

L A ARQUITECTURA EN EL AÑO 2000*

Cada día se presentan nuevos proyectos y la mayoría de ellos trata de dar una solución constructiva, arquitectónica y urbanística a la explosión demográfica en las ciudades, pues todos estos proyectos responden a la pregunta base: ¿Qué llegarán a ser nuestras ciudades? ¿Se desarrollarán en una planeación organizada o morirán por asfixia en el caos de una megalópolis? ¿Sus centros congestionados de tránsito serán abandonados, o vías rápidas de comunicación destruirán su estructura urbana? ¿Cuál es la urbanización del futuro?

Los grandes cambios que se van a operar en un futuro próximo en cuanto a la forma de habitación no dependerán de la evolución en el diseño de la casa unifamiliar, ni aún del conjunto multifamiliar, sino que ocurrirán en el campo del urbanismo, a nivel de planeación de ciudades enteras.

El factor que determina dichos cambios es la acelerada expansión demográfica. Han sido necesarios 10 000 años para que la población mundial alcance su cifra actual: más de 3 500 millones; pero si la población continúa creciendo tan rápidamente como hasta ahora, para el año 2000 habrá aumentado al doble y para el año 2050 se habrá cuadruplicado, pasando a los 12 000 millones.

El problema en México es especialmente grave, puesto que el porcentaje de crecimiento de 1970 al año 2000 es uno de los más altos del mundo: 139%; en cambio, el de Estados Unidos es del 27% y el de Grecia, 18%. Mientras que en 1970 éramos 50 millones y medio, ahora pasamos de 60 millones, en 1980 pasaremos de 70 millones hasta alcanzar en el año 2000 la suma de 121 217 000, y esto suponiendo que las campañas para obtener una reducción rápida de la fecundidad tuvieran efecto.*

Este crecimiento es comprensible por los factores siguientes: el progreso de la medicina se traduce en una baja de la mortalidad infantil y en un notable aumento de la longevidad. El 74% de la población mundial vive actualmente en países subdesarrollados,

donde la pobreza, la mala salud y la desnutrición están muy extendidas. Disminuye o no la fecundidad, al mismo tiempo, el porcentaje de la población que vive en el lujo de Europa o los Estados Unidos, disminuirá del 26 al 16%.

Aspectos socioeconómicos

Sigmund Freud asevera: "La base sobre la cual reposa la sociedad humana es el último análisis de naturaleza económica; no poseyendo suficientes medios de subsistencia para permitir a sus miembros vivir sin trabajar, la sociedad está obligada a limitar el número de sus miembros y a dirigir su energía de la actividad sexual hacia el trabajo." Estamos entonces en presencia de la eterna necesidad vital que, nacida al mismo tiempo que el hombre, persiste hasta nuestros días.

Jean Fourastié, en su libro *Histoire de demain*, examina las dos categorías de países en que se divide el mundo actual: los países de la miseria y los países de la abundancia. Muestra las diferencias de los problemas que les conciernen y cuán diferentes son las soluciones a las que ellos deben recurrir.

Refiriéndose a los países proletarios, nos dice: "La suerte de estas poblaciones en los próximos 50 años depende de su capacidad de producción. De ella depende su facultad de consumo y, en consecuencia, sus objetivos sociales."

Malthus estimaba que la población crecía en proporción geométrica, en tanto que la producción sólo en proporción aritmética; por lo que, al crecer la diferencia entre necesidades y producción, amenazaría al mundo con el hambre. Sin embargo, estas predicciones han fallado, debido al progreso técnico, que ha revolucionado los métodos de producción de la agricultura. Los países subdesarrollados carecen de oportunidades para aplicar estos métodos técnicos, pues tendrían que contar con técnicos que actualmente no poseen. "Se

necesitarían en México 60 000 maestros rurales e igual número de aulas para resolver el problema educativo de este sector del país." (Bravo Ahúja, *Excelsior*, 30 de julio, 1974).

¿Por qué razón Rusia, China y la India tienen que importar cereales? La causa no es que les falten medios materiales, sino la herramienta intelectual forjada lentamente por la ciencia experimental. En el mejor de los casos, el aumento demográfico va al mismo ritmo que el progreso técnico y de la producción, por lo que en el mundo actual se presentarán regresiones sociales dramáticas.

Por otra parte, el progreso económico lleva consigo el desarrollo de los centros urbanos y, puesto que la natalidad es menor en la ciudad que en el campo, la emigración rural se traducirá en una reducción de la natalidad. Sin embargo, en los países subdesarrollados, la emigración masiva de la población rural hacia las ciudades es desastrosa, pues las inversiones en estos países son insuficientes para crear el número de empleos necesarios para absorber esta mano de obra.

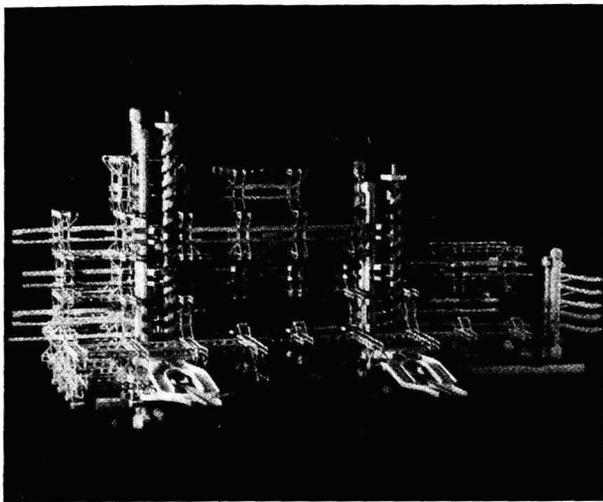
El problema de crecimiento de la población se agrava debido a que no se repartirá proporcionalmente entre la ciudad y el campo, sino exclusivamente en las grandes aglomeraciones. El crecimiento de la población de las ciudades es la consecuencia del cambio de estructura de las actividades. En los países industrializados se prevé que la población activa se repartirá de la manera siguiente: 10% en el sector primario, 10% en el secundario y 80% en el terciario; esto es, mientras la población que trabaja en la agricultura presenta una disminución constante, la que trabaja en la industria aumenta considerablemente.

Las necesidades de espacio habitable que resultarán, serán proporcionalmente más grandes que el crecimiento de la población, pues el nivel de vida, cada vez más elevado, corresponderá a una mayor exigencia de espacio vital por cada individuo, pues ade-

* Las posibilidades de aplicación de los nuevos desarrollos en construcción a tareas urbanísticas, es el tema que ocupa este artículo, con el fin de mostrar cómo la investigación estructural ayudará a resolver las difíciles situaciones que en el último cuarto de este siglo afrontará el urbanismo. Se describirán brevemente estos problemas, así como los demográficos, políticos, económicos y sociológicos que lo afectan directamente. Trata además

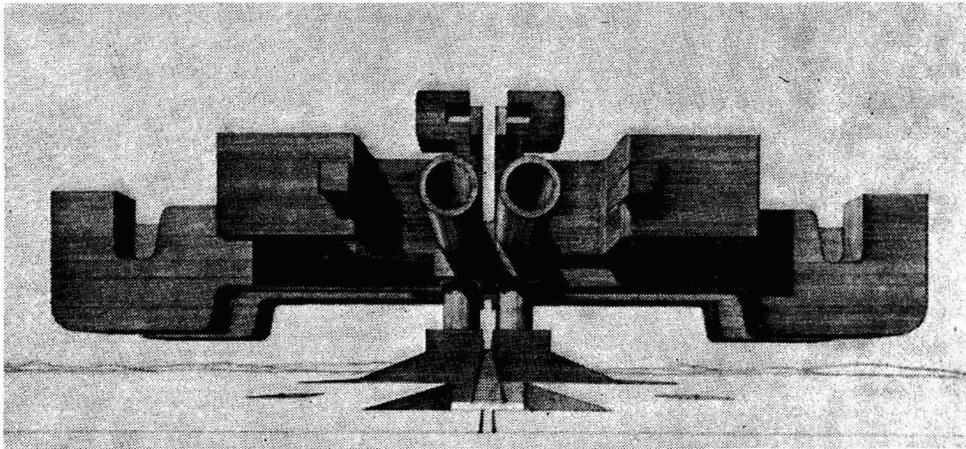
de dar una idea general del criterio con que nuestros técnicos e intelectuales piensan resolverlos.

