

Minimalismo modular generativo

Variaciones morfológicas para una tipología emplazable en el territorio vernacular irregular de ciudades como Valparaíso

Generative modular minimalism. Morphological variations for a placeable typology in the irregular vernacular territory of cities like Valparaíso

Minimalismo modular generativo: Variações morfológicas para uma tipologia localizável no território vernacular irregular de cidades como Valparaíso

DOI: <https://doi.org/10.18861/ania.2023.13.1.3396>

Psic. Omar Cañete Islas

Chile
Universidad de Valparaíso
ocanetei00@yahoo.es
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4762-3718>

Arq. José Bravo Riveros

Chile
Investigador independiente
jose.bravo.arq@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7588-7222>

Recibido: 18/01/2023

Aceptado: 25/05/2023

Cómo citar:

Cañete Islas, O., & Bravo, J. (2023). Minimalismo modular generativo: Variaciones morfológicas para una tipología emplazable en el territorio vernacular irregular de ciudades como Valparaíso. *Anales de Investigación en Arquitectura*, 13(1). <https://doi.org/10.18861/ania.2023.13.1.3396>

Resumen

A partir de las propiedades transformacionales y generativas de la forma, postuladas desde la matemática y geometrías como los fractales (Mandelbrot, 1984) y los sistemas iterados (Lindenmeyer y Presemislaw, 2000) se nos plantean posibilidades de trabajo y modelación digital, basado en las denominadas morfologías de lo amorfo (Cañete, 2016, 2017a; 2018). Estas morfologías deben ser asimiladas a los principios propios de la arquitectura y estética moderna y contemporánea, como el trazo libre, minimalista y esencial, atendiendo en especial, a la riqueza de sus patrones y configuraciones, como a sus propiedades escalares y transformacionales. Es así como, en publicaciones anteriores, se ha trabajado, desde la docencia universitaria y diversos proyectos de artes visuales, el trabajo y desarrollo de modelos de fragmentación y crecimiento escalar, que deriven en la generación de módulos, tramas, landscape, etc. En este marco, se postula esta vinculación, desde una metodología general de trabajo con modelos espaciales, en base a trazados irregulares que vincula estos campos, y que opera a partir de tramas o generatrices morfológicas, que gatillen procesos generativos.

En este marco, en el presente artículo, y a partir de un proceso de fragmentación vectorial, se vincula esta metodología general, a una exploración en la generación modulares de tramas, susceptibles de ser trabajadas y modeladas, según criterios de emplazamiento, cambio de posición y relación entre sus partes, generando disposiciones y por ende, ordenamientos nuevos, que introduzcan, a partir de una serie de variaciones de posición (encaje y desencaje de módulos) una riqueza de configuraciones volumétricas y espaciales, que den paso a una tipología básica de trabajo arquitectural, especialmente si se consideran las características y rasgos geomorfológicos del territorio, propio de ciudades como Valparaíso, caracterizadas por la autoconstrucción y densificación espontánea, en lugares de pendiente variable, donde aparecen como un desafío constante, el diseño y potencial aplicabilidad a tales condiciones.

Palabras clave: minimalismo; generatrices morfológicas; tramas vectoriales; modelos espaciales emplazados.

Abstract

From the transformational and generative properties of form, raised from mathematics and geometries such as fractals (Mandelbrot, 1984) and iterated systems (Lindenmeyer and Presemislaw, 2000), they propose possibilities for work and digital modeling, based on the so-called morphologies of the amorphous (Cañete, 2016, 2017a; 2018), seeking to assimilate it to the principles of modern and contemporary architecture and aesthetics, such as the free, minimalist and essential line, paying special attention to the richness of its patterns and configurations, as well as its scalar and transformational properties. This is how, in previous publications, university teaching and various visual arts projects have worked on the work and development of fragmentation and scalar growth models, which lead to the generation of modules, plots, landscape, etc., understanding minimalism and complexity, as pairs that come together in the generative process (morphological generatrices) showing diverse possibilities of creative assimilation from architecture.

In this framework, from a vectorial fragmentation process, in the present work it has been proposed as a general objective, to take modular portions of the frames, deepening the general methodology of work, in order to detect modular configurations that can be worked and modeled, according to criteria of change of position and relationship between its parts, generating arrangements and therefore, new arrangements, which introduce, from a series of variations in position (fitting and disengagement of modules), a wealth of volumetric and spatial configurations, which give way to a basic typology of architectural work, especially if the characteristics and geomorphological features of the territory are considered, typical of cities like Valparaíso, characterized by self-construction and spontaneous densification, in places with variable slopes, where they appear as a constant challenge, the design and potential applicability to such conditions

Keywords: Minimalism; morphological generatrices; vectorial frames; emplaced spatial models

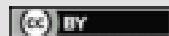
Resumo

A partir das propriedades transformacionais e generativas da forma, exploradas por meio de matemática e geometria, como fractais (Mandelbrot, 1984) e sistemas iterativos (Lindenmeyer e Presemislaw, 2000), propõem-se possibilidades de trabalho e modelagem digital, baseadas nas chamadas morfologias do amorfo (Cañete, 2016, 2017a; 2018). O objetivo é assimilá-las aos princípios da arquitetura e estética moderna e contemporânea, como a linha livre, minimalista e essencial, com especial atenção para a riqueza de seus padrões, configurações, propriedades escalares e transformacionais.

Em publicações anteriores, tanto o ensino universitário como vários projetos de artes visuais têm explorado o trabalho e desenvolvimento de modelos de fragmentação e crescimento escalar, que resultam na geração de módulos, parcelas, paisagens, entre outros. Nesse contexto, entende-se o minimalismo e a complexidade como pares que se complementam no processo generativo (geradoras morfológicas), mostrando diversas possibilidades de assimilação criativa na arquitetura.

Neste trabalho em particular, propôs-se como objetivo geral a extração de porções modulares dos caixilhos, através de um processo de fragmentação vectorial. A metodologia de trabalho foi aprofundada, visando identificar configurações modulares que possam ser modeladas e trabalhadas. Foram considerados critérios de mudança de posição e relação entre as partes, gerando arranjos e, conseqüentemente, novos arranjos. Através de uma série de variações de posição (encaixe e desengate de módulos), surgem uma variedade de configurações volumétricas e espaciais, que resultam em uma tipologia básica de obra arquitetônica. Esse processo leva em consideração as características geomorfológicas do território, especialmente em cidades como Valparaíso, que são marcadas pela autoconstrução e adensamento espontâneo em áreas com declividades variáveis. Nesse contexto, o design e a aplicabilidade dessas condições representam um desafio constante.

Palavras-chave: minimalismo; geratrizes morfológicas; padrões vetoriais; modelos espaciais situados.



Presentación

En trabajos y publicaciones anteriores, se ha mostrado, en el campo de la modelación pre-arquitectural, diversas experiencias, fruto de proyectos de artes visuales, diversas exploraciones generadas a partir de procesos de interacción, fragmentación y crecimiento escalar-morfológico. Todo esto, desde una mirada minimalista, siguiendo los criterios generales de las formas puras, postulados desde la modernidad, los que, habiendo abarcado permeado diversos campos del arte y el pensamiento contemporáneo, Debe considerarse que, después de los trabajos del destacado matemático Benoît Mandelbrot (1984), al postular los fractales en relación al problema de las formas irregulares y las propiedades escalares de estas nuevas geometrías, donde éstas, no serían sino un resultado de procesos de interacción y transformación continua, las que desde nuestra propia elaboración y asimilación, hemos asumido desde una lógica de depuración formal.

Lo anterior nos ha permitido generar un campo de exploración pre-arquitectural, el cual básicamente hemos definido, en función de sus atributos y relaciones morfo-espaciales, sin referencia necesariamente a un programa funcional, pero que sea guiado según criterios de complejidad formal-operacional y algorítmica, donde predomina una sensibilidad hacia el problema del espacio, las transiciones y gradientes, sus circulaciones, jerarquías volumétricas, etc. En este cruce de criterios, en el presente trabajo, hemos de explorar las posibilidades de este enfoque, en un ámbito específico y acotado, cual es una mirada de descomposición, desarticulación y ensamble modular, donde priman operaciones de encaje y des encaje, superposición, relaciones de proporción, distancias, y ordenamientos variables según diversas configuraciones y disposiciones, de aquellas piezas generadas de dichos des-articulaciones y juego posicional entre las piezas, de tramas morfológicas mayores.

Antecedentes

Desde el año 2000 al presente, a fecha, en el marco de la cátedra de Geometría Fractal primero y desde el año 2015 en el ramo de morfologías, se ha planteado la exploración como un área de relativa autonomía en la modelación y procesos creativos arquitecturales, como parte del segundo ciclo de la carrera. Esto ha permitido explorar junto a los alumnos diversas líneas de modelación morfológica, que va desde el planteamiento general de las llamadas formas puras en arte y arquitectura, confrontando y enriqueciendo este verdadero paradigma de las **formas puras** en la arquitectura moderna, con el planteamiento de las formas irregulares, proveniente de las morfologías contemporáneas. Esto ha permitido la asimilación progresiva de geometrías y formas que emergen del estudio de otras disciplinas, tales como el arte y/o las matemáticas, donde destacan, los procesos de crecimiento y fragmentación modular y paisajística de corte minimalista.

