Recoleta? La historiografía chilena muestra que lo que actualmente es la región Metropolitana tuvo un pasado mucho más “azul” que lo que en el presente se observa.

La primera evidencia se reporta en la expedición de Pedro de Valdivia cuando antes de establecer el campamento definitivo, dicho capitán español con sus huestes se instala durante dos meses a los pies del cerro Blanco [26]. Considerando la cantidad de soldados y de caballos de la tropa española, resulta obvio que dicho asentamiento tuvo que ser adyacente a un curso de agua, el cual ahora tanto por modificaciones naturales y/o antrópicas, no existe.

Pero no solo se identifican cursos naturales en el pasado distante en Recoleta y sus cercanías, sino también acueductos tales como el canal La Pólvara donde a principios del siglo XX uno de los trazados se extendía transversalmente entre el cerro San Cristóbal y el cerro Blanco [27].

Un Espacio Azul también ahora inexistente que, aunque fuera de la comuna es digno de mencionar no solo por su envergadura sino porque estuvo a menos de un centenar de metros del límite sur de Recoleta, fue la laguna del parque Forestal. Dicho cuerpo de agua navegable por botes a remo otorgaba una singularidad frente al Museo de Bellas Artes, el cual, acogiendo reclamos de los vecinos por asuntos de salubridad, fue drenado a mitad del siglo pasado y hoy es ocupado por una depresión de áreas verdes.



Figura 3: Laguna del parque Forestal antes de ser drenada en el año 1944.
<https://amosantiago.cl/la-laguna-que-existio-por-42-anos-en-el-parque-forestal/>

Sin embargo, el principal hito urbanístico hídrico de la comuna fue la gran pileta ubicada con su área verde al sur de la iglesia Recoleta Franciscana que sirvió como lugar de esparcimiento para vecinos de distintas edades y clases sociales.



Figura 4: Iglesia de Recoleta Franciscana en 1860 y al frente plaza con su fuente de agua.
<https://www.enterrero.com/moments/recoleta-franciscana-en-1860>

¿Por qué mencionar este pasado? Porque estos cuerpos de agua tanto artificiales como naturales, fueron eliminados debido a la acción humana y desde su ausencia varias funciones ecosistémicas que ellos brindaban, dejaron también de existir. En tal contexto, nuevos Espacios Azules pueden compensar en parte tal privación que históricamente se viene realizando.

4.- EL FUNDAMENTO

4.1.- La explicación evolutiva

A la luz de la información recogida que inequívocamente en todo escenario urbano considera a los Espacios Azules como bienes; emerge la cuestión del por qué aumentan notablemente el bienestar humano. La primera respuesta proviene de la Teoría de la Evolución Sintética donde se apela a la trayectoria ancestral de especies precedentes que muestra un largo pasado acuoso [28], como también al pasado individual en el útero. En resumen, a los seres humanos les acomodan los Espacios Azules porque sus antepasados evolutivos vivieron en dichos ambientes y porque durante nueve meses cada persona estuvo rodeada de líquidos; ambos ambientes que facilitaron el desarrollo.

Una explicación más precisa la brinda el médico chileno Andreas Kullak donde postula como hipótesis que los Espacios Azules habrían facilitado el bipedalismo [29]. Es decir, ecosistemas ribereños habrían hecho más fácil la supervivencia de los ancestros humanos. Así los individuos más afines a los Espacios Azules habrían tenido un comportamiento más exitoso, transmitiendo genéticamente esa afinidad por los cuerpos de agua a generaciones posteriores.

También existen argumentos que establecen que la escénica con agua constituye una configuración visual indicando al observador que está en presencia de un lugar apto para sobrevivir. Un argumento que sustenta esta hipótesis es el cuadro de la Figura 5 que se generó como resultado de una investigación con encuestas a población estadounidenses que muestra que “lo que se quiere en arte es un paisaje azul dado por la presencia de agua” [30]. En efecto, una escénica con agua expresada con su azul genera seguridad y otras sensaciones placenteras dadas por la oferta implícita de recursos que evolutivamente tales ecosistemas tienen.



Figura 5: Óleo y acrílico sobre tela “America’s Most Wanted” de 1994, que representa la escena estadísticamente más preferida por los estadounidenses.

<https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-komar-melamid-americans-painting-thought-wanted>

4.2.- Un modelo para Recoleta

Una vez aceptado el Estado del Arte se requiere de un modelo estructural-funcional de los Espacios Azules en Recoleta para sobre dicha representación de la realidad, continuar desarrollando el proyecto. El modelo propuesto que a continuación se despliegue trata de contener tres cualidades cuya denominación han sido tomadas de la lingüística [31]: Sintaxis (coherencia interna), Semántica (correspondencia con la realidad) y Praxis (aplicabilidad y utilidad).

Así, en el modelo de la Figura 6 considera la **Dosis** que en términos prácticos representa el contacto, exposición u otro sinónimo de cuota de interacción con los Espacios Azules. Esta Dosis puede ser Incidental donde un recoletano interactúa con el cuerpo de agua sin intención, tal vez casual, como por ejemplo al recorrer la caja del río Mapocho que limita al sur la comuna en su viaje al trabajo o a la escuela. También existe una interacción Intencional cuando por ejemplo una familia decide ir a la piscina Tupahue del cerro San Cristóbal vecina al límite comunal Providencia-Recoleta. La Dosis está regulada en la dimensión espacio-temporal siendo relevante la distancia y el tiempo por cuanto no es lo mismo aproximarse a una decena de centímetros y por más de media hora a un Espacio Azul que estar a un par de metros de él por sólo un minuto.

Una vez “recibida” la Dosis de Espacio Azul se producen alteraciones en las personas que en la literatura especializada se denominan “*Mechanisms*” o “*Pathways*” [32]. Estos **Procesos** que se muestran en la Figura 6 son la Mitigación que consiste en reducir algún mal producido como por ejemplo amortiguar las olas de calor en verano, Restauración que consiste en recuperar lo dañado como por ejemplo reducir el estrés generado por los apremios laborales y la Instoración que consiste en aumentar y/o propiciar efectos esencialmente positivos como por ejemplo incentivar el ejercicio físico.

Tales procesos en las personas son sensibles a los **Modificadores** que también se muestran en la Figura 6. Aquí se identifican los Naturales, propios de la especie humana, tales como la edad y el clima. Por ejemplo un niño de Recoleta tenderá a meterse al agua, instinto que en adulto es menos probable, tal como permanecer a la intemperie frente a un Espacio Azul una mañana del mes de julio cuando la temperatura en la comuna puede descender a 0° C. Dentro de estos Modificadores está un segundo grupo que puede denominarse como Culturales el cual abarca las ideas cultivadas en la sociedad donde por ejemplo una familia puede considerar a un Espacio Azul como un lugar para hacer picnic el fin de semana mientras otra persona puede ocupar dicho espacio para meditar.

También el modelo lo forman las **Regulaciones** que pueden ser de tres tipos según su cobertura independiente del grado de legalidad o formalidad: Familiar, Municipal y Nacional. Dentro de las Familiares están las normas autoimpuestas por las personas tales como evitar meter bulla en un Espacio Azul o impedir que los niños permanezcan en él después de cierta hora de la noche. Dentro de las Municipales están por ejemplo las ordenanzas de la comuna de Recoleta que obliguen a los vecinos a mantener limpias las riberas. Finalmente, las Nacionales son las disposiciones que permiten, obligan o impiden conductas en los lugares públicos a los que pertenecen los Espacios Azules de todo Chile.

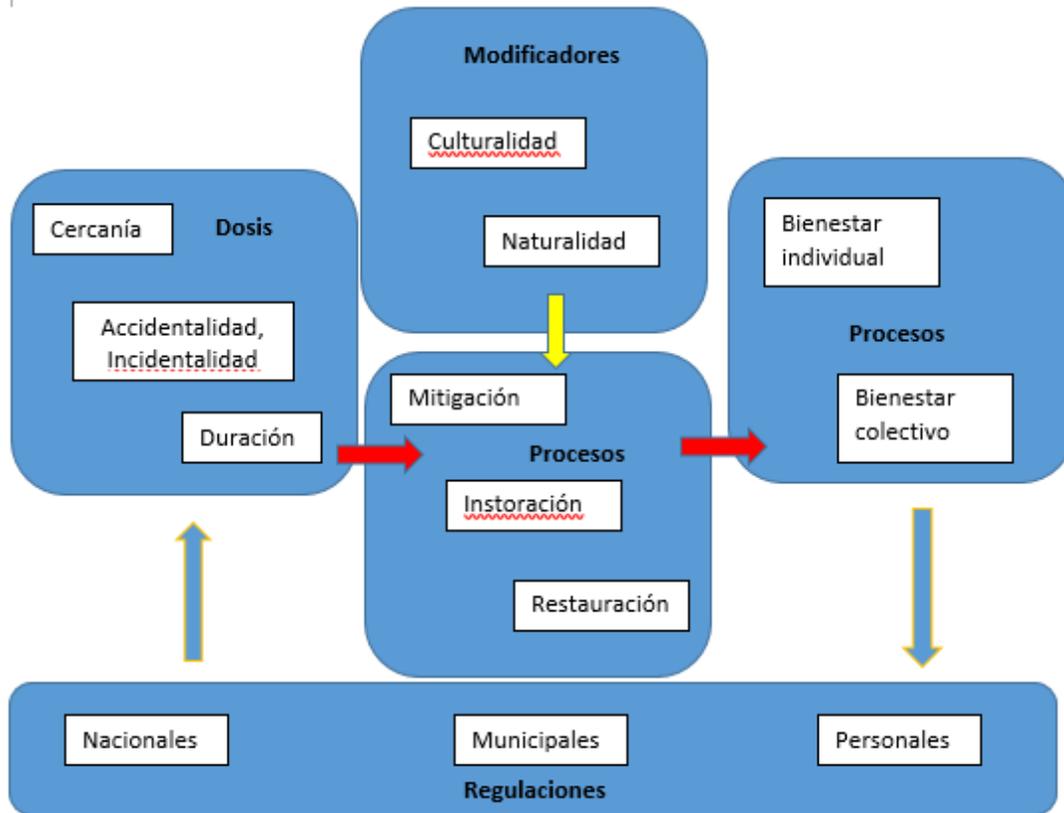


Figura 6: Esquema de Dosis, Modificadores, Procesos y Regulaciones.

Finalmente, en el costado derecho de la Figura 6 están los Resultados que se sintetizan en un bienestar individual caracterizado por una mejor salud en la persona que a su vez implica un mejor comportamiento en la sociedad a la cual pertenece.

5.- PRIMER IMPACTO: SALUD MENTAL

Se ha abordado este impacto en primer lugar para la comuna de Recoleta pues es donde la bibliografía especializada muestra un mayor consenso según referencias ya indicadas en páginas anteriores. En efecto, más del 90% de las fuentes científicas consultadas posicionan los beneficios en la salud mental no solo como los más frecuentes, sino además como los de mayor magnitud provocados por los Espacios Azules.



Figura 7A: Niño en actitud contemplativa y relajada frente al borde urbano del estero Petrel en la comuna de Pichilemu.

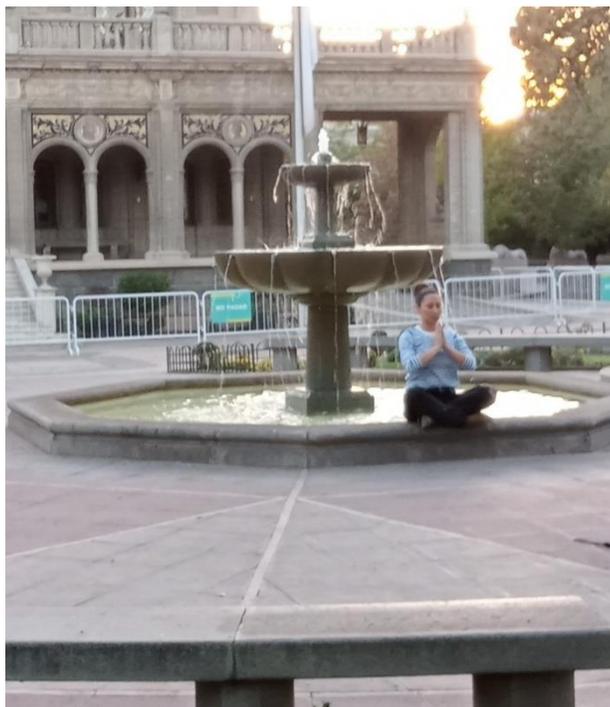


Figura 7B: Mujer meditando en el borde de la pileta de la plaza consistorial de la comuna de Providencia.

Las ya citadas investigaciones mencionan preferentemente dos tipos de impacto en la salud mental que suelen expresarse en idioma inglés: “*Instoration*” y “*Restoration*”. La primera se refiere a ganar bienestar desde un nivel dado, mientras que la segunda se refiere a recuperar el bienestar perdido hacia un nivel deseado.

¿Cómo operarían en Recoleta? La *Instoration* básicamente entregaría más fortaleza para encarar los desafíos mientras que la *Restoration* actuaría levantando estados de ánimo previamente deprimidos. Estos efectos positivos y otros en la salud mental se observan preferentemente en las costas, por lo que los Espacios Azules en Recoleta deben configurarse de tal manera que evoquen escenarios marinos, siendo en este contexto el dimensionamiento un desafío mayor [33].

En efecto, puesto que la salud mental se deteriora cuando las personas se sienten presionadas o tensionadas, la sensación de amplitud ofrecida por los Espacios Azules contribuye a este alivio; cuestión que se logra agrandando el Espacio Azul.

6.- SEGUNDO IMPACTO: EJERCICIO FÍSICO

Otro impacto donde existe consenso es aquel que reconoce a los Espacios Azules como incentivos del ejercicio físico, en especial en la población joven. Varias investigaciones a partir de una seminal [34], muestran que las personas se sienten más motivadas a caminar conforme están más cerca de la costa y otros cuerpos de agua [35].

Estos resultados fueron corroborados por el equipo de investigación del proyecto en la región Metropolitana, notando que los niños mientras más cerca estaban de grandes piletas, más corrían en sus cercanías. Esta información es particularmente relevante al enfrentarla con la del Plan de Salud del 2020 de Recoleta y el muestreo a los jardines infantiles ahí reportados que indican la obesidad en niños más las iniciativas para combatir el sedentarismo.