** Estudios demográficos de las Naciones Unidas, del Fondo Monetario Internacional y del Grupo del Banco Mundial.



Urbanización
maquinista,
utópica

Ficción urbana
en Austria



más de mayores facilidades de transporte, exigirá un segundo apartamento o una casa de campo.

Si no se establece rápidamente una planeación a largo plazo, la proliferación de los fraccionamientos provocará una urbanización abusiva del territorio, formando megalópolis. El rápido aumento del área construida, la escasez de terrenos y la inflación, dan por resultado un encarecimiento de los terrenos, por lo que el ciudadano normal no está en posición de pagar el área necesaria, apareciendo la tendencia a subdividir los terrenos, empujándolos, con lo que se pierde la privacidad de la habitación, que es la ventaja principal de la casa sola que hasta ahora ha sido el ideal humano de habitación y que, al perder su función principal, seguramente desaparecerá.

Desde este punto de vista, las proposiciones que se han hecho últimamente pueden clasificarse en dos grupos. Uno que se ocupa de la situación actual y trata de dirigir el desarrollo a fin de tomar decisiones para un futuro próximo. Dentro de este grupo son interesantes las soluciones de los institutos de investigación que presentan avances tecnológicos y nuevas soluciones urbanísticas. Un segundo grupo busca soluciones a largo plazo que pocas veces son

construibles de acuerdo con el avance de la tecnología. Por esta vía se llega a soluciones utópicas fácilmente criticables por su banalidad; sin embargo, estos proyectos utópicos han servido para estimular la imaginación de los técnicos que investigan en institutos y laboratorios de construcción, y que cada día encuentran soluciones que no hubieran podido encontrarse si sólo se buscara resolver rutinariamente los problemas ya existentes. Lamentablemente, la mayor parte de estos esquemas utópicos tiene bases sin fundamento tecnológico, lo que fácilmente los hace caer en la fantasía o en la banalidad de la ciencia ficción.

Las gigantes superestructuras

Determinados por el factor demográfico, todos los proyectos que se presentan como alternativas de solución tienen en común el diseño de gigantes superestructuras como elementos soportantes de células de habitación fácilmente intercambiables. De esta forma, se está creando un nuevo urbanismo en tres dimensiones o "urbanismo espacial".

Grupo Archigram, Plug-in-City (1964)

La torre *Capsule-Unit* de Warren Chalk es

José Mirafuentes Galván ■ (México) Arquitecto. Investigador del Centro de Investigaciones Arquitectónicas y director del Laboratorio de Estructuras Laminadas de la Escuela Nacional de Arquitectura en la UNAM. Se ha especializado en urbanismo y construc-

ción en diversas universidades europeas. Ha realizado, entre otras obras interesantes, tanto en México como en el extranjero, la cubierta temporal para el patio central del Palacio Nacional. En 1968 recibió la promoción al doctorado en la Universidad de Stuttgart

un rascacielos con un núcleo central de carga. En la parte baja tiene pisos en espiral para estacionamiento y, en la parte superior, habitaciones. Estas están formadas de cápsulas prefabricadas que, después de un determinado tiempo, podrían desecharse y cambiarse por nuevas.

Peter Cook, utilización del método Plug-in para una universidad

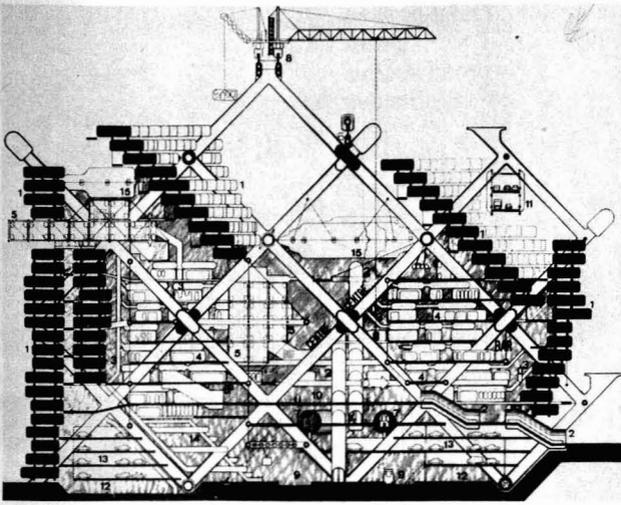
La estructura muestra pilones verticales y tubos diagonales formando una estructura espacial que sostiene un centro de información circular. Las aulas cuelgan libremente y son intercambiables según necesidades. Cuando hace 10 años se presentó este proyecto, la estructura ya era anticuada e irrealizable por el alto costo de los voladizos. Aún la idea de la movilidad de los espacios habitables no es para tomarse en cuenta, pues urbanísticamente la forma de la estructura no es funcional, ya que carece de espacios abiertos como, por ejemplo, terrazas. Sin embargo, el conjunto expresa una idea de aglomeración espacial que influyó en proyectos subsecuentes.

El aumento acelerado de la urbanización ha conducido a la megalópolis

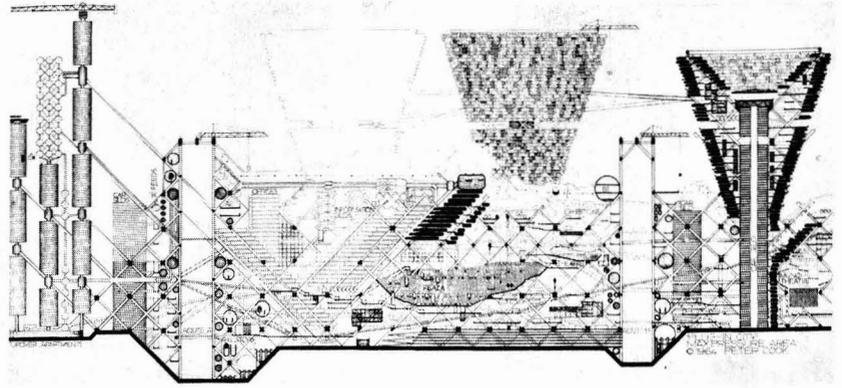
La megalópolis se refiere a la gran faja urbana compuesta por Boston, New York, Filadelfia, Baltimore y Washington, donde la densidad media de población era ya en 1960 de 275 habitantes por km², en 134 000 kms. Por extensión, se llama megalópolis a aquellas regiones densamente pobladas, en las que ciudades de millones de habitantes prácticamente se han unido.

Denis de Rougemont predice: "Para 1980, el continente europeo se habrá vuelto una megalópolis; en promedio, cada cien metros habrá una casa y, a corta distancia, autopistas con seis carriles que permitirán llegar rápidamente de una distancia a otra. La población se concentrará en las regiones del sur, abandonando las ciudades sucias y

con el tema "Posibilidades de aplicación de los nuevos desarrollos en construcción a problemas urbanísticos". El presente ensayo es parte de ese trabajo.



Estructura de la Plug-in-City



Máxima zona de concentración urbana en Plug-in-City

ennebrecidas del norte durante la era del carbón.”*

Estas predicciones son para 1980, demasiado pronto. Sin embargo, ya estamos asistiendo a la formación de estas megalópolis, no sólo en las grandes concentraciones como Londres y París, sino también en la zona del Ruhr: Colonia, Dusseldorf, Bonn, Dortmund, Bochum, Essen, etc.

