

# PLANIFICACION UNIVERSITARIA: UN MODELO TEORICO

Proyecto de Investigación de LAND USE AND BUILT FORM STUDIES de la Universidad de Cambridge, Nicholas Bullock, Peter Dickens, Phillip Steadman.

De la revista "Official Architecture and Planning". Abril, 1968.

TRADUCCION: R. M. L.

En el contexto de la actual controversia sobre la estructura financiera de la Universidad, de la preocupación estatal acerca de la eficiencia con que la Universidad hace uso de los terrenos y locales universitarios, y la escasa satisfacción de la propia Universidad acerca de la manera en que se distribuyen y asignan los fondos para edificios y equipamiento, se hace sentir una clara y neta necesidad de contar con una base teórica firme que permita una discusión racional acerca de la capacidad de uso y distribución de recursos universitarios. En la Universidad de Cambridge hemos estado estudiando, los dos últimos años, la relación entre la población universitaria, la superficie edificada y el uso de los terrenos universitarios referidos a la situación de nuestra propia universidad, aunque con la asesoría de personal académico de otras universidades y con el patrocinio del Departamento de Ciencia y Educación.

Para ello, hemos creído necesario la elaboración de un modelo teórico de la planificación física de la universidad, modelo similar a aquellos utilizados por economistas en investigación operacional y principalmente un modelo, en desarrollo en los Estados Unidos, para uso de la planificación urbana.

Las características esenciales de tal modelo deberían ser aquellas que permitieran establecer una serie comprensiva de relaciones matemáticas entre los diversos parámetros que afectan los aspectos físicos de la

planificación universitaria. Estas relaciones deben estar basadas en primer lugar en los mecanismos de la expansión universitaria en la forma que operan actualmente.

La función elemental de un modelo matemático es “explicar” en algún sentido la situación actual; pero despojada de muchas de las complicaciones irrelevantes que aparecen siempre en casos específicos. Así, el modelo es en primer lugar **descriptivo**. El funcionamiento del sistema actual debe ser cuidadosamente estudiado y esto lo hemos hecho tanto para un gran número de edificios y terrenos universitarios como para esquemas particulares de enseñanza en la Universidad de New-Castle y en la Escuela de Economía de Londres.

Una vez que se considere que el modelo representa adecuadamente las relaciones entre las variables, su valor real estará dado por su capacidad de **predecir** por medio de la proyección de las variables. Puede en tal caso presumirse que la tendencia actual continúa o que algunas de las variables pueden ser controladas o planificadas. En el primer caso hablaremos de un modelo predictivo y, en el segundo, de un modelo de planificación (planning model). El control de las variables puede entonces efectuarse con el conocimiento de las implicaciones que las diferentes decisiones, sean ellas académicas, sociales o arquitectónicas, tengan sobre el sistema universitario global. De este modo pueden evitarse los inconvenientes de la planificación parcializada.

Un modelo matemático de los aspectos físicos de la Universidad puede servir entonces, no sólo para describir el uso actual de edificios y terrenos sino que puede proporcionar una información mayor que la habitualmente disponible sobre su capacidad potencial y sobre las consecuencias físicas del aumento de la población universitaria. La demanda de matrículas excederá seguramente los cálculos efectuados por Robbin, en 1963, en más de 100% para 1968. A pesar de que los presupuestos universitarios se han duplicado en los últimos cinco años, la demanda de admisión continúa subiendo y hay por lo tanto una creciente necesidad de que las universidades usen más eficientemente sus instalaciones. En este contexto, un **modelo** del estado futuro de la Universidad proporcionará la base necesaria para decidir sobre localización (urbana, suburbana o rural); determinará las consecuencias de disgregar la enseñanza en diferentes sedes o de separar la docencia de la investigación, y por último permitirá predecir la cantidad futura de acomodación necesaria para los nuevos métodos docentes o las nuevas unidades de residencia estudiantil.

La naturaleza matemática del modelo y la cantidad de antecedentes que entran en operación hacen particularmente necesario el uso de computadoras.

### **Los Peligros de la sub-optimación.**

Existe una considerable cantidad de información sobre planificación universitaria elaborada por y obtenida de diversas fuentes. Desgraciadamente su utilización no es siempre posible o útil por tratarse generalmente

de antecedentes sin relación entre sí y cuya coordinación se hace prácticamente imposible.

