

Enclaves de una ruta: Adaptaciones para una arquitectura pasiva en la nueva ruta hacia el Canal Beagle

Catalina Borquez Pauvif

Artículo producido a partir de tesis de magister

Profesores guías: Mauricio Lama, Pablo Sills

Isla Grande de Tierra del Fuego es la Provincia más austral de Chile donde las distintas formas de ocupación se dieron, por buscadores de oro y finalmente por la ganadería, que hoy es la actividad económica protagonista en la Isla. El escueto desarrollo de la Isla se explica en parte por la falta de fomentos e incentivos para la radicación de profesionales, en consecuencia de la baja mano de obra requerida por la industria ovina y su carácter temporal. Otras actividades productivas presentes en la Isla son la explotación de hidrocarburos, la pesca, los manejos forestales de madera nativa, y el creciente desarrollo turístico dado por los paisajes únicos de este territorio y los parques de conservación en el sur de la Isla. Estas problemáticas se acentúan además por el aislamiento y el clima extremo de este territorio, siendo una dificultad importante la falta de infraestructura de servicios básicos para la comunidad, así como infraestructura de acogida para turistas¹.

El clima del sur de la Isla se ve fuertemente influenciado por el efecto de la cordillera de Darwin, clima caracterizado por tener bajas temperaturas, fluctuando entre los -3°C y los 10°C y con vientos predominantes desde el noroeste y del oeste, que promedian los 30 km/h y pueden alcanzar los 150 km/h. En este sentido, el viento y las bajas temperaturas se vuelven un factor determinante a la hora de pensar la ocupación de este territorio.

La comuna sur de la Isla, Timaukel, cuenta únicamente con un camino que conecta la parte norte con el Paso Río Bellavista hacia territorio Argentino y no cuenta con conexión terrestre hacia el Canal Beagle al sur. Hoy en día, se encuentra en construcción la Senda de Penetración Vicuña – Yendegaia, a cargo del Cuerpo Militar del Trabajo, ruta que permitirá la llegada por territorio Chileno a Puerto Williams, dejando atrás el paso obligado de turistas por territorio Argentino o los cruces de 33 horas en ferry desde Punta Arenas. Con esta nueva ruta se busca integrar las zonas aisladas del sur de la Isla, en cuya extensión conviven zonas con alto valor natural y paisajístico², potenciando el crecimiento turístico y abriendo paso a nuevas posibilidades de desarrollo.

Timaukel es un ejemplo de naturaleza prístina, donde la vocación turística se encuentra sustentada por su entorno privilegiado, con sus parques de conservación y su larga e interesante tradición cultural. No obstante el desarrollo turístico de la comuna dependerá en gran parte de las posibilidades de esta misma de superar las limitantes de infraestructura vial y servicios que restringen sus posibilidades de crecimiento³.

En Junio del 2014, se firmó el decreto presidencial que establece el *Plan de Desarrollo de Zonas Extremas*, para la región de Magallanes y la Antártica Chilena, el cual busca potenciar el patrimonio de la Patagonia pionera. La apertura de la ruta Yendegaia, provocará la imperante necesidad de establecer servicios tanto públicos como privados en la zona⁴.

ESTADO DEL ARTE

La oficina Canadiense Lateral Office desarrolló el año 2011 un proyecto que buscaba ser un modelo para la subsistencia de las tribus Inuit en el territorio Ártico. Los llamados *hubs* del AFN, son infraestructuras que responden a emplazamientos estratégicos que negocian con los ecosistemas circundantes y su proximidad a las comunidades, distribuidos mediante intervalos de 160 km y ocupando una variedad de sitios como tierra, agua, hielo o terrenos costeros.

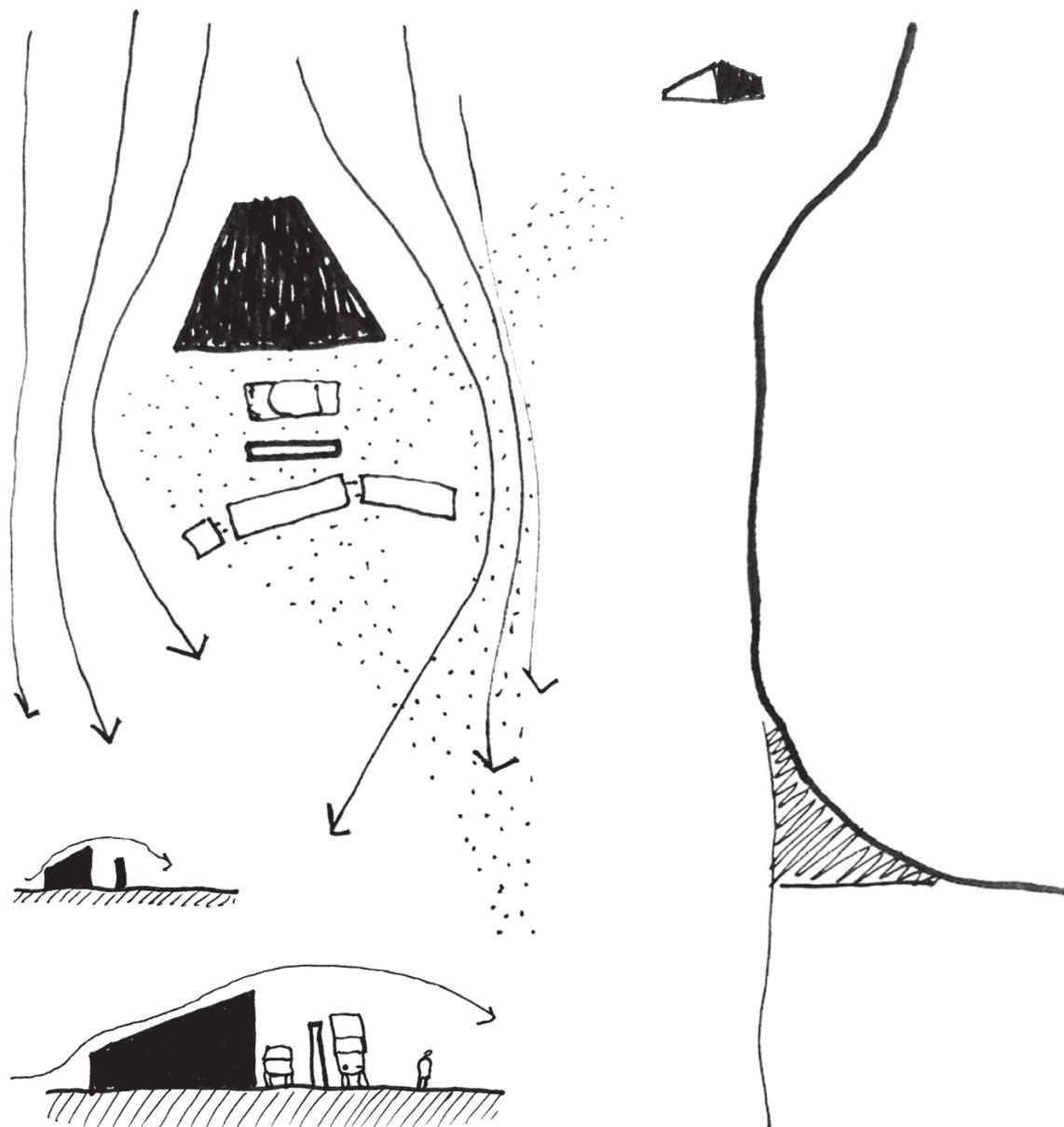


FIG. 01: Aproximaciones, primeros croquis.
Elaboración propia, 2018.