Consecuencias socio-psicológicas de la megalópolis

Al mismo tiempo que el número de hombres aumenta, dice Gaston Berger, la agitación de los hombres aumenta, su radio de acción aumenta, los contactos que tienen unos con otros aumentan. La presión de un gas depende sin duda del número de moléculas de este gas; si comprimimos un número de moléculas más grande en el mismo espacio, la presión aumentará. Pasa lo mismo con los hombres.**

Problemas económico-políticos

El urbanismo actual está en plena revolución. En nuestro país, le falta autoridad para decidir, programas establecidos y leyes de aplicación. Debemos reconocer que estas tres condiciones se encuentran reunidas en los países socialistas y que nuestro sistema capitalista no ha encontrado todavía el modo de conciliar el interés político y el interés privado.

Desarrollo de la ciudad ***

La ciudad se desarrolla principalmente en las tres formas siguientes: se extiende a la periferia, a los alrededores, formando los suburbios; se multiplica con la aparición de ciudades paralelas y ciudades satélites; se transforma por renovación interna.

Nuevas formas de habitación

Estas nuevas formas o modas de habitación,

concebidas por arquitectos y urbanistas contemporáneos, no favorecen las relaciones sociales entre los ciudadanos, de ahí su fracaso. Entre otras podemos nombrar: la ciudad dormitorio, la zona industrial, el barrio residencial, el conjunto de habitación multifamiliar.

El desequilibrio en el multifamiliar

El multifamiliar, la moda de habitación más popular, presenta una serie de desequilibrios, entre los más importantes: a) el demográfico. No existe separación por edades o entre familias numerosas, solteros o familias sin niños; b) el socioprofesional. Los precios no están al alcance de familias pobres, la clase media alta no se quiere “mezclar” en estos sistemas de habitación, por lo que sólo son habitados por la clase media baja, fomentando división de clases; c) el psicológico. Estos conjuntos dan una impresión de masa material y de sobrecarga humana sin las ventajas de la ciudad. A menudo, a la altura de los edificios se añade un vacío arquitectónico producido por la estandarización y prefabricación, exigencias del bajo costo que suelen traer consigo una mala insonorización y la impresión de ser espiado, además de la falta de equipos colectivos y el aislamiento de la ciudad.

El sociólogo urbano Jean Subillan nos dice: “La ciudad es construida en función de un templo, de una iglesia, del ágora, de la gran plaza, que le dan un sentido. Ciertos monumentos o lugares se imponen a ella y dirigen su estructura general. El ciudadano vive en un mundo que le habla.”

¿Cómo volver a encontrar el simbolismo?

Para evitar la ciudad muda e indescifrable, la ciudad dormitorio, es necesario encontrar un cierto simbolismo, es necesario reconocer la función de un edificio. Para evitar las ciudades dormitorio se podrían integrar algunas industrias “limpias” dentro de la

ciudad. ¿Por qué construir ciudades universitarias en las periferias de las ciudades? ¿Por qué evitar esa gran fuente de animación que son los estudiantes?

Las calles para peatones, un acierto del urbanismo moderno, han probado su eficacia desde hace siglos en Venecia o en la ciudad vieja de San Remo; sin embargo, cabría preguntarse qué parte de animación aporta a la ciudad la circulación de automóviles.

¿Tiene que ser la ciudad moderna una ciudad estandarizada?

Por lo contrario, podemos encontrar la personalidad de una ciudad a través del estudio de sus funciones específicas con respecto a su región, su economía regional, el mercado regional de empleo y su vida cultural regional. Cada ciudad desarrolla una personalidad particular que armoniza con el estado general del desarrollo urbano a través de los estudios de equipos pluridisciplinarios.

¿O se debe desarrollar una nueva teoría cualitativa del desarrollo urbano?

Los resultados sociales en los grandes conjuntos de habitación son producto de una teoría cuantitativa en la que el economista tiene la voz dominante, siguiéndole el urbanista, el demógrafo, el arquitecto y, rara vez, el sociólogo urbano. Sólo a través de un equipo interdisciplinario en que el sociólogo se encargue de crear esta nueva civilización urbana, anteponiendo las relaciones sociales a la rentabilidad económica, podría lograrse que estos conjuntos funcionaran realmente.

Nuevas formas de habitación humana, la construcción en terrazas

Haciendo un breve resumen de la evolución de las formas de habitación, notamos el carácter también evolutivo del urbanismo, y

* Citado del libro de Michel Ragon, *Ou vivrons nous demain?*

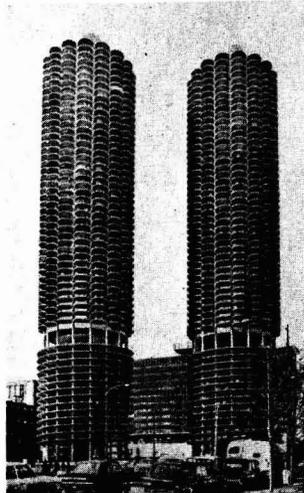
** Citado del artículo de Robert Anzelle “Faut il creer des villes”, revista *Urbanisme*.

*** Jean Louis Subillan, *Essai de Synthèse Sociologique*.



La construcción en hileras

Marina City



Prefabricación global como sistema constructivo



cómo, partiendo de la tradicional ciudad "corredor", se pasa por el error de la construcción en hileras, llegando a la construcción en terrazas y a un urbanismo tridimensional. Los factores que determinaron estos cambios son descritos con gran claridad por arquitectos urbanistas y sociólogos, de cuyos textos reproducimos algunos párrafos.

Sobre la asfixia de los centros de las ciudades, en un mar mineral de piedra, humos y ruido, escribe H. Paul Bahrdt: "...mientras antiguamente convenía que las construcciones de habitación dieran a la calle, ahora es grotesco que las habitaciones estén tan cerca del ruido de la calle, mientras que los talleres, que perturban con su moderna maquinaria productora de ruidos, están situados en tranquilos interiores."

En 1922-25, Le Corbusier presenta el *Plan Voisin* para París, cuyo objeto era terminar con la tradicional calle corredor y evitar la mala distribución de los lugares de habitación y trabajo. En este proyecto, el 5% del área es construida y el 95% es libre. Los rascacielos cruciformes permiten una super densidad de 3 200 habitantes por hectárea y por primera vez se presenta una solución del tránsito a multi-niveles.

Esta solución, mal comprendida y peor imitada, se degenera en forma y contenido,

originando la construcción "en hileras" y las "ciudades dormitorios".

Sobre la construcción en hileras escribe Fritz Jaspert: "El desarrollo de la construcción en hileras en los años veinte trajo algunas ventajas, especialmente luz y aire a las habitaciones; el principio fue adoptado en todas partes. Desgraciadamente, se exagera a causa de una imitación sin ideas propias. Así se ven ahora esas hileras iguales, en lugar de la variabilidad de las antiguas construcciones; si bien higiénicamente son mejores, formalmente son monótonas."

La construcción en hileras es ya un problema urbanístico

Georges Candilis nos dice: "La aplicación de la Carta de Atenas por gentes que veían únicamente la receta y no el espíritu, ha provocado la confusión y el desorden en nuestros planes actuales de urbanismo. Las funciones de la Carta de Atenas: habitar, trabajar, circular y cultivar el cuerpo y el espíritu, tomadas separadamente, han tenido por resultado el uniformizar las condiciones de evolución de los establecimientos humanos, privándolos de sus fuerzas creadoras. Atravesando Francia, Alemania o Italia, se descubre al infinito el mismo

aspecto uniforme y desolado de edificios colectivos en "cuadritos de azúcar", bloques de edificios, testigos tristes, elementos aislados de la vida, yuxtapuestos sin ninguna relación con lo que existía ni con lo porvenir."