Entonces, algunos Espacios Azules pueden funcionar en Recoleta como lugares de ejercicio físico de libre acceso para la población de la comuna. Se usa el pronombre indefinido “algunos” porque esta investigación develó que los grandes cuerpos de agua son los que más estimulan el ejercicio físico, aquellos en general mayores a la superficie de un par de canchas de tenis.



Figura 8: Niña saltando de manera riesgosa a la orilla de pileta del cerro San Cristóbal



Figura 9: Niño corriendo por borde de pileta del parque Inés de Suárez de Providencia.

7.- TERCER IMPACTO: REDUCCIÓN TÉRMICA

Puesto que las áreas verdes son en gran parte del mundo contenedoras de los Espacios Azules y que por lo tanto éstos existen en menor medida como entes aislados carentes de vegetación, los estudios respecto a los efectos térmicos en ambientes urbanos en su mayoría consideran el cuerpo de agua con árboles y césped.

Un estudio que no sigue esta tendencia es aquel emprendido por Hu y Li [36], quienes observaron el comportamiento de ambos bienes públicos por sí solos y también en conjunto. Esta investigación demostró que ambos modifican conjuntamente la variabilidad espacio-temporal intraurbana de temperatura y humedad con asimetría diurna y estacional. Sin embargo, estos datos son sólo referenciales pues se recogieron de una ciudad estadounidense cuyo clima es bastante diferente al de Recoleta.

La investigación del proyecto UAR realizada el 2020 en Recoleta con termómetros móviles compara la fidelidad de los datos de temperatura obtenidos por percepción remota respecto de los obtenidos en el campo mismo, sin embargo, concluye que el efecto térmico de los Espacios Azules depende del viento, tamaño y forma de cada Espacio Azul. Por lo tanto, se puede concluir que el efecto amortiguador de estos cuerpos de agua depende estrechamente de las condiciones locales, los cuales en ningún caso son perjudiciales para el grueso de la población de Recoleta.

En efecto, durante los días de calor intenso en las tardes de verano cuando los termómetros pueden llegar a 33 °C, el Espacio Azul puede reducir esa temperatura en su entorno inmediato y liberarla en las noches cuando cualquier incremento no es tan molesto.



Figura 10: Adultos y niños refrescándose en el Espejo de Agua de Burdeos, Francia

Desde los registros de la estación meteorológica de Quinta Normal localizada a muy pocos kilómetros del centro de gravedad planimétrico de la comuna de Recoleta, se contabilizan 214 olas de calor de duración superior a los 3 días desde el año 1970 hasta la presente fecha. Si se asume que el comportamiento de la comuna de Recoleta no es muy diferente al indicado por dicha estación, se calcula un promedio de cuatro olas de calor anuales de más de tres días; agobiante situación cuyo malestar puede ser aliviado al acercarse a un voluminoso Espacio Azul.

8.- CUARTO IMPACTO: RESTAURACIÓN ECOSISTÉMICA

8.1.- Introducción

La disposición de Espacios Azules en Recoleta, cualesquiera sean sus diseños, pero en especial aquellos que propician la proliferación de biota nativa, no solo debe considerarse como un aporte hacia el futuro y dentro de la misma comuna; sino como un impacto que se hace cargo de un pasado distante y de alcances regionales. En efecto, los cuerpos de agua que se proyectan recrearán artificialmente aquellas funciones que alguna vez se realizaron naturalmente en el espacio que ahora ocupa la comuna (algunas mencionadas en el capítulo 3), reportando beneficios al entorno y que por situaciones accidentales debido a la materialización de infraestructura y equipamiento público y privado, desde hace tiempo ya no se realizan y por ende el entorno se ha privado de ellas.

Así se plantea la disposición de Espacios Azules con vegetación nativa en ellos para aumentar la captura de CO₂, propiciar la caza de roedores dañinos por aves rapaces autóctonas y disminuir el albedo entre otros impactos en la región Metropolitana donde se localiza Recoleta. Esta idea pionera no tan sólo puede ser replicable en otras comunas de Chile; sino además en otras empresas y organizaciones que debido a su existencia han venido privando al entorno de diversos beneficios.

8.2.- Premisas

Toda acción humana ha creado una modificación en el ambiente, de hecho, eso es su propósito. Sin embargo, algunas alteraciones al alcanzar su meta, generaron otros 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, alteraron el comportamiento natural del espacio que ocupan. Por ejemplo, el valle de Santiago tiene hoy un comportamiento muy diferente al que tenía cuando Pedro de Valdivia con sus soldados se asentó a los pies del cerro Blanco. 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 [37]. Un simple edificio que se proyecta 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 [38]. 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.

En lo que respecta al proyecto, la materialidad de la comuna de Recoleta ocupa un volumen aproximado de más de 0,04 Km³. Si no existiese esa infraestructura, equipamiento y actividades que en ella se desarrollan respecto a un ecosistema nativo; ahí se capturaría a través de fotosíntesis mucho más CO₂, 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 construcciones humanas lo ha venido impidiendo por décadas.

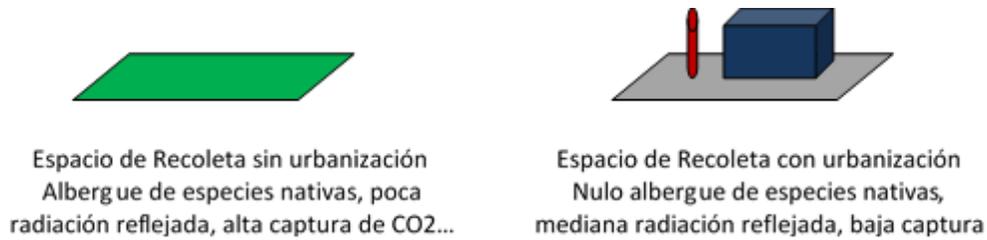


Figura 11: Comparación de la situación predial en términos funcionales

8.3.- Objetivo y método

El objetivo de la presente idea dentro del proyecto es concebir los Espacios Azules para que la comuna como creación antrópica, se haga cargo de lo que ha sido a lo largo de toda su existencia, devolviendo al ecosistema nativo algunos bienes ambientales que alguna vez le quitó. Es decir, se trata que la comuna responda en el presente y en el futuro por los daños ambientales que en su pasado provocó.

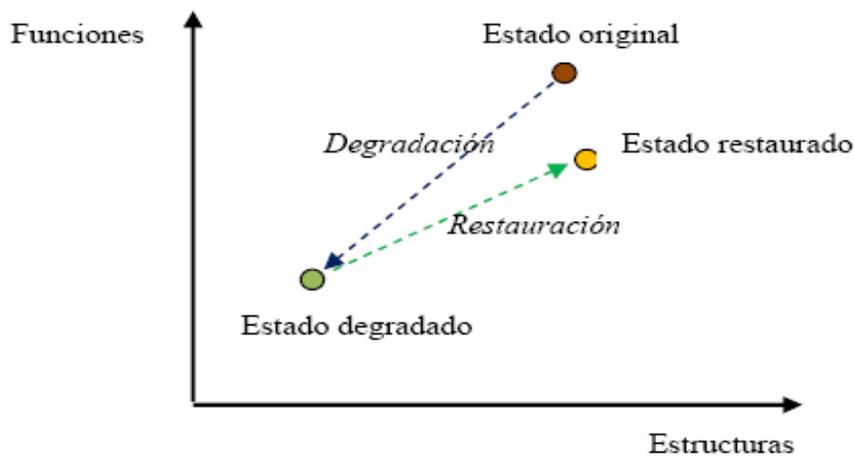


Figura 12: Esquema de restauración [39].

Los Espacios Azules son las estructuras encargadas de cumplir funciones ambientales.

La metodología para ello considera establecer el espacio de referencia (nativo, colonial, pre-republicano u otro) y así simular las interacciones de energía, materia e información con su ecosistema. Luego se podrá medir la interacción actual para identificar la diferencia. Finalmente 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.

8.4.- Elección de un estado de referencia

Al examinar el espacio que ocupa actualmente la comuna de Recoleta, se nota que es sensiblemente 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 son Áreas Silvestres Protegidas por el Estado.

Si se compara el mismo espacio que ocupa actualmente Recoleta en su dimensión física 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 párrafo anterior.

La diferencia es aún menor si la comparación se realiza con el estado de la misma parte del territorio a comienzos de los años 60' del siglo pasado. Por lo tanto, la diferencia entre el espacio ocupado por la infraestructura más 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 comparados. Entonces, también en general se puede suponer que, a mayor distanciamiento en el eje del tiempo, mayor deberá ser el aporte de los Espacios Azules para disminuir la brecha existente.

Ante esto y con el mero propósito de reducir costos, sería recomendable en este proyecto de investigación UAR 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 concebir Espacios Azules con mayores funcionalidades dentro de Recoleta para recrear la captura de CO₂ 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 a este como el espacio de referencia, aun cuando el despliegue de trabajo sea mayor. En tal contexto, se seleccionará como referencia el espacio que encontró Pedro de Valdivia a su llegada a los pies del cerro Blanco, el cual contenía algunos cursos de agua afluentes al río Mapocho, los cuáles cumplían sus funciones ecosistémicas.

8.5.- Identificación de las funciones a recrear y diseño de las estructuras que las hacen

Una vez identificado el espacio de referencia, es necesario identificar cuáles funciones realizadas por los Espacios Azules serán ahí artificialmente recreadas. Para ello primará el criterio de valoración ambiental entendido como aquel que considera lo más valorado por la sociedad.

Al respecto y cómo hipótesis ya se tiene la función de captura de CO₂ 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 urbanización de Recoleta, el ambiente prístino capturaría mucho más CO₂ que lo que hoy se captura.

Puesto que los cursos de agua llamados “cañadillas” fueron eliminados de Recoleta junto a su vegetación nativa, la cantidad de aves nativa también fue reducida y por lo tanto también corresponde atraer estos animales, en especial los rapaces que combaten plagas de roedores.

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

Por ejemplo, para recrear hoy la captura de CO₂ de lo que fue en escenarios pasado se podrá disponer cobertura vegetal los bordes de los Espacios Azules. Para atraer rapaces, se podrá también, por ejemplo, disponer de casetas en árboles. Para atraer insectos polinizantes se podrá aumentar la proporción de plantas con flores, dando como resultado colateral un incremento en la estética.



Figura 13: Humanos, animales domésticos y silvestres conviviendo en torno a una de las piletas del parque Inés de Suárez en la comuna de Providencia.

8.6.- Conclusiones

Esta iniciativa una vez implementada provocará notorios beneficios en la región Metropolitana, unidad administrativa mayor a la que institucional y geoméricamente pertenece Recoleta. Todos estos impactos ecosistémicos logrados a través de restauraciones internas (intracomunales), son de carácter eminentemente social.

Incluso esta postura de responder por “tu pasado que te condena” pionera a nivel mundial en contextos municipales, puede en un futuro facilitar algún tipo de liberación de carga tributaria y/o generar alguna franquicia estatal en virtud del bienestar ecosistémico que Recoleta provocará en toda la región.



Figura 14: Laguna artificial del parque Bicentenario de la comuna de Vitacura la cual atrae fauna nativa.

9.- QUINTO IMPACTO: PLUSVALÍA DE SUELO

Con toda la información recién expuesta se deduce que al disponer Espacios Azules en medios urbanos que carecen de ellos, se constata que dichos cuerpos son considerados por la población como un bien. Por lo tanto, la valuación predial no es indiferente ante el fenómeno del Espacio Azul.

En efecto, los datos aportados por la Encuesta de Percepción de Calidad de Vida Urbana (ECVU) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, exponen el concepto de bien que la ciudadanía tiene respecto a las áreas verdes, considerando tácitamente a los Espacios Azules contenidos en ellas. La medición aplicada a más de ocho mil personas de ciudades con más de 20 mil habitantes durante el 2018, mostró que quienes visitan parques y plazas al menos una vez a la semana, ha ido en aumento.

Llama la atención de dicho estudio que el uso de las áreas verdes no sea parejo en el espectro socioeconómico pues casi la mitad de los niveles bajos no accede a estos lugares públicos, o lo hace con muy poca frecuencia. En cambio, en los niveles altos la fracción que no aprovecha dichos bienes es un cuarto.

Este fenómeno al considerarlo en Recoleta en razón a que la encuesta Casen 2017 arrojó un 22,5% de población pobre multidimensionalmente, puede plantear la hipótesis que esas personas tendrían menos tiempo para actividades de ocio y/o que los lugares de esparcimiento estarían más lejos de su residencia. Cualquiera sea el caso, las variables tiempo y distancia son relevantes y por ende un predio será más valioso de acuerdo a la presencia de un Espacio Azul conforme menos se tarde en acceder a sus bondades. Por lo tanto, la estrategia que se anticipa es distribuir los cuerpos de agua lo más homogéneamente posible en la comuna considerando la densidad poblacional de cada distrito censal.

En cuanto al incremento del precio del suelo en particular, diversos estudios reportados por Plataforma Urbana en su sitio web, indican que éste puede incrementar hasta en un 50% en predios con acceso o vista directa a un área verde. Sin embargo, éste y otros estudios no abordan el comportamiento marginal en cuanto a que una comuna con pocos Espacios Azules no puede registrar un mismo incremento porcentual del precio del suelo si ella misma posee muchos Espacios Azules. Entonces, para el caso de Recoleta donde es deficitaria de Espacios Azules, se puede pronosticar un sensible incremento que no solo enriquecerá los predios adyacentes a estos cuerpos de agua, sino que, con un cálculo social neto, hará una comuna más rica.

10.- SEXTO IMPACTO: CREACIÓN ARTÍSTICA

10.1.- Del mito a la realidad

Durante el inicio del presente proyecto UAR se planteó como una de las hipótesis que los Espacios Azules servirían dentro de otros beneficios, como ágoras donde los vecinos podrían reunirse a debatir asuntos de interés público tal como en la Grecia Antigua. Sin embargo, observaciones en los actuales Espacios Azules de la región Metropolitana mostraron que tales cuerpos de agua son lugares más de introspección para los adultos, que lugares de discusión. Son escasas las ocasiones en que se ven más de dos personas reunidas conversando en torno a un cuerpo de agua. Es muy poco probable entonces que las personas elijan un Espacio Azul como escenario para abordar la solución a un problema comunitario.