La Universidad de Cambridge ha establecido un comité ad-hoc con el fin de asesorar al grupo financiero en la planificación de edificios específico, principalmente en el desarrollo de un sistema de análisis de costos que puedan dar normas específicas sobre las cuales basar las decisiones consiguientes. Tal comité ha avanzado considerablemente en el estudio de vivienda universitaria, bibliotecas, campos deportivos, comedores estudiantiles y uso de prefabricación en edificios universitarios a través de la definición del concepto de costo-límite.

Hemos obtenido asimismo una gran información general provenientes de trabajos en elaboración tanto por parte de otras universidades como de firmas privadas ejecutantes de planes de desarrollo universitario. El detalle de esta contribución podría extenderse largamente; sin embargo, su valor relativo no alcanza a ser relevante por tratarse de estudios aislados cuya generalización y aprovechamiento se hace dudosa. Aunque perfectamente consistentes en sí mismos, ellos pueden fallar al no considerar los efectos de parámetros no ligados directamente a ellos y consecuentemente, no siendo utilizables como información para la optimización más general.

Para poner un ejemplo, la adquisición de un terreno y el costo de capital de el edificio que se construirá en él, son actualmente considerados como dos transacciones separadas. Así, un edificio en altura o un edificio de gran densidad de construcción, son considerados en términos de costo-límite, en la misma forma que un edificio bajo o extendido sin consideración al costo del terreno ahorrado. Similarmente el capital y los costos de mantención, o, el costo del edificio y el de su equipamiento incluido el costo de salarios del personal académico, son tratados separadamente.

Se podría imaginar un edificio, aparentemente excesivo en términos de espacio utilizable, pero que hubiese sido diseñado de tal manera que permitiera una reducción del personal no académico de tal manera que la diferencia de salarios pudiera compensar largamente el costo del edificio. Del mismo modo, podría realizarse un esfuerzo desmesurado tratando de reducir el espacio destinado a salas de clases (lecture rooms) por una reorganización de los horarios docentes, pero con el resultado de una necesidad adicional de espacio para laboratorios que, espacio por espacio, tiene un costo mucho mayor.

Sería absurdo imaginar que con recursos limitados y en corto tiempo, pudiera abordarse la totalidad de los estudios que un modelo comprensivo requiere. Sin embargo creemos que las ventajas de una perspectiva amplia son suficientes para compensar el hecho de que en algunas áreas la información no esté todavía suficientemente elaborada.

Creemos importante enfatizar la diferencia entre el proceso general de ejecución del modelo, por definición del marco de referencia de los parámetros y de sus relaciones, y el proceso específico de formulación de un plan para resolver un caso particular dando a los parámetros valores definidos. Cada parámetro está dado dentro de una cierta variación, en ningún caso se trata de índices ideales propuestos.

El modelo no está diseñado para casos particulares, sino para de-

mostrar los efectos de una variable sobre otra y para señalar las consecuencias de las diferentes decisiones en cada etapa. Estas decisiones, por ejemplo, sobre modalidades de enseñanza, sobre índices de acomodación o de recreación, son claramente de responsabilidad de los planificadores y administradores universitarios y de los arquitectos que ellos designen.

### **El modelo.**

Escapa a la índole de este artículo describir en detalle el gran número de factores y de inter-relaciones que aparecen en el modelo que proponemos. El Diagrama general que se acompaña, corresponde a una simplificación del modelo y señala en un nivel esquemático las relaciones entre diversos factores. Algunas de estas relaciones aparecen expresadas en forma matemática, particularmente los horarios de períodos docentes, aunque el propósito es llegar a expresar absolutamente todas las relaciones en forma numérica. En el Diagrama General, no aparece sin embargo el tipo ni el valor de estas relaciones. La forma que estas relaciones pueden adoptar aparece descrita más adelante.

El Diagrama General no debe ser confundido con ningún sistema de paso crítico **C. P. M.** en el cual pueda señalarse una secuencia definida. Nuestro modelo permite examinar relaciones entre dos elementos cualesquiera y proceder enseguida en cualquier dirección dentro del diagrama.