El AFN aparece como respuesta a una necesidad urgente de formar una red regional de granjas árticas, freezers y alojamiento, considerando la extensión de las comunidades, fomentando, en otras palabras, la habilitación de una autopista ártica de alimentos para el tránsito de motos de nieve y trineos, que permita reducir los costos de transporte de los alimentos perecibles, facilitando, al mismo tiempo, la pesca y la caza⁵.

En el año 2012 se llevó a cabo la investigación desarrollada por el arquitecto Pedro Alonso junto a UMWELT y presentada en el contexto del Phyllis Lambert Seminar de la École d'architecture de la Université de Montréal, *Infrastructure or the annihilation of the Antarctic: the mapping of ice and water in the first continent discovered by photography*. Esta en una dinámica con puntos en común al proyecto

anterior, se centra en el estudio del descubrimiento, la conquista y el desarrollo actual de la ocupación del continente antártico a través del levantamiento de capas dinámicas de sus flujos, usos y recursos. La investigación levanta el contexto histórico de este territorio aislado y cómo la importancia geopolítica de la región, (acusada a razones científicas pero siempre con un trasfondo sobre el descubrimiento de sus recursos minerales y naturales), se va poblando de infraestructuras de todas escalas, produciendo la aparición de asentamientos cada vez más sofisticados. La parte final de esta investigación plantea

[...] nuevas posibilidades de integración de los asentamientos y la infraestructura a las condiciones preexistentes, tanto para la producción alimenticia como energética, favoreciendo el uso

de recursos locales y promoviendo su reutilización, minimizando así la dependencia de las áreas continentales que hoy es prácticamente absoluta⁶.

PREGUNTA

De las problemáticas mencionadas y ante la construcción de la nueva ruta surgen preguntas sobre el desarrollo de las futuras infraestructuras a las cuales se busca dar respuesta a través de la presente investigación.

¿Cuáles serán las variables pertinentes para definir espacios arquitectónicos que sean medioambientalmente sostenibles emplazados a lo largo de la ruta y que a su vez logren un diálogo con el clima y este territorio?

HIPÓTESIS

A partir del entendimiento geográfico e histórico de la isla, se logran constatar operaciones arquitectónicas medioambientalmente sostenibles, las cuales se reinterpretaron y consolidaron en diversas estrategias pasivas, que en sumatoria permiten establecer una tipología arquitectónica para el sur de la Isla. Se plantea un lenguaje formal común capaz de ser replicado en la ruta hacia el Canal Beagle el cual comprende las iteraciones forzadas por los tiempos de recorrido, emplazamiento y programas específicos [FIG. 01].

METODOLOGÍA

- Estudio de las tipologías arquitectónicas vernáculas y contemporáneas.
- Estudio del lugar, del clima y de estrategias de acondicionamiento pasivo.
- Experimentación mediante simulaciones de viento y radiación solar, forma y orientación óptima para fachadas que potencien ganancias solares.
- Análisis de los efectos de la relación planta-forma en corte para la formación de sombras de viento o zonas de calma.
- Análisis y comparación de mediciones en terreno sobre el comportamiento térmico de viviendas existentes.
- Definición del porcentaje de vanos apropiado según orientación por fachada para un óptimo equilibrio pérdidas-ganancias.
- Catalogar los resultados para su implementación en los distintos programas.

ESTRATEGIAS DE LA ARQUITECTURA LOCAL

Los aborígenes selk'nam erigían su choza donde abatían una presa por esto su arquitectura era de carácter *nómada*. La entrada de sus chozas se situaba lógicamente contra el viento y la estructura debía resistir tanto las impetuosas corrientes, como la lluvia y la nieve⁷. El objetivo principal de la choza Selk'nam no era el de resguardar a los aborígenes, sino que resguardar el sagrado fuego que no se podía apagar.

En relación al modo de emplazarse y relacionarse con el territorio, se genera un quiebre cultural con la llegada de las expediciones extranjeras. Existe un traspaso brusco de la ocupación Selk'nam con pleno entendimiento del territorio y su clima, a un total desarraigo con el lugar por parte de la ocupación extranjera

[...] estas nuevas tecnologías constructivas fueron introducidas en el contexto tan violentamente como la población misma, en la mayoría de los casos sin existir ningún tipo de estudio ni intención climática, expresiva ni geográfica en su implantación.⁸

Las primeras construcciones introducidas se caracterizaron por su simplicidad, una respuesta básica a la necesidad de resguardo ante los fuertes vientos estivales. La arquitectura en su estado inicial se definió por tener una estrecha planta rectangular, donde se observa una volumetría más bien compacta, modesta y monolítica⁹.

A través de ciertas etapas del desarrollo de la arquitectura magallánica rural de la Patagonia, se sucedió un proceso de fusión y adaptación de tradiciones constructivas y culturales, dando pie a una arquitectura introducida pero con adaptaciones al territorio mediante el reconocimiento de estrategias de relaciones entre recintos de las viviendas y nuevos elementos como chifloneras y jardines de invierno.

SOL Y VIENTO COMO ELEMENTOS DETERMINANTES

Timaukel se encuentra en la latitud 54° Sur, lo que se traduce en una duración corta de los días en invierno, y larga en verano. La radiación promedio para los meses de invierno es de 1.1294 kw/m²/día, en tanto la frecuencia de las nubes al año es de un 29 por ciento y la temperatura promedio anual es de 5,9°C.

En consideración de estos antecedentes se estudiaron las estrategias para una arquitectura solar pasiva, entendiendo la importancia del aprovechamiento del calor en estas latitudes frías

[...]debería fomentarse un aprovechamiento simple y natural de la energía solar, en lugar de una técnica solar muy tecnificada y brutal. Esta es una condición básica para que el progreso en el campo de la energía sea auténtico y humano¹⁰.

En la teoría y la práctica ha quedado demostrado que las fachadas con una orientación favorable hacia la trayectoria solar se vuelven óptimas a la hora de captar energía solar en los meses de invierno y las estaciones intermedias, mientras que en verano se pueden proteger fácilmente para evitar sobrecalentamientos¹¹.

