

Acto, forma & modelo

Espacio y energía

BORIS IVELIC

Arquitecto
Profesor e[ad] PUCV

LAS ENERGÍAS DEL ESPACIO: LUZ, SONIDO, VIENTO, CALOR, SISMICIDAD, INCIDEN DIRECTAMENTE EN EL ESPACIO DE LA ARQUITECTURA Y DEL DISEÑO Y LAS PODEMOS TRATAR PASIVAMENTE, ESTO ES ANULANDO SU EFECTO NO DESEADO Y REEMPLAZÁNDOLAS POR ENERGÍAS ARTIFICIALES DE FÁCIL GOBIERNO; O DINÁMICAMENTE, TRANSFORMANDO CADA UNA DE LAS ENERGÍAS, A PARTIR DE LA FORMA, ILUMINADA POR EL ACTO. ALGUNAS DE LAS ENERGÍAS DEL ESPACIO SON INVISIBLES, ALEATORIAS EN SUS COMPORTAMIENTOS, DE DIFÍCIL DOMINIO. SE REQUIERE CONCEPTUALIZAR SUS LEYES FÍSICAS Y EXPERIMENTAR CON INSTRUMENTOS ESPECÍFICOS EN EL LABORATORIO. EL MAGÍSTER NÁUTICO Y MARÍTIMO HA OPTADO POR ESTE SEGUNDO MODO DE TRATAR LAS ENERGÍAS.

A PARTIR DE LA EXPERIMENTACIÓN HIDRODINÁMICA CON MODELOS DE CASCOS Y PERFILES ALARES EN EL CANAL DE PRUEBAS DE LA UNIVERSIDAD AUSTRAL, SURGIÓ UNA EXCELENTE HERRAMIENTA DE MODELACIÓN, QUE NOS PERMITE RESOLVER LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS EN EL FUNDAMENTO. DESDE LA CREACIÓN DEL MAGÍSTER, HEMOS IMPLEMENTADO NUEVE ARTEFACTOS DE EXPERIMENTACIÓN, INCLUIDOS ALGUNOS DEL ESPACIO, QUE PERMITEN PROBAR, CUALIFICAR Y CUANTIFICAR LOS MODELOS Y PROTOTIPOS.

➤ **ENERGÍAS PASIVAS - ENERGÍAS DINÁMICAS - MODELOS - MAGÍSTER NÁUTICO Y MARÍTIMO**

El magíster Náutico y Marítimo (N&M) propone enfrentarse a la técnica, desde su concepción original: la *téchne* griega. Heidegger reconoce que en su esencia y en el origen griego, la técnica es *póiesis*, es decir, “el paso del no ser al ser”. Lo que desvela, abre lo desconocido. Lo que no existía y ahora es. Esto lo hace la poesía, el arte, la ciencia y la técnica.

El modo tradicional de la Escuela de Arquitectura y Diseño ha sido y es *aprender desde el taller*, y el hacer de la ciencia y la técnica *es con el laboratorio*, por lo cual se quiere en el magíster N&M aunar dichos modos obrando y creando *a través de laboratorios-talleres*.

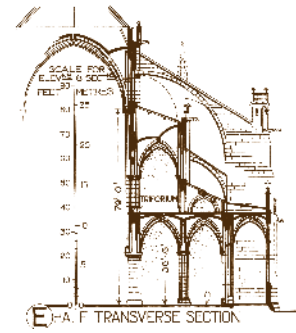
La obra de arquitectura y diseño tiene su propia singularidad, su “aquí y ahora”. El fundamento de la obra, “el acto”, es lo que le da “sentido” a la técnica y le plantea los desafíos. La técnica con sentido no es mera producción ni estandarización de la forma. La técnica con sentido le es propia a la arquitectura y al diseño.

Nota 1: El extraordinario invento técnico del arbotante en las catedrales góticas, que genera el arco ojival, nace del fundamento de la elevación del espacio hacia Dios. El arbotante, asimismo, crea una fachada de vacíos, una fachada tridimensional. Arquitectura y técnica se han fundido, son una misma cosa.

En la sala de sesiones del ayuntamiento de Säynätsalo en Finlandia, Alvar Aalto, transforma la estructura del cielo de la sala de sesiones, inicialmente de una viga reticulada bidimensional, invención de la ingeniería, en una estructura tridimensional en el espacio. La estructura se ha transformado en una forma arquitectónica. (Figs. 1-2)

¿Cómo asumir el conocimiento técnico de la energía en arquitectura y diseño?