La separación de las funciones habitar-trabajar, al excluir las industrias de estos conjuntos de habitación, excluye también muchas pequeñas empresas comerciales que no pueden sostenerse solamente del comercio con los inquilinos y marchan de nuevo a la ciudad; tras ellas vuelven los habitantes de los nuevos conjuntos urbanos, perdiendo éstos así su vitalidad, volviéndose aburridas ciudades dormitorios. Sin embargo, el habitante de la ciudad no puede pagar el elevado costo de los terrenos en la ciudad para construir una "casa sola", por lo que tiene que vivir en edificios altos. No obstante, exige las comodidades de la habitación unifamiliar, especialmente los espacios abiertos propios, con privacidad. Así nace la idea de construir la habitación en terrazas.

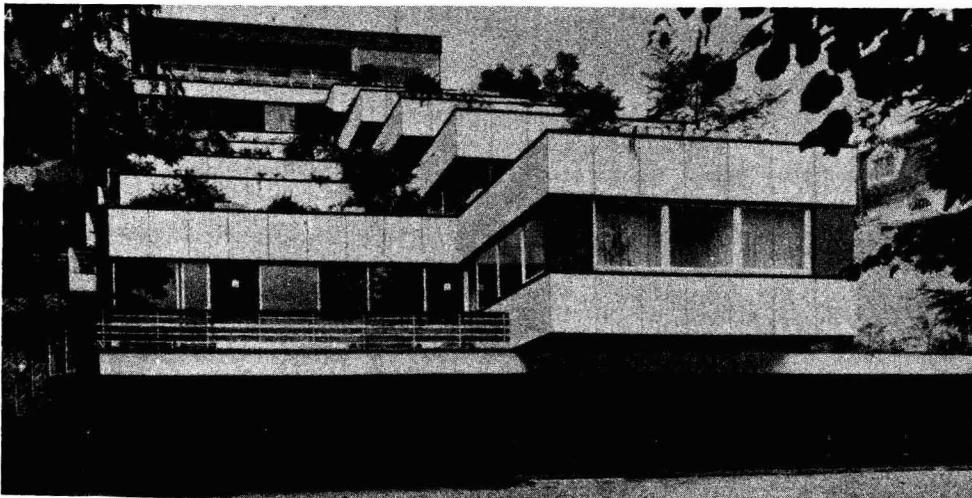
Marina City

Un claro ejemplo de esta evolución de las formas urbanas son los rascacielos en terrazas "Marina City" en Chicago. Sin embargo, se prefieren los proyectos con terrazas "a cielo abierto", pues permiten un mayor asoleamiento de las habitaciones.

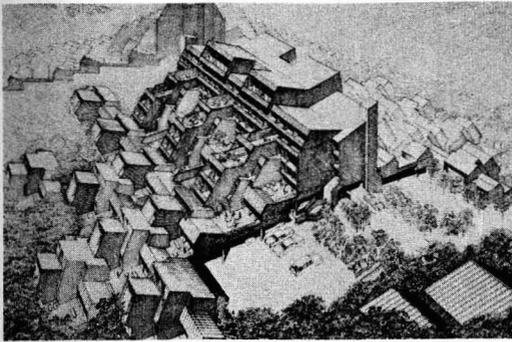
Wohnhügel en Marl (Colina de habitación en Marl, Alemania)

Con la colina de habitación se trata de lograr la forma ideal de vivir, reuniendo las ventajas de la casa sola y las del edificio en niveles, lo cual permite construir habitaciones en los sobrevaluados terrenos de la ciudad densamente poblada.

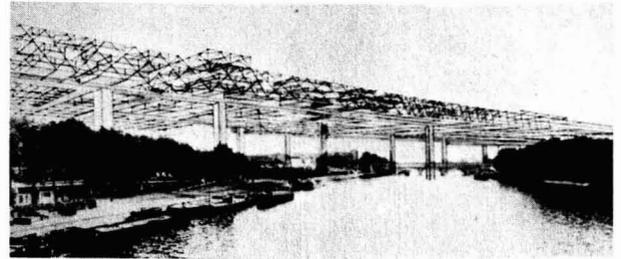
Siguiendo este criterio se construyó un edificio con terrazas escalonadas en un terreno plano, formando así la llamada "colina de habitación". Los bordes de las terrazas están dotados de jardineras con



Wohnhügel en Marl
(Colina de habitación en Marl, Alemania)



**Habitaciones en terrazas
en las colinas
de Stafford Harbor**



París espacial

plantas de ornato y flores, pues, debido al limitado espacio de las terrazas en este proyecto, no es posible la construcción de un jardín. La forma inclinada del edificio evita sombras, lo que permite un máximo asoleamiento de las habitaciones y mayor privacidad, pues evita la vista de los departamentos superiores sobre los inferiores. Bajo la colina de habitación se localiza el estacionamiento, lo que evita las molestias en las horas del reposo por vecinos que llegan muy tarde o salen muy temprano.

Si bien los proyectos de "construcción en terrazas" ofrecen grandes valores de habitación como privacidad, suficiente espacio de habitación, espacios al aire libre, y localización en la ciudad o cerca de ella, les falta la libre distribución del espacio habitable que sólo puede ofrecer la casa sola; por eso los nuevos proyectos buscan llenar, además, un nuevo valor: la construcción adaptable.

Habitat 67, el ejemplo más completo en construcción de terrazas

La idea dominante de este proyecto de Mashe Safdie tiende al objetivo sociológico de todos los *clusters*, que es el retorno de los habitantes al centro de la ciudad, restaurando un sentido de comunidad y proporcionando al mismo tiempo el espacio y la privacidad que se tiene en la casa sola de los suburbios. Se ofrece una terraza jardín a cielo abierto en cada una de las habitaciones del conjunto; hay terrazas para juegos en común y otros servicios, integrados a los amplios balcones que constituyen las "calles de peatones", climatizadas por medio de una cubierta translúcida que las protege de nieve y viento. Todas estas terrazas están bordeadas de cajones con plantas y flores. Se procuró también integrar el tránsito de automóviles con las circulaciones verticales que conducen a las "calles de peatones" situadas a cada 4 niveles. El proyecto original incluía 900 habitaciones en 2 bloques separados; el mayor estaba constituido en

forma de terrazas escalonadas, que se encontraban en su cúspide, formando así un triángulo equilátero con el piso. La modificación de este proyecto proporcionó una mejor orientación y una diversificación en volumen y en función, a través de elementos perfectamente repetitivos. El objetivo técnico de un *cluster* es explotar la producción en masa de estos elementos repetitivos dentro de un sistema estructural para la construcción de habitaciones. En *Habitat 67*, 354 de estos elementos permitieron construir 158 habitaciones de 15 tipos diferentes. Se localizó en la zona portuaria, a fin de sanearla y revalorizar el terreno, llevando la ciudad hasta el borde del río Saint-Laurent.

Prefabricación global como sistema constructivo

Estos cajones de concreto armado se colaron en el suelo en un molde de acero altamente mecanizado. El concreto se hizo fraguar rápidamente por medio de vapor. Los cajones, que pesan de 70 a 90 tons., se transportaron a la fábrica de montaje para recibir equipos, instalaciones y acabados, y se elevaron a su lugar en el conjunto por medio de una gigantesca grúa viajera.

Habitaciones en terrazas en las colinas de Stafford Harbor

Diseñada por el Arq. Paul Rudolph, se construye al sur de Washington una ciudad para 30 000 habitantes, en forma de terrazas, aprovechando la pendiente natural de las colinas. Stafford Harbor está siendo construida en etapas.

París espacial

Este proyecto de Yona Friedman propone triplicar la densidad de habitación de la ciudad. Partiendo de que la ciudad actual continuará siendo el centro de atracción, es necesario construir ahí el más grande número

posible de habitaciones. Lo esencial del proyecto consiste en la construcción de nuevos barrios, encima de la ciudad, de manera que ésta y sus barrios conserven su carácter actual. Estas construcciones deberían elevarse sobre los barrios que se encuentran situados entre los anillos de los bulevares interiores y exteriores y sobre algunas partes de la ciudad central (barrio de Les Halles, bulevar Sebastopol, etc.). Lo que Friedman no toma en cuenta es que aún cuando técnicamente fuera posible construir estas gigantescas estructuras espaciales, los apoyos no podrían estar tan distantes como él lo supone, y la contaminación no sólo visual del espacio haría imposible la vida al nivel del piso.