En cuanto al viento en Timaukel, el 50 por ciento del tiempo este tiene un promedio de velocidad media mensual de 32 km/h, y un máximo mensual de 51 km/h lo cual se traduce en dificultad para caminar según la escala de Beaufort. Lo anterior representa un importante agente modificador de los elementos verticales del territorio, como árboles y cordones montañosos.

El viento acentúa además las bajas temperaturas, teniendo así deltas de temperatura que van de 1°C hasta 20°C o más, en función de la velocidad del viento. Así, por ejemplo, para una sensación térmica de 0°C sin viento puede llegar a los -20°C con vientos de 64 km/h, siendo en este territorio numerosos los días con temperaturas bajo 0°C, así como los vientos iguales o superiores a los 30 km/h. Este fenómeno se explica en las tablas de *Wind-Chill* o de efecto de 'enfriamiento por viento', índice meteorológico que combina la temperatura y la velocidad del viento

para calcular la pérdida de calor que produce en el cuerpo una masa de aire frío en movimiento.

Dentro de los principios básicos sobre los flujos de aire encontramos, en primer lugar, que la velocidad del aire es menor cerca de la superficie terrestre dado por los obstáculos del terreno. El segundo principio sostiene que, como resultado de la inercia, el aire tiende a seguir la misma dirección luego de encontrar un obstáculo, fluyendo a través de los objetos. El tercero de estos principios, es que el aire fluye desde áreas de alta presión hacia áreas de baja presión. Se entiende así como los patrones de viento son modificados por su alteración con la forma construida. Los techos más altos desvían el viento a mayor altura, ampliando en alto y ancho la sombra de viento o zona de baja presión¹².

Así como las formas construidas pueden bloquear o potenciar tanto el sol como la sombra, son capaces de crear una serie de condiciones térmicas exteriores o microclimas alrededor de ellas. Así combinaciones de sol y viento tienen implicancias al momento de pensar en espacios exteriores habitables que a su vez potencien el confort térmico de los recintos interiores, según sea el clima específico¹³.

Para efectos de la investigación, se generó una tabla para evidenciar las principales estrategias de control climático pasivo para el desarrollo de infraestructuras en el contexto climático del sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego, siendo así el foco principal de estas estrategias la captación y conservación del calor. [FIG. 02] La tabla surge de la combinación de los estudios realizados y de la metodología desarrollada por Remco Looman¹⁴.

LAS COMPROBACIONES

A partir del entendimiento del clima propio de la comuna de Timaukel, se intentó determinar cómo la forma construida incide en los elementos climáticos de manera independiente y en conjunto formando microclimas los cuales sirvan como antesala a los accesos de los programas propuestos. [FIG. 03]

Se buscó así mediante estas simulaciones evidenciar la combinatoria óptima de forma para la optimización de las ganancias directas y la disminución de pérdidas de calor por incorrecta orientación o tamaño de vanos o así cómo las excesivas infiltraciones de aire.

Se propuso para las distintas simulaciones el diseño de una forma hipotética cuyo tamaño respondiese al promedio de los tres programas de mayor tamaño propuestos, 230 m², la cual sea capaz de:

- Oponer la menor resistencia al viento para reducir las pérdidas de temperatura por infiltraciones.
- Potenciar la formación de una zona de calma y micro clima como elemento mediador entre el exterior y el interior del habitáculo.

c. Captar a través de la correcta orientación de sus fachadas la máxima radiación solar.

d. Determinar el porcentaje óptimo de vanos para cada una de las fachadas logrando así eficiencia entre pérdidas y ganancias térmicas.

ESTUDIOS DE VIENTO

Siendo entonces el viento uno de los factores climáticos determinantes se analizó mediante simulaciones (realizadas en un túnel de viento digital y en un túnel de viento análogo) la forma en que varía la superficie de sombra de viento en relación a su volumen construido a partir de iteraciones tanto en planta como en corte, dialogando siempre con la trayectoria solar.

Otro de los aspectos a estudiar mediante estos análisis fue el impacto del viento sobre la forma construida. Según el Manual de Hermeticidad al aire de Edificaciones, las infiltraciones en edificaciones habitacionales pueden llegar a representar el 60 por ciento de la demanda total de energía para el acondicionamiento térmico, particularmente en zonas ventosas y con altos diferenciales térmicos como la ciudad de Puerto Williams⁵⁵. Según este manual, las infiltraciones que son producidas por efecto del viento son el resultado de la presión de este sobre la fachada del edificio. Dependiendo de su velocidad, la geometría del edificio y de su grado de exposición al viento. Sobre 10,8 km/h las presiones de viento se hacen más importantes en la explicación de las infiltraciones de aire. De la observación de variables climáticas en el territorio nacional realizadas por el estudio se deduce que las presiones de viento son el principal inductor de las infiltraciones de aire. Puerto Williams clasifica en la zona 5, caracterizada por tener un alto potencial climático de generar infiltraciones, con GDi de 5392 siendo así la ciudad con uno de los GDi más altos a nivel país. Así el factor forma y materialidad se vuelven determinantes a la hora del control de infiltraciones. A partir de estos antecedentes se buscó analizar propuestas formales que opusieran la menor resistencia al viento.

SIMULACIONES DIGITALES

Se realizó una primera etapa de simulaciones de viento digital, a partir del software *Flow Design* donde se fijó una la velocidad promedio anual para la comuna de Timaukel de 30 km/h. Una vez obtenidas las imágenes de las simulaciones se procedió a dimensionar el área de sombras generada por el software. Finalmente los resultados fueron simplificados y redibujados de forma análoga.

Con el siguiente ejercicio se buscó generar un catálogo de áreas de sombra de viento para la velocidad de viento promedio anual de la comuna de Timaukel, fijada en 30 km/h resultantes del refinamiento de una primera simulación digital de viento. Las sombras de viento se originan al

LAS ESTRATEGIAS		Captación del calor	Conservación del calor	Iluminación Natural	Micro clima Exterior
La búsqueda de la captación y preservación del calor.					
Orientación de las fachadas		•		•	•
Sombras de Viento			•		•
Porcentaje de vanos por fachada		•		•	
Invernadero o Galería		•		•	
Orientación de los accesos			•		
Chiflonera			•		
Piel protectora			•		
Basamento masa térmica			•		

FIG. 02: Estrategias propuestas. Elaboración propia, 2018.

