

Urbanismo aerodinámico: Innovación metodológica en la investigación sobre el viento urbano

Introducción

La presente investigación se constituye como una propuesta metodológica para la verificación de los principios de la aerodinámica aplicadas a las formas urbanas y que buscarían mejorar el uso estancial de los espacios públicos aumentando la permanencia en ellos.

En las últimas décadas son numerosos los acuerdos, directrices y legislaciones que se han aprobado para lograr un desarrollo más sostenible de los crecimientos urbanos. El urbanismo bioclimático establece las claves para conseguir que las ordenaciones estén integradas en su entorno, se gestionan eficazmente los recursos que facilitan una mejor calidad de vida a sus usuarios.

Dos de los factores más relevaste en el urbanismo bioclimático son el “sol y el viento”, siendo las temáticas solares las más estudiadas en todas sus escalas, dado que el viento por su complejidad de comportamiento lo vuelve más difícil de medir y estudiar. Aumentando los costos de investigación.

Los avances científicos sobre el conocimiento del viento se inician en la última mitad del siglo XX. Los estudios sobre el viento abarcan una gran diversidad de disciplinas.

El interés **agropecuario** tiene relación con saber el comportamiento del viento frente a los árboles como medida de protección de los cultivos. **La aerodinámica civil** estudia el proceso de desprendimiento de la capa límite sobre los cuerpos romos para mejorar así los sistemas estructurales de los cuerpos edificados. **La geografía y la climatología** estudian el comportamiento del viento tanto a nivel territorial para la localización, por ejemplo, de generadores eólicos o estudio sobre la ventilación urbana debido a los problemas de la polución y contaminación atmosférica. **El urbanismo y diseño urbano** la habitabilidad de los espacios públicos mejorando el confort térmico de sus espacios. Los especialistas en **representación de datos informáticos** buscan comprender modelos de representación 3D de las turbulencias al interior del cañon urbano.