Es así como, podemos reconocer en la Bauhaus, ejercicios de descomposición y composición modular, en busca de modelos constructivos repetibles y autónomos, susceptible de ser fabricados a escala industrial. Destacan proyectos como las casas para maestros de la Bauhaus, diseñado y construido por W. Gropius ya en los años 1925 y 1926 (Droste, 2006). Por otro lado, esta estrategia recibe un nuevo impulso en la época de post-guerra, con los planteamientos y principios de corte estructuralista del reconocido team X, quienes, a través de principio de crecimiento modular, eran capaces de impactar en el territorio, generando tramas y tejidos urbano, susceptibles de integrarse a intersticios (in-between) y tejidos urbanos ya existentes, con una amplia gama de configuraciones y variabilidades escalares. En esta importante generación de arquitectos, destaca Aldo van Eyck, los Smithson, Candillis, Woods, Jeancarlo di Carlo quienes además, influyeron decisivamente en una época, como en generaciones posteriores de arquitectos, como Coderch, Hertzberger, Voelcker, Piet Bloom, Erskine, Wewerka, Guillermo

Jullian, o los Vandskunsten, por señalar solo a algunos. Metafóricamente, Van Eyck declara la “búsqueda de la claridad laberíntica”, que consiste en lograr la flexibilidad mediante el uso de “tramas geométricas”, buscando un orden más inclusivo y complejo. Recientemente, autores como XX, han revisado el uso de módulos para explorar la generación territorial de tramas modulares en función de criterios como las condiciones territoriales y del entorno, así como el emplazamiento y las configuraciones barriales mismas.

Recientemente, autores como Valderrama-Vidal (2018) hace una revisión general del asunto, destacando, entre otros aspectos, la importancia de incluir estos criterios ya en la etapa de formación académica, siguiendo experiencias como las de Rojas y , para quienes se debe desarrollar también una suerte de “gramática del diseño proyectual”:

“... con la finalidad de estudiar un proyecto en términos de composición y su proceder es desarmar en elementos constitutivos, rearmar y comprender el

porqué de tal diseño.”, en función de su emplazamiento territorial, buscando “... cómo las operaciones de composición en cada proyecto se realizaron en aras de integrar el paisaje dentro de ellos. Una finalidad que describe a la arquitectura no sólo como la técnica para lograr algo eminente, sino más bien arquitectura como obra de arte”.i

Debemos señalar que este proceso de emplazamiento morfológico y territorial, usualmente no ha considerado el factor de complejidad territorial, como el que ciudades como Valparaíso ofrece, más aún en función de condiciones de asimilación vernacular de formas de construcción propias. En el caso de Valparaíso, los procesos de densificación vernacular, han seguido al menos dos procesos alternos, por un lado, la formación de la traza (descrita por M. Waisbetrg) en las partes más altas de los cerros, y el asentamiento en base a agrupaciones multifamiliares en las laderas y quebradas, principalmente. En este contexto y en el marco de la realidad local, además de diversas otras influencias, se propone el desarrollo desde la arquitectura vernacular

propia de ciudades como Valparaíso. Así también el estudio de las agrupaciones multi-familiares que Myriam Waisberg denominó estudio morfológico de la traza urbana, en ellos se asimilan los vectores de asentamiento y crecimiento vernacular observados en la ciudad. De esto, se deriva una revisión y sistematización de un modelo de trabajo de exploración y modelación morfológica docente, realizado en base a estos principios en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Valparaíso. Chile, orientado al estudio de las configuraciones y variaciones en tramas modulares. (Cañete, 2012, 2014, 2016, 2017, 2018a, 2018b) desde principios morfológicos vinculados a los procesos de fragmentación y crecimiento modular,

Por otro lado, este tipo de estudio y modelación de las tramas irregulares y transformacionales modulares, destaca como un espacio de exploración y estudio propicio para las configuraciones territoriales irregulares como las que abundan en Valparaíso, sea por las tramas irregulares características del territorio, las que se acentúan en las quebradas, o por una densificación vernacular propia, que la hace dinámica e irregular en términos de su propio crecimiento y asentamiento en el tiempo. (Moraga, Cañete y López, 2015; Cañete, 2017b; Cañete, Moraga y López, 2018c). Por esta razón, se plantea y explora su confluencia, en función de la imbricación de ambas condiciones y líneas de trabajo llevadas hasta la fecha, por separado.

Marco teórico

Traza y periferia: modelos generativos y territorios vernaculares. El caso de Valparaíso

Dada la complejidad de los procesos de asentamiento urbano vernacular en Valparaíso, se hacen necesarios modos integrativos de comprensión y análisis de la realidad que integren dicha complejidad. Coincidiendo en

este punto, con lo que plantean recientemente, autores como, Pava Gómez (2018) debemos plantear que:

“Ante la singular complejidad de los territorios como un todo cambiante y una inquietud por desvanecer el difuso –o tal vez estricto e impenetrable– límite entre lo territorial y lo arquitectónico, dimensionar el alcance del proceso proyectual de la disciplina en la construcción territorial se hace indispensable en el marco de una reflexión sobre el papel que desempeña el arquitecto y el proyecto arquitectónico en la transformación de realidades territoriales” (p. 6).

Algunos de estos procesos, pueden ser descritos mediante modelos como los derivados de la teoría de sistemas propicia, apoyados por autores como la autora Andrea Pino (2018) recientemente. Tradicionalmente, también se han operado, en base a modelos como los de Lenguaje de Patrones de Christopher Alexander (1979, 1981, 2005). Apoyado en este tipo de concepciones, se han derivado

los reconocidos trabajos de Niko Salingaros (2000, 2007), y su teoría de la red urbana, para quien: “La arquitectura y la planeación urbana pueden ser entendidas como un proceso que incrementa el grado de complejidad organizada.” (Salingaros, 2007; p. 9), donde: “La complejidad se genera cuando ocurren diferentes procesos al mismo tiempo; y si están organizados coherentemente, dan como resultado una complejidad organizada.” (íbidem; p. 9).

Así, la ocupación del territorio, no es nunca algo lineal, sino más bien, progresivo y complejo, con muchos reveses, interacciones, solapamientos, re-ordenamientos progresivos, operando a diversa escala. En el caso de ciudades vermiculares como Valparaíso, donde predominan procesos de asentamiento y habitar **vernáculo** reconociendo que el asentamiento y densificación en las quebradas presenta una capacidad de estructurar un tejido urbano propio, reconocible en su traza y modos de apropiación del lugar y el entorno (Pino, 2014; Cañete, 2017b). esto se expresa en la aparición, no solo de

intersticios o sitios eriazos sin más, que progresivamente van densificándose y estableciendo relaciones entre ellos, sino en la conformación dinámica de una serie de interconectividad entre **periferias interiores como exteriores**, connaturales al desarrollo vernáculo de la ciudad, generando zonas de transición y mixtura, de mayor complejidad (Pino, 2014; Cañete, 2017b).

Las nociones de traza urbana y gradiente de intimidad. Relevancia urbana en relación a un diseño modular generativo

El tipo de estrategias de emplazamiento modular, se vuelve más relevante, si se considera estudios que permitan identificar sistemáticamente, piezas urbanas reconocibles de diverso tamaño, forma y condición territorial, que permitan un crecimiento orgánico y regular, donde, este tipo de combinatoria modular, pueda servir,



Figura 1 y 2. Los sistemas de huellas intra-quebrada y conformación de trazas urbanas espontáneas generan una diversidad de zonas irregulares (más abiertas o cerradas) que bien pueden ser consideradas como futuras periferias interiores o zonas de transición con periferias exteriores. Fuente: Cañete, 2017b.

además, como un principio de ordenación territorial en el lugar. Esto permitiría potenciar y generar una variedad de agrupaciones, conjuntos y pequeñas trazas urbanas, en base a los mismos módulos, otorgando variabilidad y diversidad, el mismo tiempo de que identidad a cada agregado o unidad, que se ajuste a condiciones morfológico-territoriales irregulares como las propias de Valparaíso, por lo que diversas configuraciones geomorfológicas del territorio, aparecen como un desafío en ciudades como Valparaíso, caracterizadas por la autoconstrucción y densificación espontánea constante (Cañete, 2017b).

En este punto, concurren dos nociones que nos permiten ahondar en este proceso. Por un lado, los criterios de a) **gradiente de habitabilidad** propuesto por el autor (Cañete 2017, Cañete, Moraga y López, 2014; Cañete, Moraga y López, 2018) partiendo de la descripción dada por Waisberg (1994) en relación al principio de la b) **traza urbana**, como unidad básica de configuración espacial-territorial existente en la ciudad de Valparaíso, como principio y modo densificador de dichos procesos de asentamiento vernacular en esta ciudad.

Recordemos que M. Waisberg (1994) identificaba y describe las **“trazas”** como unidades morfológico-territoriales que organizan el crecimiento y densificación que se interna hacia los cerros, siguiendo generalmente una cota más alta o transversal entre los sistemas de quebradas y cerros. Esto describe una verdadera Ley de urbanización y densificación espontánea en Valparaíso que ha operado desde que empieza a extenderse hacia los cerros. Como señalara la autora:

“En los cerros, la trama se organiza a partir de un que remonta la loma y al cual convergen los flujos de paisaje y callejones que recorren espontáneamente las curvas de nivel o trepan trabajosamente la pendiente. El concepto de manzana y plaza parece casi irreconocible en la morfología resultante, las veredas se reemplazan por tramos de gradas, y si variadas son las perspectivas urbanas en el plano, el cerro presenta una sorprendente riqueza en la continuidad de su área pública. La fluidez con que se enlazan estos espacios abiertos, nutriendo el tejido urbano, constituye una de las características que contribuye a la identidad de la ciudad”. (p. 10)