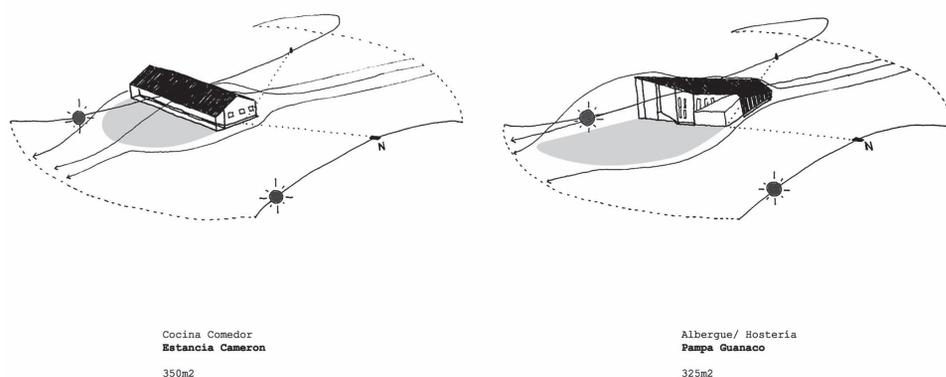


FIG. 03: tipología típica vs tipología de estudio, el sol y los vientos. Elaboración propia, 2018.

modificar la forma en planta y evidencian la relación viento-planta, variando tanto en ancho como en largo. Una vez obtenidas las imágenes de las simulaciones se procedió a dimensionar la zona de sombra de viento y su distancia desde el volumen a partir de un cuadrado de base 6,4 x 6,4 m [FIG. 04].

De los resultados obtenidos se concluyó que para una velocidad de viento de 30 km/h el tamaño de la planta tendrá que crecer en proporción ancho X y/o largo Y dependiendo de cuál sea la dimensión de viento buscada para volúmenes situados en la comuna de Timaukel.

SIMULACIONES ANÁLOGAS

El siguiente análisis se trató de la tercera simulación de viento, esta vez en un túnel de viento físico. Se buscó a partir de este estudio comparar los resultados con los obtenidos por la simulaciones de viento digitales, donde ambos estudios comparten tres modelos de prueba de iguales dimensiones, V0, V4 y V5, apareciendo para esta tercera simulación cuatro nuevas variaciones, V1, V2, V3 y V6 [FIG. 05].

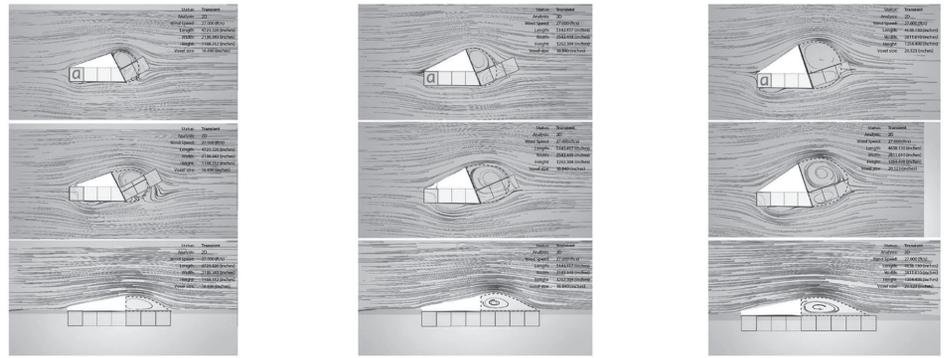
V0 corresponde a la forma base de las variaciones para la segunda simulación de viento, obtenida de la primera simulación y de los estudios de radiación. Las variaciones V1 a V3 corresponden a las variaciones en largo desde la forma base en 4,5 a hasta 5,5 a. Las variaciones de V4 a V6 corresponden a las variaciones en ancho desde 2,5 a hasta 3,5 a. Al igual que el ejercicio anterior, las dimensiones fueron variando de 1/2 a en base a la grilla de 6,4 x 6,4 m, variando respecto a las imágenes para luego ser dimensionadas en CAD, con los siguientes resultados:

Desde el caso V1 al caso V3 se produjo una disminución del área de sombra de viento de un 13 por ciento, mientras que desde el caso V4 al caso V6 se produjo un aumento de un 218 por ciento.

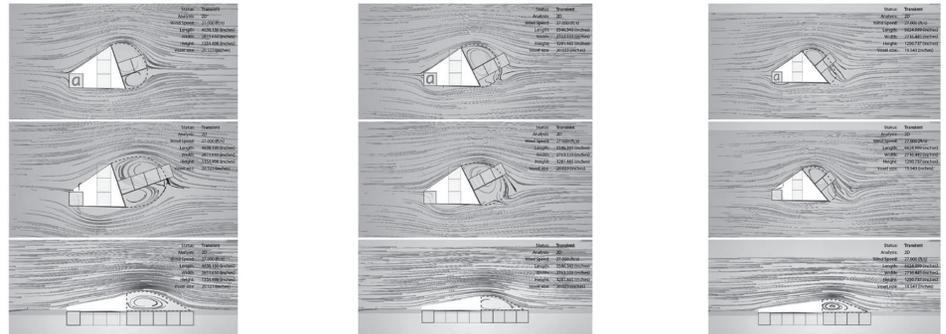
Entre el caso V1 y el caso V4 se produjo un aumento de un 13 por ciento para un mismo crecimiento, 0,5 a, siendo el aumento desde la variación en largo V1 hacia la variación en ancho V4.

Entre el caso V2 y el caso V5 se produjo un aumento de 86 por ciento para un mismo crecimiento, 1 a, siendo el aumento desde la variación en largo V2 hacia la variación en ancho V5. Entre el caso V3 y el caso V6 se produjo un aumento de un 313 por ciento para un mismo crecimiento, 1,5 a, siendo el aumento desde la variación en largo V3 hacia la variación en ancho V6.

Para una misma medida de variación, 0,5 a, se observa cómo la sombra de viento disminuye para largo y aumenta para ancho en una relación casi exponencial de crecimiento del área de sombra de viento, aumentando en un 13 por ciento para 0,5 a, a un 86 por ciento para 1 a y finalmente en un 313 por ciento para 1,5 a, desde el caso V3 a V6.



* a = 6,4x6,4 m



VIENTO II Simulaciones Digitales con FLOW DESIGN		1			2			3		
		Ancho=2a			Ancho=2,5a			Ancho=3a		
Caso A	Planta 1 Altura del viento a 1,5mt Largo=4a									
	Planta 2 Altura del viento a 2,5mt Largo=4a									
	Corte									
		Largo=4,5a			Largo=5a			Largo=5,5a		
Caso B	Planta 1 Altura del viento a 1,5mt Ancho=3a									
	Planta 2 Altura del viento a 2,5mt Ancho=3a									
	Corte									
		Largo=4,5a			Largo=5a			Largo=5,5a		

* a = 6,4 m

FIG. 04: resultados de las experimentaciones de viento digital II. Elaboración propia, 2018.