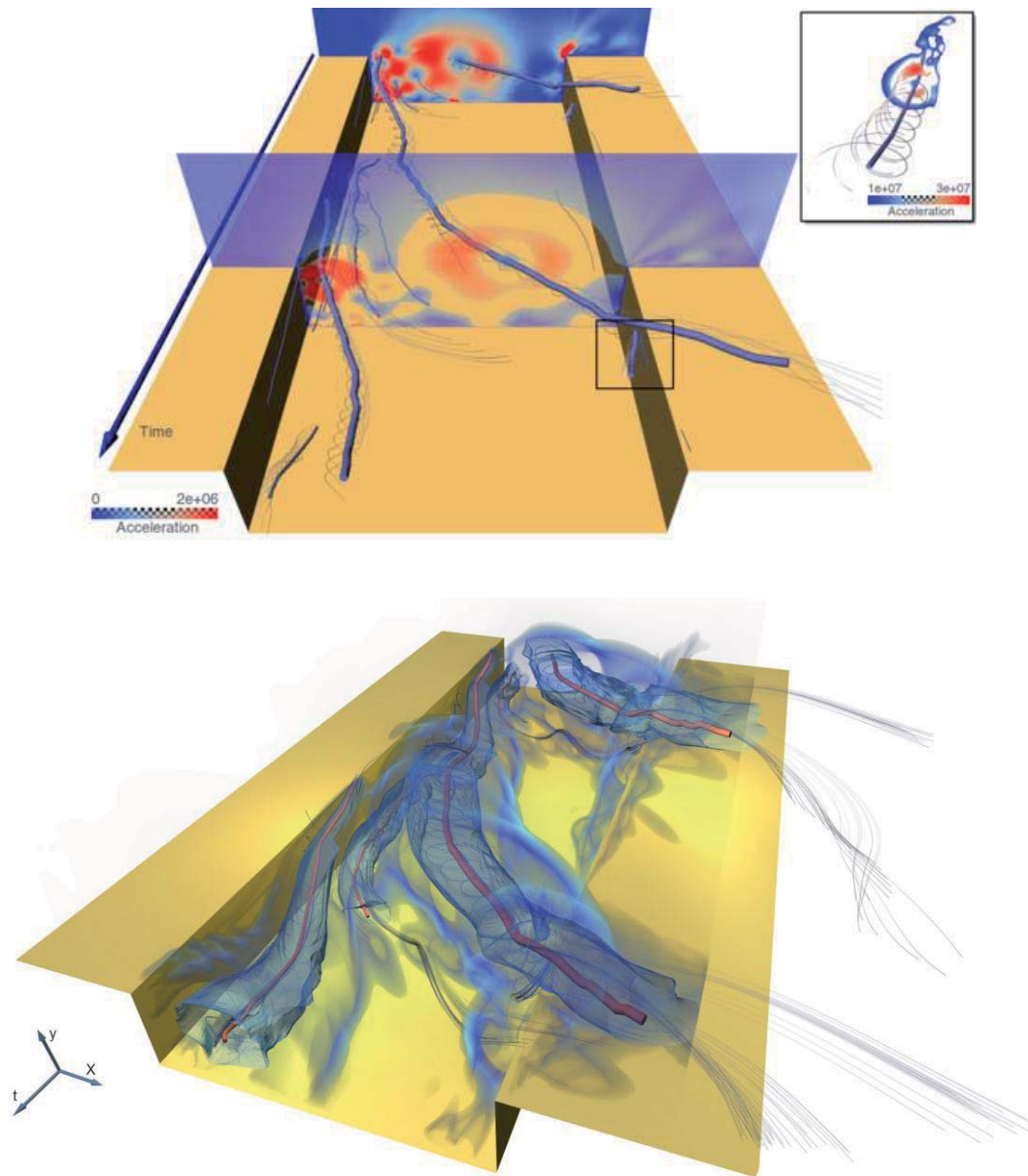


Fig.1 Últimos avances en los sistemas de representación del fenómeno del viento dentro del cañón urbano 3D haciendo aparecer la evolución del esqueleto de un vórtice con ángulo de ataque desde los bordes de la cavidad. (Kasten 2012)

La variedad de estudio desde la meso-escala a la micro-escala genera también una variedad de métodos de estudio; sistemas de medición in situ, túneles de viento, sistemas de fluidos computacionales, cálculos numéricos y estadísticos del comportamiento del viento. En este sentido se ha avanzado mucho en el comportamiento del viento pero de manera dispersa y desde distintas disciplinas.

La gradiente vertical de los vientos que va desde los vientos globales hasta los vientos locales (Cañón urbano), van sufriendo diversas modificaciones en su intensidad, dirección, frecuencia y velocidad a medida que desciende a la superficie terrestre. Sumado a las diferentes disciplinas que los estudian, en distintos idiomas y lenguajes científicos, lo vuelve difícil de estudiar y costoso de investigar.

Una metodología para abordar la multidimensionalidad del fenómeno del viento

Existe una gran variedad de métodos para poder estudiar el viento dentro de la ciudad, pero dada su complejidad los investigadores han optado por desarrollar métodos simultáneos analizando el viento desde distintas dimensiones con el fin de reducir al máximo la relatividad de su comportamiento.

Una de las últimas investigaciones en estudiar el viento urbano está siendo desarrollada por el Departamento de Planificación de la Universidad de Hong Kong llamada Establishment of Air Ventilation Assessment. (AVA), Ellos desarrollan un estudio sobre la dinámica del viento apuntando a mejorar los sistemas de ventilación de la ciudad a través de un manejo de la morfología urbana incorporando aspectos en sus diseños que contribuyan a no obstruir el flujo del viento por la ciudad, dado que su situación es inversa a la de Punta Arenas. Su alta densidad habitacional ha producido una obstrucción del viento dentro de la ciudad provocando altos índices de contaminación. Esta metodología desarrolla cerca de quince sistemas de medición y verificación del viento urbano, comparando finalmente toda la información levantada.