Generalmente cuando se accede en forma colectiva a estos cuerpos de agua es para hacer un picnic familiar o para como decimos en Chile: pololear; siendo altamente improbable que una junta de vecinos, gremio u otra organización prefiriera estos lugares para reunirse a intercambiar ideas.

Este aislamiento relativo y esporádico puede según ciertas hipótesis neuroecológicas, facilitar la creación literaria. A este respecto una publicación intitulada *England's Helicon: Fountains in Early Modern Literature and Culture* demuestra que “la pieza faltante” necesaria para dar sentido a un pasaje de una obra de teatro, un poema o un romance en prosa; podría ser una fuente, un acueducto, un pozo o un espejo de agua” [40]. Es decir, un Espacio Azul tal como se concibe en el presente proyecto de investigación.

Otro estudio más exhaustivo y menos puntual que el anterior indica como teoría que la creación poética se produce como asociaciones internas dentro del cerebro gatilladas por un estímulo externo: “Es evidente que esa inspiración es debido en parte a una profunda emoción ante las bellezas de la naturaleza” [41]. Pues bien, los Espacios Azules, en especial aquellos con componentes naturales, son inequívocamente fuentes de belleza. Estos y otros estudios parecen dar una explicación científica a la mitología griega acerca del monte Hélicon el cual poseía dos fuentes de agua y a su vez de inspiración, donde ambos Espacios Azules estaban consagrados a las musas como divinidades impulsoras de la actividad creativa.

Por lo tanto, la evidencia científica indica que estos cuerpos de agua estimulan algún proceso mental en las personas que los visitan, propiciando la creatividad [42]. Dicho fenómeno exclusivamente intelectual y generador de novedad es la imaginación [43].

10.2.- Facilitadores de Imaginación

Si se acepta, al menos en teoría, que los Espacios Azules pueden gatillar algún proceso intelectual que facilite la producción artística, resulta legítimo preguntarse cómo sería tal proceso y si es extrapolable a otro tipo de producción desde la mente. En este contexto, sobre la premisa que toda obra de arte requiere inexorablemente para que ella exista de una etapa imaginativa, la investigación publicada por Díaz y Palominos en el 2012 propone un modelo operacional para la Imaginación en su rol de facultad intelectual [44].

Considerando a las personas como el principal recurso de cualquier unidad territorial, el quinto de millón de habitantes de la comuna de Recoleta podría beneficiarse si la Imaginación en ellos, más allá del tradicional aporte a las artes y a las ciencias, puede aportar en los sistemas productivos de cualquier tipo. Para tal propósito la Imaginación se define como la capacidad de generar imágenes en la mente jamás percibidas por los sentidos y a la vez se acepta que tal capacidad puede desarrollarse para provecho tanto individual como social. En efecto, cualquier creación entendida como una innovación ambiental ya sea concretada como una obra del arte o de la técnica, es el resultado de un proceso imaginativo previo y si éste es más rico, más fructífero será su aporte. Por lo tanto, si de alguna manera se enriquece la Imaginación, mejores serán los resultados. Es decir, una persona más imaginativa puede ser más creativa y así encarar de mejor manera alguna adversidad logrando mayor viabilidad. En otras palabras, mientras mayor sea la imaginación, más amplio será el despliegue de soluciones alternativas ante algún problema.

En este contexto se plantea a continuación un modelo que pretende explicar cómo funcionaría la Imaginación cuando un recoletano accede a un Espacio Azul considerando un mecanismo básico donde dos imágenes en la mente de él crean una tercera con propiedades inexistentes en las anteriores. Estas imágenes “padres” se combinan y sin perder ambas sus características iniciales, forman una imagen “hija” con al menos una propiedad absolutamente inexistente en el par de imágenes precursoras, tal como se esquematiza en la Figura 16.



Figura 15: Diversidad de colores, tonos, formas, texturas en piletas de plaza Pedro de Valdivia de la comuna de Providencia cuya agitación de aguas genera más variedad.

Mientras más combinaciones existan, más se poblará la mente de nuevas imágenes y más rica será la imaginación. Tal como un individuo percibe un elefante y por otra parte percibe alas emplumadas, puede imaginar un elefante con alas (y que además vuela). De la misma manera percibe por separado un *mouse* y un láser para así imaginar un mouse-laser, introduciendo una nueva tecnología que sustituye al tradicional aparato periférico computacional de *mouse* de bolita.

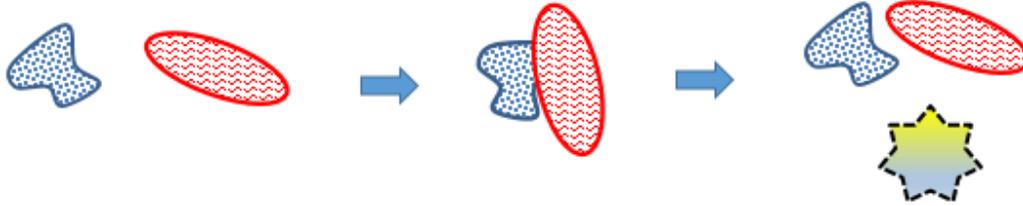


Figura 16: Dos imágenes padres (izquierda) se combinan (centro) y generan una imagen hija (derecha).

Sin embargo, la Imaginación por sí sola no basta para hacer frente a problemas, debiendo ella operar de manera asociativa, tal como se modela en la Figura 17, con otras tres facultades mentales: Percepción, Memoria y Razonamiento. Ciertamente la persona para imaginar necesita de materias primas que son las imágenes que llegan desde el exterior las cuales no son generadas por su propia Imaginación. También la persona necesita guardar tanto las imágenes que recibe desde el exterior como las que interiormente crea para que su mente siga poblándose, almacenamiento que la Imaginación no es capaz de hacer. Además, si la persona se entrega completamente a su Imaginación, puede en sus decisiones preferir alternativas que van en contra de la lógica matemática u otras soluciones carentes de factibilidad.

Para apoyar entonces a la actividad intelectual de la persona, la Percepción actúa como un transductor que convierte sensaciones del ambiente en imágenes enviándolas a las demás facultades mentales. Por su parte la Memoria apoya en el rol de almacenar transitoriamente las imágenes sin importar su origen y destino. Finalmente, el Razonamiento contribuye ordenando las imágenes en especial las nuevas, ya que si la persona decide de acuerdo a imágenes inútiles y/o impertinentes; arriesgará su viabilidad.

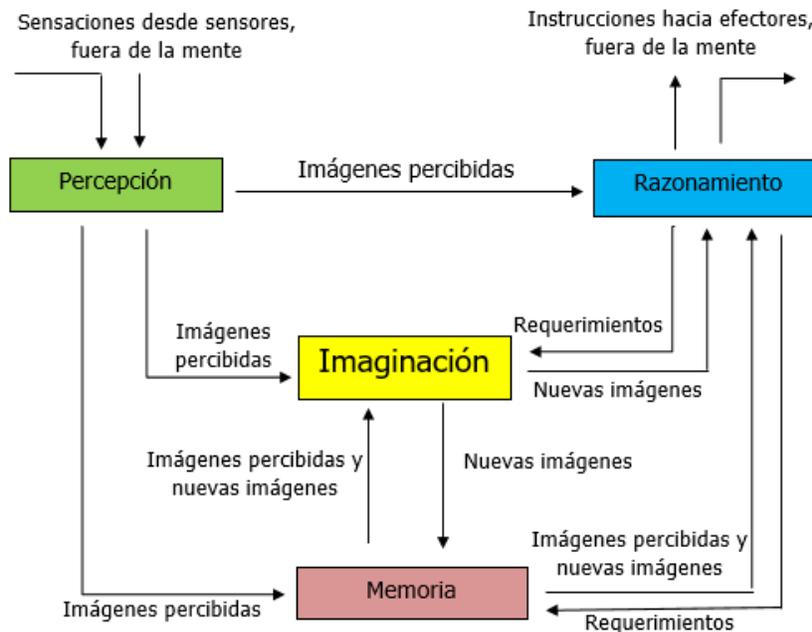


Figura 17: Modelo de la mente con la Imaginación como generadora de nuevas imágenes gracias al trabajo colaborativo de Percepción, Memoria y Razonamiento [44].

Aceptado este funcionamiento mental, es posible deducir maneras de incrementar la Imaginación gracias a un mayor aporte de imágenes hacia ella realizado por la Percepción y por la Memoria, como también gracias a un aumento de la demanda de imágenes generada por el Razonamiento. La vía más fácil parece ser a través del aumento de la Percepción, justificando entonces la importancia de la interacción del individuo con distintos ambientes que provean imágenes diferentes, las que una vez ingresadas a la Imaginación serán las “padres” encargadas de procrear generaciones de “hijas”, las cuales a su vez harán lo propio.

Es aquí donde debutan los Espacios Azules que con su dinámica eólica y/o acuosa, crean nuevas percepciones. Sí, el aire y el agua como fluidos crean diferentes texturas, colores, formas y tonos; haciendo variar la escénica del observador y por lo tanto proveyéndolo de nuevas imágenes que ingresan vía percepción para alimentar el proceso imaginativo.

Es decir, los Espacios Azules serían unos facilitadores de la Imaginación aumentando los insumos hacia la Percepción, justificando entonces la importancia de la interacción del individuo con estos ambientes que, en virtud de sus fluidos, provean imágenes diferentes, las que una vez ingresadas a la Imaginación sean las “padres” encargadas de procrear generaciones de “hijas”, las cuales a su vez harán lo propio.



Figura 18: Laguna en Pocuro con Tobaraba en la comuna de Providencia con gatilladores ambientales.

En la panorámica de la Figura 18 se presentan cinco gatilladores ambientales de la creatividad: (a) complejidad de los detalles visuales, (b) vista del entorno natural, (c) uso de materiales naturales, (d) uso de menos colores fríos y (e) menor uso de materiales de superficie fabricados o compuestos [45].

Pero no solo los Espacios Azules impactan en la Percepción, sino en la misma Imaginación que se representa como el cuadrado central en la Figura 17. Ahí las imágenes ingresadas desde la Percepción o desde la Memoria tendrían gracias a la introspección mayor libertad para asociarse cuando se está en presencia de los cuerpos de agua y por ende serían más “promiscuas” según el modelo de la Figura 16 generando debido a tal comportamiento más imágenes nuevas, aportando así a una mayor novedad. Es decir, desarrollando la Imaginación cuyas manifestaciones posteriores se catalogan como más creatividad debido a los Espacios Azules [46].

¿Necesitan los recoletanos de más imaginación? Sí, la Imaginación jamás estará en exceso pues cuenta con el Razonamiento como moderador. Por ende, cualquier iniciativa que pretenda desarrollar esta facultad intelectual será sinérgica, ensamblándose de manera armónica con proyectos estatales y privados emprendidos en la comuna tales como la Universidad Abierta de Recoleta, Escuela Abierta de Recoleta, Escuela Popular de Teatro, Escuela de Escritores de Chile y Agrupación de Artistas Barrio Bellavista entre otras.

11.- SÉPTIMO IMPACTO: PERTENENCIA TERRITORIAL

Según el Mapa de la Inmigración en Santiago del 2018 [47], la población inmigrante oficialmente catastrada en la comuna de Recoleta era de 14354 personas; cantidad que equivalía a 9 habitantes por hectárea. Dos años después, al 31 de diciembre del 2019, dicha cantidad se había más que duplicado [48], resultando una densidad de población extranjera de 23 hab/há. Es decir, considerando la creciente inmigración y su descontrol, se puede asumir que hoy al menos uno de cada cinco habitantes de la comuna es extranjero.

Respecto a esta población inmigrante ¿Se sienten parte de Recoleta? El presente proyecto no identificó estudios oficiales al respecto y decidió realizar un muestreo, obteniendo como respuestas en 37 de las 52 oraciones abordadas donde expresaban la temporalidad de permanencia en Chile para luego abandonarlo “una vez que obtenga documentación chilena y pueda ser recibido en Estados Unidos...” o “una vez que la situación mejore en mi país y pueda regresar...”. Por lo tanto, la población extranjera muestreada, principalmente de origen venezolano, percibe a la comuna de Recoleta como un mero lugar de paso.

Esta falta de sentido de pertenencia tiene varios efectos negativos, entre ellos una carencia de arraigo y por ende un descuido hacia el medio ambiente. ¿Pueden los Espacios Azules cambiar dicha actitud? Sí, pueden desarrollar el sentido de pertenencia y con ello hacer que las personas cuiden el ambiente que les es propio. Soporta esta respuesta la evolución biológica donde están las explicaciones al dilema de la explotación o la exploración, el cual no solo ha sido materia de preocupación científica [49]; sino que también ha formado parte de la cultura popular como por ejemplo a través del clásico *Should I Stay or Should I Go* (The Clash, 1982).

En efecto, tal como se mencionó en este informe respecto a las hipótesis evolutivas, los Espacios Azules son escenarios amigables para los homínidos y por lo tanto propician la explotación de éste por sobre la exploración de otros lugares, entendido como el aprovechamiento de lo que ya es propio [50]. Es decir, incentivan a quedarse en ellos y no explorar lugares alternativos. Este incentivo por ser una cuestión biológica, actuaría de igual manera tanto en chilenos como extranjeros, tan solo que en estos últimos tendría mayor impacto cuando ellos no buscan en Recoleta un asentamiento permanente.

Por lo tanto, la oferta de Espacios Azules en la población nativa e inmigrante, aumentará o provocará un sentimiento de pertenencia, mejorando comportamientos hacia un entorno que es sentido de su propiedad.

12.- OCTAVO IMPACTO: EDUCACIÓN AMBIENTAL

Dentro de la multifuncionalidad de los Espacios Azules que se pretende para Recoleta, existe el rol de preservación de flora y fauna nativa, especialmente aquella con problemas de conservación. Puesto que el agua es un elemento vital para la vida y cada vez más escaso en zonas prístinas de la Zona Central de Chile debido al Cambio Climático, la existencia de piletas y fuentes es un atractor para aves, insectos y también para el desarrollo de plantas nativas. Una experiencia notable del arribo de individuos de avifauna a los cuerpos de agua artificiales es aquella de las lagunas del parque Bicentenario de la comuna de Vitacura, donde se observan diversas especies chilenas.