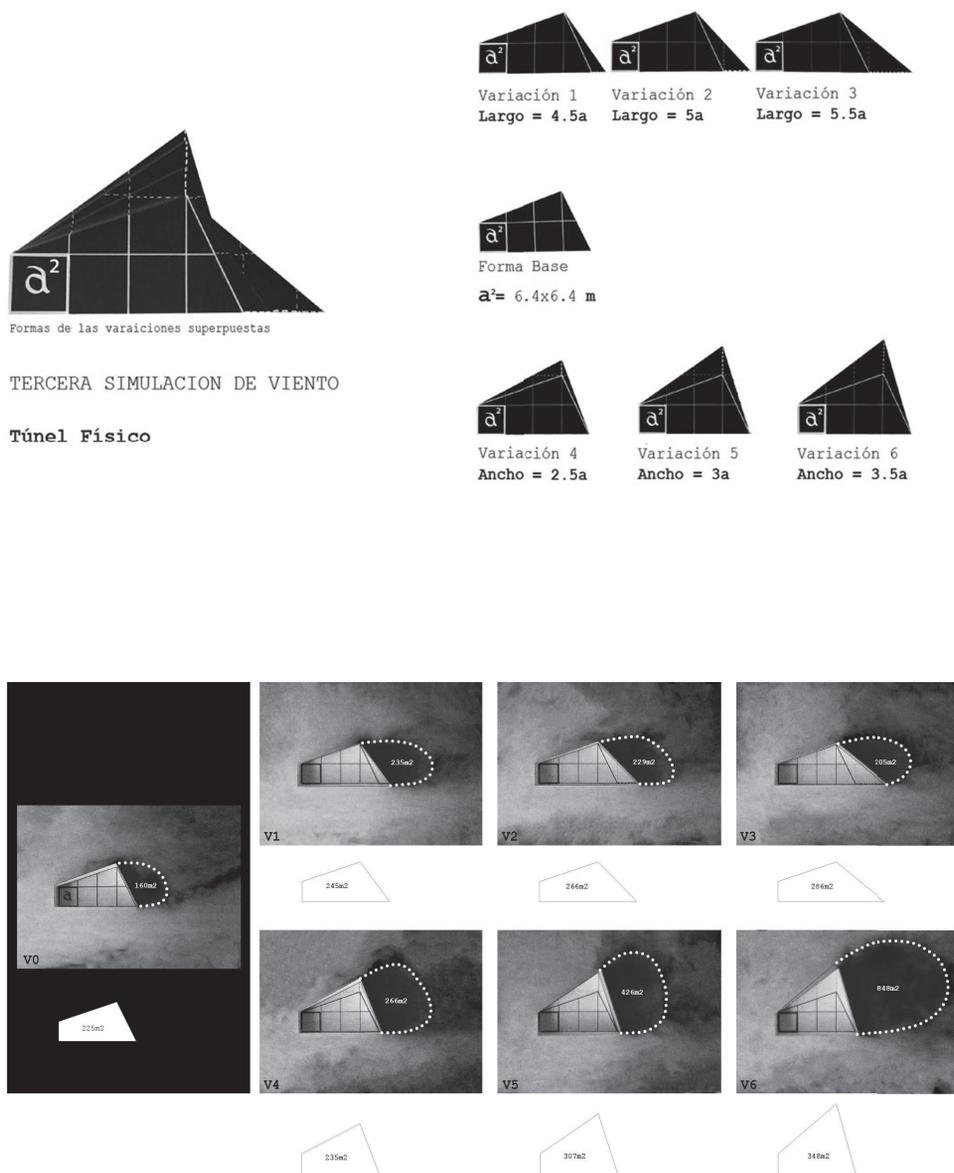


FIG. 05: resultados de las experimentaciones de viento analógico. Imágenes obtenidas a partir del túnel y sus resultados graficados. Elaboración propia, 2018.

ESTUDIOS SOLARES

Simulaciones de Radiación Solar

En una tercera etapa se analizó mediante simulaciones realizadas en el plugin DIVA para Rhinoceros la radiación solar obtenida en las tres fachadas que enfrentan la trayectoria solar de la forma base obtenida con la primera simulación digital de viento. Para este estudio se buscó variar uno de los ángulos de la forma en planta de 15 en 15 grados para las cuatro estaciones del año a partir de un archivo de Clima con geolocalización en Porvenir, ciudad situada a 126 km de la zona de estudio, teniendo en el primer Caso A un ángulo de 90°, para el Caso B 105° y para el Caso C 120°. Se mantuvo un mismo largo para las tres fachadas de 6 m, b de 20m y

c de 15m así como una misma posición de la fachada b la cual mantiene una relación de 90° con el ángulo solar de las 12:00 pm [FIG.06].

Del análisis de los resultados se obtuvo que el crecimiento del ángulo se traduce en un aumento del 86 por ciento de la radiación incidente en la fachada c para los meses más fríos del año, mientras que para los períodos de media estación el aumento de esta radiación bordeó el 30 por ciento, siendo esta la variación mínima de ganancias para los meses más calurosos con un aumento de apenas 5 por ciento entre la fachada c del Caso A a la misma fachada para el Caso C.

Con lo anterior se comprueba la eficiencia que logra la fachada c del Caso C en cuanto a la captación de la radiación solar durante los meses más fríos para la latitud 54°, con un aumento considerable de un 86 por ciento de los kw/h/m², no siendo esta orientación desfavorable para los meses calurosos al mostrar una variación tan sólo del 5 por ciento para la misma fachada, c, desde el Caso A al Caso C.

ESTUDIOS DE TEMPERATURA

Análisis en terreno

Durante la segunda salida a terreno se realizaron mediciones de temperatura y humedad relativa por un período de 48 horas, con una frecuencia de registro de 30 min en cinco recintos de las casas del Parque Karukinka, K3 en la pre cordillera de Darwin, comuna de Timaukel. También se midió de la temperatura exterior mediante el uso de 6 datalogers KlimaLoggPro para los días 14, 15 y 16 de octubre del año 2017.

Los recintos evaluados datan de construcciones de principios del 1900, las cuales pertenecieron a la estancia Vicuña. Los recintos no cuentan con aislación de piso ni con aislación de muro, los revestimientos interiores y exteriores son de madera. Los datalogers fueron situados en una habitación y un estar/comedor de dos casas; todos los datalogers de los recintos interiores fueron situados a una altura de entre 90 y 150 cm.

De las mediciones quedó en evidencia la gran capacidad del invernadero como captador de radiación solar y como a través de una correcta ventilación y conservación de calor con inercia térmica las ganancias de temperatura podrían usarse a favor de otros recintos.

De los análisis de los recintos habitados se evidenció cómo experimentan grandes diferencias de temperatura a lo largo del día y la noche lo cual se explica por la inexistente aislación térmica de ambas viviendas. Esto particularmente notorio en el caso de la Casa de Voluntarios, que pasó de los 28°C a los 8°C en una noche, debido a que tiene un 74 por ciento de su piel expuesta. La Casa de Huéspedes contaba en cambio con 72 m² de espacios cerrados que funcionaron como recintos aislantes, dejando tan sólo un 28,6 por ciento del perímetro de la envolvente en directa relación con el exterior.