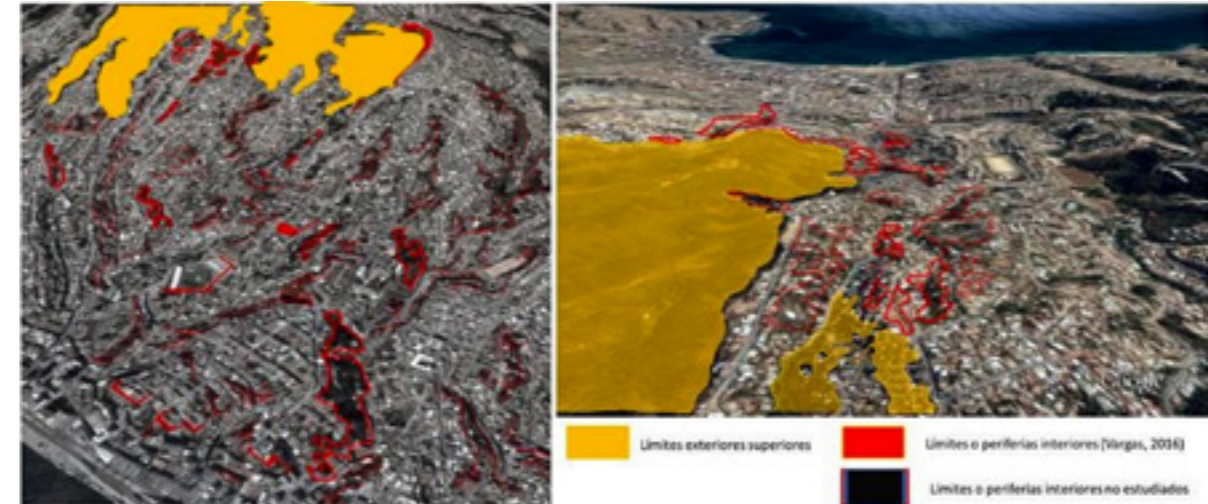


Figura 3-4. Periferias exteriores (en amarillo) vs zonas de transición interior (en rojo). A modo ilustrativo, se muestran algunas zonas marcadas para el sector con vista superior desde conurbación Camino La Pólvora. Se muestran solo algunas zonas de las más destacadas del sector. Fuente: Elaboración propia

Como es de esperar, en esta realidad:

El lenguaje urbano incorpora recursos poco comunes, tales como el trazado de la calle de pie de cerro, que marca el encuentro de la ladera con el plan, y el desarrollo de la calle de borde, que va señalando las mesetas a diferentes alturas. De igual modo, en los cerros es corriente el reemplazo de la plaza por el paseo-mirador; aquí también, en los centros, a la nutrida gama de verdes que proporciona el ambiente natural, el medio construido aporta un colorido que con la mayor desinhibición acentúan la particularidad del paisaje urbano porteño” (pp-11-12).

De lo anterior, es importante así, destacar el carácter dinámico y evolutivo del asentamiento y densificación que regule el crecimiento vernacular (cual verdaderos estudios de cabida), además de los criterios dados como elementos espacial-compositivos del modelo aplicado y descrito previamente.

En su interacción dinámica de ocupación, densificación y crecimiento vernacular, esto ha generado una verdadera gradiente de espacios no ocupados, que va desde zonas regulares e irregulares cerradas a zonas irregulares abiertas, usualmente más grandes y extensas. En conjunto, -como hemos dicho-todas estas zonas, deben considerarse como una gradiente de densificación urbana, donde se pueden aplicar modelos de crecimiento modular, como el descrito en este artículo.

Periferias Urbanas. Valor de su estudio en las conformaciones transiciones morfológico-territoriales vernaculares

Este concepto alude a una espacialidad intersticial resultado de procesos de urbanización. La motivación de estudiarlo emerge desde el estudio y la observación de este fenómeno como un potencial para la ciudad. El reconocimiento de espacios intersticiales insertos en una pieza urbana viva como residuos inconexos de la pieza urbana, producto de fases de urbanización tempo-espacial, sin un uso formal, son colonizados por una apropiación informal, una habitabilidad espontánea, de algo que quedó atrapado entre campos de sentido como vestigios del pasado o ruinas. La Periferia Interior se habita desde un estado de conciencia mucho más abstracto, en relación al imaginario colectivo de la ciudad, que se reconoce principalmente, como una pieza rota inconexa en la estructura urbana, que posee un potencial, que articularía la relación entre los programas colindantes a este, y a su vez articulándose a una pieza urbana mayor. Diversos autores se han ocupado de estas espacialidades llamadas Periferia Interior. Según Londoño (2003):

“La existencia de periferias interiores, en este caso, refiere a la existencia de inmuebles y espacios urbanos ocupados por habitantes que buscan opciones de sobrevivencia en la ciudad. Regularmente ellos no son poseedores de estos inmuebles y, por lo tanto, están excluidos de cualquier posibilidad de participar de los beneficios y la rentabilidad que se esperan obtener de las acciones de renovación”. (Londoño, 2003).

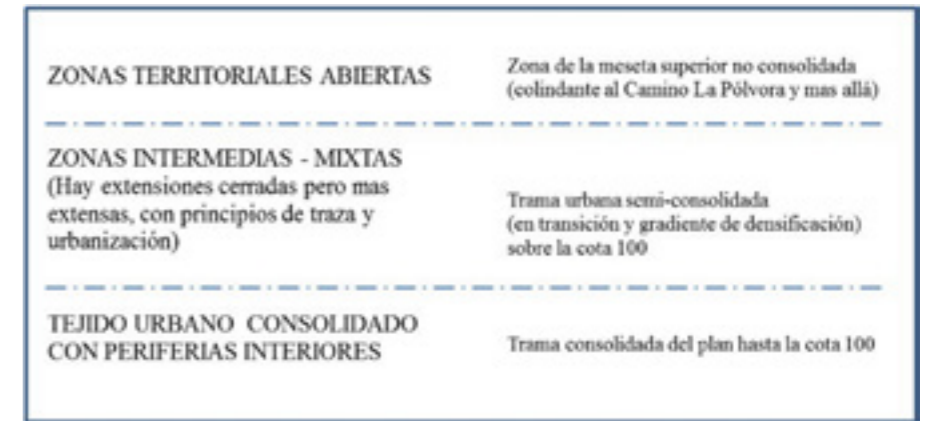
En contraste a estas opiniones, desde el punto de vista de la degradación de los espacios Kapstein (2010) define las periferias interiores como:

“...el sistema formado por aquellos espacios degradados que se ubican en el centro urbano de una ciudad, correspondientes a zonas de una antigua periferia que quedó congelada en el tiempo: el crecimiento de la trama urbana la atravesó en su recorrido, dejándola

olvidada en su desarrollo. Así, la Periferia Interior queda atrapada en medio de la ciudad, adquiriendo la condición de límite entre áreas de distinto uso y categoría, pero perdiendo identidad, salvo la que le da su propia degradación.”

Así, a partir de su adyacencia al centro de la ciudad, la Periferia Interior se caracteriza por ser un área que posee bastante oferta de suelo disponible. A esto se suma una buena accesibilidad desde muchos puntos de la ciudad, lo que la hace ser un área potencialmente transformable, con muchas posibilidades de mejorar a través de una renovación urbana. Esta flexibilidad nace también de los usos que acoge: residencial, industrial (activo o en desuso) vertederos, áreas de descampados, uso recreativo, comercial, educativo, equipamientos comunitarios, espacios públicos, etc. La Periferia Interior es un área urbana heterogénea. Otra de sus características es que puede

llegar a enlazar barrios distintos, sobre todo cuando su morfología es lineal. Esta capacidad es una potencialidad ya que su propia degradación le impide situarse como un espacio de conexión, quedándose como una zona limítrofe entre barrios o entre el centro y otras zonas con distinto uso. Por tanto, cabe esperarse que, a través de las estrategias adecuadas, áreas de este tipo puedan superar esta condición de barrera, transformándose en zonas de integración urbana, relevantes en la escala del total de la ciudad. Además, identificar **“periferias interiores”** dentro de la ciudad, estos espacios eriazos, muchas veces considerados hostiles y anónimos, pero que, al observarlos detenidamente, permite dar valor a dichas configuraciones morfo territoriales, sus potenciales transformaciones espaciales para darles una mayor virtud habitable incorporando los movimientos de apropiación observables y que le otorgan un campo de sentido que no se puede desconocer al momento de proyectar y que



Esquema 1. Zonas con diversos grados de transición e interacción según grados de consolidación de la traza. Fuente: Elaboración propia.

poseen una variabilidad a medida que transcurre el día. Formalizando estos lugares, se pretende integrarlos a la traza urbana (Waisberg, 1994), para la recuperación ecosistémica y desarrollo de la pieza urbana en su completitud y el barrio en el que se inscribe. Entendiendo que el real valor de la ciudad no es la arquitectura en sí, sino que la traza urbana, que es la cual soporta esta arquitectura, recorridos y crecimiento venacular.

Como se ha señalado, las **periferias interiores**, son espacios usualmente nocivos para la ciudad, que al estar consolidados permitirían una nítida relación entre su entorno y el paisaje urbano, modelando así una amplia gama de posibilidades que impulsen un desarrollo formalizador de la ciudad en su conjunto. Según Kepstein (2010) es posible identificar en función de criterios y rasgos funcionales y morfológicos, bien definidos las denominadas “periferias interiores”, destacando su carácter de relativo abandono y vulnerabilidad, pero también potencialidad para re vincular el tejido urbano a través de intervenciones focalizadas y acupunturales. En este marco, la discontinuidad del crecimiento va generando en la ciudad espacios informales, rebajados, obsoletos y anónimos, donde se encuentran periferias interiores dentro de la ciudad, desde el núcleo de la traza urbana hasta la periferia.

Sin embargo, en el presente artículo, hemos decidido avanzar en otra dirección, dando cuenta, además, del potencial dinámico de los procesos de densificación urbanas en Valparaíso, especialmente mediante los procesos vernáculos de asentamiento sobre la cota 100, usualmente descritos mediante procesos de densificación espontánea, y, por ende, no se encuentran en plena consolidación, a diferencia de las periferias interiores que si pasaron por dicho proceso de urbanización mayor. Así, se generan tanto un tejido urbano, por un lado, pero también una compleja interacción tanto hacia abajo, como hacia arriba, donde predominan sectores más abiertos e irregulares (y no

cerrados o delimitados morfológicamente por una traza) marcando el límite dentro y fuera de la ciudad. Se le agrega la complejidad social y gro-morfológica de la propia ciudad en Valparaíso.