Las obras de arquitectura tienen ubicación única en el espacio y las de diseño variables, pero ambas enfrentan su forma y materialidad a partir del medio que las circunda. Así, el agua, el aire y la tierra son medios que le imprimen a la forma atributos y le exigen a los materiales comportamientos. El sismo define la estructura resistente de la obra: sus ejes, su esqueleto.



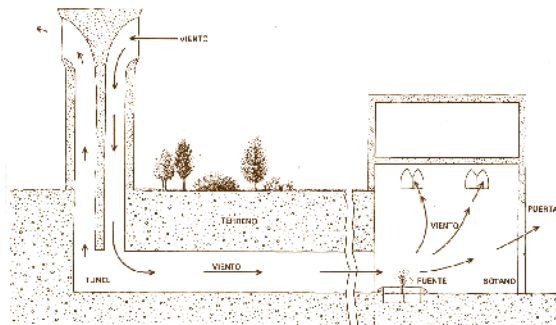
1



2

Fig. 1. Notre Dame, París.

Fig. 2. Sala de sesiones, ayuntamiento Säynätsalo, Finlandia. Arq. Alvar Aalto.



3



4



5-6

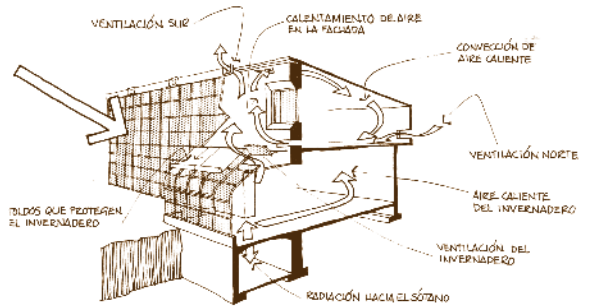
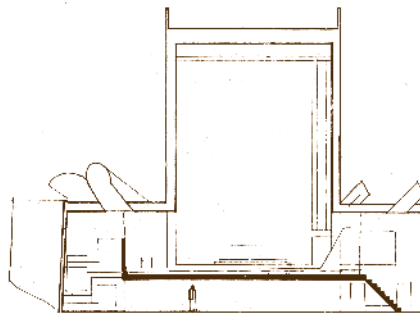


Fig. 3. Casas en Irán.

Fig. 4. Patio de los Leones, La Alhambra, Granada.

Figs. 5-6. Casa Kelbaugh. Princeton, New Jersey.

Figs. 7-8. Monasterio La Tourette. Arq. Le Corbusier..



7-8



El sol, la luz, el clima, el sonido, definen las superficies de la obra, sus cierres: techos, muros, pisos.

Estos fenómenos los podemos analizar como formas de energía. En que la física los explica y la técnica los gobierna. Fenómenos que pueden tratarse de dos maneras:

A. Como Energías Pasivas

Por su complejidad y la carencia de modelos y laboratorios de experimentación, habitualmente estas energías se tratan pasivamente. Básicamente consiste en frenar o disminuir su efecto y muchas veces aislarse del exterior para ser reemplazadas por energías artificiales, de más fácil gobierno: luz artificial durante el día y clima artificial, evitando la entrada del sol; amplificación sonora artificial en espacios mayores carentes de acústica; ante el sismo oponer fuerza a la fuerza y no absorberla. Así se despilfarra la energía, el principio de economía de medios en un mundo finito, no se cumple. Tratar así los fenómenos naturales es contaminar el medio. La obra ni siquiera requiere orientación, el lugar no importa.

Los conocimientos que se requieren para abordar la materialización de la forma, son datos generales que no siempre tienen aplicación directa con la realidad del lugar: el clima, sus sonidos, la dirección de los vientos, la orientación del sol.

Cuando la obra está construida, por lo imprevisible y aleatorio de estos fenómenos, aparecen los problemas constructivos provocados por un mal diseño de la forma: flujos y corrientes de aire indeseados, en interiores y exteriores, por diferencias de presiones no controlados. Filtración de aguas lluvias por ventanales y puertas ante temporales. Ruidos molestos y reverberaciones que tornan inaudibles los interiores. Condensaciones interiores por ausencias de ventilación. Espacios sin asoleamiento ni luminosidad por mala orientación, interiores calurosos en verano y fríos en invierno, etc.