Como observación al período completo de registro, la Casa de Visitantes estuvo un 43 por ciento del tiempo fuera de la temperatura de confort consideradas estas dentro de los 16 y 24°C (4 por ciento del tiempo sobre los 24°C y un 39 por ciento bajo los 16°C), mientras que la Casa de Voluntarios estuvo un 56 por ciento del tiempo en *discomfort*, 31 por ciento del tiempo sobre los 24 °C y un 25 por ciento bajo los 16°C.

SIMULACIONES EN DESIGN BUILDER

Finalmente se realizaron simulaciones en el software Design Builder, cuyo objetivo fue el análisis del

RADIACION
Simulaciones
Digitales con
DIVA para RHINO

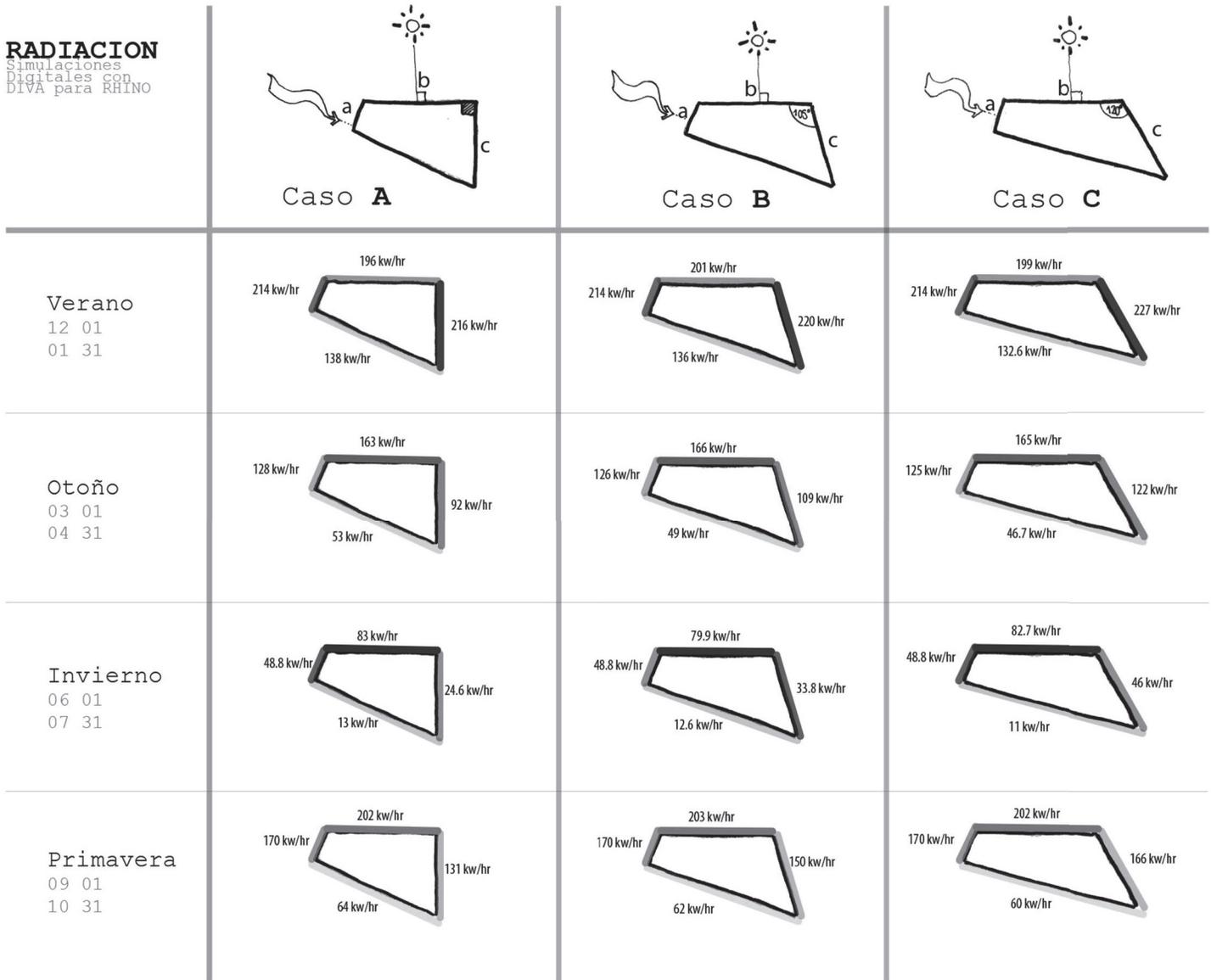


FIG. 06: resultados de las experimentaciones de radiación. Imágenes obtenidas a partir del software y sus resultados ilustrados. Elaboración propia, 2018.

balance energético o del comportamiento térmico pasivo, mediante variaciones en el porcentaje de vanos por fachada en un habitáculo tipo de 290m² visto en planta (obtenido tras las simulaciones anteriores de viento y radiación). Los parámetros utilizados en el software fueron ajustados de forma básica en tanto se buscaba el análisis térmico pasivo por relación vanos-lleno y orientación. Para esto fue utilizado el archivo de Clima correspondiente a la ciudad de Porvenir para el mes de Julio, situada a 150 km de la zona de estudio. En cuanto a la materialidad de la envolvente, se utilizó *Wall, Wood Frames R-21 (3.7) U-0,057(0.32)* y para vidrios *Double Glazing, absorptive no shading*. Respecto a las renovaciones de aire por hora se utilizó 0,6 con un régimen de uso hotel/restorán (hospedería).

Para efectos del análisis por fachada y su orientación el volumen es fragmentado en tres, siendo el área interior de cada zona proporcional al tamaño de su respectiva fachada. Se consideraron únicamente las fachadas con

mayor interacción respecto a la trayectoria solar, las fachadas norponiente, norte y nororient.

A partir de los análisis, se evidenciaron las grandes diferencias de demanda energética de los distintos recintos según sea el tipo de vidriado y su porcentaje. Estas demandas se muestran notablemente inferiores cuando se trata de vidriado LoE con gas Argón si es comparado con las demandas del vidriado simple.

En cuanto al porcentaje óptimo de vidriado entre un tipo de vidrio y el otro, el vidriado de mejores características, el LoE logró mostrar como porcentaje óptimo de vidriado para todas las fachadas valores del orden del 90 por ciento. El vidrio de peores características muestra porcentajes óptimos de vidriado para la fachada ampliamente inferiores al del otro vidriado, con porcentajes que rondan los 30 por ciento, 40 por ciento y 50 por ciento. Los resultados del vidriado simple dejan en evidencia

las fachadas más desfavorables para la captación de ganancias directas.