Modelos morfológico-dinámicos en la densificación urbana vernacular

De lo expuesto: hemos definido básicamente una relación fluida y dinámica tanto en la formación de tejido urbano, de dos procesos aparentemente opuestos: a) Por un lado, la generación de límites y periferias, tanto exteriores como interiores en el territorio urbano asociados al crecimiento vernáculo observado en Valparaíso (Cañete, Moraga, López, 2015, 2016; Cañete, Moraga y López, 2018). b) Por otro, destacan los propios procesos de asentamiento y densificación urbana, que usualmente puede ser descrito siguiendo los modelos de Lenguaje de Patrones (Alexander; 1979, 1981, 2005) en ciudades como Valparaíso, en función de la noción de habitabilidad intra-quebrada (Pino, 2014) siguiendo los

criterios definidos inicialmente ya por Waisberg (1994) respecto a la formación de la **traza urbana** en Valparaíso (Cañete 2017).

Lo anterior sugiere que las zonificaciones futuras han de seguir criterios dinámicos de análisis, trabajando con escenarios modelos y modelos urbano-morfológicos mixtos entre las formas cerradas y abiertas de crecimiento morfológico-territorial.

Procesos creativos y asimilación arquitectural

El diseño modular generativo. Su versatilidad morfológico territorial

El diseño modular, especialmente en el campo de la arquitectura y urbanismo, ha permitido zanjar una brecha de exploración morfológica, muy centrada en el efecto estético, casi meramente escultórico o de instalación



Esquema 2. Modelo dinámico general en la formación de límites urbanos. Fuente: Elaboración propia

mega-constructiva, de las primeras exploraciones y asimilaciones post-modernas o deconstructivas, como las llamara Eisenman, en la década de los 80' y 90' del siglo pasado, pero que poco eran capaces de integrarse a la trama urbana, casi siempre, pre-existente, o incluso vincularse al tema del habitar. Más bien, eran disruptivas e excluyentes, respecto de estas consideraciones morfológicas y territoriales.

Así, la relación entre geometría y arquitectura, por cierto, desde siempre ha sido muy estrecha, pero obviamente, no son lo mismo. No solo falta el componente programático, o las consideraciones socio-históricas y de lugar, de toda obra. Aun así, esto nos deja una suerte de interface de exploración pre-arquitectural, sobre la cual nos centraremos en el presente artículo. Así, para efectos indagatorios, conviene detenerse en un cúmulo de distinciones y diferencias que surgen en este campo, especialmente, desde una aproximación algorítmico- procedimental, relacionada a las vinculaciones geométrico-espaciales, tales como las relaciones de equilibrio, tensión, escalaridad, continuidad

entre diversas configuraciones y patrones morfológicos, susceptibles de un diseño y asimilación pre-arquitectural, y en cuyo marco, conviene explorar la amplia diversidad de nuevas morfologías y propiedades asociadas al desarrollo de constantes lenguajes digitales y geometrías complejas aún poco exploradas (como los fractales o los sistemas no-lineales) que en conjunto a las conocidas formas ideales, la geometría euclidiana, los simetrías o incluso las primeras nociones barrocas (centros fuertes, equidistancias, simetrías, equilibrios, ritmos, alternancia, sucesiones, tensiones, límites y fugas, etc.) se amplían a nociones nuevas como el lenguaje de patrones, conformaciones abiertas e irregulares, los centros y planos múltiples, agrupaciones, crecimientos, trayectorias no-lineales, iteración de funciones, amplificación o distorsión de señales, rupturas y fraccionamientos, formación de redes, tramas, pliegues, landscape, paisajes texturales y mecanismos de transformación, interacción, variación e hibridación a escala, por nombrar solo algunas, de manera conjunta y unitaria, a una mirada arquitectónico-proyectual que dé cuenta, de su constante asimilación y comprensión, mediante nuevos soportes conceptuales, estéticos y operacionales para tales fines.

Un referente, relevante, será, por ejemplo, diversos trabajos y obras de arquitectos, tales como Álvaro Siza, Steven Holl, Joseph Llinás (2005), Aires Mateus (2018), o Cruz Ovalle, entre tantos otros arquitectos contemporáneos. Por cierto, en este punto, debemos adscribirnos, y entender estos desarrollos e campos exploratorios, como una forma de ampliar el paradigma predominante hasta la fecha en la estética contemporánea, llamado: de las “formas puras”, desde las forma euclíceanas clásicas, a las estructuras transformacionales escalares, que nos permite incluso hablar, de una suerte de “nuevo encuentro” (objet trouve) (Cañete, 2016) ⁱⁱⁱ, que en nuestro caso, pueden resumirse en los siguientes principios y postulados de un proceso de modelación pre- arquitectural (Cañete 2012, 2016, 2017, 2018a, 2018b, 2020) llevado a cabo, los últimos años. Esos principios son:

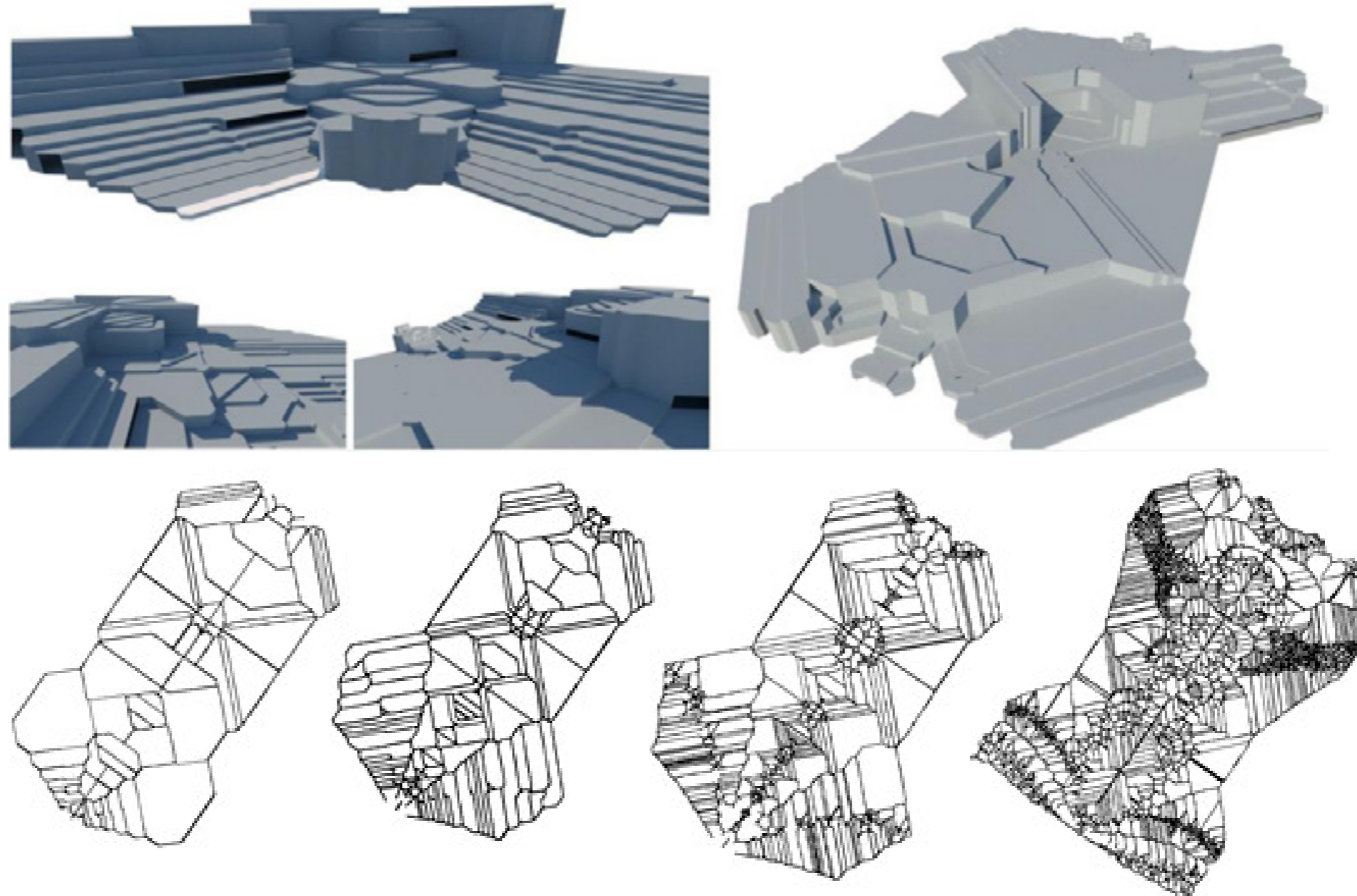


Figura 5. Trama simétrica, a partir de un proceso de crecimiento y fragmentación escalar, seguida de volumetrización por sucesión de plataformas. Fuente: Cañete (2019).ii

1. Aproximación desde las formas puras o mínimas.
2. Un enfoque generativo- transformacional (el estudio de patrones de crecimiento o fragmentación, hibradación).
3. El estudio de las transiciones y variaciones escalares.
4. El estudio y modelación modular.
5. El estudio de las tramas, texturas, paisajes y landscapes, surgidos de los puntos anteriores.

Se postula así, un modelo general de trabajo para la modelación morfológico-pre- arquitectural, centrado en el modelamiento volumétrico-espacial, no programático-funcional.:

Modelación arquitectural mediada algorítmicamente.

El siguiente modelo de exploración compleja, puede resumirse en tres ejes: Morfológico, Algorítmico (procedimental) y Arquitecturaliv:

- a. Nivel de complejidad morfológica.** Esta complejidad incluye:
 - i. Nivel del Módulo individual, agrupación o grano
 - ii. Nivel de trama, tejido o landscape.
- b. Nivel de complejidad algorítmico-procedimental.** Involucra operaciones espaciales-morfológicas, tales como: llenos, vacíos, extrusiones, circulaciones. Presentan dos niveles algorítmicos
 - i. Operaciones de conjunto (meta-lenguaje)
 - ii. Operaciones locales que afectan a módulos o sectores particulares (Lenguaje objeto).
- c. Nivel de complejidad arquitectural.** Un continuo de dos polos formales:

- i. Sentido pre-proyectual
- ii. Sentido morfológico y espacial, como expresión estética (incluye aproximaciones como instalaciones o intervenciones formales).