Uno de los problemas para estudiar el viento urbano son sus constantes cambios en su intensidad, dirección, frecuencia y velocidad. Esto ha hecho que dependiendo del caso de estudio se deba desarrollar una estrategia apropiada según los objetivos a estudiar. Pero existen según Moreno (1999), algunas excepciones de casos para estudiar mejor el fenómeno del viento y que se apartan de los patrones erráticos del comportamiento del viento en áreas urbanas. Por ejemplo cuando un flujo es canalizado por la calle con su misma dirección, con el consiguiente efecto embudo, se produce al contrario de un retardamiento del viento caótico, una aceleración de su velocidad. Así, es bien conocido como en algunas calles, bajo ciertas

situaciones meteorológicas con viento regional fuerte, se producen rachas de viento fuertes por el efecto de canalización que ejercen los cañones urbanos.

Por este motivo la ciudad de Punta Arenas se presenta como un caso particularmente apropiado para desarrollar un estudio del viento urbano vinculando su comportamiento aerodinámico dentro de la ciudad y la incidencia en los usos de los espacios públicos.

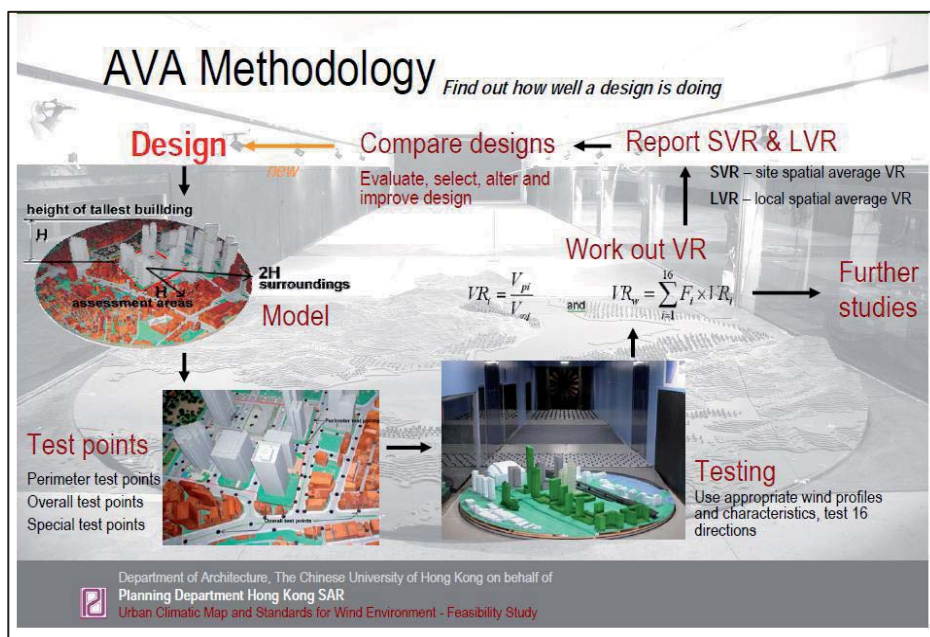


Fig.2 " Estudio Establishment of Air Ventilation Assessment. (AVA El propósito principal de este estudio integral es establecer el protocolo que evalúa los efectos generados por planificación y desarrollo de proyectos urbanos en la ventilación en Hong Kong (Ng, 2007).

Caso de estudio en el fin del mundo.

Se propone estudiar cómo caso de estudio a la ciudad de Punta Arenas, Chile. Es la ciudad más austral del mundo. Las rosas de viento indican que durante todo el año se tiene un viento predominante del oeste seguido de pequeñas variaciones del noroeste y suroeste. Y por otro lado la trama urbana está en la misma dirección que el viento predominante.