Sistema espacial de construcción

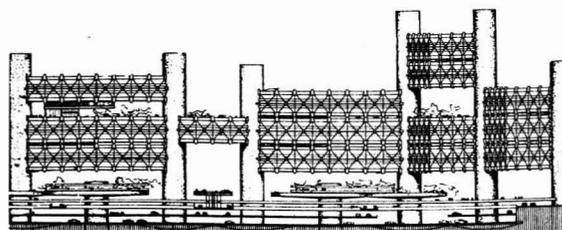
Al igual que Kenzo Tange en su plan para Tokio, Arata Isozaki propone estructuras puente, formadas por gigantes pilones, entre los cuales teje una armadura espacial. Técnicamente, la construcción de estas armaduras es posible, como lo muestran los hangares para jumbo-jet construidos por Makowski. Sin embargo, económicamente son aún utópicas.

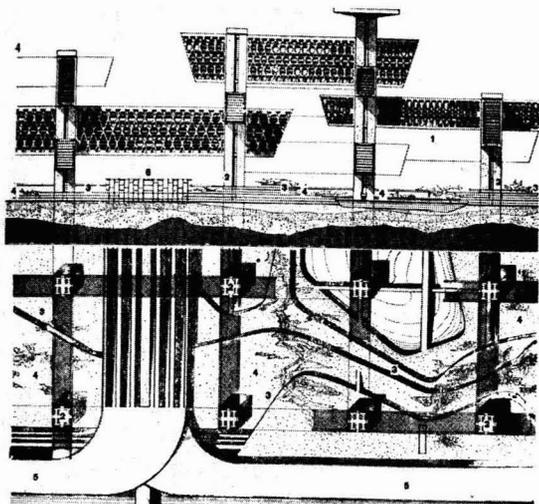
Cluster en el aire

Este *cluster* es un desarrollo ulterior del sistema anteriormente propuesto, una unión de columna-núcleo central. En el sentido urbanístico se propone como un proyecto para sanear la ciudad de Tokio. El núcleo de acceso y sustentación está provisto de brazos en voladizo, de los que se cuelgan las células de habitación. En el sentido constructivo, se trata de una adopción de sistemas tradicionales de construcción; esto es, la construcción de los antiguos templos en Japón o la adición vertical de las pagodas japonesas.

La analogía es sólo válida en cuanto a la forma, pues el autor olvida el cambio de escala de estas construcciones. El momento

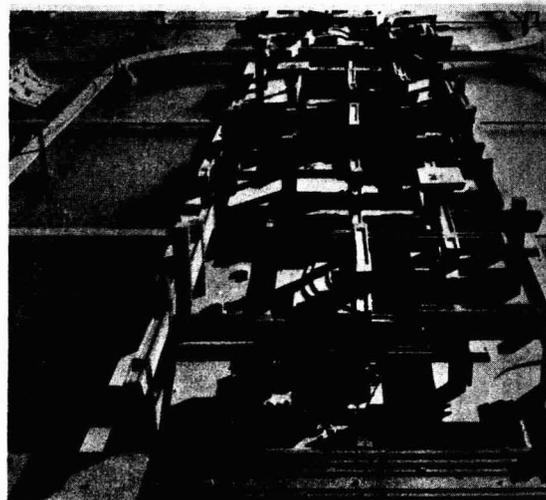
**Sistema espacial
de construcción**





1. Edificios de oficinas
2. Acceso vertical
3. Zonas de aparcamiento
4. Plaza
5. Vía rápida
6. Nudo de tráfico

Un plan para Tokio



provocado por un brazo en voladizo, aún contrarrestado por otro simétrico, provocaría un esfuerzo cortante en la base del pylon, que sería antieconómico construir.

Un plan para Tokio

En 1960, Kenzo Tange diseñó este proyecto, que no tiene nada de utópico. Propone un desarrollo lineal, cuyo eje llega a atravesar la Bahía de Tokio. La faja central del eje consta de una red de carreteras orbitales a varios niveles. A cada 200 metros se erigirán torres de acceso y servicios, dispuestas entre los vértices de los cuadrados, que unirían los distintos niveles. Entre las torres se construyen las plataformas como gigantescas armaduras espaciales, para dar cabida a las oficinas y edificios gubernamentales. A los lados de este eje se proyectan los edificios colgantes de habitación en terrazas. Estos bloques de viviendas se diseñarían como barrios autosuficientes.

Stadt bau system, de Doernach, Lenz y Schulze-Fielitz - Sistema de construcción urbana

Este sistema debería hacer posible cualquier ordenación urbanística. Se propone un esqueleto de acero, cuya utilización queda

abierta a cualquier uso. Esta estructura contiene todas las instalaciones, como agua, drenaje, gas, electricidad, etc. Las células de habitación en plástico se colocan en la macroestructura y se conectan a las instalaciones. Las células (subsistema) son construcciones espaciales (dimensiones: 2.8 x 3.6 x 7.2 m). Tienen la ventaja de una alta calidad de prefabricación, se aumenta la productividad y se reduce el trabajo en la obra; para tener mayor variabilidad del tipo de habitación se coordinan las medidas con un sistema de placas para ampliaciones, muros divisorios, además de elementos adicionales como células húmedas, escaleras, balcones, *loggias*, etc. Este proyecto, que desde 1965 se viene estudiando en modelos y prototipos, no tiene nada de utópico; por el contrario, representa un esfuerzo por lograr la flexibilidad en el diseño y la adaptación a las nuevas formas de habitación en un futuro próximo.

Proyectos de construcciones colgantes de Heinz y Bodo Rasch - La utopía realizada

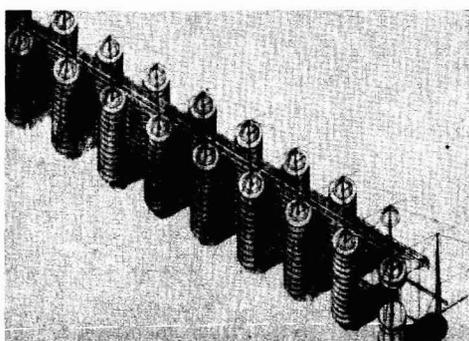
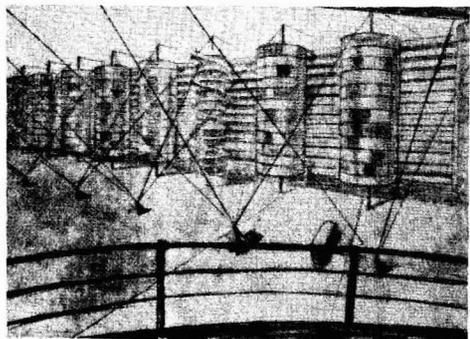
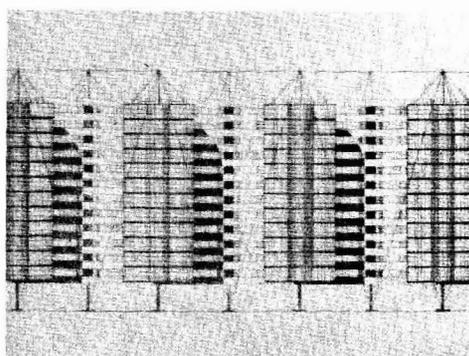
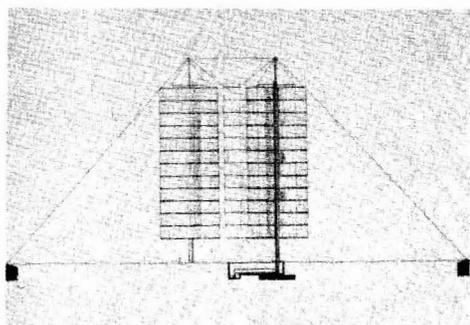
Las construcciones colgantes tienen ahora un lugar destacado en la arquitectura contemporánea. Baste citar la cubierta de las instalaciones olímpicas en Munich, la alberca y gimnasio olímpicos en Tokio y el

pabellón alemán en la *Expo 67* en Montreal. Sin embargo, no sólo se utiliza en grandes cubiertas, sino también en edificios altos. Tenemos excelentes ejemplos en la ciudad de México. Parecería que todos son desarrollos de la arquitectura contemporánea, lo cual es erróneo, pues ya en 1927 Heinz y Bodo Rasch diseñaban una serie de proyectos de edificios colgantes. Lo sorprendente en estos proyectos es el dominio del sistema constructivo entonces totalmente nuevo.