Aunque el modelo aparece diseñado para las necesidades de una Universidad en particular, el número de estudiantes que ingresan a la Universidad cada año puede verse en relación con el sistema educacional del país en forma general. Los Modelos Educativos, tal es como el que se encuentra en desarrollo en la Escuela de Economía de Londres, pretenden predecir los requerimientos de educación superior o la cantidad de mano de obra especializada requerida a nivel nacional.

Sin embargo, aunque es posible predecir el número total de plazas universitarias requeridas, no existe ningún proceso sistemático que relacione estas cifras con las solicitudes de cada una de las universidades nacionales. Los estudiantes tienen absoluta libertad de acción para seguir cualquier curso en cualquiera Universidad.

Del mismo modo, las universidades tienen libertad, dentro de sus posibilidades financieras, para ofrecer cualquier tipo de cursos o para expandirse hasta el límite que ellas mismas decidan.

Si entramos a considerar hasta qué punto las universidades deberían tener libertad en este tipo de materias, aparecen algunos importantes puntos de controversia. Sin entrar a considerar por el momento este tipo de factores, esperamos que el modelo que proponemos pueda asistir, tanto a las universidades como al gobierno central, en la evaluación de políticas alternativas de expansión.

Considerando por tanto que un número de estudiantes que siguen cursos diferentes constituyen claves de nuestro modelo, será necesario en primer lugar calcular la superficie edificada que tal población requiere. Este cálculo puede adoptar tres formas diferentes. El primero de ellos

implica considerar el uso de las salas de clases, salas de seminario, laboratorios y otros espacios en los cuales, a horas fijas, se desarrollan diversas actividades. La organización académica más amplia y compleja, puede siempre traducirse en estructuras de cursos con grados variables de complicación. Muchos cursos presentan la típica estructura "árbol" en la cual el número de estudiantes se ramifica en grupos progresivamente más pequeños que corresponden a especializaciones dentro del tema general. Estos cursos pueden incluso traslaparse dependiendo de las posibilidades de elección de cursos diversos o de las mayores posibilidades de especialización.

P. N. Toye, del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Cambridge, ha elaborado un programa de computación que entrega programas-horarios tomando en cuenta el número y tamaño de los grupos, la estructura de los cursos y el número de horas disponibles para la docencia.

Pueden incluirse además una serie de variables adicionales tales como incompatibilidad de horarios de profesores, horas fijas para cierto tipo de cursos, límites de uso de algunos recintos provocados por la estructura física de los locales, etc.