Este cruce conceptual general, debemos generar un marco de exploración y modelación no sólo morfológico-arquitectural, sino especialmente, pedagógico, que nos permita distinguir niveles de complejidad de trabajo según cada encargo (Cañete 2018a, 2018b; 2019-en prensa-). Lo anterior, se resume en el siguiente esquema, ampliado de la versión trabajada previamente (Cañete, 2018a; 2018b):

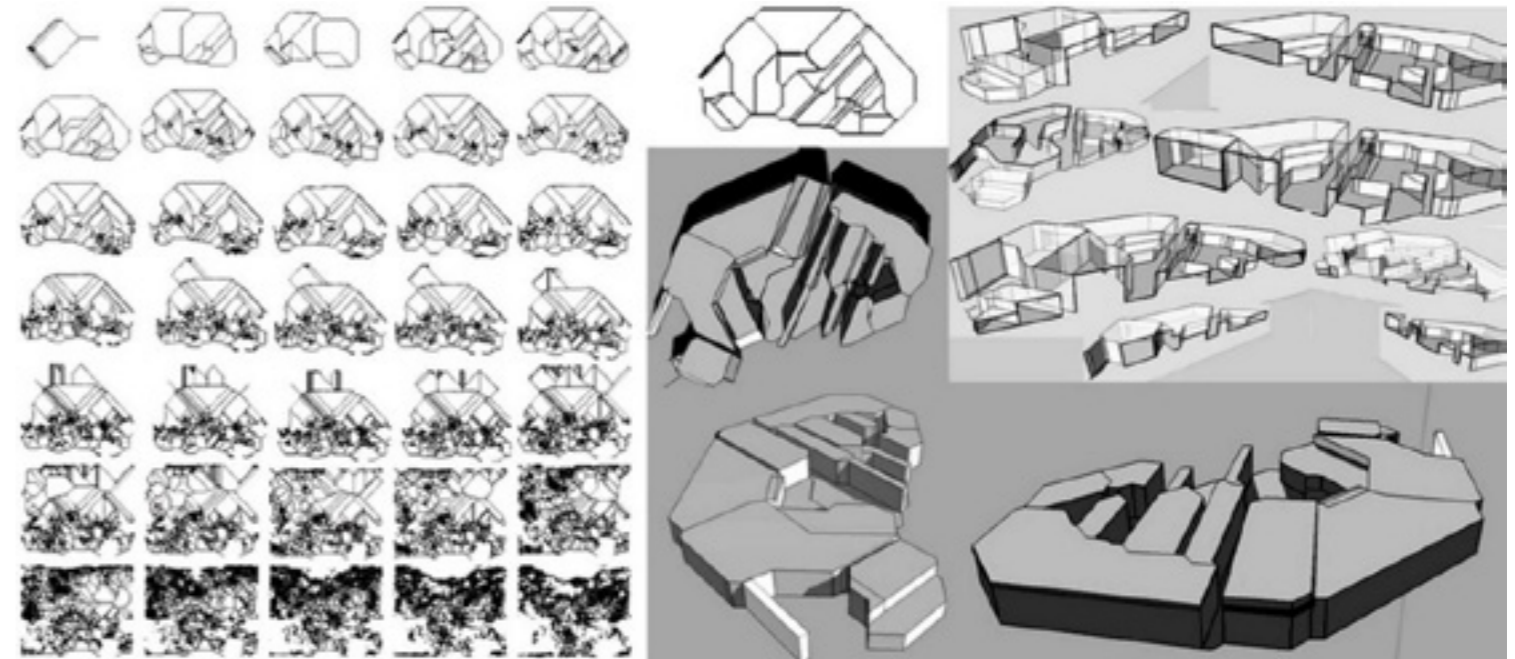


Figura 6. Vectorización y volumetrización espacial. Fuente: Cañete, 2016.

Tipos de modelación morfo-espacial		Nivel de complejidad pre-arquitectural		
Nivel digital	Nivel procedimental			
Modelación morfológica en base a ecuaciones no-lineales, tramas vectorizadas e iteración de funciones	Diseño espacial en base a crecimiento y fragmentación de tramas modulares	Nivel 1: Incluye variables como: a. Conformación de vacíos y espacios arquitecturales, intra e inter volumétrico. b. Circulaciones, recorridos y promenade. c. Jerarquía y relación espacial entre volúmenes	Nivel 2: Incluye, variables como: a) Niveles y accesos.	Nivel 3: a) Configuración de tramas b) Ordenamiento según condiciones geo- morfológico territoriales
	Diseño espacial en base a deconstrucción de volúmenes y ensamblajes modulares			

Tabla 2. Modelo de trabajo, según tipo y complejidad de diseño. Fuente: Elaboración propia.

De este marco de general trabajo, hemos de considerar, un sub-campo específico, que podemos denominar como:

Modelación de tramas y fragmentos generativos paisajístico-modulares

De lo previamente expuesto, en el siguiente caso, hemos de trabajar primero, la conformación de tramas en base a procesos de fragmentación escalar minimalista, mediante procesos de vectorización de imágenes, que nos permita el desarrollo de unidades, susceptibles de descomponer modularmente, y trabajar mediante ensamblajes y variaciones de posición entre sus configuraciones y relaciones volumétrico-espaciales. El estudio de estas transformaciones generadas mediante procesos de fragmentación escalar, nos permite comprender las posibles variaciones y puntos de generatividad morfológica, que, en su conjunto, abarcan desde simples módulos poliédricos, hasta complejos entramados morfológicos, a modo de laberintos o incluso, verdaderos paisajes digitales. Véase los siguientes casos de transformaciones morfológicas de una trama escalar generativa, que abarca desde el modulo al paisaje minimalista.

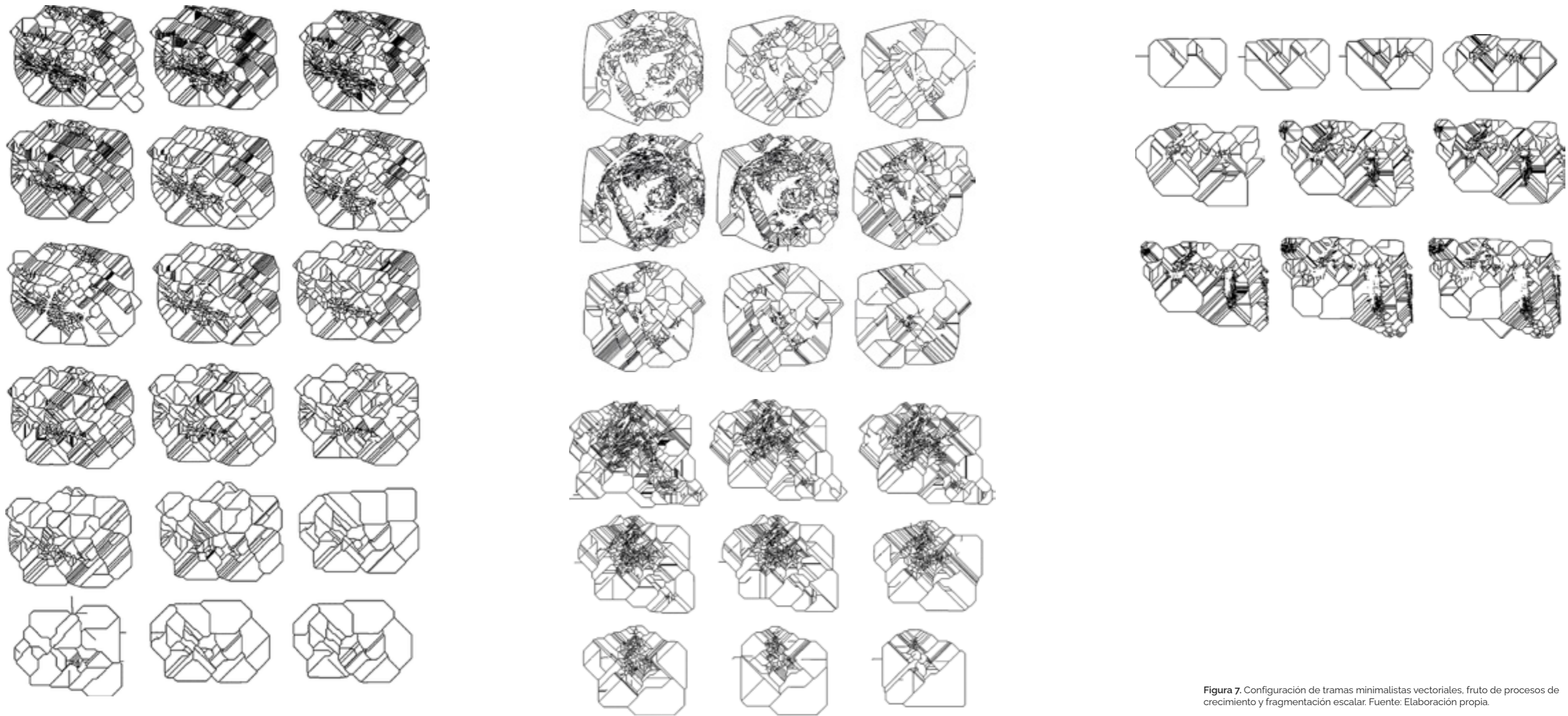


Figura 7. Configuración de tramas minimalistas vectoriales, fruto de procesos de crecimiento y fragmentación escalar. Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Modelos morfo-espaciales, de alumnos realizados en cátedra de Geometría fractal 2010-2015 y Morfologías, 2016-2017v. Fuente: Cañete, 2016; 2017a; 2018; 2019 -en prensa-).