Estos fenómenos energéticos son captados por nuestros sentidos. Sin embargo, como ya lo planteamos, son complejos de abordar; algunos invisibles, aleatorios en su comportamiento. Solo gobernables experimentalmente o con obras en verdadera magnitud. Al carecer de equipos y laboratorios adecuados, se produce una desconexión entre la teoría y la obra, incluso los conceptos teóricos no se logran materializar. Se termina en muchos casos tratando pasivamente la energía por la ausencia de verificación experimental.

La propuesta arquitectónica y de diseño, radica en tratar los fenómenos naturales y del medio dinámicamente.

B. Como Energías Dinámicas

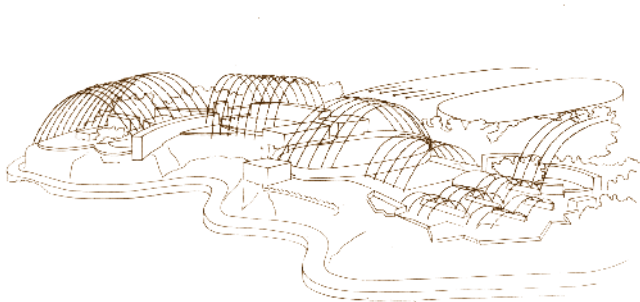
Un segundo modo de tratar los fenómenos naturales de la energía y del medio es dinámicamente. La forma arquitectónica, transforma la energía volviéndola hospita al habitar del hombre, tanto en interiores como en exteriores, creando continuidad entre ambos y creando calidad espacial en la arquitectura. Por añadidura las energías naturales se vuelven sustentables. Cuando hay obra arquitectónica, ella es intrínsecamente ecológica.

Nota 2: La Alhambra en la calurosa Granada, lleva a los interiores el frescor de unas fuentes y acequias. En el desierto en Irán, el clima de los interiores de las habitaciones es regulado por torres eólicas a través de corrientes convectivas naturales. La casa Kelbaugh en el norte de EE.UU., acumula el calor diurno en un muro (Trombe) y lo entrega controlado durante la noche. Los anfiteatros griegos tienen una geometría acústica tal, que no requiere amplificadores. El convento de la Tourette de Le Corbusier regula la entrada de luz y sol, trayendo las variaciones del transcurso solar diario, sin aislarse de ellos. El estadio Olímpico de Múnich, dispone de una cubierta de malla traccionada, que absorbe los esfuerzos eólicos. (Figs. 3-8)

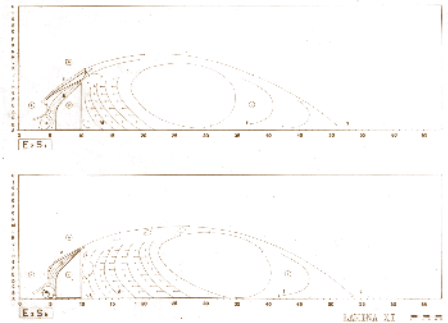
Nota 3: En nuestra propia experiencia en arquitectura: en el concurso de la Escuela Naval, proyectamos unos edificios dotados de unos sistemas aceleradores del fuerte viento de Playa Ancha (venturi) creando "bóvedas invisibles", protectoras para los ejercicios y desfiles de los cadetes en los patios abiertos. En la Sala de Música de la Ciudad Abierta, los paneles móviles de los muros afinan el sonido según el tipo de música a interpretar. En la Capilla Pajaritos el gobierno de la luz cenital, crea el espacio de la ausencia que dispone a la oración.

En diseño: Las membranas de la "Casa de los Nombres" en Ciudad Abierta (obra también de arquitectura), se ubicaban en la duna viva, generando un perfil aerodinámico que no alteraba la arena, ni socavaba los cimientos. El Aula Neumática que existió en la Escuela, constituía la estructura resistente anulando el peso gravitacional. La embarcación Amereida transforma su habitabilidad y estabilidad en el mar, tanto en el ir como en el estar y logra un mayor rendimiento sobre cascós similares, con motores de menor potencia. (Figs. 9-14)

Podemos advertir en los ejemplos citados que el requerimiento energético es iluminado por el Acto. La energía se hace parte del espacio arquitectónico. Técnicamente posible, porque se trabajó con modelos y túnel de viento en la Escuela Naval; con modelo y canal de pruebas en la embarcación y con prototipos



9-10



11-12



13



14

experimentales a escala real, en la Casa de los Nombres, Sala de música, Aula Neumática y capilla Pajaritos.

