

00163

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
ESCUELA NACIONAL DE ARQUITECTURA
UNAM

1981

1e)
2

PERSPECTIVA MODULAR/
APLICADA AL
DISEÑO ARQUITECTÓNICO

tésis para obtener el grado de
maestro en arquitectura
con especialidad en
diseño arquitectónico.



TOMÁS GARCÍA SALGADO



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria
Introducción
Resumen

PRIMER CAPITULO

- 1.1 Postulados**
- 1.2 Definiciones**
- 1.3 Modelo Matemático de la Red Modular**
- 1.4 Movimientos de Cuerpos Geométricos en el Espacio**

SEGUNDO CAPITULO

- 2.1 Uso de la Red Modular 1**
- 2.2 Uso de la Red Modular 2**
- 2.3 Uso de la Red Modular de Coordenadas Projectivas**
- 2.4 Uso de las Reglas RM25 y RM50**

TERCER CAPITULO

- 3.1 Aplicación del Método RM por Calculadora Programable**
- 3.2 Aplicación del Método RM para Estudios de Secuencia**
- 3.3 Aplicación del Método RM en Obras de Arquitectos Mexicanos**

8

MARIA DE LOS ANGELES SALGADO

INTRODUCCIÓN.

El estudio de la perspectiva al igual que de otras ramas del conocimiento, está orientado a indagar sobre sus bases teóricas y a buscar formas de aplicación más prácticas y sencillas. En el particular caso del presente estudio, el objetivo central fué enfocado a cubrir tres aspectos: Investigación, académico y de aplicación profesional.

INVESTIGACIÓN.

Desde los primeros trabajos de Alberti, Viator y Dürer, hasta los actuales que se realizan con el auxilio de dispositivos computarizados, la perspectiva ha sido motivo de estudio, de polémicas y controversias; mientras algunos autores la consideran ciencia aparte, otros la catalogan como parte de la geometría proyectiva, otros más la entienden como un apéndice de la geometría descriptiva.

Los principios de la perspectiva fueron establecidos en el Renacimiento, variando éstos relativamente poco hasta la actualidad, de tal manera que los métodos hasta hoy divulgados tienen su origen en el Renacimiento, y las diferencias entre ellos no son conceptuales sino que varían en aspectos de procedimiento, como en el caso del método vectorial. Su característica principal estriba en considerar necesarios los puntos de fuga para la deducción perspectiva, lo cual ha propiciado uno de los errores más notables y propalados, al establecerse los procedimientos de deducción perspectiva comúnmente llamados a *un punto de fuga, dos puntos de fuga y tres puntos de fuga*. Según el método Red Modular, dichos procedimientos sólo son aplicables para el caso de cuerpos geométricos paralelogramáticos, siendo por lo tanto limitados para resolver cualquier caso de perspectiva.

El método de perspectiva Red Modular (RM) comenzó a ser planteado en 1968. En 1973 la ENA/UNAM publicó su primera

versión; a partir de esta fecha se inició una siguiente fase de investigación cuyo resultado es el objetivo del presente trabajo. Intentar formalizar el método RM fué el objeto a partir de una sola premisa: Resolver cualquier caso de perspectiva. La estrategia metodológica fué ajustándose en las distintas etapas de trabajo según sus planteamientos, cuestionamientos y deficiencias; en algunas ocasiones imperó el principio de *no contradicción*, en otras la búsqueda *acierto-error*, en otras más la *libre exploración*, siendo éste último el más fecundo y adecuado para cumplir con la premisa establecida.

El método RM no es ajeno a las aportaciones de Alberti, Viator, y Dürer; tampoco lo es a la geometría proyectiva o descriptiva, y mucho menos lo es a los actuales métodos computarizados. RM intenta aportar nuevos conceptos para enriquecer el conocimiento de la perspectiva, aún entrando en contradicción con los establecidos. Hablar de uno y solamente un punto de fuga, es suficiente para despertar la polémica; introducir el concepto de Límite de Campo Visual, es suficiente para cuestionar a los métodos tradicionales.

ACADÉMICO.

El conocimiento que surge como producto del trabajo de investigación, requiere de una presentación didáctica para poderse transmitir a otros, y para ello que mejor que la cátedra y la palabra impresa. Siendo la investigación uno de tres objetivos básicos de la universidad, aparte de la enseñanza y la extensión de la cultura; resulta pues primordial correr la aventura de sentarse a escribir, de intentar presentar ordenadamente los resultados obtenidos, de afirmar y demostrar aquello que esté probado y fundamentado, de señalar los vínculos con otras áreas del conocimiento, todo esto con el rigor científico que debe portar cualquier trabajo de investigación.