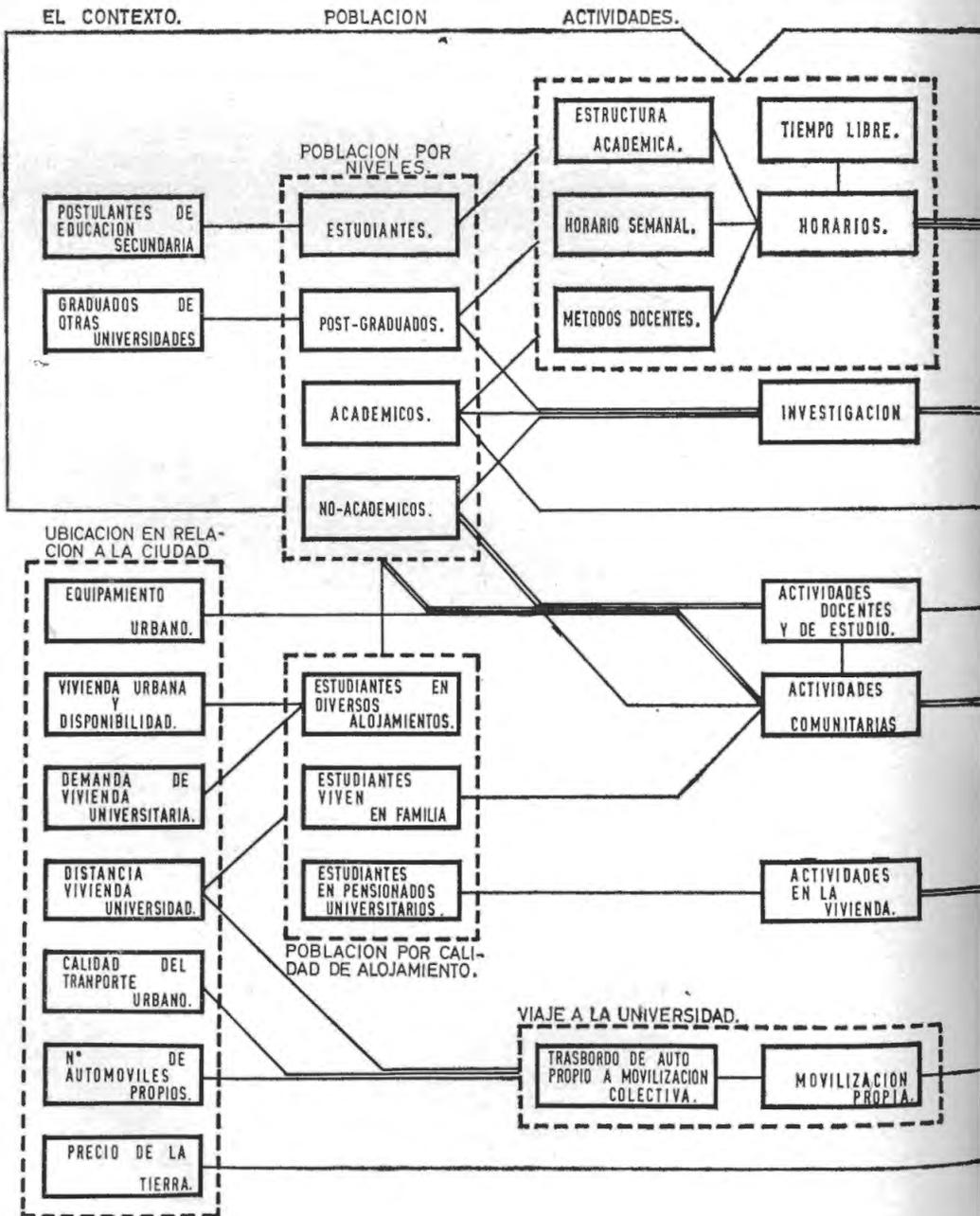
En estos casos es posible, con la inclusión de índices alternativos de uso del espacio y medidas antropométricas, calcular directamente la superficie y equipo requerido para diversos esquemas docentes.

Esta parte del modelo es de tipo general y constituye una herramienta exploratoria para determinar experimentalmente la apropiada intensidad de uso del espacio para diferentes estructuras académicas y docentes antes que recurrir a informaciones derivadas de otro tipo de organizaciones.

El segundo tipo de cálculo de superficie está basado en una relación directa superficie —población sin consideración a las posibilidades de uso múltiple del espacio por una o más personas. Tal tipo de espacio "pertenece" al ocupante que puede utilizarlo indistintamente a diversas horas del día. Ejemplos de esta clase lo constituyen las salas de investigadores, salas de profesores o estudio-dormitorio. En estos casos, la superficie total es producto de la población y de los índices de uso del espacio. Estos últimos dependerán del número de personas que utilicen esos espacios: las salas de investigadores o los recintos de dormitorio pueden acomodar una o más personas.

El tercer tipo de cálculo está basado en descripciones de tipo estadístico y su uso es aconsejable en aquellos casos en que no existe una relación directa entre la superficie de piso y la población o en casos en que no es posible simular la estructura de actividades porque no corresponden a lo que comúnmente entendemos por actividad docente. Por ejemplo, en los laboratorios de investigación de las ciencias puras, la relación entre población y superficie de piso puede aparecer singularmente complicada. La investigación en estos campos requiere el uso de una gran cantidad de equipo especializado y las actividades mismas están sujetas a frecuentes y a menudo imprevisibles cambios. Esto último ha sido confirmado a través del estudio del crecimiento físico de dos departamentos