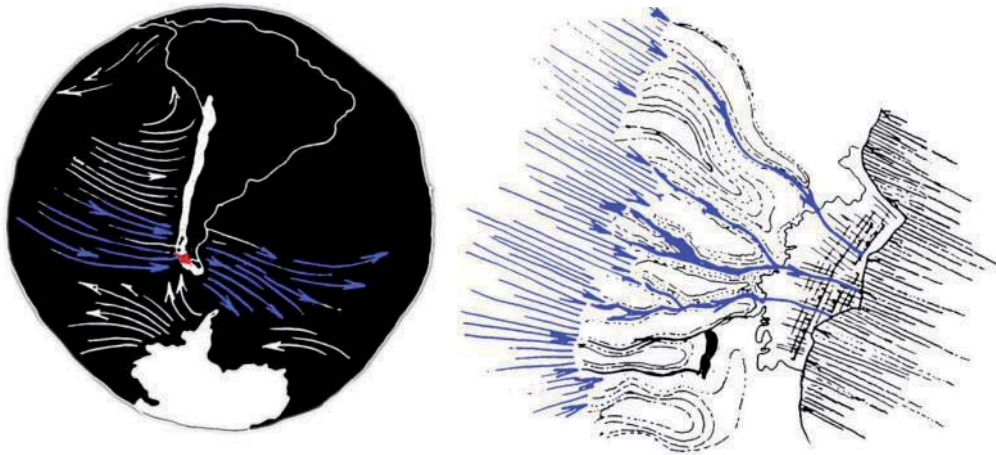


Fig. 3 Vientos dominantes del este son producto de la situación geografía de Punta Arenas, al encontrarse en el meridiano 53° , lo que significa estar en el límite de los vientos polares y próximos al **eje de rotación de la tierra** la cual genera a su vez el inicio del ciclo de los vientos. Los vientos geostroáficos llegan sin problema a la superficie de la tierra dada a la baja resistencia que presenta la Cordillera de los Andes que practicante no existe. Esto facilita el avance del viento el cual se canaliza a través de las quebradas y topografías próximas a la ciudad canalizando el viento el cual se acelera finalmente al coincidir la trama urbana con la dirección del viento. (Fuente propia)

La ciudad, en este sentido, tiene un centro depresionario que atrae grandes masas de aire con vientos de cierta violencia; la media alcanza los 14 Km/h con variaciones entre los 9 y 22 Km. Con máximas absolutas de hasta 120 Km /h (diciembre 1998). Su clima es estepario frío con temperaturas bajas, con promedios térmicos anuales del orden de los 6° C. En el invierno las precipitaciones caen en forma de nieve (Urbe 2000).

La ciudad se destaca por su posición estratégica en el Estrecho de Magallanes, recibiendo los flujos de carga mayores y un creciente flujo turístico, de viajes alrededor del mundo y hacia la Antártica.

En el mundo hay cinco urbes consideradas “Puerta de entrada a la Antártica”: Hobart, en Tasmania, Australia; ciudad del Cabo, de Sudáfrica; Christchurch, emplazada en una isla sureña de Nueva Zelanda; Ushuaia, en Argentina; y la ciudad de Punta Arenas en Chile.

En las primeras cuatro, las actividades asociadas a la zona polar son tan relevantes que impactan significativamente en sus economías y fisonomías. Punta Arenas, a pesar de ser la más favorecida por su situación geográfica y envergadura, no ha asumido a nivel de ciudad el lugar en el contexto mundial (Informe Urbe 2000).

El asumir este rol, significaría para Punta Arenas un salto cualitativo, cuantitativo y de visión estratégica que traería innumerables beneficios.

Su creciente población ha incidido en varios proyectos de inversión pública en los últimos 10 años. Pero uno de los mayores conflictos que ha incidido en su desarrollo es la falta de usos de los espacios públicos, por problemas del viento. Los lugareños comentan que “no se puede estar más de 15 minutos afuera con un viento moderado” Por ello el viento en Punta Arenas se ha convertido motivo de normativas.