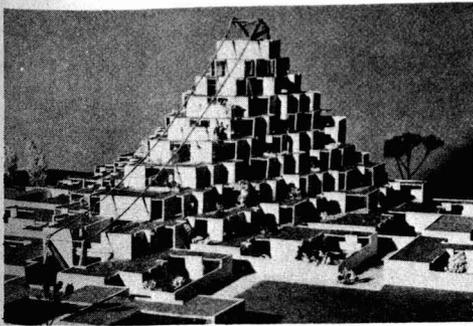
Cada edificio cilíndrico de 12 pisos y 15 metros de diámetro cuelga de un mástil central formado por un tubo de acero de 1.50 m. de diámetro, que está pretensado por cables a 45 grados, formando triangulaciones. Los pisos son de viguetas de acero que cuelgan de un anillo sobre el piso superior, con tensores a cinco metros del mástil. Cada piso es una unidad de habitación que consta de baño y cocina, situados junto al mástil. El tubo sirve como ducto de ventilación. Cada edificio así formado se va uniendo a otros similares. Cada 12 mástiles hay un agregado con escaleras, elevadores y demás servicios. El nivel del piso queda libre para circulaciones y jardines.

Investigaciones para un hábitat colgante

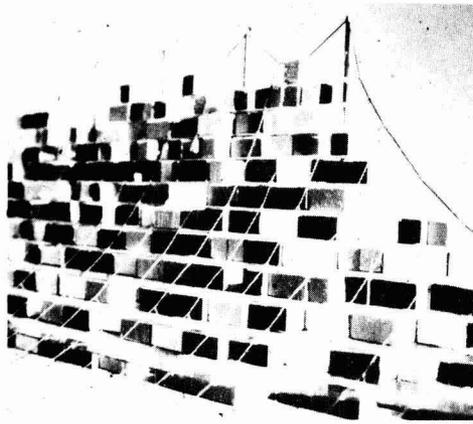
El sistema constructivo presforzado de hábitat en Montreal es ya un poco atrasado si lo comparamos con la colina habitable de Gernot Minke, que presenta las siguientes características: el volumen general del edificio permite prolongar cada alojamiento al exterior hacia un jardín terraza, tiene nueve pisos y 52 departamentos repartidos en diez tipos de 23 a 130 m² y que pueden modificarse, puesto que todos los muros pueden cambiar de lugar fácilmente. Todas las viviendas están orientadas hacia el sur. Aunque la prensa especializada ha acogido con mucho entusiasmo este proyecto, aún existen dudas sobre la factibilidad de su realización: ¿Cómo puede una colina entera, formada de casas unifamiliares, colgarse



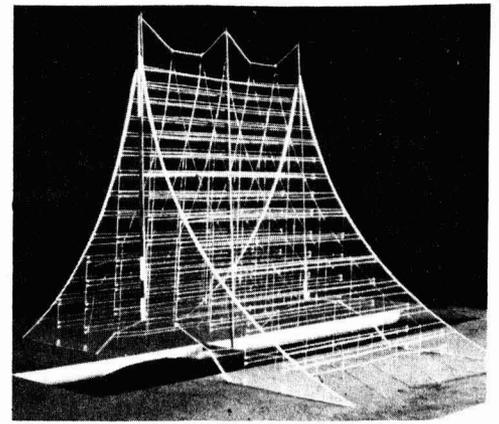
Proyectos de construcciones colgantes de Heinz y Bodo Rasch - la utopía realizada



Investigaciones para un habitat colgante



La Academia de Medicina de Ulm por Frei Otto



de cables, sin que la estructura se mueva? ¿Qué pasaría si un cable se rompe? La respuesta a estas preguntas es lógica: una construcción colgante se estabiliza de la misma manera que una construcción normal apoyada en el suelo. En las estructuras de cualquier edificio alto normal, todas las columnas deben estar dimensionadas de manera que puedan resistir la compresión sin flexionarse; cada punto de intersección de la estructura debe ser lo suficientemente rígido de manera que no pueda moverse del punto fijado. Las mismas condiciones son válidas para una estructura colgante. Para una estructura formada por una red de cables, como este hábitat colgante, cada sección del cable debe estar diseñada de manera que pueda resistir las cargas que se presenten. La estructura consiste en un sistema de redes de cables de acero, pretensadas y espaciales, y la transmisión de los esfuerzos dentro del sistema se efectúa de la siguiente manera: todas las cargas de los pisos se dirigen hacia los cables principales y se apoyan en un mástil de 35 m. de altura, a través de un sistema de cables secundarios.

La academia de medicina de Ulm, por Frei Otto

Uno de los edificios colgantes mejor estudiados hasta la fecha, es el proyecto de Frei Otto para un conjunto hospitalario. La solución permite realizar el edificio por etapas, pues toda la estructura se apoya en mástiles centrales que se pueden ir añadiendo; aun ya terminada la estructura no es necesario esperar a que el edificio esté totalmente terminado para empezar a poner en servicio algunas secciones, pues está diseñado con el sistema de cajones intercambiables y adaptables. Esta estructura admite una gran diversidad de células, respondiendo así a numerosas exigencias particulares, aun los cubos de escaleras y elevadores se pueden disponer en el lugar que se prefiera.

El sistema es una red de cables de acero

pretensada que se apoya en nueve mástiles de acero ligeramente inclinados, con una altura de 68 metros. La superficie cubierta es de 15 000 m² en el suelo y de 420 000 m² en la red. Llenados completamente los espacios, tiene una capacidad de 1 150 camas, además de grandes espacios libres para estacionamientos, auditorios, circulaciones, etc. Además, por su forma, permite grandes terrazas jardinadas donde sean necesarias.

En tanto que se trata de un proyecto pagado, Frei Otto pudo diseñar este edificio con todos sus detalles constructivos, en los que participó el autor de este artículo, quien pudo constatar la fineza del detalle, llevado a su máxima perfección, como se puede ver en los modelos estructurales y arquitectónicos.

Edificio colgante en la India

El National Design Institut ha diseñado un edificio colgante que consiste en una serie de plataformas, sostenidas en el centro por el mástil y en sus extremos por cables que bajan de la parte superior del mástil y se anclan directamente al terreno.

Este proyecto es muy similar en su contenido urbano al proyecto de los arquitectos Frey y Schmidt para una "habitación total". Bajo este nombre, ellos proyectan una serie de pisos en forma de terrazas, sobre las cuales cada comprador construirá la casa a su gusto. Con los materiales que prefiera y la disposición de acuerdo a sus necesidades, podrá cubrir la terraza con un toldo de lona, si así lo desea. Esta es una reacción contra los departamentos uniformizados por la prefabricación tipo "barraca de cuartel". La gente, al poder construir sobre estas terrazas, libremente, en el "estilo" que le gusta, produce una "arquitectura popular" muy interesante.

La investigación estructural en la actualidad

Los institutos universitarios de investigación

se han adelantado muchos años a los proyectos comerciales de las oficinas de arquitectos e ingenieros. El arquitecto Richard Larry Medlin ha realizado estudios muy completos sobre edificios en tensión en la Washington University de St. Louis Missouri.