DISCUSIÓN

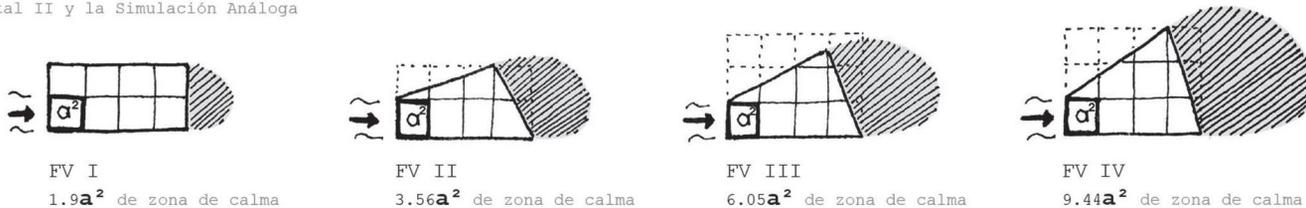
Del proceso se extrajo finalmente que la investigación tuvo como objetivo desarrollar una matriz de variables climático-atmosféricas mediante las simulaciones y a través del levantamiento de estrategias locales con el fin de optimizar el diseño de los espacios en este territorio extremo, cuya forma fuese consciente de su contexto y de su carga material.

En cuanto a los resultados de las experimentaciones, si bien tanto el factor Sol como el factor Viento son elementos que por el tipo de simulaciones se muestran por separado, es importante señalar que a lo largo de la investigación se buscó mostrar una constante relación entre los efectos producidos por ambos elementos sobre la forma construida.

$$a=6.4 \text{ m}$$

Las Formas del Viento (FV)

Vientos en su componente predominante,
promedio de las zonas de calma de la Simulación
Digital II y la Simulación Análoga



Las Formas del Sol (FS)

Para las 12:00 pm, trayectoria de
Invierno 14° ángulo máximo

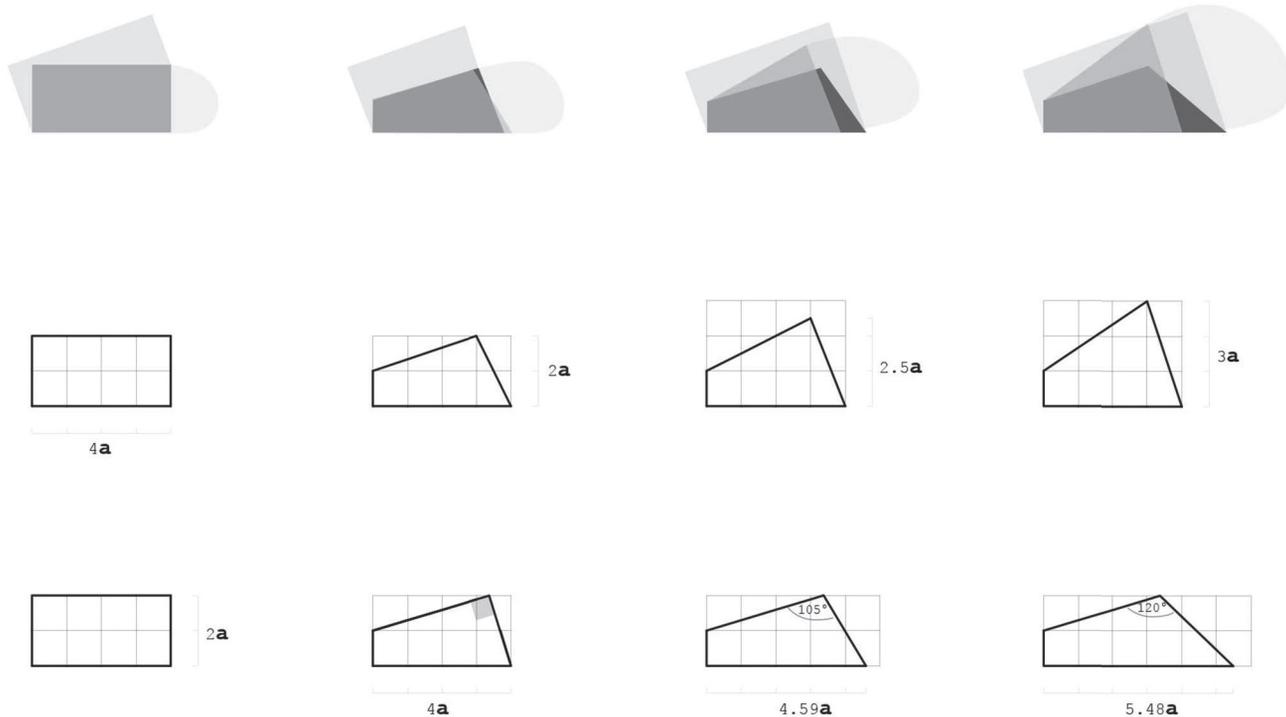
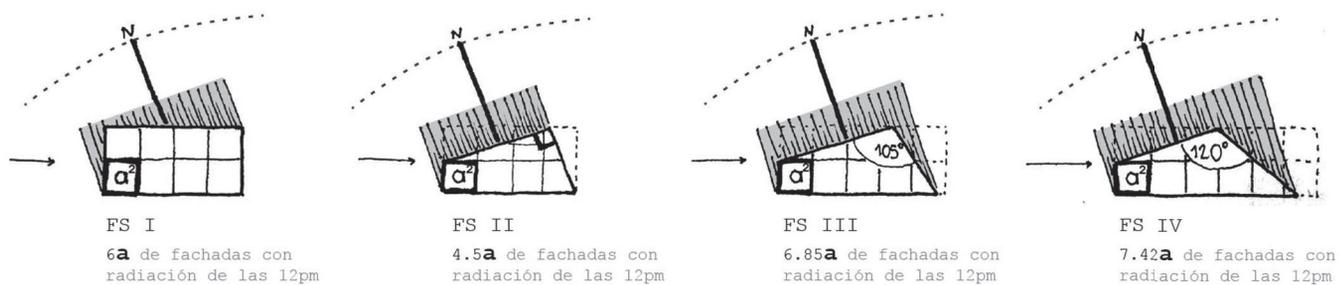


FIG. 07: síntesis de los resultados, sol y viento superpuestos y cuantificados. Elaboración propia, 2018.