El origen de los modelos

Para proyectar y construir la embarcación experimental, realizamos seis modelos a escala reducida, probándolos durante un año en el canal de pruebas de la Universidad Austral de Valdivia. El resultado nos permitió utilizar un motor de 145 hp de potencia con una velocidad de 11 nudos. Las embarcaciones tradicionales de Chiloé, de igual eslora, utilizan motores de 400 hp con velocidades de 6 nudos. Las bondades del modelo, como se puede apreciar, son evidentes.

La principal metodología de verificación de los proyectos náuticos y marítimos, desde el punto de vista hidrodinámico, es la realización de ensayos mediante

modelos análogos a escala reducida, por ello hemos implementado en el magíster instrumentos de laboratorio para cualificar y cuantificar los proyectos que se realizan: canal de prueba, túnel de olas, túnel de viento, túnel hidrodinámico, canal de ensayo de cascos, canal de flujo, plataformas de ensayos marítimos.

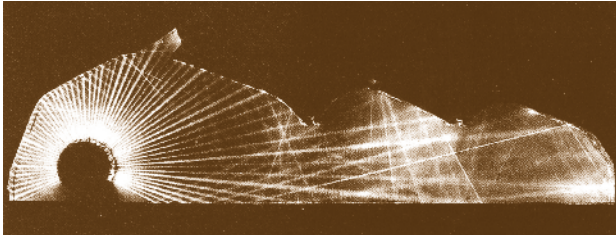
No existe teoría de cálculo matemático para los fluidos (agua, aire), sí modelos virtuales numéricos basados en comportamientos estadísticos. La metodología de modelos permite visualizar el comportamiento de los fenómenos hidrodinámicos que inciden sobre la forma.

Figs. 9-10. Proyecto Escuela Naval, e[ad] UCV.

Figs. 11-12. Casa de los Nombres, Ciudad Abierta, Ritoque.

Fig. 13. Embarcación Amereida (fondeada).

Fig. 14. Canal de pruebas UAV.



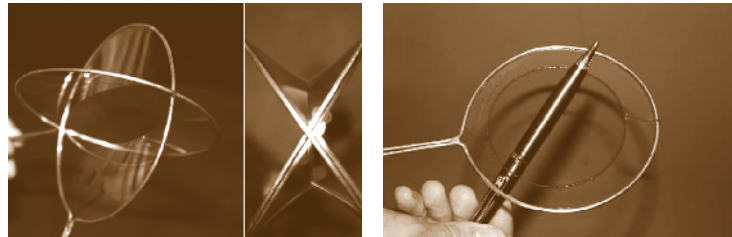
15



16



17



18-19

Es un proceso eminentemente creativo y cualitativo. Se modela la forma por sucesivos acercamientos, correcciones y verificaciones (prueba y error), hasta demostrar o dar con las hipótesis planteadas surgidas del acto. Metodología que es la más adecuada para alumnos de arquitectura y diseño que trabajan con la forma en el espacio.

Sin embargo, toda obra en el espacio queda afectada por todas las formas de la energía a las cuales debe responder, como hemos visto anteriormente. Por ello, hemos extendido el abanico de los modelos a las demás formas de la energía que inciden en los proyectos que realizan los alumnos del magister. Así, hemos implementado una mesa generadora de oscilaciones sísmicas con modelos de goma. Un heliodón de medición del sol a través de maquetas (modelo). Muchos cursos de pregrado han experimentado con este instrumento y también titulantes utilizando el túnel de viento.

Nota 4: En el diseño de la acústica de las salas de conciertos, Alvar Aalto empleó modelos instalando en el escenario una fuente luminosa ranurada, proyectando haces que se

reflejan en los paneles graduables del cielo, controlando su reflexión. Esta experiencia luminosa la extrapolaba al sonido para evitar ecos y reverberaciones.

Gaudí, para modelar la Sagrada Familia, experimentó con el polígono funicular, construyendo un modelo invertido en base a hilos y pesos.