Estudios preliminares y diseño de una red de cables

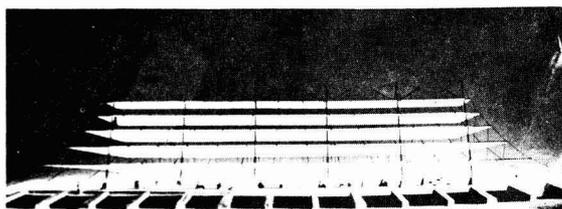
Se realizaron estos estudios para investigar las posibilidades estructurales de varias configuraciones de membranas y redes de cables tridimensionales. Dos de los estudios, la adición de superficies anticlásticas entre ejes comunes y la adición de superficies anticlásticas por variación del anclaje en las bases, arrojaron información sobre la tensión superficial de la membrana y sobre la orientación de la red. También indicaron la técnica a seguir para variar la configuración geométrica con el uso de cables de relinga y un anclaje continuo en la base. Un estudio de las superficies sinclásticas unidas lateralmente resultó en un modelo extremadamente resistente a las deformaciones por la carga viva.

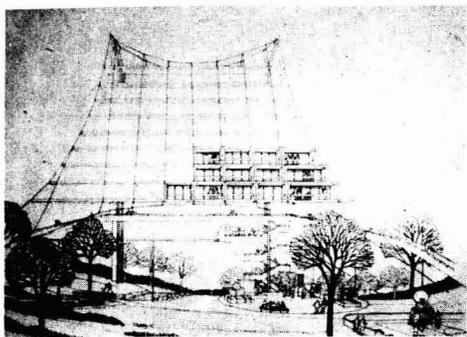
Proyecto Ford-Times / Holiday Village

Al arquitecto Medlin se le encargó diseñar un edificio en tensión (colgante) con las siguientes características: localizado en un parque nacional, no debía alterar el terreno ni dañar árboles ni jardines; debería tener fácil acceso sin pavimentar carreteras, y el edificio destinado a hotel debería tener grandes terrazas a cielo abierto.

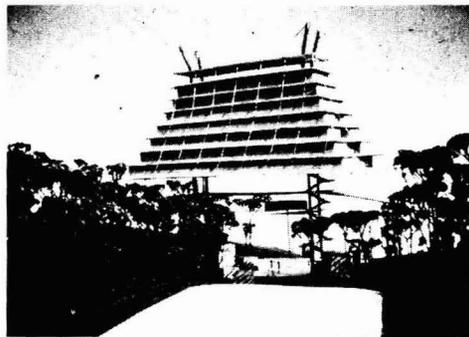
Este proyecto lo realizó aplicando las investigaciones anteriormente citadas, construyendo un edificio constituido por una red de cables de acero, formada por dos superficies sinclásticas unidas lateralmente, y que se apoya en dos mástiles en la parte superior y se ancla en un cable de relinga en la parte inferior, logrando de esta manera tocar el suelo sólo en 4 puntos.

Edificio colgante en India





Proyecto Ford Times / Holiday Village



¿Monoclima o Policlima?

Las habitaciones son cajones prefabricados que se insertan en la red y se llega directamente al edificio por un monorriel.

Aplicación del sistema espacial de redes de cables para la remodelación de Clayton, Missouri

Clayton es una comunidad urbana en rápida expansión. Su crecimiento provocó importantes problemas en las actividades de la comunidad, por lo que se le encargó al arquitecto Medlin un estudio de diseño urbano, unidades residenciales, áreas de peatones, establecimientos comerciales, oficinas y servicios recreativos; todo lo anterior íntimamente interactuado para lograr una área que tuviera un medio ambiente vivo las 24 horas del día.

En este proyecto, los mástiles que sostienen la red se abren en dos grandes ramas unidas paralelamente por cables de relinga. Cuando se unen dos edificios de este tipo, se forma entre ellos una calle de peatones con posibilidad de ser cubierta y climatizada.

La ventaja de apoyarse en sólo unos cuantos puntos permite que estos edificios puedan ser construidos sobre el lago, abriendo interesantes posibilidades urbanísticas.

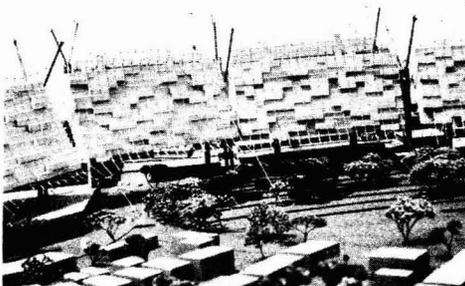
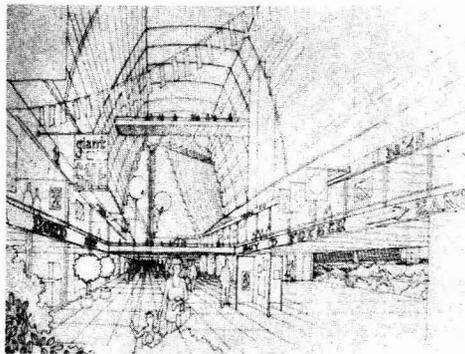
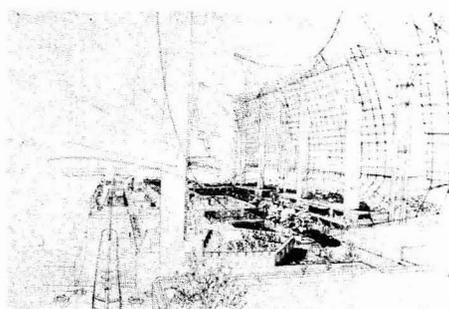
¿Monoclima o policlima?

El dilema de climatizar toda una pequeña ciudad, creando un monoclima o construir a la intemperie, teniendo así un policlima, es una falsa proposición al problema. Tal dualidad no existe. La climatización de áreas definidas es el producto de una investigación y proyecto arquitectónico-urbanístico.

El proyecto de Richard Buckminster Fuller, de climatizar todo el centro de Manhattan con una cúpula transparente, si bien es técnicamente realizable, económicamente es imposible. El excelente ejemplo de su cúpula geodésica en la *Expo 67* en

Montreal, por la que pueden circular monorrieles, era en esa época el máximo de claro para una cúpula geodésica climatizada, desde el punto de vista económico. El climatrón de St. Louis Missouri y la cúpula Geodésica en Oaxtepec, Morelos, son magníficos ejemplos de las posibilidades de este sistema estructural.

En regiones donde el cambio de estaciones va acompañado de cambios extremos en la temperatura, el ser humano exige el acondicionamiento de locales para prorrogar el verano, llegando hasta la posibilidad de nadar y asolearse durante el invierno. El gran centro de recreación "Sommerland" en Akashima, cerca de Tokio, responde a estas exigencias. Cubre un claro de 162 x 81 m. Es una comunidad de recreación con alberca, jardines de palmeras, restaurantes, etc. Está cubierto con una construcción de tubo de acero recubierta con placas de fibra de vidrio y resina poliéster.



Sin embargo, cada vez son indispensables estructuras más grandes, como en el proyecto de Frei Otto para cubrir el puerto de Bremen, en donde se alcanzan un kilómetro y medio de largo por 380 metros de ancho. Este proyecto no tiene nada de utópico, y desde el punto de vista económico evitaría las enormes pérdidas por mercancía que se echa a perder bajo la lluvia y pago de salarios caídos de estibadores en el invierno. De las muchas posibilidades que se presentaron para resolver este problema, sólo el sistema constructivo por medio de redes de cables de acero resultaría económico: alrededor de 500 pesos por metro cuadrado.