# PLANIFICACION UNIVERSITARIA : UN MODELO TEORICO.



## FORMA DE EDIFICIOS

## EVALUACION

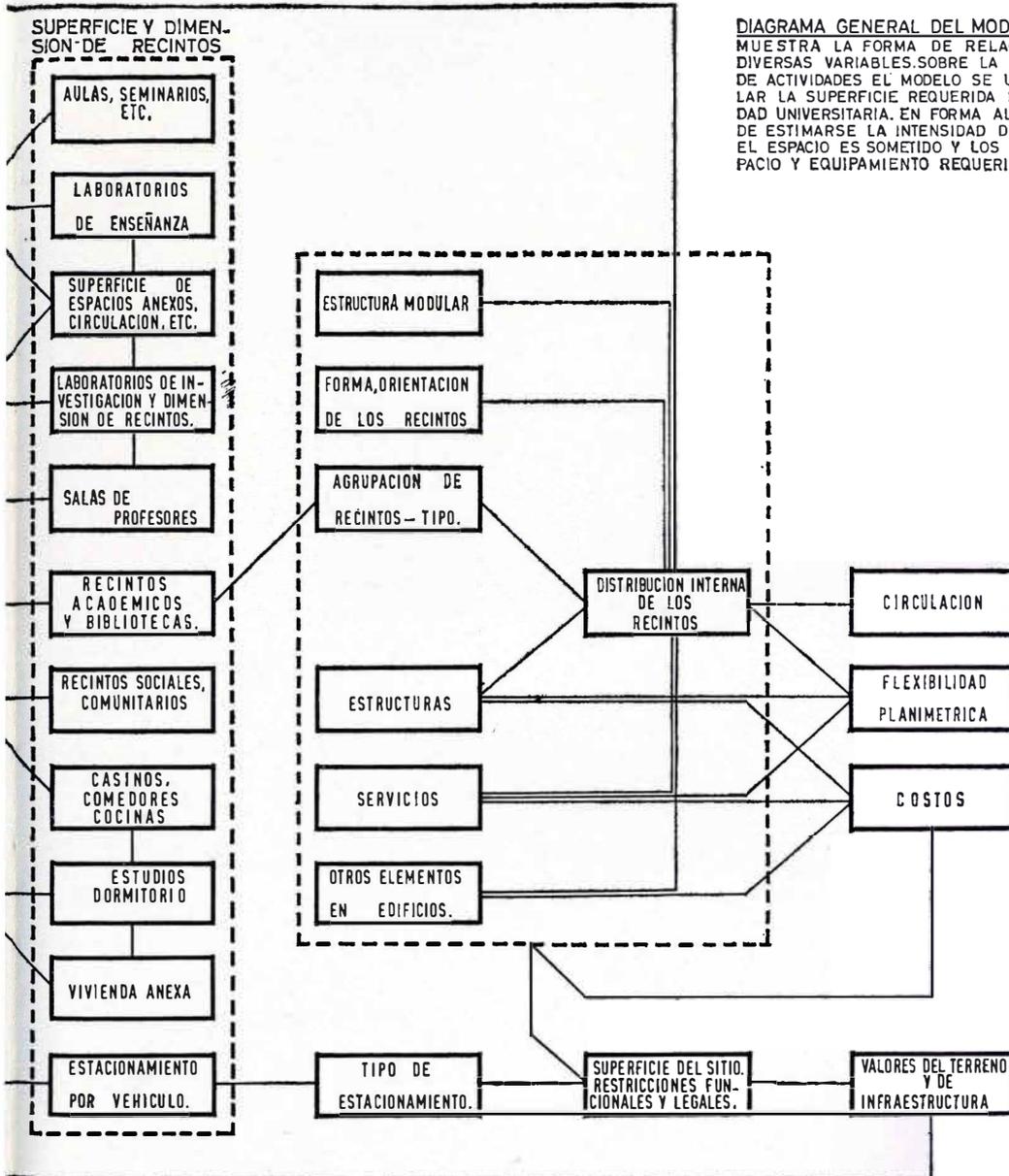


DIAGRAMA GENERAL DEL MODELO TEORICO.  
 MUESTRA LA FORMA DE RELACION DE LAS DIVERSAS VARIABLES. SOBRE LA BASE DE TIPOS DE ACTIVIDADES EL MODELO SE USA PARA CALCULAR LA SUPERFICIE REQUERIDA POR LA ACTIVIDAD UNIVERSITARIA. EN FORMA ALTERNATIVA PUEDE ESTIMARSE LA INTENSIDAD DE USO AL CUAL EL ESPACIO ES SOMETIDO Y LOS INDICES DE ESPACIO Y EQUIPAMIENTO REQUERIDOS.

de ciencias puras. En estos casos hemos dependido, para nuestro modelo, de la información existente en lo que se refiere a la cantidad de espacio necesario para cada categoría.

Este tipo de técnica está limitado a un papel puramente descriptivo y sus resultados no pueden extrapolarse más allá de los límites de la situación existente.