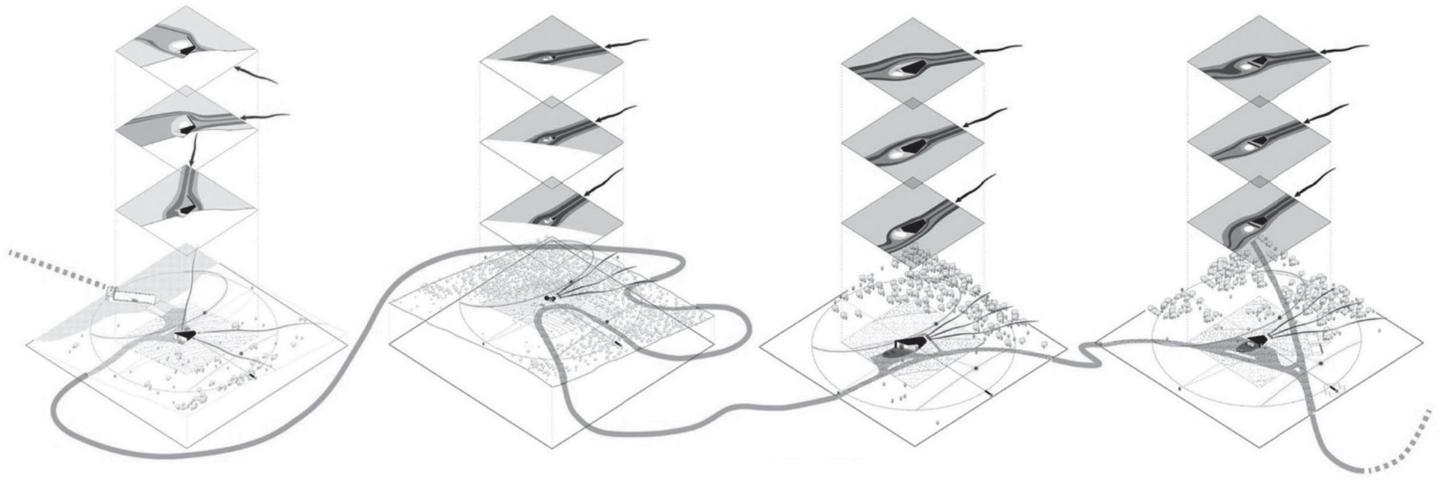


FIG. 08: axonómicas desarrolladas para la etapa de proyecto. Trayectoria solar e incidencia del viento sobre los enclaves. De derecha a izquierda (de norte a sur) el servicentro, el albergue, el mirador y el embarcadero en el canal de beagle. Elaboración propia, 2018.

Se constató entonces que una orientación que favorece en un 100 por ciento la radiación solar será menos favorable a los vientos produciéndose una mayor incidencia de estos sobre la fachada. Por otra parte, una forma que favorece en un 100 por ciento la aceleración del viento y así la disminución de la incidencia de estos sobre su fachada tampoco logrará el óptimo desempeño en cuanto a la captación de radiación solar.

Sería de interés la comparación del habitáculo típico rectangular de las estancias ovejeras, tanto en su forma como en su materialidad con el habitáculo aquí propuesto poniéndolos en su contexto climático en una misma simulación con sol y los vientos. Cómo esta forma que reduce la incidencia del viento en sus fachadas, crea zonas de calma como antesala a los accesos, dialoga con la trayectoria solar y además posee una envolvente apropiada para este clima extremo, logra una considerable conservación del calor y una reducción de los diferenciales térmicos interiores.

Se ilustran finalmente las conclusiones formales en planta de las simulaciones a modo de clasificar con dimensiones concretas los resultados, obteniendo así una guía para la óptima proporción y orientación de las fachadas según sean los efectos deseados por el programa para el control del viento y/o la captación solar [FIG. 07]. La apropiada combinación de ambos factores generará los 'microclimas exteriores', que funcionen como traspaso a los recintos interiores además de entregar exteriores habitables a los usuarios.

Para efectos del proyecto de título presentado, se desarrollaron finalmente cuatro programas. Estos respondieron a un intento por acotar el universo de necesidades de la ruta, una Estación de Servicio y un Albergue para ciclistas en el poblado de Pampa Guanacos, un Mirador en la Cordillera de Darwin, y finalmente un Embarcadero en el termino del camino en Bahía Yendegaia, Canal de Beagle [FIG. 08].

2. REPETTO, Rosanna. "Abriendo caminos para la conservación en Patagonia". (Tesis de máster. Universidad de Alcalá, Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid & Universidad Rey Juan Carlos, 2009).
3. CONSTABEL, Silvia, LIZONDO, Claudia. "Potencial Turístico de la Comuna de Timaukel, Tierra del Fuego, Chile". Revista *Gestión Turística* no. 4 (diciembre, 1999), 71-77.
4. OYARZO G. Juan Luis. *Propuesta Plan Especial de Zonas Extremas para la Región de Magallanes y Antártica Chilena*. (Magallanes: Gobierno Regional, 2014).
5. LATERAL OFFICE. *Arctic Food Network*. Versión web. Recuperado el 13 de diciembre de 2019 desde: <http://lateraloffice.com/ARCTIC-FOOD-NETWORK-2011-12>
6. ALONSO, Pedro, GARCÍA, Ignacio, SCHEIDEGGER, Arturo. *Infraestructure or the annihilation of the Antarctic: the mapping of ice and water in the first continent discovered by photography*. Versión web. Recuperado el 13 de diciembre de 2019 desde: <http://www.umw.cl/portfolio/2012-antartica/>
7. GUSINDE, Martín. "Los Indios de Tierra del Fuego". *Centro Argentino de Etnología Americana* 2, no. 683 (1982), 455-1138.
8. FERNÁNDEZ, Juan Pablo. "Bases para una interpretación tipológica de la vivienda rural introducida en la Patagonia suroccidental desde el fenómeno de sus adaptaciones al Clima". Revista *Arquitecturas del Sur* (2014), 24
9. COVACEVICH, Mirko. *Porvenir(1880-1950) Arquitectura y urbanismo pionero de Tierra del Fuego*. (Región del Bío-Bío: Stoq, 2012), 43.
10. SABADY, Pierre. *Arquitectura Solar. Concepto, cálculo y ejecución de edificaciones solares*. (Barcelona: Ediciones CEAC, 1982).
11. MCPHILLIPS, Martin. *Viviendas con energía Solar Pasiva*. (Nueva York: Everest House Publishers, 1982).
12. BROWN G.Z., DEKAY, Mark. *Sun, Wind & Light: Architectural Design Strategies*. (Nueva York: John Wiley & Sons, INC., 2001).
13. *Ibid.*
14. LOOMAN, Remco. "Climate-responsive design: A framework for an energy concept design-decision support tool for architects using climate-responsive design". En *Architecture and the Built Environment* 1, (2017).

NOTAS

1. VERA GIUSTI, José. "Magallanes: Dinámica Económica y Demográfica 1960-2006". *MAGALLANÍA* 36, no. 2 (noviembre, 2008), 63.

15. TREBILCOCK, Maureen [ed.]. *Manual de Hermeticidad al aire de Edificaciones*. (Universidad del Bío-Bío, CITEC UBB, DECON UC: 2015).