Entonces, aprovechando una función puramente ecosistémica resulta ventajoso disponer de medios informativos donde se ilustre a los habitantes de la comuna de Recoleta, los individuos tanto de flora como de fauna que en los Espacios Azules viven o visitan. Esta información puede ser a través de carteles tal como los que existen en las dunas y humedales de la parte urbana de la comuna de La Serena, donde las personas ya sean turistas o habitantes locales, pueden conocer más sobre los seres vivos que están a la vista.



Figura 19: Letrero educativo sobre humedales y dunas dispuesto en la avenida del Mar en la comuna de La Serena.

13.- PROBABILIDAD Y MAGNITUD DE LOS IMPACTOS

13.1.- Causalidad

Los ocho impactos descritos individualmente en los capítulos precedentes no tienen la misma probabilidad de ocurrencia como tampoco tienen la misma magnitud. Es más, tanto la propia probabilidad e impacto de algunos de ellos está subordinada a la de otros u otro. Para representar esta situación probabilística con sus causas y efectos se ha preparado la Figura 20 que, a modo de esquema sin pretensión cuantitativa, muestra un cuadrante donde en el eje horizontal está la probabilidad de ocurrencia de un impacto y en el eje vertical está la magnitud del mismo.

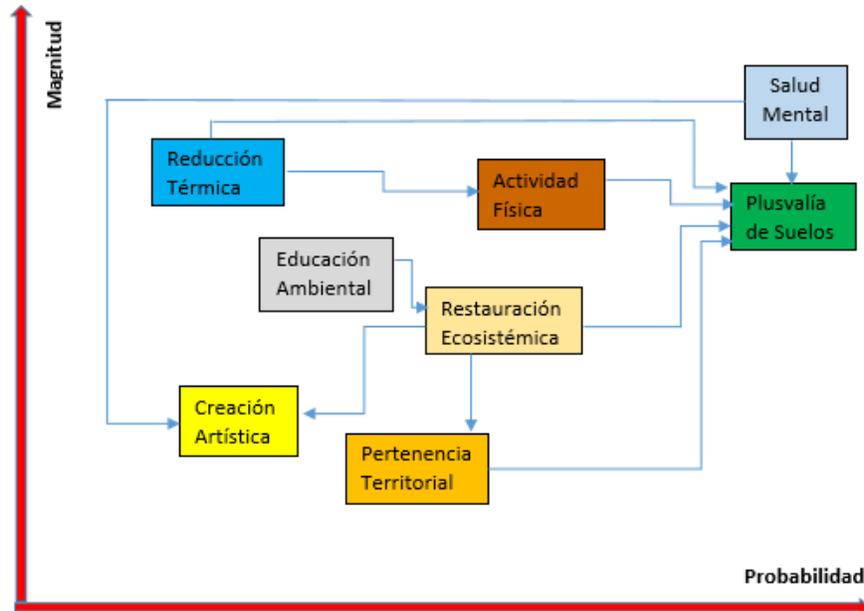


Figura 20: Esquema de la probabilidad y magnitud impactos de los Espacios Azules

En la figura anterior ocupando el costado superior derecho está el impacto en la salud mental por ser a la vez el más probable y el de mayor impacto, según lo reporta la mayoría de los artículos científicos. Por el contrario, la creación artística está en el vértice opuesto, porque la probabilidad de que ella ocurra y el impacto son pequeños.

Es importante mencionar que en la Figura 20 la magnitud está expresada en términos relativos considerando la situación poblacional de Recoleta en su conjunto. Por ejemplo, puede darse el caso que en una joven se gatille o estimule de manera explosiva la creación artística siendo un gran impacto para ella y su entorno inmediato, pero no tanto así para toda la comuna.

¿Cómo hacer crecer la magnitud y probabilidad de los impactos? Desde la planificación territorial emerge la cuestión de cómo desplazar los impactos del cuadrante hacia el costado superior derecho de éste. La manera más obvia, aunque difícilmente materializable por restricciones de oferta de sitios, es aumentando la densidad de Espacios Azules en Recoleta. Otra manera no excluyente sino complementaria es haciendo crecer el tamaño de los Espacios Azules. En efecto un incremento en volumen traerá consigo un aumento de la captura de calor y con ello en la reducción térmica. Pero no necesariamente un aumento tridimensional puede mejorar los impactos para la salud mental y el ejercicio físico pues basta que se note un aumento en el espejo del agua, siendo suficiente un incremento planimétrico a causa de una mayor superficie del espejo del agua.

13.2.- Cuantificación de variables

Otro asunto imprescindible es determinar, aunque sea de manera aproximada, la magnitud de cada uno de los impactos pues cada uno de ellos influye en la Evaluación Económica que se presenta más adelante como capítulo individual en el presente informe. Dicha cuantificación presenta el desafío que, por tratarse de variables de diferente índole, no todas se expresan en una unidad común y además muchas de ellas no son fenómenos puramente físicos donde se pueda aplicar un instrumento de medición.

En efecto, la Reducción Térmica resulta fácil de medir pues con un termómetro se puede registrar la temperatura ambiente con 1 C° de resolución. Sin embargo: ¿Cómo se puede medir la Salud Mental? Para responder a esta pregunta se podría recurrir a variables *proxis*, aquellas que representan el fenómeno en cuestión, aunque en rigor no lo sean; tales como medir en este caso el estrés a través de *Heart rate variability* (HRV), *Autonomic nervous system* (ANS), Electroencefalograma (EEG), Test hormonal o *Perceived Stress Scale* (PSS). El problema es que todos estos métodos requieren de instrumentación sofisticada y/o cuestionarios, ambos difíciles de usarse en un escenario poblacional al aire libre como el de Recoleta. Es más, aun siendo fácil de emplear estos entregarán resultados *ex-post*, sin contribuir al proyecto UAR que está en una etapa *ex-ante*. Es decir, no se cuenta con mediciones para Recoleta de esas variables y por ende no es posible ahora cuantificar sus magnitudes. Ante este escenario de alta complejidad se ha decidido proceder según se sintetiza en la Tabla 1 donde se ha seleccionado un procedimiento de estimación de cada variable de tal forma que en la presente etapa del proyecto se genere la información que se demanda.

Tabla 1: Variables de impacto

Variable	Unidad de medida	Argumentación
Salud Mental	Cantidad de personas	Puesto que no se disponen de datos cuantitativos respecto a los efectos que los Espacios Azules producen en los estados de ánimo, estrés, ansiedad y otros fenómenos de salud mental; se optó por considerar a la cantidad de personas que pueden localizarse en el perímetro de cada espejo de agua con un distanciamiento de 10 metros entre ellas.
Ejercicio Físico	Calorías	Se considera la energía consumida por una persona de 75 Kg en promedio al rodear el Espacio Azul a paso ligero.
Reducción Térmica	C°	Se pronostica la disminución promedio de la temperatura a 3 m del borde austral del Espacio Azul.
Restauración Ecosistémica	Cantidad de aves nativas	Se estima la cantidad de individuos de aves nativas, sin importar la especie, que el Espacio Azul puede atraer durante la primavera.
Plusvalía de suelo	UF	Se considera el incremento promedio del precio en inmuebles metropolitanos adyacentes o con vista directa a un Espacio Azul.
Creación Artística	m ² de azul dinámico	Se supondrá que la superficie de color azul del Espacio Azul es la gatillante de la creación artística.
Pertenencia Territorial	Cantidad de variables manejables	Se supone que mientras más se comprometa la población con la gestión del Espacio Azul como expresión de sacrificio, más propio lo sentirá.
Educación Ambiental	Cantidad de temas informados	Se asume que la temática posible de disponer en carteles informativos es una variable <i>proxi</i> de la educación en la población que accede al Espacio Azul.

Tal como puede notarse en la tabla precedente, la mayoría de las variables recurren a *proxis* como una estrategia para medir fenómenos de difícil cuantificación. Como sea, para fines de Evaluación Económica los criterios aquí empleados son satisfactorios.

14.- PREMISAS PARA EL DISEÑO

14.1.- Limitantes

Los Espacios Azules en Recoleta durante su construcción y/o operación y/o mantenimiento deben encarar diversos desafíos: escasez de agua, limitación predial, vandalismo, usos inapropiados y accidentabilidad.

En cuanto a escasez de agua, durante el año 2022 se hizo presente el riesgo de razonamiento y varias comunas de la región Metropolitana optaron por reemplazar el césped de sus áreas verdes regado con aspersión por vegetación xeromórfita regada por goteo. Evidentemente el Cambio Climático que amenaza a la Zona Central de Chile obliga a un manejo austero del recurso hídrico y ante tal escenario la comuna de Recoleta debe optimizar la gestión del agua en sus bienes públicos, mereciendo concebirse Espacios Azules poco demandantes del vital recurso hídrico.

Respecto a este asunto, varios espacios azules en Chile han sido vaciados de agua en su totalidad o en parte, reemplazando su contenido por albañilería o jardines de menor costo de mantención.



Figura 21: Pileta en la comuna de Providencia cuyo volumen de agua fue reemplazado por albañilería



Figura 22: Fuente en la comuna de Iquique cuyo volumen de agua inferior fue reemplazado por un jardín.

Respecto a la oferta de lugares públicos para materializar los Espacios Azules, se nota que en Recoleta en su mayoría ya está ocupada por otro tipo de bienes, entre ellos áreas verdes. Sin embargo, varios sectores presentan superficies sin vegetación alguna, cubiertas con asfalto, cemento o albañilería sin césped, ni arbustos ni árboles. Tales lugares como el frontis del Cementerio General pueden ocuparse para construir ahí algún Espacio Azul pues este bien no sacrifica vegetación alguna.

14.2.- Lo que no fue

En el proyecto UAR se concibió a los Espacios Azules de tal manera que ellos se ensamblaran sinérgicamente con la comuna de Recoleta y las necesidades de sus habitantes, tratando que estos cuerpos de agua cumplieran a cabalidad la mayor cantidad de funciones dentro de las posibilidades. Así se exploraron y descartaron las siguientes funciones: ágoras, piscinas, reductores de ruido, navegabilidad, y limpiadores de aire.

Considerando que los Espacios Azules pudieran ser un lugar de encuentro donde los vecinos de Recoleta se reunieran en lugares públicos y abiertos para debatir sus ideas, tal como lo hicieron durante las primeras semanas del alzamiento popular de octubre del 2019 en los denominados “cabildos”, se planteó la posibilidad de que estos cuerpos de agua tuvieran alguna infraestructura para acoger a los ciudadanos en su actividad deliberativa. Sin embargo, esta idea fue descartada pues, tal como se mencionó en el impacto de Creación Artística, la evidencia científica indica que los Espacios Azules son más bien espacios de introspección que no propician la interacción de muchas personas en relación a asuntos políticos, tal como por el contrario las ágoras de la Grecia Antigua.

También se descartó que estos Espacios Azules funcionaran como piscinas públicas de libre acceso pues la municipalidad de Recoleta no dispone de los recursos humanos ni materiales para habilitarlas de tal manera que cumplan con las condiciones de salubridad y seguridad que se ameritan. De hecho, se tiene la experiencia del año 2001 cuando en aquel entonces el alcalde de la comuna de Santiago debió enfrentar un sumario sanitario por habilitar piletas en el parque Almagro.

Otra función que no fue incluida en aquellas a realizar por los Espacios Azules en el presente proyecto, es que estos funcionaran como reductores de contaminación acústica. Tal rol fue rechazado porque el agua como capturador de las ondas acústicas en espacios abiertos de esparcimiento es un asunto aún no satisfactoriamente estudiado. Si bien es cierto que miembros de la población antigua de Recoleta se han quejado de los altos niveles sonoros generados por inmigrantes, esto debe enfrentarse por otras vías más efectivas.

Considerando la laguna del parque Quinta Normal y el parque de la Familia en la comuna de Quinta Normal, se plantea la cuestión si los Espacios Azules para Recoleta también puedan usarse de manera recreativa por pequeñas embarcaciones. Esta función incrementa la complejidad en gestión de riesgo para evitar accidentes, de dotación de agua para garantizar una profundidad mínima de botes y de extensión para ser atractivo un recorrido. Por lo tanto, se descarta que los Espacios Azules sean concebidos en Recoleta como cuerpos de agua para navegación tripulada.

En cuanto que estos cuerpos de agua contribuyan a limpiar el aire por sus cualidades físicas y químicas, tal función no está comprobada en el escenario urbano de Recoleta. Lo que sí está claro es que tal como lo manifiesta un estudio del 2016 para esta comuna y otras cinco [51], que el reemplazo de árboles exóticos por nativos sí puede aliviar la contaminación del aire. Ese dato es en especial útil pues los Espacios Azules que se conciben no están aislados y siempre pertenecen o están rodeados de áreas verdes las cuáles sí pueden tener la vegetación que cumple la función limpiadora.

En otros lugares del mundo los Espacios Azules artificiales urbanos sirven en su polifuncionalidad, como reservas de agua para riego para plazas y parques. Para el caso de Recoleta se ha decidido excluir este rol para no complejizar las funciones de los cuerpos de agua que se proyecten. Entonces se prefiere que las áreas verdes tanto actuales como futuras en la comuna, obtengan el recurso hídrico para riego desde la red que exista para ello y no ocupen como fuente a los Espacios Azules.

También en otros lugares del planeta los Espacios Azules construidos por el Hombre sirven como reguladores de crecidas de cursos naturales de agua, reduciendo las inundaciones de zonas urbanas y otros riesgos fluviales. En Recoleta debido a su pendiente y al encauzamiento en bajo nivel del río Mapocho, estos riesgos no existen.

14.3.- Agua como insumo

Los Espacios Azules tienen obviamente al agua como materia prima y sin este insumo pierden su identidad y las funciones que se quieren desarrollar. Ante ello emerge la cuestión desde dónde se obtendrá el recurso hídrico. Una alternativa que se descartó fue capturar las aguas lluvias debido al déficit hídrico que se observa en la zona. En efecto, tal como se observa en la Figura 23 de la vecina estación meteorológica de Quinta Normal, tan solo durante tres meses al año la precipitación supera la evaporación. Incluso descartando los egresos de la evaporación, infiltración y otros, durante un año normal el agua caída apenas alcanzaría los tres decímetros.