En otras áreas de la universidad, tales como equipamiento de tipo social o bibliotecas, la estructura de actividades, a semejanza de los laboratorios de investigación, es mucho más variada que en la docencia corriente. En estos casos existe la complicación adicional de detectar los efectos que localizaciones alternativas pueden producir en el uso de estos elementos.

Para superar las limitaciones del sistema estadístico, introduciendo a la vez factores de localización, esperamos poder diseñar un modelo probabilístico que pueda servir de base para el cálculo de superficies de estas áreas.

### **Nueva estructura de la docencia.**

El detalle del modelo descrito está basado en las formas tradicionales de impartición de docencia universitaria, forma y tipo de aulas y uso de ellas tal como lo conocemos al presente. La forma en que el modelo puede adaptarse a cambios sustanciales en este orden está todavía por estudiarse.

Algunos cambios serán naturalmente, más de grado que de forma, tal como el año académico de cuatro unidades (terms) o docencia en escuelas antes que en departamentos. El modelo no requerirá de cambios fundamentales para estos casos pero ante cambios estructurales mayores, como la necesidad de acomodarse al uso amplio de la máquina de enseñanza (teaching-machine) o de los elementos mecanizados en bibliotecas (mechanical aids), deberá procederse a cambios en la estructura del modelo. Del mismo modo, la adopción de los circuitos cerrados de televisión, localizados probablemente en las áreas de residencia universitaria, producirá efectos considerables en la estructura de actividades dentro de la universidad y en la de los viajes hacia y desde la Universidad.

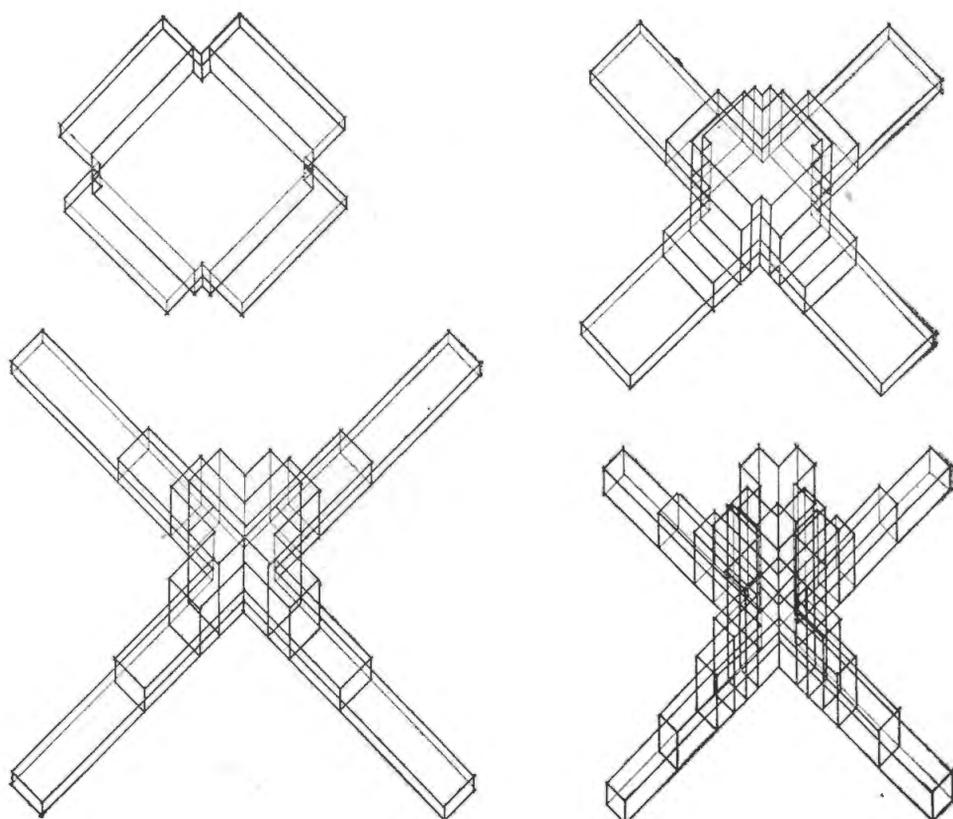
Por el momento, cualquier conclusión sobre las implicaciones de tales cambios se encuentra en el terreno de las conjeturas, aunque la experiencia americana podría entregar algunas indicaciones útiles.