Sobre la base de estas premisas, el proyecto de investigación busca innovar en un modelo metodológico propio sobre el estudio del viento, buscando a través de un método multi-sistémico de cruce de información, verificar la incidencia del viento en el espacio público. (Metodología AVA)

Dada la complejidad de la investigación se planteó un trabajo interuniversitario, reuniendo a dos universidades; la Universidad de Magallanes a través de su Escuela de Arquitectura y su Centro de Estudios de los Recursos Energéticos (CERE), junto a la Escuela de Arquitectura de la Universidad Finis Terrae, Actualmente dicha temática ha pasado a desarrollarse en la Universidad San Sebastián en cual busca dar un nuevo salto en la investigación.



Fig. 4 Fotografías sacadas en el centro de Punta arenas el 28 de diciembre de 2011, cuando los vientos superaron los 120 Km por hora teniendo que colocar cuerdas en la ciudad para que la gente no saliera volando literalmente. (Fuente Archivo Agencia Uno)

Objetivos de la investigación

La investigación se enmarca en la aplicación de principios aerodinámicos a la morfología urbana con el fin de mejorar la relación entre viento y ciudad y con ello el confort del espacio público a través de una metodología que permita la caracterización de los patrones del viento dentro de los tejidos urbanos.

- Demostrar a través de **la metodología propuesta que la rugosidad aerodinámica de la morfología urbana incide directamente en los niveles de turbulencia** que se generan en los espacios públicos en territorios de vientos fuertes y climas fríos afectando el uso estancial de estos.

- **Incorporar principios de organización de la morfología urbana** que permitan reducir el exceso de ventilación urbana a través de un aumento de los niveles de rugosidad de la forma urbana en los procesos de planificación, diseño y ejecución, contribuyendo a un mejor confort y habitabilidad de los espacios públicos en territorios con vientos fuertes y climas fríos.

- **Mejorar la contención térmica de la ciudad** que se produce por pérdida de exceso de ventilación urbana y sobre exposición de fachadas a barlovento al proponer correcciones morfológicas y de mejoramiento en el diseño urbano permitiendo con ello controlar significativamente el consumo energético de la ciudad.

Trabajo de campo

Para el trabajo de campo aplicado en la ciudad de Punta Arenas se desarrolló cuatro etapas metodológicas. Se definió el área de estudio dentro del centro fundacional vinculado a 5 proyectos de diseño urbano realizados recientemente en la ciudad.

La primera etapa fue desarrollar un **levantamiento digital y elaborar un modelo 3D** del casco fundacional de la ciudad con el fin de usar dicho modelo como base para el estudio termodinámico.

La segunda etapa fue **estudiar la incidencia solar y térmica** tanto a nivel planta de la ciudad como en sus fachadas, para ello se utilizó dos métodos de visualización; para el estudio de las fachadas una **Cámara térmica profesional PCE-TC 3** y para el estudio en planta de la ciudad un estudio de los conos de sombra y áreas de mayor asoleamiento según volumetría de la ciudad.

La tercera etapa fue estudiar la incidencia eólica dentro de la morfología urbana tanto a nivel planta como en su cañón urbano. Para ello se utilizaron dos métodos; uno a través de un **CFD**, simulador de dinámicas de fluido (**Autodesk Vasari**) y posteriormente se realizó una simulación más detallada mediante **Ecotect**. Se hizo primero en bloques y después en forma general, donde los bloques constituían zonas de 2 x 2 cuadras, siendo el modelo general la suma de estos bloques. Y en segundo lugar a través de tres estaciones meteorológicas **Datalogger del tipo NOMAD** de **Secondwind**, lo que permitió in situ medir el comportamiento del viento el cual fue comparado posteriormente con el modelo virtual del simulador.