Metodología

A continuación, revisaremos, un campo específico de modelación pre-arquitectural, en los términos antes señalados, desde una lógica de maximizar la noción de combinatoria y variación, en base a operaciones de disposición, encaje y des-encaje modular, de configuraciones volumétrico-espaciales, derivadas de la fragmentación vectorial de tramas morfológicas.

Objetivos

De proceso de fragmentación vectorial escalar antes expuesto, se ha planteado como objetivo general, tomar porciones modulares de las tramas, profundizando la metodología general expuesta en Cañete (2016, 2017, 2018a, 2018b) a fin de detectar configuraciones modulares susceptibles de ser trabajadas, según criterios de cambio de posición y relación entre sus partes, generando disposiciones y por ende, ordenamientos nuevos, que introduzcan, a partir de una serie de variaciones de posición (encaje y desencaje de módulos) una riqueza de configuraciones volumétricas y espaciales, que den paso a una tipología básica de trabajo.

Se proponen los siguientes pasos de trabajo:

1. Identificación de unidades y piezas a descomponer a partir de tramas y generatrices de *landscape*, minimalista, y con variaciones escalares
2. Desacople y cambio de posiciones de las piezas modulares de la trama
3. Selección y agregación de piezas como criterio de generación de nuevas configuraciones, que generen patrones y configuraciones de crecimiento.
4. Ubicación de tramas en condiciones territoriales, propias de pendiente y configuración irregular.

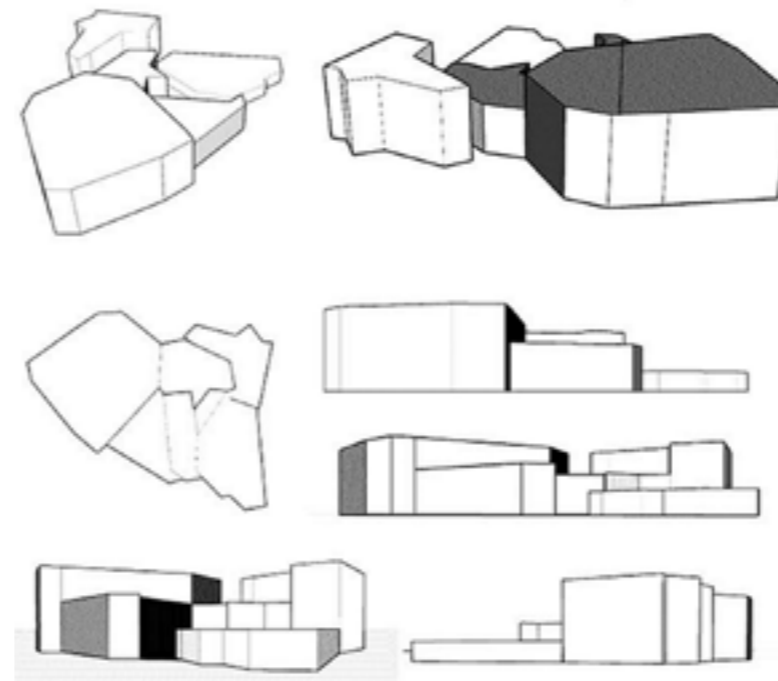


Figura 8. Planta y vistas de elevación del modelo inicial de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

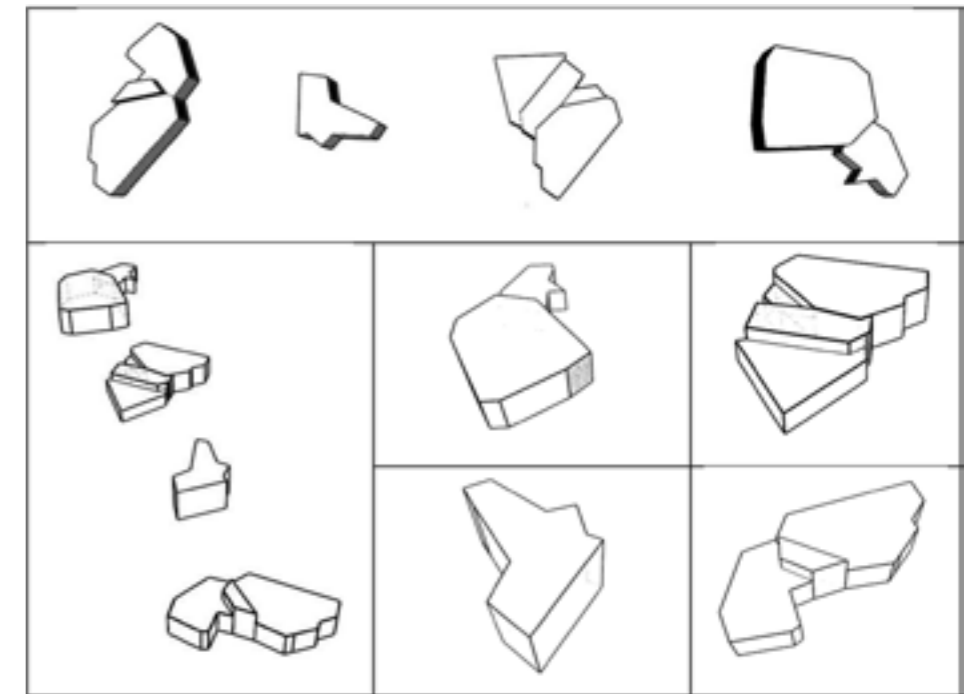


Tabla 2. Modelo inicial de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Según los objetivos y metodología señalada, se trabajó sobre la siguiente unidad modular (Figura 8).

a. Variabilidad de agrupaciones modulares

A continuación, se procesa a explorar acciones de descomposición y combinatorias de piezas, según posiciones y relaciones volumétrico-espaciales simples, del cual destacamos algunos casos:

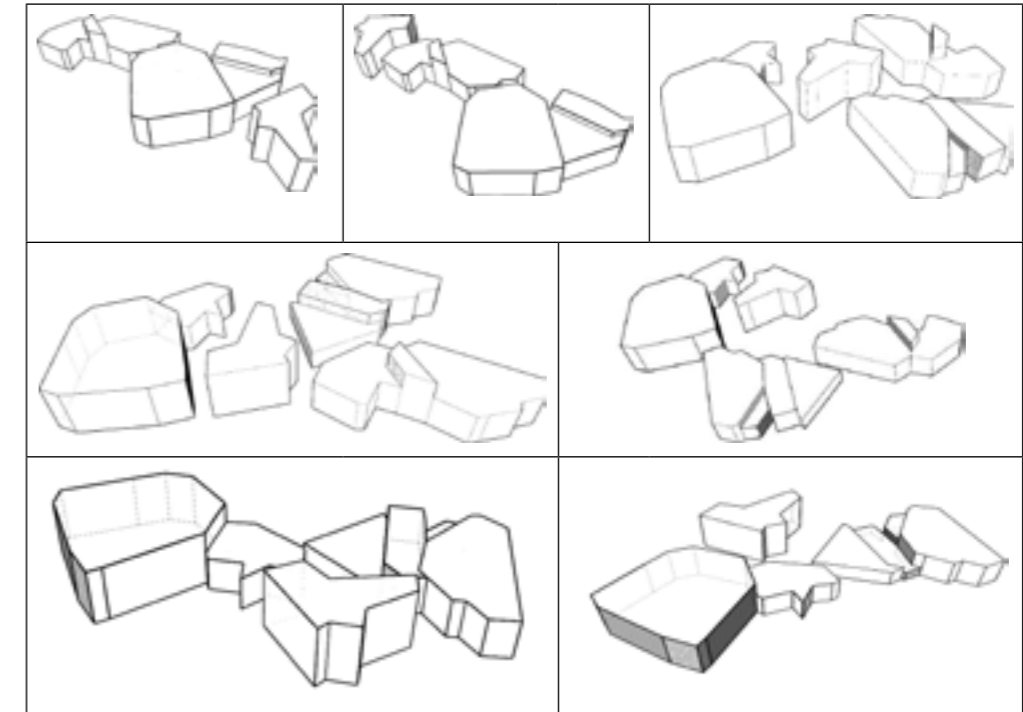
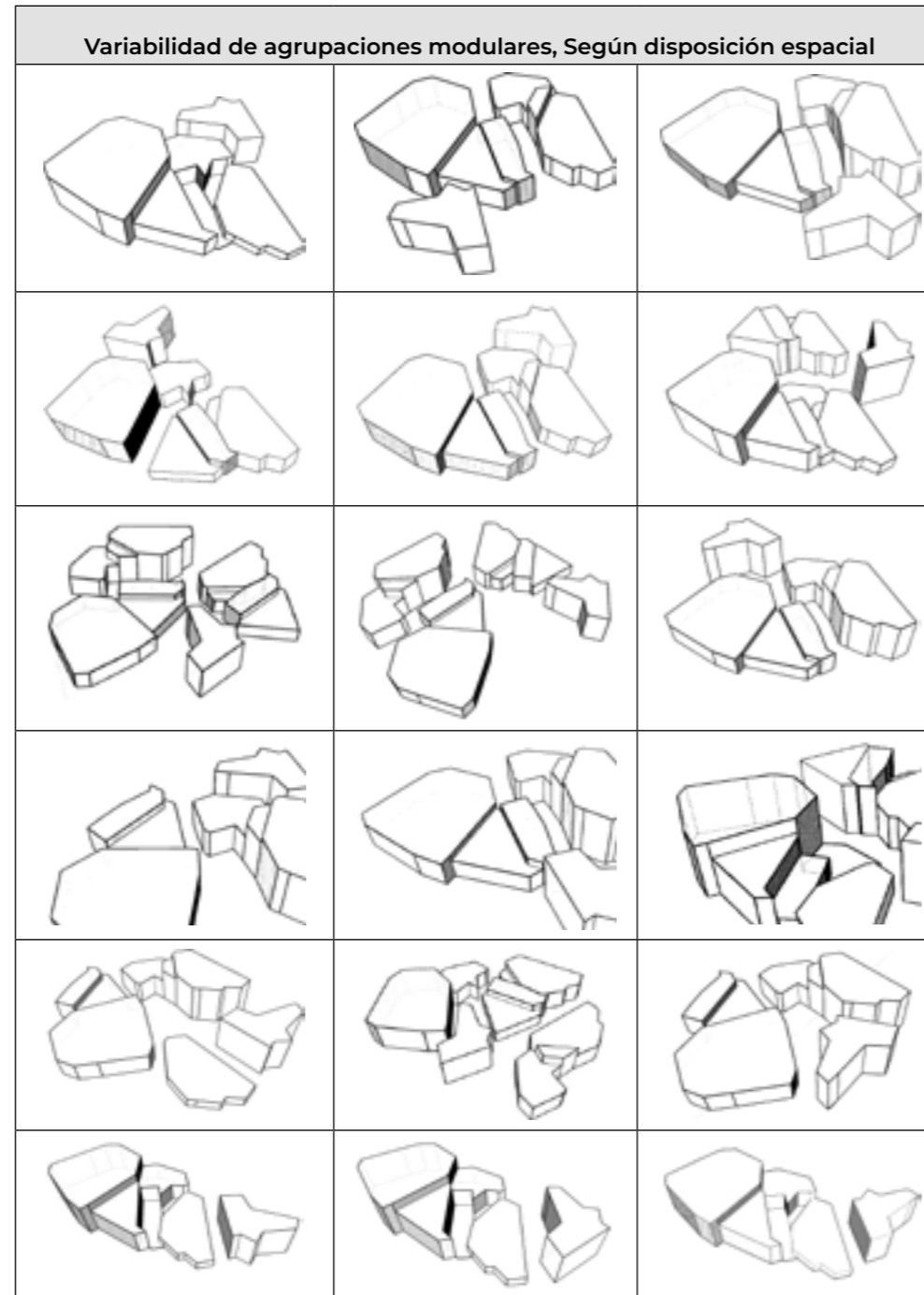