Por otra parte, la velocidad del cambio no es tan vertiginosa que pudiera impedir la puesta al día del modelo. De hecho las cuantiosas inversiones en edificios realizadas por las universidades constituyen un factor de inercia en el proceso de renovación.

### **De la disposición y forma de los edificios.**

El paso siguiente consiste en examinar las implicaciones de pla-

nificar el área total requerida en diversas formas o disposiciones de edificios. Cualquier intento de análisis exhaustivo es obviamente imposible. Sin embargo, para demostrar algunos de los principios en juego a una escala menor, hemos elaborado variables de diseño para un departamento de ciencias puras con un número de 1.000 alumnos y su personal académico y no académico. Reconociendo las economías considerables en términos de superficie de un programa centralizado, en contraposición a una rígida estructura departamental, y considerando la posibilidad de otras formas de organización además de la departamental, tal como la estructura co-



**FIG. 2.— Simulación de formas alternativas de edificios**

El diagrama señala modelos de superficies totales para un departamento "tipo" de la Universidad.

Se ha mantenido invariable el ancho del edificio variando la longitud, número de pisos.

El modelo permite estudiar formas alternativas de edificios reduciendo a un mínimo la superficie predial necesaria. A un nivel más avanzado pueden introducirse cambios tanto en la distribución de los recintos como en los sistemas estructurales y de servicio.

legiada, o incluso casos extremos como el de la Universidad de Illinois que agrupa todos los recintos de un tipo en un solo edificio, (todos los laboratorios juntos, todas las aulas juntas), sin consideración de la disciplina a que sirven, hemos preferido con fines de simplificación, concentrarnos en la estructura del departamento que resulta fácilmente operativa.

Utilizando las técnicas descritas anteriormente se ha preparado un esquema de organización apropiado para un programa tipo de actividades docentes, adoptando algunos criterios sobre modalidades de enseñanza, índices de utilización del espacio y la infra-utilización del equipamiento docente.

Las áreas así obtenidas son superficies netas, ya que la relación entre superficie neta y superficie global que incluye circulaciones y otros espacios generales, varía en cada caso según sean las modalidades de diseño.

Con fines de simplificación se ha adoptado un pequeño número de bloques rectangulares elementales. Estos bloques se han trabajado manteniendo invariable la dimensión de uno de sus lados y variando la otra dimensión y la altura que representa el número de pisos.

En todos los casos la superficie neta de piso permanece constante con un idéntico grado de acomodación docente, aunque los edificios mismos oscilen entre la simple estructura de un piso y el bloque de diez pisos de altura. Este limitado número de edificios representa para nuestro propósito una parte de una gama mucho más extensa de posibilidades. El próximo paso será investigar otro tipo de formas que puedan resultar apropiadas.

Un ejercicio similar se ha desarrollado para estudiar los efectos de la variación de índices (space-standards) en los edificios de residencia de estudiantes. En estos casos se ha variado sistemáticamente tanto los índices de acomodación como la forma de los edificios y los sistemas constructivos. Las variaciones en los índices reflejan aproximaciones alternativas al tipo y tamaño de los elementos sociales tales como salas de reunión, pensionados, departamentos de estudiantes con sus células estudio-dormitorio, además de los elementos anexos

Se han estudiado asimismo formas alternativas para elementos comunitarios centrales (casinos, comedores, etc.), como variables dependientes de las relaciones vivienda-sede universitaria o bien sede universitaria-servicios urbanos centrales.

La variación en los métodos constructivos permite comparar el tipo de construcción usado generalmente por las autoridades locales en vivienda y aquel que se utiliza normalmente en vivienda universitaria.

El análisis comparativo de costos es particularmente importante ya que como regla general es difícil generalizar a este respecto. Los costos de un edificio tienden en general a ser consubstanciales con el edificio mismo, variando con las condiciones locales, competencia en el mercado, diversos tipos de terminaciones, etc. En nuestro caso, el standard de terminaciones varía también sistemáticamente. Las condiciones de resistencia del terreno se mantienen invariables a fin de que los costos de funda-

ciones sean comparables y, desde el momento en que los edificios se proyectan en detalle nuestras comparaciones de costos son perfectamente ajustadas a la realidad.