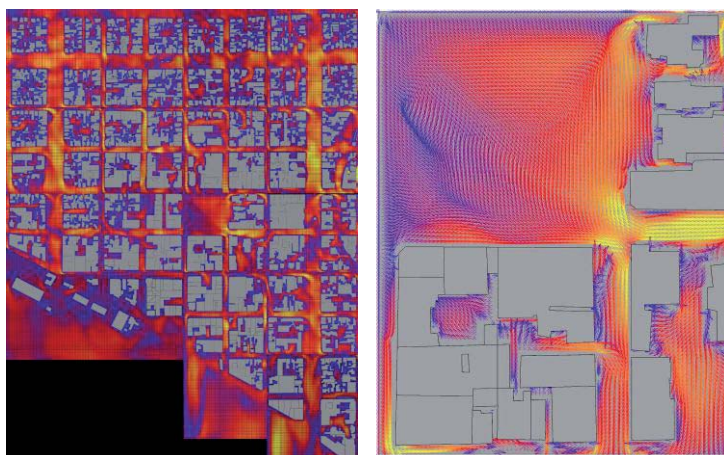


Fig. 5. Modelo generado a partir de los datos y del modelo 3D, a través del programa Ecotect.

Finalmente la cuarta etapa desarrollo un estudio paralelo sobre el uso estancial de los espacios públicos reconociendo con ello, las áreas de mayor y menor uso que al superponer la información generada por los otros estudios permitió visualizar y verificar el nivel de incidencia del viento en los usos estanciales de los espacio público en el casco fundacional de la ciudad de Punta Arenas.

Los resultados han permitido desarrollar un avance en la comprensión del fenómeno del viento al interior de la ciudad, siendo un aspecto clave la capacidad de interpretar datos y desarrollar apropiados modelos para la visualización de la información eólica.

Conclusiones respecto a la importancia del viento urbano.

El viento durante la historia tuvo tres líneas de avances pero estuvieron inconexas, la línea “urbanística”, la línea “geográfica y climatológica” y por último la línea de “ingeniería”. Se hace fundamental la vinculación de todos estos saberes. De allí en nombre “urbanismo Aerodinámico”

Las nuevas tecnologías han permitido desarrollar nuevas y múltiples metodologías para poder medir y comprender el comportamiento de viento en sus distintas escalas; túneles de viento, software, mediciones de campo, anemómetros, etc. Ejemplo de ello es lo desarrollado por la Universidad de Hong Kong a través de la metodología AVA. Metodología que aborda el viento desde la multidimensionalidad.

Respecto a la ciudad de Punta Arenas

Las actuales investigaciones del viento en todas sus disciplinas cada vez más incorporar dentro de sus metodologías la multidimensionalidad del fenómeno del viento, el cual para los estudios desde el confort de los espacios públicos también debe ser abordado.

Se evidencia la importante repercusión que tiene el trazado en damero con respecto a los vientos dominantes de la ciudad de Punta Arenas, inhabilitando muchos de sus espacios públicos exteriores.

La disfuncionalidad que presentan sus espacios públicos como paseos peatonales dentro de la ciudad y en su zona del estrecho de Magallanes junto a sus plazas tienen un alto grado de “disconfort” producidos principalmente por las turbulencias al interior de la ciudad que no ha sido consideradas en los diseño urbanos, imposibilitando un correcto uso de estos espacios con altas inversiones públicas.

La ausencia de barreras contra el viento (vegetales, edificadas, etc,) que sean eficaces se hace fundamental para poder mejorar y disipar el

fenómeno de la turbulencia, solo así se podría iniciar el proceso de ocupación de los espacios exteriores con mayor permanencia.

El mal tratamiento de los acabados superficiales también incide en un adecuado control aerodinámico de los espacios públicos como también incide en la pérdida energética significativa de los espacios interiores.

El condicionamiento del viento en el uso del espacio público finalmente es fundamental no solo para el caso de la ciudad de Punta Arenas, si quiere ser una ciudad sustentable y eficiente en el tiempo sino también es importante hoy más que nunca en el contexto del calentamiento global.

Bibliografía

Fernández, A., Schiller, S., 2004. *Sol y Viento; investigación en el diseño*, Centro de Investigación "Hábitat y Energía" CIHE, Universidad de Buenos Aires.