Balance Hídrico Estación Quinta Normal
Lat. -33,444999 Long. -70,682777
7,35 Km suroeste de centro gravedad Recoleta

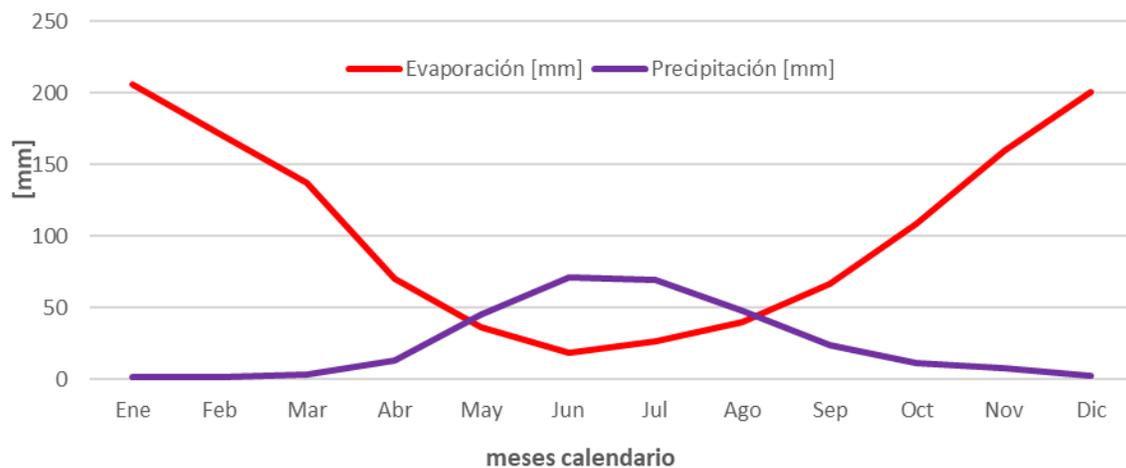


Figura 23: Balance hídrico anual asumido para Recoleta considerando una estación meteorológica vecina en Quinta Normal.

Descartadas las fuentes meteorológicas se plantea la posibilidad de usar el acuífero a través de la explotación de aguas subterráneas. A este respecto se tiene que la distancia vertical entre la superficie y la equipotencial de aguas es lo suficientemente grande para también descartar esta fuente. Ciertamente, tal como lo muestra el plano C.5-30 Equipotenciales elaborado en 1999 por la Dirección General de Aguas, las isolíneas están a una cota que varía entre los 475 m y 490 m de altitud, mientras que Recoleta se emplaza en sedimentos cuaternarios cuya superficie está entre los 515 m y los 560 m aproximadamente. Por lo tanto, se necesitaría bombear agua en la vertical más de 25 m en el mejor de los casos. Aparte de la energía requerida para elevar el caudal por muy pequeño que sea, se debe habilitar un pozo profundo, obra que escapa al presupuesto calculado en un millón de pesos por cada metro lineal.

14.4.- Tamaño y forma

Intuitivamente la primera variable de diseño es el tamaño del Espacio Azul, el cual tal como ya se ha anticipado en el presente informe, debe tener una dimensión que cumpla todas o la mayoría de las ocho funciones asumidas. Por lo tanto, se puede asumir que cualquier cuerpo de agua artificial multifuncional emplazado en la comuna de Recoleta para satisfacción de sus vecinos, no puede ser pequeño.

¿Cuál es su dimensión menor? Por seguridad, la periferia del cuerpo de agua no debería superar el decímetro, reduciendo así el riesgo de inmersión de las personas, es especial de niños y adultos en situación de discapacidad. ¿Planimétricamente? En cuanto a su dimensión en planta, cualquier Espacio Azul debe ser nítidamente percibido como tal desde la biología humana. Por lo tanto, este bien público en cuanto a texturas, colores, formas y tonos debe ser notado como un cuerpo de agua de libre acceso. En este contexto, dicha creación artificial debe informar su existencia a cualquier vecino sin que esta persona destine para ello demasiado de los dos recursos universales clásicos: tiempo y energía. Es decir, el Espacio Azul debe desplegarse ante él, tal como evolutivamente se ha desplegado en la filogenia de los humanos.

Para dicho propósito se deben considerar cuestiones ergonómicas en que un observador note de manera conspicua el cuerpo de agua. Así, mientras más alto esté el observador, mayor será su panorámica cubriendo una mayor superficie del Espacio Azul considerando que no está posicionado sobre sus aguas. Puesto que se concibe el proyecto UAR para provecho de todas las personas, incluyendo los niños, se ha optado por una altura 1,1 m que es la posición que alcanza en promedio los ojos de un niño de 10 años. Desde esa posición ya son notorios los movimientos angulares horizontales y verticales para cubrir todo el espejo de agua con la vista cuando el Espacio Azul frente a dicho observador tiene como mínimo un frente y un largo de alrededor de 23 m. ¿Forma? Dada esta dimensión mínima, la forma podría ser rectangular poco importando si se trata de un círculo de diámetro de 23m o de una elipse con eje menor o rectángulo con eje menor de esa misma longitud.

Este dimensionamiento asigna a cualquier Espacio Azul en Recoleta el adjetivo calificativo de "manifiesto". Sin embargo, otros de menor tamaño no significan que sean inútiles, sino que cumplirán menos funciones y/o las que cumplan, la harán en menor medida. Prueba de esto es que en cualquier lugar tranquilo a la intemperie de la comuna de Recoleta basta poner un lavatorio de menos de un quinto de metro cuadrado de superficie para que al poco rato, especialmente en verano, arriben a él algunos pájaros.

14.5.- Naturalidad versus artificialidad

La segunda variable de interés es la naturalidad que pueda tener el Espacio Azul. Aquí existen dos extremos según se combinen los elementos abióticos (especialmente los de obra gruesa) con los bióticos. Por un lado se tendrá un Espacio Azul totalmente carente de vegetación y por otro con abundancia de ella más guijarros, arena... Puesto que ya se justificó el rol de Restauración Ecosistémica y de Educación Ambiental, el tipo de Espacio Azul hipotéticamente preferido para Recoleta en cuanto a su naturalidad es aquel que contenga la mayor cantidad de elementos bióticos y otros componentes que recreen ecosistemas prístinos de la Zona Central de Chile.

Una tercera variable de interés en el diseño es la capacidad de auto-regulación u homeostasis que debe tener el Espacio Azul. Ciertamente por tratarse de un ente artificial, pese a tener componentes bióticos, este bien público está a merced de la entropía y si se deja a la deriva alcanzará su estado más probable que abiertamente diferirá del deseado por los vecinos. Una amenaza simple es que el Espacio Azul se ensucie debido a la basura que pueda arrojarse y una amenaza más compleja es la eutrofización que consiste en la desmedida proliferación de algas en el medio acuoso debido al aporte (accidental o premeditado) de nutrientes. Un Espacio Azul concebido como ecosistema natural puede adquirir parte de capacidad homeostática y así prescindir de una alta frecuencia de cuidados municipales.

15.- DISEÑOS ALTERNATIVOS

15.1.- Atributos

A la luz de la información generada se concluye que los diseños deben recorrer el espectro de dos atributos: Tamaño y Naturalidad. El primero, tal como su nombre así lo indica se refiere al porte del Espacio Azul y el segundo se refiere a lo prístino, nativo u otro sinónimo.

En cuanto al Tamaño, tal como ya se supone, el presente proyecto UAR descarta todos aquellos pequeños pues no garantizan el cumplimiento de los ocho impactos deseados. Ante esta postura inmediatamente se obliga a definir qué se entiende por “pequeño” en el presente informe, considerando en dicha categoría todos aquellos cuyo lado sea menor a 23 m tal como se explicó en el capítulo anterior. ¿Qué dimensiones mayores se pueden desplegar como alternativas? Por un asunto de ergonometría se calificará como mediano a todo cuerpo de agua que, posicionándose en cada parte de su perímetro, un observador sentado (0,8 m) no necesite mover su cabeza más de 2 ° para cubrir todo el espejo de agua con su mirada. Esto se logra cuando la parte planimétricamente más angosta es de 47 m. Si este límite inferior hace que el Espacio Azul sea mediano: ¿cuáles son las dimensiones para el que sigue en tamaño ascendente? Acudiendo a la tradición expresada en encuestas, los recoletanos consultados en el presente estudio afirmaron que para ellos según lo que conocían, un cuerpo de agua definitivamente grande es el de la Quinta Normal. Puesto que dicho Espacio Azul tiene aproximadamente 72 m en su parte más angosta, se supondrá que los Espacios Azules grandes son aquellos cuya parte más angosta (lado si es paralelepípedo, semieje menor si es elipse o diámetro si es circunferencia) van desde los 47 m hasta los 72 m. En resumen, esta es la clasificación de los Espacios Azules por tamaño para el presente proyecto considerando la longitud de sus frentes o parte más angosta expresada en metros: Pequeño (0,23], Mediano [23, 47] y Grande (47,72]

En cuanto a Naturalidad existe un amplio espectro que depende de la cantidad de componentes de elementos vivos dispuestos en el Espacio Azul. Así se tiene un extremo al estilo “piscina” que carece de vegetación y donde predominan baldosas, hormigones y plásticos; hasta el otro extremo estilo “selva” donde abundan las plantas acuáticas y ribereñas que dan cabida a fauna. Puesto que entre ambos extremos existe una densa gradación de estados y una separación nominal resultaría arbitraria cayendo en Lógica Difusa, en el presente proyecto se ha decidido considerar como alternativas ambos extremos denominando uno como Artificial y al otro como Natural.



Figura 24: Vista de la fuente de la plaza Los Conquistadores en la comuna de Providencia que armónicamente combina elementos de “piscina” con otros de “selva”.



Figura 25: Vista de fuente en la ciudad de Arequipa (Perú) cuyos componentes no bióticos, aunque mayoritarios, expresan cierta ruralidad que la hace más cercana a “selva”.

15.2.- Tipos

Con la información recién expuesta, que descarta tamaños pequeños, se despliega en términos genéricos cuatro tipos de Espacios Azules al cruzar el Tamaño con la Naturalidad tal como se muestra en la Figura 26.

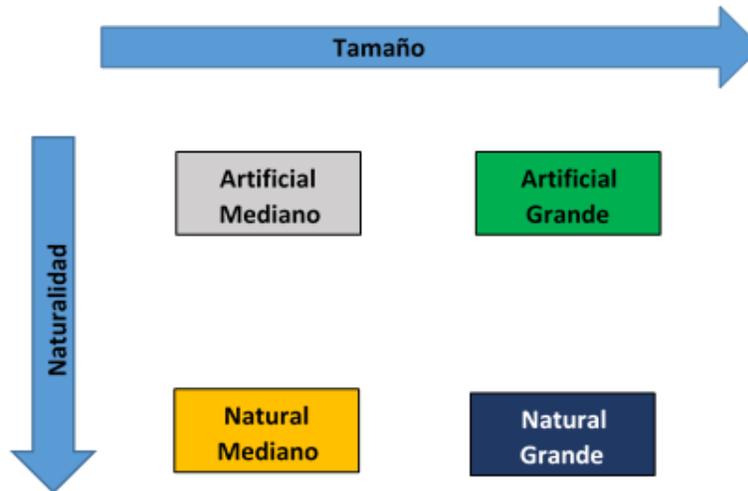


Figura 26: Cuatro tipos de Espacios Azules según atributo de Tamaño y de Naturalidad

Una síntesis de los cuatro tipos de los cuerpos de agua que entre sí competirán para seleccionar el mejor desde la Evaluación Económica que se presenta en el capítulo 17, es la mostrada en la Tabla 2.

Tabla 2: Síntesis cuantitativa de atributos de los cuatro tipos de Espacios Azules

Atributos	Lado menor 23 m	Lado menor 47 m
Cobertura vegetación nula	Artificial Mediano	Artificial Grande
Cobertura vegetación más 20%	Natural Mediano	Natural Grande

¿Qué representan en sí estos cuatro tipos de Espacios Azules para los vecinos de la comuna de Recoleta? Tal como se estableció en el subcapítulo 13.2, se pretende que estos cuerpos de agua provoquen al menos ocho impactos en la comunidad, que de acuerdo a los criterios de métrica establecidos en la Tabla 1 arrojan los resultados que se muestran a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3: Cuantificación de las variables en cada tipo de Espacio Azul

Variable	Artificial Mediano	Artificial Grande	Natural Mediano	Natural Grande
Salud Mental	9	19	9	19
Ejercicio Físico	6	11	6	11
Reducción Térmica	0,5	1	0,5	1
Restauración Ecosistémica	2	5	8	20
Plusvalía de suelo	150	180	200	230
Creación Artística	22	52	22	52
Pertenencia Territorial	3	3	7	7
Educación Ambiental	0	0	1	3

15.3.- Componentes

En esta parte del informe corresponde informar respecto a aquellos componentes de los cuatro tipos de Espacios Azules que hasta aquí están en competencia. Debido a que aquellos artificiales son un clásico, existiendo abundantes fuentes de información, el proyecto de investigación no se referirá a ellos pues en cuanto a diseño no aportan novedad alguna. Sin embargo, para el caso de los Espacios Azules con naturalidad se deberá identificar y describir los componentes que caracterizan este atributo.