Tabla 3. Variabilidad de agrupaciones modulares, según disposición espacial. Diversos casos. Fuente: Elaboración propia

b. Composición modular en base a agrupaciones y pequeñas tramas unitarias

Según combinatoria y repetición de módulos. En este campo, se permite la repetición de algunas piezas, según diversos criterios de ordenamiento y disposición volumétrico-espacial, privilegiando, criterios de circulación y centralidad, propios de las agrupaciones.

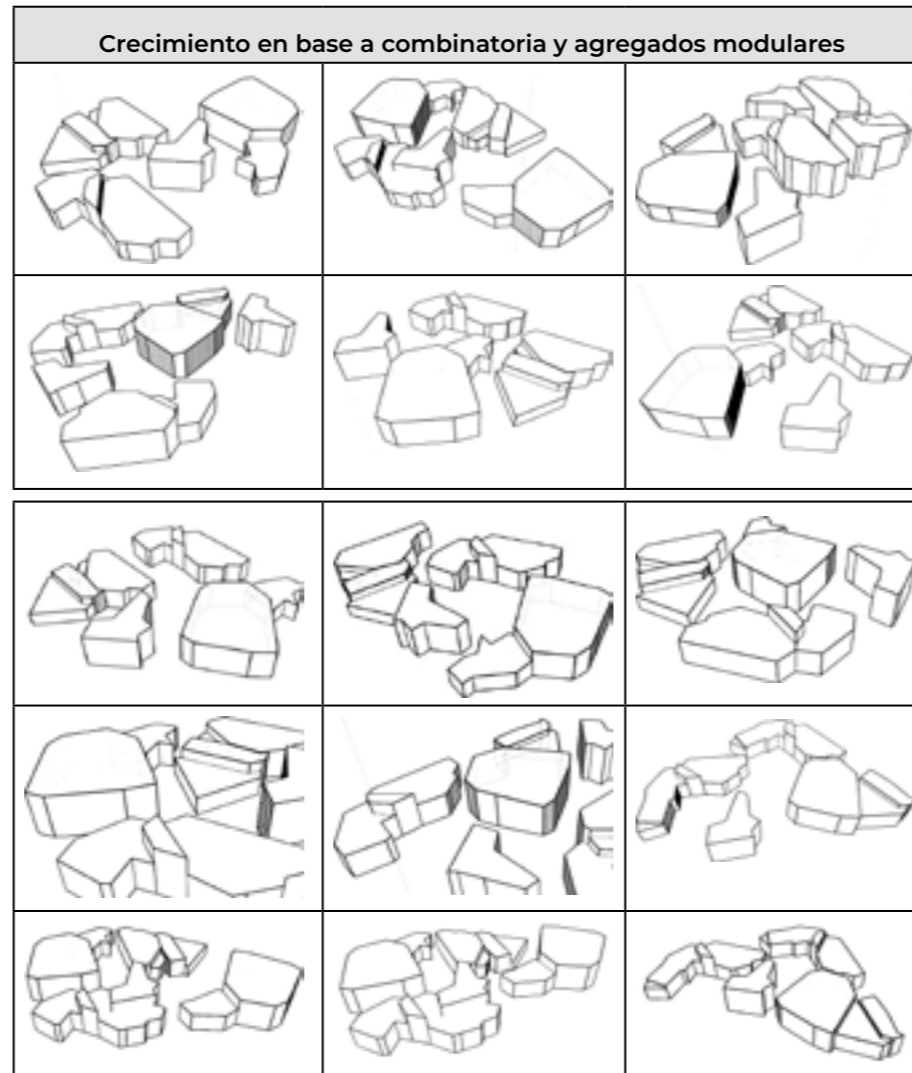


Tabla 3. Casos de Variabilidad de agrupaciones modulares, según disposición espacial en base a combinatoria de módulos. Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia, con pequeños movimientos se produce una gran variabilidad en el ordenamiento de espacios comunes, según la disposición de los módulos entre sí, los que permiten generar espacios comunes, circulaciones, continuidad, cercanías y distancias, que otorga riqueza y variabilidad, en función de un conjunto que actúa siempre como un solo cuerpo o unidad. Esto, a pesar incluso de crecimientos que se producen, en función de tramas, efectivamente generativas.

c. Ubicación de tramas según principios de ordenación espacial según condiciones de emplazamiento territorial.

Por último, a fin de avanzar en el diseño pre-proyectual, en especial, del nivel volumétrico al nivel de emplazamiento territorial, es necesario explorar posibles disposiciones de las tramas y agrupaciones, en condiciones de variabilidad de pendiente y configuración de terrenos (Cañete, 2017b). Lo anterior puede resumirse en la siguiente tabla:

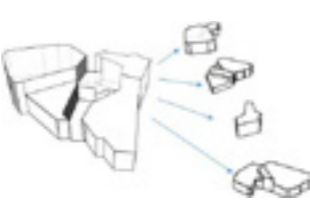
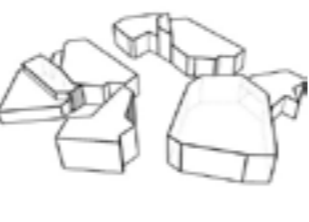
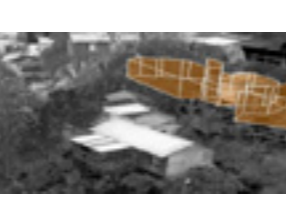
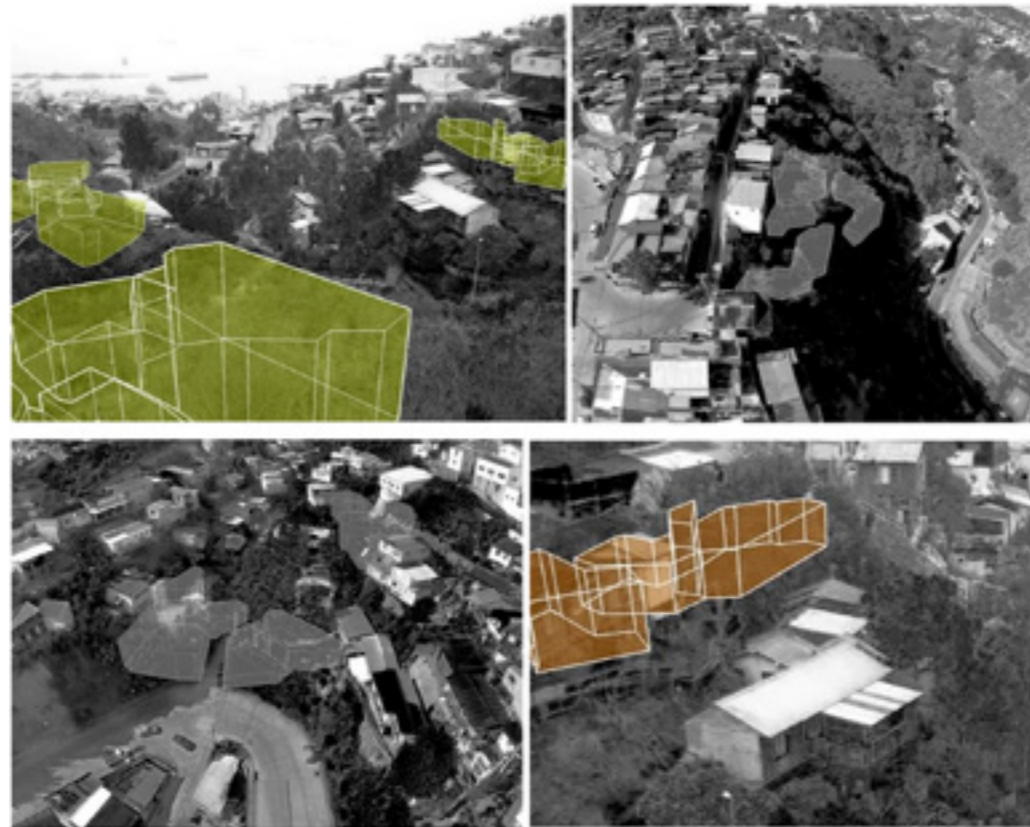
Unidad morfológica tipo	Agrupación o configuración modular variable	Emplazamiento según condiciones del lugar
		

Tabla 4. Etapas del proceso de modelación y diseño. Fuente: Elaboración propia.