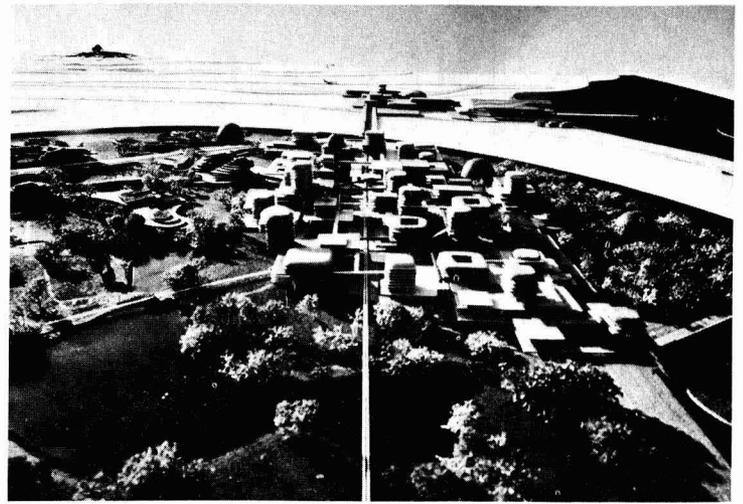
La idea de climatizar una ciudad entera sólo se justifica en regiones de temperatura extrema, como es el caso del complejo residencial en Norilsk, Siberia. Aún aquí se climatiza solamente el barrio sudoeste, por medio de pirámides de varias capas, formando bloques interiores de habitación para 2000 personas cada pirámide.

La ciudad en el ártico

Un equipo internacional está trabajando en el proyecto de erigir una ciudad en el ártico con un clima artificial. La ciudad está situada bajo una membrana transparente inflada, la cual, sin soportes interiores, cubre un área de 3 kilómetros cuadrados y encierra un clima que corresponde a las condiciones europeas. Los cálculos para la estructura soportante, que tiene un claro récord, fueron realizados por la firma de ingenieros Ove Arup y socios, de Londres. Los problemas radicalmente nuevos en planeación urbana están siendo resueltos por Kenzo Tange con la Urtec, en Tokio. El estudio Warmbronn (Stuttgart, Alemania) con Frei Otto y Ewald Bubner, es responsable de la coordinación central del proyecto.

Se piensa con esto lograr un prototipo para ciudades bajo cubiertas que regulan el clima. Puede adaptarse para una gran va-

Aplicación del sistema espacial de redes de cables para la remodelación de Clayton, Missouri



riedad de condiciones geográficas. El proceso constructivo es el siguiente: Primero se construyen los cimientos circulares, entonces se extiende la membrana, ya unida totalmente, y se infla con aire. A continuación se procede a la construcción de la ciudad dentro del área protegida. La envoltura tiene la forma de una cúpula muy plana, con un claro libre de dos kilómetros y una altura de 240 metros. Consiste en una estructura de doble capa de membrana transparente, dentro de la cual hay una red de cables de fibra poliéster, especialmente preparado e impregnado. El domo debe ser capaz de resistir tormentas severas, y su forma previene la acumulación de nieve: ésta se colecta en un amplio cinturón alrededor de la estructura.

Autopistas conectan la ciudad con sus alrededores, así como con el puerto y el aeropuerto. La ciudad puede acomodar de 15 000 a 45 000 habitantes. De manera similar, un sistema de transportación para el tráfico de peatones conecta las áreas de recreación, residencia y administración. Aparte de los servicios culturales y sociales que son necesarios en una comunidad urbana, existen provisiones especiales para ventilación y para protección contra fuegos y catástrofes. Dos niveles de piso interconectados unen todos los edificios de la ciudad. A través de estos niveles de piso se conduce por tuberías el aire fresco y se saca el aire usado. Una red de calles para el abastecimiento de mercancías se localiza en la región herméticamente sellada del aire usado. Una planta atómica provee de electricidad, y su agua de refrigeración, después de haber sido calentada, se usa para mantener el puerto libre de hielo y para calentar el aire fresco polar, el cual se toma a una altura de 300 metros, ventilando todos los edificios de la ciudad al distribuirse en todos los espacios abiertos. Al mismo tiempo, el aire es el elemento soportante de la estructura. Sin embargo, la ciudad no tiene un clima interior estéril. La influencia del clima externo puede sentirse dondequiera.

Las condiciones exteriores se alteran elevando la temperatura tanto como sea necesario. Ambas, la temperatura y la humedad, fluctúan, y se evita que el piso se hiele. El aire en la ciudad es fresco y saludable. El aire usado se expelle a la atmósfera. La ciudad es tranquila. Las banquetas móviles se deslizan silenciosamente. Todas las superficies sobre las que se camine estarán alfombradas con fieltro de aguja. Los árboles, siempre verdes dentro de las áreas diseñadas por la arquitectura del paisaje, tienen un efecto amortiguador de ruidos. La vegetación cubre todos los espacios abiertos y todos los techos sobre los que no se camine. Existe un lago con un jardín botánico, pájaros y animales. En el "día", durante el largo invierno polar, una brillante lámpara de sol eléctrica se mueve a lo largo del domo, de acuerdo con el ritmo diario. La luz continúa durante el verano polar y se amortigua con velas móviles. El objetivo de la planificación es hacer la vida soportable

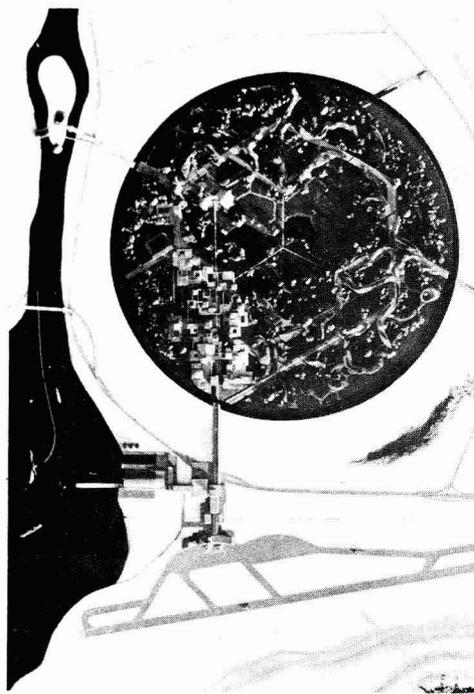
y aun atractiva en tan desoladas regiones. En la actualidad, muchas colonias se están estableciendo en el Norte de Canadá, Alaska y Siberia.

En los próximos 12 años se terminará la primera de estas ciudades. El costo de esta cúpula tan especial será de 1 500 a 2 200 pesos por metro cuadrado. Debido al enorme tamaño, se reducirán los precios que actualmente fluctúan entre 1 750 y 7 500 pesos por metro cuadrado en cubiertas que oscilan entre los 70 metros de claro. Puesto que el terreno no cuesta nada en el ártico, el costo, incluida la cúpula, será el mismo que en condiciones europeas. La duración de la red de cables será aproximadamente de 100 años, mientras que la de la membrana transparente es menor, pero puede ser remplazada rutinariamente sin pérdida de presión de aire.

Los primeros pasos para la realización de este proyecto ya han sido dados. Un estudio muy documentado sobre estas gigantes envolturas ha sido publicado por el Instituto de Estructuras Laminadas Ligeras en sus series de información.

La idea tiene una historia muy larga. Ya ha pasado la fase de las ideas utópicas. El principio de las estructuras soportadas neumáticamente ha sido ya ampliamente probado por los *radomes* de Walter Bird en Alaska y Canadá.

Los cálculos detallados en Inglaterra están ya terminados, así como los problemas de construcción urbana y del comportamiento humano en tales áreas, que han sido terminadas en Alemania y Japón. Los avances de las firmas constructoras alemanas (Somayer Krupp, L. Kleyer) son bien conocidos en todo el mundo por la construcción de las obras precursoras en redes de cables de acero: el pabellón alemán en la *Expo 67* en Montreal y la cubierta de las instalaciones olímpicas en Munich, así como la cubierta del pabellón norteamericano en Osaka, el cual fue planeado por especialistas americanos y construido por firmas japonesas.



La ciudad en el Ártico