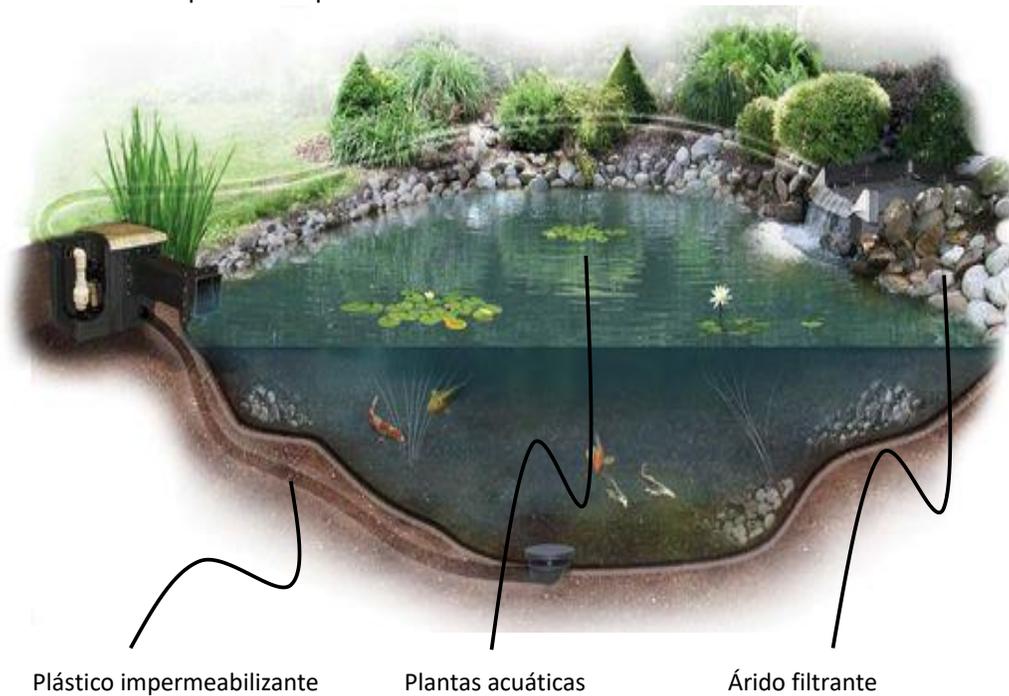


Figura 27: Perfil típico de un Espacio Azul que recrea naturalidad
<https://www.pinterest.cl/pin/682999099708882341/>

Tal como se aprecia en la Figura 27, un componente vital para evitar la fuga de agua hacia el suelo natural donde está emplazado la comuna de Recoleta (relleno cuaternario), es la capa plástica generalmente de PVC de amplia oferta en el mercado de la región Metropolitana. Aunque ciertamente esta lámina se trata de una manufactura totalmente abiótica, su rol impermeabilizante es fundamental y tanto por su eficiencia como costo, es preferible a las arcillas compactadas.

Otro componente imprescindible para la naturalidad son las plantas acuáticas, entendidas como aquellas adaptadas para vivir en el agua o en suelos muy húmedos. En el proyecto UAR no solo cumplen un rol estético; sino lo más importante: ayudan a equilibrar el ecosistema. Esta contribución ecosistémica se debe a que cumplen cuatro importantes funciones entre otras: absorben desechos, oxigenan el agua, albergan animales y son la base de la cadena alimentaria. Para Recoleta se recomiendan plantas de ribera y plantas oxigenadoras las cuales de otras tantas según los gustos de vecinos pueden seleccionarse de aquellas adaptadas para la Zona Central de la publicación nacional Plantas Acuáticas Vasculares de Chile [52] disponible en: <https://www.corma.cl/wp-content/uploads/2020/12/Guia-Campo-Plantas-Vasculares-Acuaticas-WEB.pdf>

Finalmente, otro componente vital es el árido formado por gravas y bolones, que en conjunto aportan cuatro funciones al Espacio Azul natural: balancean el ciclo de nitrógeno en el agua, protegen el plástico impermeabilizante desde encima de él, evocan naturalidad, dan soporte físico a las plantas y albergan animales. Un bosquejo de configuración de un Espacio Azul considerando los elementos hasta ahora examinados, se presenta en la Figura 29. En la ribera está la Zona de Regeneración que aquí con un ancho de 2,1 m, es el lugar donde gracias a las plantas y guijarros, se produce la principalmente la depuración de las aguas.

Una vista más en detalle de la Zona de Regeneración se aprecia en la Figura 28, la cual está parcialmente limitada del resto del cuerpo de agua por un muro, consistiendo ella básicamente en un relleno gravoso cuya granulometría disminuye en la vertical más plantas acuáticas. Parte del lecho de dicha zona tiene una pendiente para así diversificar la luminosidad y la presión del agua que permitirá una diversidad de los vegetales encargados de participar en el ciclo del nitrógeno. Las partes recién descritas en su conjunto se denomina generalmente como “biofiltro” y la misión que este todo cumple es limpiar por medio natural el agua, evitando toda tendencia a la eutrofización y minimizando el volumen de agua bombeado y con ello la demanda de energía eléctrica.

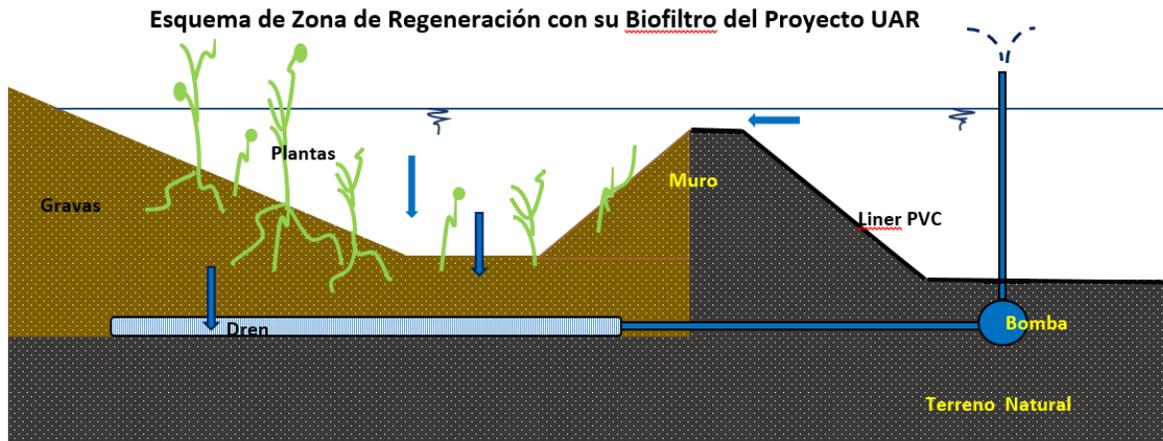


Figura 28: Esquema del proceso de limpieza mixto del agua a través de un biofiltro asistido intermitentemente por recirculación forzada

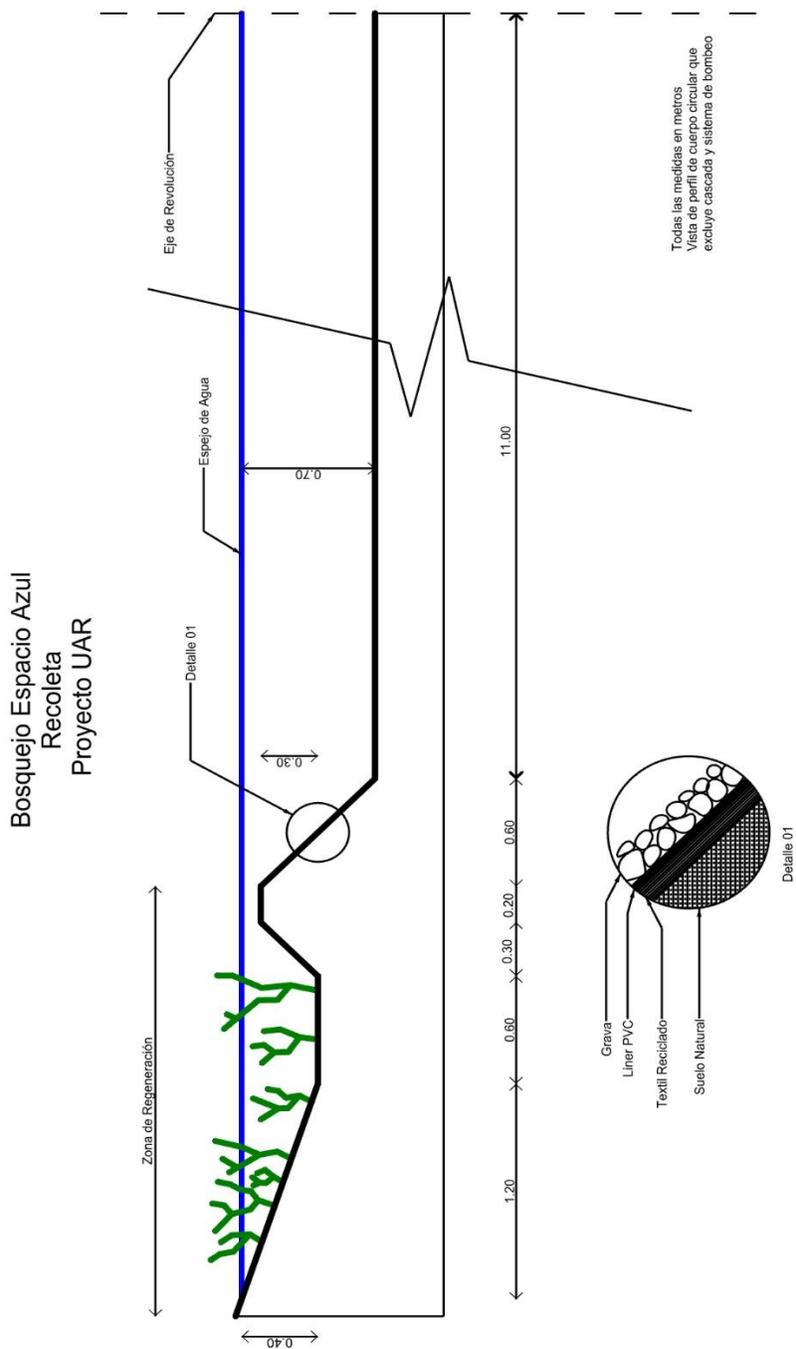


Figura 29: Bosquejo de Espacio Azul para Recoleta de planta circular en vista de perfil

16.- ESTRATEGIAS DE CONSTRUCCIÓN

Para la construcción de los Espacios Azules proyectados, se proponen dos estrategias o modos. El primero es el tradicional donde, a través de Concurso Público, la Municipalidad de Recoleta licita la ingeniería de detalle y luego licita la materialización dando así la oportunidad para que consultores y contratistas realicen su oferta de acuerdo a ciertos términos de referencia.

Este modo se caracteriza porque la gestión y el peso financiero recaen sobre la Municipalidad y no sobre los vecinos. ¿Existirá alguna manera de que los mismos vecinos gestionen la construcción de los Espacios Azules, aportando directa y explícitamente al financiamiento? Sí, esta posibilidad existe no solo para la construcción sino también para el diseño. Se trata de que los mismos vecinos de cada barrio según sus propios anhelos y capacidades conciben y materialicen estos lugares hídricos de esparcimiento. Con esta estrategia los Espacios Azules serán **sus** Espacios Azules; es decir, implicarán un sacrificio a los vecinos y por ende según la teoría de propiedad, generarán una mayor responsabilidad hacia estos bienes comunes.

Los beneficios de este modo (también a veces conocido como “Belga Antártica” debido a que Bélgica construyó así una base antártica) han sido develados por varias investigaciones en el mundo [53], identificando como principal ventaja a “lo que cuesta se cuida”. Por lo tanto, se propone preferenciar esta estrategia donde la Municipalidad a través de su Dirección de Obras Municipales actúa como una consejera sin descuidar su inexorable rol de supervisora.

Ciertamente esta propuesta tiene sus riesgos pues la responsabilidad inmediata en la construcción recaería en los vecinos, quienes, para construir, deben tener ciertas certificaciones para respalda variables que estarán bajo su control, entre ellas las de seguridad laboral. Es decir, aquí se presenta la coyuntura donde por una parte se les permitiría a los vecinos intervenir de manera protagónica en la materialización de la obra civil para incrementar el sentido de pertenencia y cuidado de ella, exponiéndolo a la vez a situaciones riesgosas durante las faenas tales como accidentes laborales.



Figura 30: Voluntarios de la comunidad de Daniefields, Reino Unido, excavan para su propio Espacio Azul
<https://matlock.gov.uk/matlock-natural-neighbourhoods-project/>

Puesto que extrapolar experiencias de otras partes del mundo a la realidad recoletana no garantiza se replique el éxito, este asunto debe ser abordado más en profundidad en posteriores estudios.

17.- EVALUACIÓN ECONÓMICA

17.1- Selección del indicador

A la luz de la información entregada hasta esta parte del informe, se deberán evaluar cuatro alternativas de Espacios Azules donde todas ellas deberán competir de acuerdo a lo que ofrecen y a lo que demandan. La manera tradicional de seleccionar la mejor de ellas es calculándoles a cada una algún *Key Performance Indicator* (KPI) que en el presente proyecto UAR será un indicador de rentabilidad.

Se pretende entonces lograr una expresión cuantitativa única de cada alternativa que refleje su rol económico, entendido en su más amplia acepción, para los vecinos de Recoleta en escenarios de escasez. Frente a ello, el indicador de tal comportamiento debe poseer simultáneamente las siguientes cualidades:

- Normado: Que tenga uso estandarizado y sea recomendado por organismos nacionales responsables de evaluaciones económicas, tales como el Ministerio de Desarrollo Social.
- Universal: Que tenga un procedimiento ampliamente conocido por diversos agentes económicos.
- Matriz: Que permita derivar de él otros indicadores de utilidad.
- Fidelidad: Que represente con la mayor precisión y exactitud los fenómenos sociales y privados a modelar.

Dentro de los indicadores Costo-Beneficio, el Valor Actualizado Neto (VAN) cumple en forma simultánea las cuatro cualidades recién listadas, pero presenta el problema que muchos beneficios brindados por los Espacios Azules son muy difíciles de cuantificar en unidades monetarias. Tal dificultad podría salvarse a través de Métodos de Valoración tal como Precios Hedónicos, Costos Evitados Inducidos y Costos de Transporte. Sin embargo, la aplicación de estos métodos requiere de ciertos datos iniciales del comportamiento humano en Recoleta que actualmente no existen y que escapan al alcance del presente proyecto de investigación.

Por lo tanto, se usará el Costo-Efectividad como indicador, comparando los costos de cada alternativa frente a sus beneficios llevados a través de un procedimiento cuantitativo en una unidad común de medida que represente la efectividad, pese a que tal como se notó en el Capítulo 13, todas ellas están inicialmente distintas unidades.

17.2.- Cuantificación de los Beneficios

En el capítulo 15 se individualizaron cuatro tipos de Espacios Azules (Natural Grande, Natural Mediano, Artificial Grande y Artificial Mediano), donde cada uno de ellos generará beneficios a la población según impacte en Salud Mental, Ejercicio Físico, Reducción Térmica, Restauración Ecosistémica, Plusvalía de Suelo, Creación Artística, Pertenencia Territorial y Educación Ambiental.

Puesto que el presente proyecto UAR debe ser escalable y diversificable en su investigación y no aportar metodología investigativa como en mera coyuntura, para otra cantidad cualquiera de tipos de Espacios Azules, está podría representarse como n , que para el caso puntual tal como se dijo en el párrafo anterior, ahora es $n = 1, 2, 3$ y 4 . Por otra parte, para cualquier cantidad de variables de impacto que se incorporen, éstas se denominarán como m , quedando para el caso de Recoleta ahora así: $m = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ y 8 .