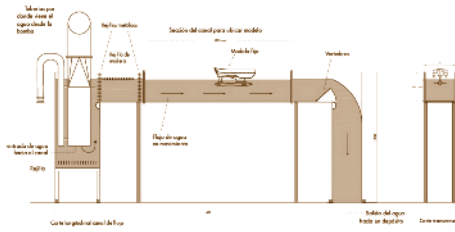
Otto Frei, para construir las membranas del Estadio Olímpico de Múnich, experimentó con pompas de jabón: su cualidad es generar membranas con tensiones homogéneas que cubren la longitud más corta entre los perfiles que la contienen. (Figs. 15-18)

Fig. 15. Modelo acústico (utilizando luz). Iglesia de Vuoksenniska, Imatra, Finlandia. Arq. Alvar Aalto.

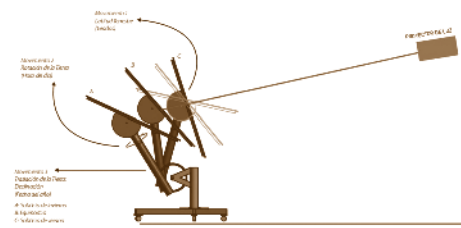
Fig. 16. Modelo invertido aplicando polígono funicular.

Fig. 17. Modelo en su posición, actuando solo con esfuerzo de compresión.

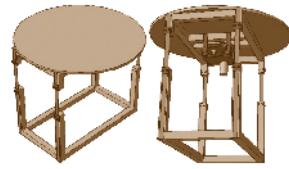
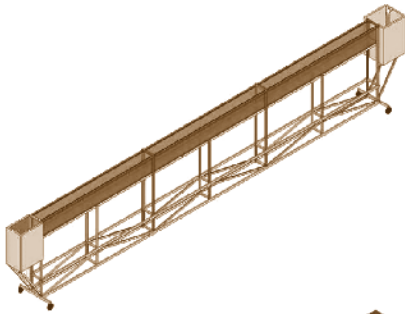
Figs. 18-19. Modelo de pompas de jabón para la concepción del estadio Olímpico de Múnich. Arq. Otto Frei.



Canal de cascos

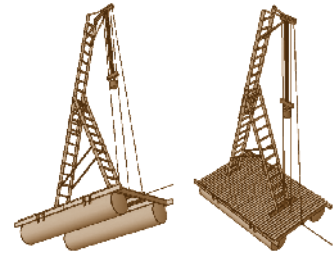
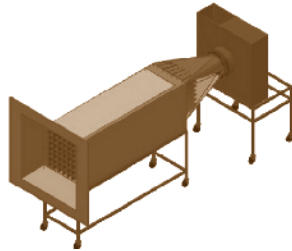


Heliodón



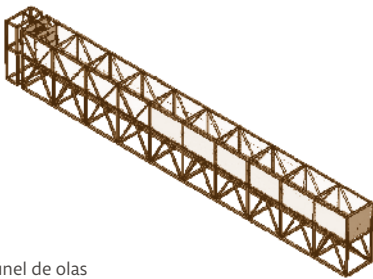
Mesa oscilaciones sísmicas

Canal de flujos



Canal de pruebas

Túnel de viento



Túnel de olas

FUENTES

Heidegger, M. (1983). *Ciencia y técnica*. Santiago: Editorial Universitaria.

Bardou, P. Arzomanian V. (1980). *Sol y Arquitectura*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.

Baixas, J. (2005). *Forma resistente*. Santiago: Ediciones ARQ

Mac Kay, D (2009). *Sustainable Energy – Without the hot air*. Londres: Edit. UIT Cambridge Ltda.

Magíster Náutico y Marítimo (S/A). *Análisis dimensional y semejanza dinámica en embarcaciones*. Publicado en internet: https://wiki.ead.pucv.cl/images/a/a5/3_An%C3%A1lisis_Dimensional_y_Semejanza_Din%C3%A1mica%2C_Teor%C3%ADa_N%C3%A1utica_2.pdf

Magíster Náutico y Marítimo (S/A). *Laboratorio de modelos*. Publicado en internet: https://wiki.ead.pucv.cl/Laboratorio_de_modelos

Jeria, E. (2015). *Embarcación de asistencia con hidroalas para los Habitantes de la Patagonia Occidental*. Tesis Magíster Náutico y Marítimo. Publicado en internet: https://wiki.ead.pucv.cl/Taller_de_Proyectos_1_N%C3%A1utico_y_Mar%C3%ADtimo_2015:_Clase_03#Resumen_Tesis_Egido_Jeria

Figs. Instrumentos de laboratorio para ensayos de modelos.