Figuras 9 a 12. Vistas renderizadas de modelos volumétrico espaciales, emplazados. Fuente: Elaboración propia.

Así, siguiendo esta idea, se plantea finalmente, especialmente, con un sentido prospectivo de trabajo, y como parte de una búsqueda tentativa de emplazamiento de estos módulos, particularmente en los cerros de Valparaíso, dada su complejidad geo-morfológica, que permite explorar las posibilidades que ofrece la variabilidad modular, respecto a la configuración de espacios propios, y adaptabilidad a condiciones variables de entorno y emplazamiento.

Conclusión

En el presente artículo, en respuesta a la necesidad y búsqueda de establecer metodología de trabajo y modelación que permitan una mejor vinculación entre geometrías transformacionales y necesidades de aplicación en la arquitectura, especialmente vernacular, de tramas de ciudades como Valparaíso, se plantea un ejercicio de modelación incremental y generativo a partir de la variación combinatoria de piezas en función de criterios cercanos a la agrupación tradicional (centralidad relativa, diversidad de circulaciones, mutabilidad de la ubicación, etc.) y en este sentido, es importante destacar de este tipo de ejercicios composicionales, sirve no solo como un puente dentro la exploración morfológica y los modelos espaciales, sino también, creemos, es pertinente, porque integra nociones de trama y eventual ordenamiento urbano, en ciudades como Valparaíso, con un fuerte componente y orientación barrial e incluso vernacular propio del habitar en sus cerros y pendientes (Moraga, Cañete y López, 2015; Cañete, 2017b; Cañete, Moraga y López, 2018c). Estos modelos, entendidos desde su flexibilidad modular, tanto combinatoria, como escalar, en principio, ofrecen una ductilidad y flexibilidad para adaptarse a diversas condiciones del lugar.

En este sentido, este tipo de combinatorias, puede servir, además, como principio de ordenación territorial, que

Bibliografía

permita generar agrupaciones y conjuntos, en base a una cantidad reducida de módulos, otorgando variabilidad y diversidad, al mismo tiempo que se ajuste a condiciones morfológico-territoriales, también variables, permitiendo una producción intensiva.

Finalmente, debemos destacar el tratamiento diferencial, sensible pero también audaz y creativa, que exige ciudades vernaculares como Valparaíso, para su habitabilidad y trazas generadas en ella. Esto se acentúa con el caso de muchas agrupaciones de viviendas, del tipo multi-familiar, que espontáneamente se dan en Valparaíso, y que pueden ser potenciadas con este tipo de enfoques.

Alexander, C. (1979). *El modo intemporal de Construir*. Ed. GG: Barcelona.

Alexander, C. (1981). *Lenguaje de Patrones*. Ed. GG: Barcelona.

Alexander, C. (2005a). *Generative Codes. The Path to Building Welcoming, Beautiful, Sustainable Neighborhoods*. Disponible en: www.livingneighborhoods.org/library/generativecodesv10.pdf

Cañete Islas, O. E. (2018). Ensamble Organum: Experiencia Docente en Arquitectura basada en Modelaciones Morfológicas según Criterios Algorítmico-Procedimentales. *Revista Scientific*, 3(9), 174–189. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.9.174-189>

Cañete Islas, O. (2017). De tramas, fragmentos y paisajes digitales: morfogénesis y prototipos pre-arquitecturales. Revisión de una propuesta en progreso. *Academia XXII*, 8(15), 37–69. <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2017.15.60415>

Cañete Islas, O. (2017). Habitar en la quebrada. Resiliencia urbana y lenguaje de patrones en Valparaíso, Chile. *Revista De Urbanismo*, (37), 1–19. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2017.47987>

Cañete-Islas, O. (2016). Exploraciones morfológicas en texturas modulares: aproximaciones desde el objet trouvé al diseño paramétrico. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 18(1), 76–97. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.8>

Cañete-Islas, O. E., Moraga-Lacoste, J. L., y López-Flores, F. M. (2018). Habitar la quebrada : conformación de gradientes en las trazas vernaculares de los sectores altos de Valparaíso. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 20(2), 20–35. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.2.106>

Cañete, O. (2019) (en prensa). *Minimalismo Generativo*. Sello Editorial Universidad de Valparaíso.

Cañete, Omar (2014). *Arquitectura, Complejidad y Morfogénesis*. Ed. U. de Valparaíso.

Cañete, O. (co-autor y editor) y Bahamondes, C. (2011). *Computación y Arte Visual Gráfico*. Proyecto FONDART de Artes Visuales. Ed. GARIN.

Cañete, O. (co-autor y editor); Bahamondes, C., Correa, A.; López, F. (2012). Exploraciones Morfológicas. Proyecto de Artes Visuales (financiado por FONDART). Ed.

Cañete, O. (2020). *Fractales: Hermenéutica de las formas puras*. Sello Editorial UV.

Lindenmeyer, Aristid y Przemyslaw, Presemislaw (2000). *The Beauty Algorithm of Plants*. Ed. Spriger-Verlag.

Draves, Scott and Reckase, Erik (2008). *The Fractal Flame Algorithm*. Recuperado en: <http://www.flame.com>

Garin Droste, M. (2006). *Bauhaus*. 1919-1933. Ed. Taschen

Kapstein, P. (2010). Vulnerabilidad y Periferia Interior. En: *Cuadernos de Investigación Urbanística (71)*; pp. 30-43. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: <http://www2.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/institucional/tesis-leida/la-periferia-interior-un-problema-de-vulnerabilidad-no-resuelto-por-el-planeamiento-urbano-en-chile/>

Llinás, J. (2005). Joseph Llinás. En: Revista *El Croquis*; Vol. 128. Madrid: España.

Londoño, D. (2003). Las periferias internas... ¿absurdo... Contradicción o... Realidad típica de la ciudad latinoamericana? En: *Revista Páginas*; 86- 96. Disponible en: <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/paginas/article/view/2353>

Mandelbrot, B. (1984). *Los Objetos Fractales*. Ed. TUSQUETS.

Mateus, Manuel (2011). Aires Mateus (2002-2011). En: *Revista el Croquis*; n° 154. Año 2011.

Nikos (2007). Teoría de la Red Urbana. En: *Cuadernos de Arquitectura y Nuevo Urbanismo*. N.3, septiembre; pp.5-18. Monterrey, México. Disponible en: https://repositorio.itesm.mx/ortec/bitstream/11285/573456/1/DocsTec_11417.pdf

Moraga, J. L., Cañete, O., y López, F. (2015). Modelos de densificación según gradientes territoriales de habitabilidad en la conurbación interior Valparaíso-Viña del Mar. En *Revista de Arquitectura, Universidad Católica de Colombia*. 15 (1), pp. 22-32. Doi: <https://doi.org/10.14718/revarq.2013.15.1.3>. Disponible en:

Pino, A. (2014). *Quebradas de Valparaíso. Memoria social autoconstruida*. Ed. CIGIDEN

Oyarzún, A.; Arancibia, R.; Galdames, L. et. al (1998). Estudio sobre el Borde Superior de Valparaíso. En: *Revista Facultad de Arquitectura, Monografía especial*; año 2, n° 2. Escuela de Arquitectura. Universidad de Valparaíso.

Pava Gómez, A. (2018). El arquitecto como traductor de la complejidad territorial. En: Revista de Arquitectura; *Universidad de Chile*. Vol. 23 · N° 34. junio 2018; pp. 6 -12. DOI: [10.5354/0719-5427.2018.47848](https://doi.org/10.5354/0719-5427.2018.47848).

Salinas, N. (2000). Complejidad y coherencia urbana. En: *Revista de Diseño Urbano*, vol. 5 (2000), pp. 291-316. Disponible en: https://issuu.com/palomamarochocusihualpa/docs/arquitectura_y_nuevo_urbanismo

Salinas, Valderrama-Vidal, J. (2018). Operando desde la forma. Un procedimiento para la valoración de la vivienda colectiva. En: *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 21-1. DOI: <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.1.858>.

Waisberg, M. (1994). *La Traza Urbana. Patrimonio Consolidado de Valparaíso*. Ed. Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio. Córdoba: Argentina

Notas

ⁱ : El artículo disponible on line, solo da versión en html, donde no se registran n° de páginas.

ⁱⁱ: Libro ganador del 3° Concurso para académicos, del Sello Editorial de la Universidad de Valparaíso. Valparaíso. Chile. Año 2018. En prensa.

ⁱⁱⁱ: Desde nuestra óptica, este tipo de exploraciones morfológicas, permite re-plantear el problema del **objet-trouvé** surrealista o incluso duchampiano (asociado al estudio de las instalaciones y el llamado cubismo dinámico) respecto al encuentro subjetivo-objetivo como fuente del enigma estético contemporáneo. Ver Cañete (2016)

^{iv}: Modelo al cual, implemente podemos abreviar como MAA (ver Cañete, 2018)

^v: Incluye algunos trabajos de alumnos de diversas generaciones entre 2010 -2017, como Adolfo Gutiérrez, Ninoska Vargas, Roberto Chang, Daniela Araya, José Bravo, A. Mamani, José Díaz, entre otros. Véase, Cañete (2016, 2017a; 2020)

* **Contribución:** el trabajo fue íntegramente realizado por sus autores.

* El Editor en Jefe de la revista Arq. Carla Nóbile aprobó la publicación final del artículo.