Entonces, si cada tipo de Espacio Azul genera un beneficio efectivo (Efectividad) P , la medida de cada variable m en cada tipo n se representa como X_{nm}

$$\begin{aligned}
 P_1 &= f(X_{11}, X_{12} \dots X_{1m}) \\
 P_2 &= f(X_{21}, X_{22} \dots X_{2m}) \\
 &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\
 P_n &= f(X_{n1}, X_{n2} \dots X_{nm})
 \end{aligned}$$

La función es la misma en cada una de las ecuaciones y tal como se estableció previamente, los diferentes valores que adquiere **P** dependerán de los valores que toma cada variable de impacto. Así **P_n** será la Eficacia del tipo de Espacio Azul **n** dado por sus **X_{nm}** entendidas como la cuantía de la variable **m** en dicho tipo **m**.

Por simplicidad se supondrá que la función es una sumatoria lineal donde cada variable tendrá una importancia relativa constante **W_m**. Por lo tanto, el conjunto de niveles de Efectividad puede ser un modelo aditivo lineal de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= W_1X_{11} + W_1X_{12} \dots W_1X_{1m} \\
 P_2 &= W_2X_{11} + W_2X_{12} \dots W_2X_{1m} \text{ Ecuaciones 1} \\
 &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\
 P_n &= W_nX_{11} + W_nX_{12} \dots W_nX_{1m}
 \end{aligned}$$

Puesto que la cuantía **X_{nm}** es medida según los criterios establecidos en la Tabla 1 del Capítulo 13, basta con determinar los **W_m** y así determinar también cuantitativamente cada **P_n**. Si estos pesos representan la importancia relativa de las variables de impacto: ¿Cómo determinar tales pesos? El método para determinar tales pesos y por ende para conocer cuantitativamente la Efectividad de cada tipo de Espacio Azul, es conocido como Mapeo Lineal de Preferencias [54,55], abreviado generalmente como LINMAP.

Dicho método que se aplicó en este proyecto y que debido a su robustez puede ser aplicado en otros ámbitos por la municipalidad de Recoleta, está compuesto de cuatro etapas secuenciales que a continuación se describen.

La primera etapa consiste en dado los pre-diseños de cada Espacio Azul en competencia, medir en cada uno de ellos las variables de impacto; es decir, determinar cada **X_{nm}**.

La segunda parte consiste en pedirles a especialistas del urbanismo, arquitectura, geografía y antropología entre otros, una apreciación general de los beneficios que traería cada tipo de Espacio Azul. La clave es que los comparen de a pares, pidiéndole cuál de las dos prefieren. Se tendrá de este modo una matriz simétrica donde todos los elementos sobre la diagonal muestran el tipo de Espacio Azul que respecto de otro genera a juicio de los encuestados el mayor beneficio neto. El resultado de esta etapa puede mostrarse tubularmente usando la moda de las respuestas como se ejemplifica a continuación.

Tabla 4: Comparación de Efectividades (P) de cada tipo de Espacio Azul

V/S	P ₁ (Artificial Mediano)	P ₂ (Artificial Grande)	P ₃ (Natural Mediano)	P ₄ (Natural Grande)
P ₁ (Artificial Mediano)	-	P ₂	P ₃	P ₄
P ₂ (Artificial Grande)		-	P ₃	P ₄
P ₃ (Natural Mediano)			-	P ₄
P ₄ (Natural Grande)				-

En la tabla los elementos interiores indican las preferencias; es decir, se tiene un orden entre los diferentes niveles de bienestar total que generan respectivamente sus tipos:

$$\begin{aligned}
 &P_4 > P_2 \\
 &P_1 < P_2 \\
 &P_4 > P_1 \\
 &P_1 < P_3 \\
 &P_2 < P_3 \\
 &P_4 > P_3
 \end{aligned}
 \quad \text{Inecuaciones 1}$$

En este ejemplo, el grueso de los encuestados prefiere el tipo Natural Grande que Natural Mediano ($P_4 > P_3$), como también prefieren el tipo 4 respecto al 2 ($P_2 < P_4$).

Sin embargo, como en todo proceso de medición con y sobre humanos se acepta la presencia de errores en los resultados de las comparaciones, se asumen que éstos deben ser mínimos. Por lo tanto, la tercera etapa del método consiste en minimizar la suma de todos esos errores. En este ejemplo se realizan seis comparaciones, por lo tanto, existen seis errores: E_1, E_2, E_3, E_4, E_5 y E_6 , donde cada subíndice de E corresponde a las comparaciones recién realizadas.

Es decir, si se toma la primera comparación en las Inecuaciones 1, aquella de la Efectividad entre el tipo Natural Grande (P4) versus Artificial Grande (P2); se tiene que $P_4 > P_2$ o lo que es lo mismo si no existiera error alguno $P_4 - P_2 > 0$. Pero como se asume que existe un error, éste se introduce en el costado derecho de esta desigualdad, asumiendo que es lo suficientemente pequeño para no hacer que el miembro iguale o supere al cero, quedando la desigualdad así: $P_4 - P_2 + E_1 > 0$

Por consiguiente, se arma el siguiente modelo de Programación Lineal

Minimizar $R = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6$

Sujeto a cinco conjuntos de restricciones

$$P_4 - P_2 + E_1 > 0$$

$$P_1 - P_2 + E_2 < 0$$

: : :

$$P_4 - P_3 + E_6 > 0$$

$$W_1 \geq 0$$

$$W_2 \geq 0$$

:

$$W_m \geq 0$$

$$P_1 \geq 0$$

$$P_2 \geq 0$$

:

$$P_4 \geq 0$$

$$E_1 \geq 0$$

$$E_2 \geq 0$$

:

$$E_6 \geq 0$$

$$W_1 + W_2 + \dots + W_m = 1$$

Finalmente, la cuarta etapa consiste en insertar las Ecuaciones 1 en el primer grupo de restricciones configurando el modelo definitivo. Se resuelve la minimización y como resultado se obtienen los pesos relativos de cada variable de impacto (W_m) que se muestran en la segunda columna de la tabla siguiente con la Efectividad para cada tipo de Espacio Azul mostrada en la última fila de la misma Tabla 5.

Tabla 5: Pesos relativos de cada variable y Efectividad de cada tipo de Espacio Azul

Variable	Peso (W_m)	Artificial Mediano	Artificial Grande	Natural Mediano	Natural Grande
Salud Mental	0,20	9	19	9	19
Ejercicio Físico	0,15	6	11	6	11
Reducción Térmica	0,07	0,5	1,0	0,5	1,0
Restauración Ecosistémica	0,17	2	5	8	20
Plusvalía de Suelo	0,18	150	180	200	230
Creación Artística	0,06	52	22	52	22
Pertenencia Territorial	0,11	3	3	7	7
Educación Ambiental	0,06	0	0	1	3
Efectividad	-	31,73	42,22	42,25	54,39

17.3.- Cuantificación de los Costos

Una vez cuantificada la Efectividad para cada tipo de Espacio Azul, es necesario ahora determinar los costos que cada uno de ellos genera y así realizar el cociente entre ambas cuantías para lograr el Costo-Efectividad como indicador de rentabilidad.

Tal como se anticipó en páginas precedentes, los costos en que se incurre con cada tipo se pueden desglosar en dos grandes grupos: construcción y mantenimiento. El primero corresponde a los recursos humanos y materiales para construir y poner en marcha la obra civil y el segundo es aquel destinado a mantener la operación tanto preventiva como correctiva de los Espacios Azules para un horizonte de veinte años.

Puesto que los diseños están a nivel de perfil y no a nivel de ingeniería de detalle, los costos de construcción son aproximados para cada tipo de Espacio Azul. Por otra parte, puesto que el presente proyecto UAR plantea la alternativa que los propios vecinos sean quienes aporten recursos para materializar estos bienes públicos, se ha preferido usar precios de mercado y no los precios sociales en cada partida. En consecuencia, después de un muestreo en la región Metropolitana, se tienen los siguientes costos unitarios de construcción:

3,0 UF/m² para Artificial Mediano
2,5 UF/m² para Artificial Grande
2,5 UF/m² para Natural Mediano
2,3 UF/m² para Natural Grande

Las 3,0 UF del Espacio Azul tipo Artificial Mediano corresponde a la enfierradura, hormigonados y excavación por metro cuadrado, incluida la bomba y tuberías; costo que disminuye para Artificial Grande debido a economías de escala.

Para el tipo Natural Mediano y Natural Grande, los costos disminuyen para la infraestructura debida a la ausencia de hormigonados que son sustituidos por *liners* (plásticos impermeabilizantes) y áridos. Pero esta disminución neta no es tan significativa debido al incremento por parte de la disposición de vegetación nativa que les da la identidad.

En cuanto a mantención, el tipo Artificial Mediano y Artificial Grande debido a su robustez demandan menos recursos para la obra gruesa. Sin embargo, los costos de circulación de agua son mayores comparados a los que presentan respectivamente Natural Mediano y Natural Grande. En efecto, la gran partida en mantención para cualquiera de los cuatro tipos de Espacio Azules está dada la energía eléctrica y la dotación de agua para una profundidad promedio de 0,6 m. Respecto a este recurso, se considera en el presente proyecto un costo de 0,02 UF por metro cúbico por cada llenado.

En resumen, en la Tabla 6 se presenta los costos para los cuatro tipos de Espacios Azules con sus características.

Tabla 6: Resumen de especificaciones y costos para cada tipo de Espacio Azul

Características	Artificial Mediano	Artificial Grande	Natural Mediano	Natural Grande
Lado menor (m2)	23	47	23	47
Superficie (m2)	529	2209	529	2209
Profundidad media (m2)	0,8	0,8	0,8	0,8
Cobertura vegetación (há)	0	0	0,01	0,04
Volumen hormigón (m3)	90	354	0	0
Superficie <i>liner</i> (m2)	0	0	603	2359
Frecuencia recirculación agua (veces/día)	1	1	0,5	0,5
Costo construcción (UF)	1587	5523	1323	5081
Costo de mantención (UF)	1440	4923	2368	5475
Costo Total (UF)	3027	10446	3691	10556

17.4.- Cálculo del Costo-Efectividad

Ya determinada la Efectividad en el subcapítulo 17.2 y calculados los costos totales en el anterior subcapítulo 17.3; ahora corresponde tomar cada uno de estas cuantías como denominador y numerador respectivamente para cada tipo de Espacio Azul y obtener el indicador de rentabilidad buscado. Esta operación se muestra en la Tabla 7, identificando al tipo Natural Mediano como el ganador.

Tabla 7: Cálculo del Costo - Efectividad como indicador de rentabilidad para cada tipo

Cuantías	Artificial Mediano	Artificial Grande	Natural Mediano	Natural Grande
Efectividad	31,73	42,22	42,25	54,39
Costo Total (UF)	3027	10446	3691	10556
Costo Efectividad	0,0105	0,0040	0,0114	0,0052

De la tabla anterior se nota que el tipo ganador es el Natural Mediano, quien supera en un 8% a su seguidor más cercano. Este resultado arrojado a través de un proceso cuantitativo que en cada etapa evitó subjetividades, coincide con la intuición pues para los recoletanos se preferencia la naturalidad en cuanto a impactos, pero un tamaño grande se tornaría poco factible debido a sus costos.

17.5.- ¿Qué dice el mercado?

Aunque durante todo el transcurso del proyecto UAR se tuvo presente la oferta de insumos (materiales de construcción, predios, mano de obra...) desde el mercado de proveedores, la demanda de ocio desde el mercado de “clientes” (vecinos de Recoleta, Municipalidad) y la oferta del mercado de competidores para similares beneficios (otros bienes públicos recreativos tales como plazas y parques sin Espacios Azules); corresponde aquí establecer con mayor precisión la situación de los primeros.

En efecto, el proyecto debe asegurar su factibilidad a través de la existencia de agentes económicos que provean la energía, materia e información para construir y mantener el Espacio Azul en la comuna de Recoleta, sin perjuicio de los aportes que los propios vecinos puedan hacer. En este contexto se identificaron varias empresas que desde hace años ya vienen proveyendo cuerpos de agua similares al Natural Mediano que resultó seleccionado en el presente proyecto UAR.

Una de estas empresas es Bioantu (<https://www.bioantu.cl/>), cuyo CEO durante la pandemia interactuó vía telemática un par de ocasiones con el Director del presente proyecto UAR, aportando interesantes opiniones para el desarrollo de la misma iniciativa. Dicha empresa viene desde hace más de una década diseñando y construyendo lo que en esta investigación hemos denominado como Espacios Azules donde dicha organización con fines de lucro se especializa en biopiscinas, ecolagunas y humedales depuradores.

Otro participante del mercado de proveedores es la empresa Cristóbal Elgueta quien se especializa en lo que ellos denominan “Paisajismo Ecosistémico” (<https://crisobalelgueta.cl/>) ofreciendo sus piscinas naturales que en concepto coinciden ampliamente con los resultados del presente proyecto UAR.

También se puede mencionar a la empresa ARQHOS (<https://arqhos.cl/>) quien declara “más de 3.200 m2 de biopiscinas construidas entre la Región de Atacama y la Región de Los Lagos”.

En conclusión, no existe un monopolio para la construcción y mantención de los Espacios Azules en Recoleta, situación favorable para los intereses municipales.

18.- CONCLUSIONES GENERALES

El presente proyecto UAR se puede considerar como una acción de transformar ciertos **Insumos** por medio de determinados **Procesos** en deseados **Productos**, tal como se esquematiza en la Figura 31.



Figura 31: Diagrama de Insumos-Procesos-Productos en la investigación

Por tratarse de una investigación, se identifican novedades en los insumos donde destaca una búsqueda e integración de datos provenientes de diferentes campos del conocimiento humano tales como la geografía, sicología y economía entre otras. En cuanto a los Procesos, la novedad fue la aplicación y adaptación del Modelo Matemático LINMAP para calcular pesos de variables de impacto y así jerarquizar los diferentes tipos de Espacios Azules para la comuna de Recoleta. Finalmente, en cuanto a los productos, la novedad no estuvo en los diseños propiamente tales pues los resultados no mostraron diferencias con lo que actualmente se ofrece en Chile respecto a modelos de cuerpos de agua en zonas urbanas; sino en los impactos.