Aronin, J.E. 1953. *Climate and Architecture*. New York; reinhold,

Cornejo, A., 2005. *Diseño, construcción y control de un sistema aerodinámico con dos grados de libertad*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Región de Valparaíso. Chile.

Colegio de arquitectos de Chile., 1991 (abr.-jun.), *Región de Magallanes*, CA [artículo de revista].-- No. 64 p. 13-71.

C. Ghiausa, F. Allarda, M. Santamouris, C. Georgakis, F. Nicol, 2006. *Urban environment influence on natural ventilation potential*, Building and Environment, Volume 41, Issue 4, Pages 395–406

Neila, J., 2004. *Arquitectura bioclimática*, En un entorno sostenible, Ed. Munilla-leria, Madrid.

Fariña, J., 1998. *La ciudad y el medio natural*. Akal. Madrid

García J., 2005. *Viento y arquitectura: el viento como factor de diseño arquitectónico*, Editorial: Trillas, S.A. de C.V. (México, D.F.).

Givoni, B., 1978. *L'homme, L'architecture et Le Climat* Editions du Moniteur. Paris.

Higuera G., E., 2006. *Urbanismo Bioclimático*. GG.

J.Meseguer, A. Sanz, J.M. Perales, S. Pindado, 2007. *Aerodinámica civil y energía eólica*; Instituto Universitario de Microgravedad, IDR/UPM. E.T.S.I. Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid.

John E. A. 1990, [traducción de Ramón Llull Sala], *Aerodinámica*, Barcelona: Labor, 1969. KUNDU, PIJUSH K. "Fluid mechanics." Academic Press. San Diego, California. Estados Unidos.

J. Kasten, A. Zoufahl, H.-C. Hege y yo Hotz. 2012. *Análisis de vórtice gráficos de combinación* .: Vision, Modelado y Visualización, Magdeburg, Alemania, pp 111-118

Martinic, M. 1998. *Punta Arenas en su primer medio siglo 1848-1898*. Impresos Vanic Ltda. Punta Arenas.

Molina Crichton, A, 2008, *Estructuras y fuselajes en tierra del fuego*. Proyecto de traslado del Centro Administrativo de la Comuna de Timaukel, Provincia de Tierra del Fuego, XII Región de Magallanes, profesor guía Eugenio Garcés Feliú. Santiago, Chile.

Moreno Garcia. C., 1999. *Climatología urbana*. Edicions Universitat de Barcelona. Capitulo VIII. pp 41-45.

Ng, E., 2008. *Policies and Technical Guidelines for Urban Planning of High Density Cities – Air Ventilation Assessment (AVA) of Hong Kong*, Building and Environment,(doi:10.1016/j.buildenv.2008.06.013)

Ng, E. 2004. *Final Report – Feasibility Study for Establishment of Air Ventilation Assessment System*, Technical Report for Planning Department HKSAR.

Olgay, V. 1963. *Design with Climate*. Princeton, New Jersey. Princeton University Press Reeditado GG 1999. *Arquitectura y clima*. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.

Papparelli, A., Cúnsulo, M, Montilla, E. Y Kurbán, A., 2002. *Determinación de ráfagas para distintas rugosidades urbanas*. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, UNSJ.

Project Ruros 2004. *Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces*, Co-ordinated by CRES, Department of Buildings, Editor: Dr Marialena Nikolopoulou, project co-ordinator, Centre for Renewable Energy Sources, Department of Buildings

Synnefa, M. Santamouris, I. Livada., 2006, *A study of the thermal performance of reflective coatings for the urban environment*, Solar Energy, 80.

Teran Troyano,F. 1962-1963. *La Ciudad y el Viento*. Revista Arquitectura, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

Urbe. 1999. *Levantamiento Plan Seccional Avenida Costanera del Estrecho – Memoria*. Ilustre municipalidad de Punta Arenas.Chile.