Existen todavía otras comparaciones por hacer, por ejemplo, relación entre perímetro y superficie y, por tanto, relación entre recintos con ventanas al exterior y recintos interiores. Esto último redundaría en problemas de calefacción, iluminación y ventilación de los edificios y por consiguiente en los costos de mantención. Una vez que se han diseñado los recintos en detalle, puede procederse al estudio de las superficies de circulación generadas por ellos en función de los horarios de uso. Para ello hemos elaborado un programa aplicable a diferentes diseños de edificios y estructuras docentes.

Los movimientos peatonales fuera de horarios son difíciles de predecir aunque la simulación probabilística de actividades, mencionada anteriormente, puede servir de pauta a este respecto. Las máximas sollicitaciones ocurrirán naturalmente en los intervalos entre clases y por comparación el movimiento fuera de los edificios puede aparecer como escaso o esporádico.

Con respecto al uso de la tierra pueden hacerse comparaciones importantes, tanto en el terreno ocupado por los edificios como en el uso de la tierra circundante. Esto implica además el estudio de sombras proyectadas por los edificios sobre estructuras vecinas y el uso de modelos para medición de la luminosidad interior en recintos cuyas distancias se varían sistemáticamente.

El estacionamiento de vehículos es un índice importante en el uso del suelo y el número de plazas requeridas será consecuencia de la población universitaria, profesores y alumnos, y de la forma de uso de los edificios durante el día.

La simulación de formas alternativas de edificios, distribución de recintos, acomodación de servicios y sistemas estructurales, puede convertirse en un complicadísimo problema si se realiza "a mano". El número de ejemplos, posibles de considerar, se reduce notablemente. Del mismo modo, la evaluación de alternativas de costo, circulación, uso de la tierra, etc., pueden requerir de considerable tiempo si se pretende abarcar una escala amplia de posibilidades. Por estas razones, se encuentra en elaboración por parte de personal del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Cambridge, un modelo de simulación de formas alternativas de edificios para ser procesado en computadora.

Al mismo tiempo se trabaja en la preparación de programas de simulación de los procesos de diseño de recintos universitarios que pueden conducir posiblemente al diseño "automatizado" dentro de una trama modular de acuerdo a un sistema de "bandas" de recintos concebidos en disposiciones geométricas elementales. La elaboración posterior de estos programas puede incluir la introducción de detalles constructivos tanto internos como externos, posición de columnas, circulaciones verticales, ubicaciones de ventanas, etc. Esperamos continuar más adelante con la integración a nuestro modelo de programas existentes de cálculo estructural que permita ampliar el criterio de evaluación.

### **La escala urbana.**

La etapa final del modelo comprende una aún rudimentaria representación del contexto urbano de la Universidad, que muestra la distribución de la población universitaria en la ciudad en relación con los centros docentes y de investigación, valores comparativos del terreno y cánones de arrendamiento en diferentes sectores, además de la red general de tráfico.

La proyección del número de vehículos particulares permite predecir con cierto grado de certeza el volumen de tráfico generado por la población universitaria, (de acuerdo a los esquemas de actividades desarrollados anteriormente), el costo total del transporte universitario y las necesidades de estacionamiento.

Sobre esta base será posible establecer comparaciones de costos y las ventajas de la localización universitaria en diferentes sedes. Hasta el momento se han hecho estudios sobre la localización actual de la residencia universitaria en varias ciudades. Para tres casos seleccionados de localización urbana, sub-urbana y rural, se han efectuado las comparaciones de sus respectivos esquemas de transporte diario a la universidad así como el de sus esquemas de transferencia entre el transporte privado y público.

El modelo no ha sido diseñado para representar una secuencia única de operaciones y el proceso general que hemos reseñado debe interpretarse como circular e inter-activo y puede ser utilizado para establecer el potencial de cierto terreno o de un grupo de edificios en términos de población o de actividades docentes.

Finalmente el modelo es dinámico en el sentido de que puede acomodarse al creciente número de estudiantes, cambios en el esquema de actividades o alteraciones en los índices de acomodación o espaciales tanto si se trata de un aumento de superficie como de la transformación de edificios existentes.

De este modo, el desarrollo físico de la Universidad puede ser encarado en relación con todos los factores sociales y académicos implicados.