En efecto, el principal aporte del proyecto fue la identificación, interrelación y cuantificación, aunque sea aproximada, de diversos impactos; siendo los más notables la Restauración Ecosistémica, Creación Artística y la Pertenencia Territorial.

La Restauración Ecosistémica asume la responsabilidad de la existencia comunal devolviéndole a la población metropolitana lo que alguna vez se le privó, acción socioeconómica pionera a nivel latinoamericano donde Recoleta puede tomar el liderazgo.

En Creación Artística los Espacios Azules asoman como gatilladores de parte de la riqueza intelectual de los habitantes, fortaleciendo el capital humano de los recoletanos.

En Pertenencia Territorial se logra un sentido de propiedad sobre el espacio geográfico y por ende un mayor cuidado de él, en particular por parte la población inmigrante de la comuna.

En síntesis, emergieron novedades en las tres componentes del diagrama de investigación y todas de tipo aditiva; es decir, no se incorporó ningún insumo, proceso o producto en reemplazo de otro. Es decir, puesto que las novedades no fueron sustitutivas, ningún elemento fue sacrificado.

Finalmente merece comentarse que este proyecto seminal es la oportunidad para que Recoleta en función de sus prioridades y recursos se posicione a nivel nacional como una comuna azul, dándole identidad y más valor a su territorio.

REFERENCIAS

0. Georgiou, M.; Morison, G.; Smith, N.; Tiegies, Z.; Chastin, S. Mechanisms of Impact of Blue Spaces on Human Health: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 2486. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052486>
1. United Nations World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. 2018. Available online: <https://population.un.org/wup/> (accessed on 25 February 2021).
 2. Izakovičová, Z.; Mederly, P.; Petrovič, F. Long-term land use changes driven by urbanisation and their environmental effects (example of Trnava City, Slovakia). *Sustainability* 2017, 9, 1553. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
 3. O'Reilly, G.; O'Reilly, D.; Rosato, M.; Connolly, S. Urban and rural variations in morbidity and mortality in Northern Ireland. *BMC Public Health* 2007, 7, 123. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
 4. Gruebner, O.; Rapp, M.A.; Adli, M.; Kluge, U.; Galea, S.; Heinz, A. Cities and mental health. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2017, 114, 121–127. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
 5. Trivedi, J.; Sareen, H.; Dhyani, M. Rapid urbanization—Its impact on mental health: A South Asian perspective. *Indian J. Psychiatry* 2008, 50, 161. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
 6. Twohig-Bennett, C.; Jones, A. The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes. *Environ. Res.* 2018, 166, 628–637. [Google Scholar] [CrossRef]
 7. Britton, E.; Kindermann, G.; Domegan, C.; Carlin, C. Blue care: A systematic review of blue space interventions for health and wellbeing. *Health Promot. Int.* 2020, 35, 50–69. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
 8. Gascon, M.; Zijlema, W.; Vert, C.; White, M.P.; Nieuwenhuijsen, M.J. Outdoor blue spaces, human health and well-being: A systematic review of quantitative studies. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2017, 220, 1207–1221. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
 9. Smith, N.; Chastin, S.; Tiegies, Z.; Webb, S.; Georgiou, M.; King, A. A systematic literature review and meta-analysis of quantitative studies on the impact of urban blue space on human health. *Cities* 2020. in review. [Google Scholar]
 10. Völker, S.; Kistemann, T. The impact of blue space on human health and well-being—Salutogenetic health effects of inland surface waters: A review. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2011, 214, 449–460. [Google Scholar] [CrossRef]
 11. Grellier, J.; White, M.P.; Albin, M.; Bell, S.; Elliott, L.R.; Gascón, M.; Gualdi, S.; Mancini, L.; Wolf, T.; Wuijts, S.; et al. BlueHealth: A study programme protocol for mapping and quantifying the potential benefits to public health and well-being from Europe's blue spaces. *BMJ Open* 2017, 7, 16188. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed][Green Version]
 12. Tiegies, Z.; Mcgregor, D.; Georgiou, M.; Smith, N.; Saunders, J.; Millar, R.; Morison, G.; Chastin, S. The Impact of Regeneration and Climate Adaptations of Urban Green – Blue Assets on All-Cause Mortality: A 17-Year Longitudinal Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 4577. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
 13. Manteghi, G.; Bin Limit, H.; Remaz, D. Water bodies an urban microclimate: A review. *Mod. Appl. Sci.* 2015, 9, 1–12. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
 14. World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2010; p. 60. [Google Scholar]
 15. White, M.P.; Elliott, L.R.; Gascon, M.; Roberts, B.; Fleming, L.E. Blue space, health and well-being: A narrative overview and synthesis of potential benefits. *Environ. Res.* 2020, 191, 110169. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
 16. Steptoe, A.; Kivimäki, M. Stress and cardiovascular disease. *Nat. Rev. Cardiol.* 2012, 9, 360–370. [Google Scholar] [PubMed]
 17. Kubzansky, L.D.; Huffman, J.C.; Boehm, J.K.; Hernandez, R.; Kim, E.S.; Koga, H.K.; Feig, E.H.; Lloyd-Jones, D.M.; Seligman, M.E.P.; Labarthe, D.R. Positive Psychological Well-Being and Cardiovascular Disease: JACC Health Promotion Series. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018, 72, 1382–1396. [Google Scholar] [CrossRef]
 18. Gunawardena, K.R.; Wells, M.J.; Kershaw, T. Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Sci. Total Environ.* 2017, 584–585, 1040–1055. [Google Scholar] [CrossRef]
 19. Umberson, D.; Karas Montez, J. Social Relationships and Health: A Flashpoint for Health Policy. *J. Health Soc. Behav.* 2010, 51, S54–S66. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
 20. Biblioteca del Congreso Nacional. Reportes comunales. https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2021&idcom=13127

21. University of Pennsylvania, The Center for the High Impact Philanthropy, Return on Investment. [https://www.impact.upenn.edu/early-childhood-toolkit/why-invest/what-is-the-return-on-investment/#:~:text=High%20Return%20on%20Investment%20\(ROI\)](https://www.impact.upenn.edu/early-childhood-toolkit/why-invest/what-is-the-return-on-investment/#:~:text=High%20Return%20on%20Investment%20(ROI))
22. Rimal HS. Why Invest in Early Child Development? BJHS 2016, 1(1) 1: 1-2 https://www.researchgate.net/publication/315911468_Why_Invest_in_Early_Child_Development.
23. Belli P., Bustreo F., and P.Alexander. Investing in children's health: what are the economic benefits?. Bulletin of the World Health Organization, October 2005, 83 (10). file:///D:/Usach/Downloads/Investing_in_childrens_health_What_are_the_econom.pdf
24. Valeria Vitale, Leanne Martin, Mathew P. White, Lewis R. Elliott, Kayleigh J. Wyles, Matthew H.E.M. Browning, Sabine Pahl, Patricia Stehl, Simon Bell, Gregory N. Bratman, Mireia Gascon, James Grellier, Maria L. Lima, Mare Löhmus, Mark Nieuwenhuijsen, Ann Ojala, Jane Taylor, Matilda van den Bosch, Netta Weinstein, Lora E. Fleming,. Mechanisms underlying childhood exposure to blue spaces and adult subjective well-being: An 18-country analysis, Journal of Environmental Psychology, Volume 84,2022. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101876>
25. Pearson AL, Bottomley R, Chambers T, Thornton L, Stanley J, Smith M, Barr M, Signal L. Measuring Blue Space Visibility and 'Blue Recreation' in the Everyday Lives of Children in a Capital City. Int J Environ Res Public Health. 2017 May 26;14(6):563. doi: 10.3390/ijerph14060563. PMID: 28587134; PMCID: PMC5486249.
26. Sociedad Chilena de Historia y Geografía, 13 de diciembre: Llegada de Pedro de Valdivia al Mapocho. <http://www.schhg.cl/wp-schhg/2021/12/16/13-de-diciembre-llegada-de-pedro-de-valdivia-al-mapocho/>
27. María Isabel Pavez Reyes, Revista de Urbanismo N°29 – Diciembre de 2013 Un corredor verde entre cerros desde 1934, y las posibilidades actuales desde un ejercicio académico de pregrado en Recoleta https://www.researchgate.net/publication/272766753_Un_corredor_verde_entre_cerros_desde_1934_y_las_posibilidades_actuales_desde_un_ejercicio_academico_de_pregrado_en_Recoleta
28. Neil Shubin, Your Inner Fish: A Journey into the 3.5-Billion-Year History of the Human Body, Vintage; Reprint edición (6 Enero 2009)
29. Kullak, A. (2012). Las teorías evolutivas para bipedestación homóidea. Rev. Contacto Científico de Clínica Alemana. Vol. 2, N° 3, p. 21-<http://contactocientifico.alemana.cl/ojs/index.php/cc/article/view/51/51>
30. JoAnn Wypijewski (Editor). Painting by Numbers: Komar and Melamid's Scientific Guide to Art. University of California Press; 1st. Edición (12 Noviembre 1998)
31. Walliser, b y Prou, C. La Science Economique. Editions du Seuil, 1988.
32. Mathew P. White, Lewis R. Elliott, Mireia Gascon, Bethany Roberts, Lora E. Fleming, Blue space, health and well-being: A narrative overview and synthesis of potential benefits, Environmental Research Volume 191, December 2020, 110169.
33. Hicks, M. Treating the blues: how blue spaces have a positive impact on mental health. Exploring the intersections of water, people, and the environment. School of Marine and Environmental Affairs, University of Washington, 2022.
34. Vert, C., Carrasco-Turigas, G., Zijlema, W., Espinosa, A., Cano-Riu, L., Elliott, L.R., et al., 2019b. Impact of a riverside accessibility intervention on use, physical activity, and well-being: a mixed methods pre-post evaluation. Landsc. Urban Plann. 190, 103611.
35. Pasanena, T.P., White, M.P., Wheeler, B.W., Garrett, J.K., Elliott, L.R. (2019). Neighbourhood blue space, health and wellbeing: The mediating role of different types of physical activity. Environment International, 131. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105016>
36. Leiqiu Hu and Qi Li 2020 Environ. Res. Lett. 15 034041 A review of the impact of blue space on the urban microclimate Science of The Total Environment Volume 730, 15 August 2020, 139068
37. Stuart, A. (2014). Ecological Restoration and Environmental Change: Renewing Damaged Ecosystems. New York: Routledge.
38. Throop, W. (2000). Environmental Restoration. New York: Humanity Books.
39. Hobbs, R. y Sunding, K. (2009). New Models for Ecosystem Dynamics and Restoration. Washington D.C: Island Press.
40. Hester Lees-Jeffries England's Helicon: Fountains in Early Modern Literature and Culture, Oxford University Press; Illustrated edición (20 Diciembre 2007).

41. The Mechanism of Poetic Inspiration Author(s): Conrad Aiken Source: The North American Review, Dec., 1917, Vol. 206, No. 745 (Dec., 1917), pp. 917- 924 Published by: University of Northern Iowa Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/25121721>
42. Díaz-Martínez, F.; SánchezSauco, M.F.; Cabrera-Rivera, L.T.; Sánchez, C.O.; Hidalgo-Albadalejo, M.D.; Claudio, L.; Ortega-García, J.A. Systematic Review: Neurodevelopmental Benefits of Active/Passive School Exposure to Green and/or Blue Spaces in Children and Adolescents. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023, 20, 3958. <https://doi.org/10.3390/ijerph20053958>
43. Cañete, L. La imaginación como facultad intelectual vital en la educación en “Impacto en el Saber y Sentir Docente Volumen 2: Abordando Desafíos del Entorno Socio Productivo”. Ariadna Ediciones, 2019, ISBN 978-956-303-397-7, páginas 205-213.
44. Díaz Castillo, P. y Palominos, P. Conceptual basis for the management of the Imagination in changing environments. *Journal of Technological Possibilism*, N° 1, pag. 38-54, 2012.
45. Janetta Mitchell McCoy y Gary Evans. The Potential Role of the Physical Environment in Fostering Creativity. October 2002. *Creativity Research Journal* 14(3):409-426
46. Craknell, D., White, M. y otros. Marine Biota and Psychological Well-Being. A Preliminary Examination of Dose–Response Effects in an Aquarium Setting. *Environment and Behavior*. 2016 Dec; 48(10): 1242–1269.
47. ATISBA. El mapa de la inmigración en Santiago. 2018. https://www.atisba.cl/wp-content/uploads/2018/07/Reporte-Atisba-Monitor_Mapa-Inmigraci%C3%B3n-en-Santiago.pdf
48. Gajardo, S. Región Metropolitana de Santiago: población extranjera residente al 31 de diciembre 2019. 2021. Secretaría Regional Ministerial de Desarrollo Social y Familia.
49. Ercument Gorgula, Lucy Luob, Sitong Weic y Charles D. Pei. Sense of place or sense of belonging? Developing guidelines for human-centered outdoor spaces in Chinathat citizens can be proud of. *Procedia Engineering* 198 (2017) 517 – 524.
50. Marín, D. Entendiendo la explotación y la exploración en el aprendizaje organizacional: una delimitación teórica. *INNOVAR*. Vol. 27 Núm. 63 (2017).
51. Carla Criollo c., Rodrigo Assar c., Dante Cáceres I y Margarita Préndez B. Arbolado urbano, calidad del aire y afecciones respiratorias en seis comunas de la provincia de Santiago, Chile. *Rev. chil. enferm. respir.* vol.32 no.2 Santiago jun. 2016.
52. Rodríguez, R. y Fica, B. Plantas Acuáticas Vasculares de Chile, CORMA, 2020.
53. Wattson, M y Shove, E. Doing it yourself? Products, competence and meaning in the practices of DIY. *ESA* 2005 Torun.
54. Rubiano-Moreno, J., Nucamendi-Guillén, S., Cordero-Franco, A. et al. An improved LINMAP for multicriteria decision: designing customized incentive portfolios in an organization. *Oper Res Int J* 22, 3489–3520 (2022). <https://doi.org/10.1007/s12351-022-00698-x>
55. Thakkar, J.J. (2021). Linear Programming Techniques for Multidimensional Analysis of Preference (LINMAP). In: *Multi-Criteria Decision Making. Studies in Systems, Decision and Control*, vol 336. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-33-4745-8_12



ESPACIOS AZULES PARA RECOLETA

INFORME FINAL