El objetivo académico con que se orientó el presente trabajo, consistió en presentar su contenido de tal manera que fuese accesible su consulta y que por consecuencia también lo fuese su aplicación. En los actuales planes de enseñanza, la perspectiva es considerada como una herramienta eventual en el campo del diseño arquitectónico. Sin embargo, durante el desarrollo de nuestro trabajo encontramos que su aplicación es más amplia, que puede ser un elemento de apoyo en el proceso de diseño mismo. Los actuales enfoques metodológicos del diseño, exigen precisión en la elaboración de modelos arquitecturales, lo cual obliga a que su transformación en imagen perspectiva también lo sea, de tal manera que ésta cumpla su misión dentro del proceso de diseño. La gran mayoría de estudiantes y arquitectos construyen proyecciones perspectivas a ojo o a *sentimiento* sin poder calcular con exactitud los espacios que estudian, lo cual es indispensable para emitir juicios de diseño.

Es posible que el método RM tomado como una disciplina que permite *calcular espacios*, ofrezca al estudiante de la carrera de arquitectura principalmente, una herramienta de utilidad en su formación. Con esta idea didáctica se presenta el contenido del estudio, dividido de tal manera que su acceso sea fácil a la vez que comprensible.

PROFESIONAL

La perspectiva aplicada profesionalmente adquiere un sentido distinto a partir de su aparición en programas de computación; se descubre su utilidad no sólo como un medio de producir imágenes semejantes

a las captadas por la visión humana; sino como un medio para verificar diseños; como en el caso del trazo de carreteras, vías urbanas, proporción de volúmenes arquitectónicos, simulación de cuerpos en movimiento, etc. Anteriormente la perspectiva fué usada con fines artísticos para dar una idea gráfica de algo, sin hacer uso recurrente de ella como un elemento más en los procesos de diseño; más bien su función llevaba la intención de ilustrar ideas para atraer al cliente o impresionar al jurado de equis concurso.

El enfoque de aplicación profesional dado al método RM, busca en primer término ofrecer una herramienta de auxilio al alcance de los arquitectos, diseñadores, ingenieros y urbanistas; por ser la representación perspectiva necesaria en sus actividades. Para cubrir las distintas demandas se pensó en que RM pudiese ser aplicado por distintos dispositivos y procedimientos, de tal manera que para algunos profesionales resultase más útil a sus necesidades el uso de las redes RM1/RM2; para otros las reglas RM25/RM50; para quienes manejan matemáticas tal vez les sea más sencillo grabar el programa para calculadora, en la inteligencia que la elección que se haga dependerá tanto del usuario como de la demanda de representación perspectiva que tenga. Cualquier dispositivo que se elija aproximará el mismo resultado.

Profesionalmente RM no inhibe el sentido artístico con que se puede dotar un determinado trazo, al contrario, favorecerá su resultado deseado al aproximarlo a su posible realidad edificatoria, con la ventaja de haber sido seleccionado entre otros para tal efecto, ya que por medio de RM la tarea de trazado se vuelve más eficiente en la medida con que se cuente con mayor información acumulada, permitiendo al usuario elaborar un conjunto de cálculos perspectivos sistemática y metodológicamente.

RESUMEN

Esta obra trata sobre un método de perspectiva de carácter universal, es decir, que por medio de él se pueda hallar el resultado perspectivo de cualquier cuerpo geométrico en el espacio. Este método, a diferencia de los convencionales que consideran uno o más puntos de fuga; postula sólo la existencia de uno, ya que según sea la posición del cuerpo geométrico en el espacio, éste podrá generar otros puntos de fuga propios a él, pero relativos al único punto de fuga, que está

determinado en la visual de simetría cuando el valor de la profundidad (P) tiende a infinito. Para ilustrar lo anterior, imagine el lector un cubo de 10 x 10 m. situado ante sí, a una distancia de 8.6 m. de tal forma que su vista incida perpendicularmente en el centro de cualquiera de sus caras; en este caso podrá darse cuenta que el cubo "se fuga" a un solo punto. Ahora, y manteniendo la misma distancia, supóngase que el cubo comienza a girar sobre su eje, siendo éste perpendicular a la visual del observador, ¿qué ocurre con el punto de fuga?, ¿ha cambiado?, ¿se ha movido?, no, el punto de fuga ni se ha cambiado ni se ha movido, lo que ocurre es que al girar el cubo genera otros puntos de fuga, relativos tanto al efecto propio del giro como al punto de fuga único. A estos otros puntos de fuga, que resultan como consecuencia de la estructura geométrica y posición del cuerpo en el espacio, los hemos llamado *puntos de fuga asimétricos*.

Bien, después de este breve prolegómeno entremos en materia. El contenido de este libro está dividido en tres capítulos, cada uno de ellos en sus respectivos puntos.

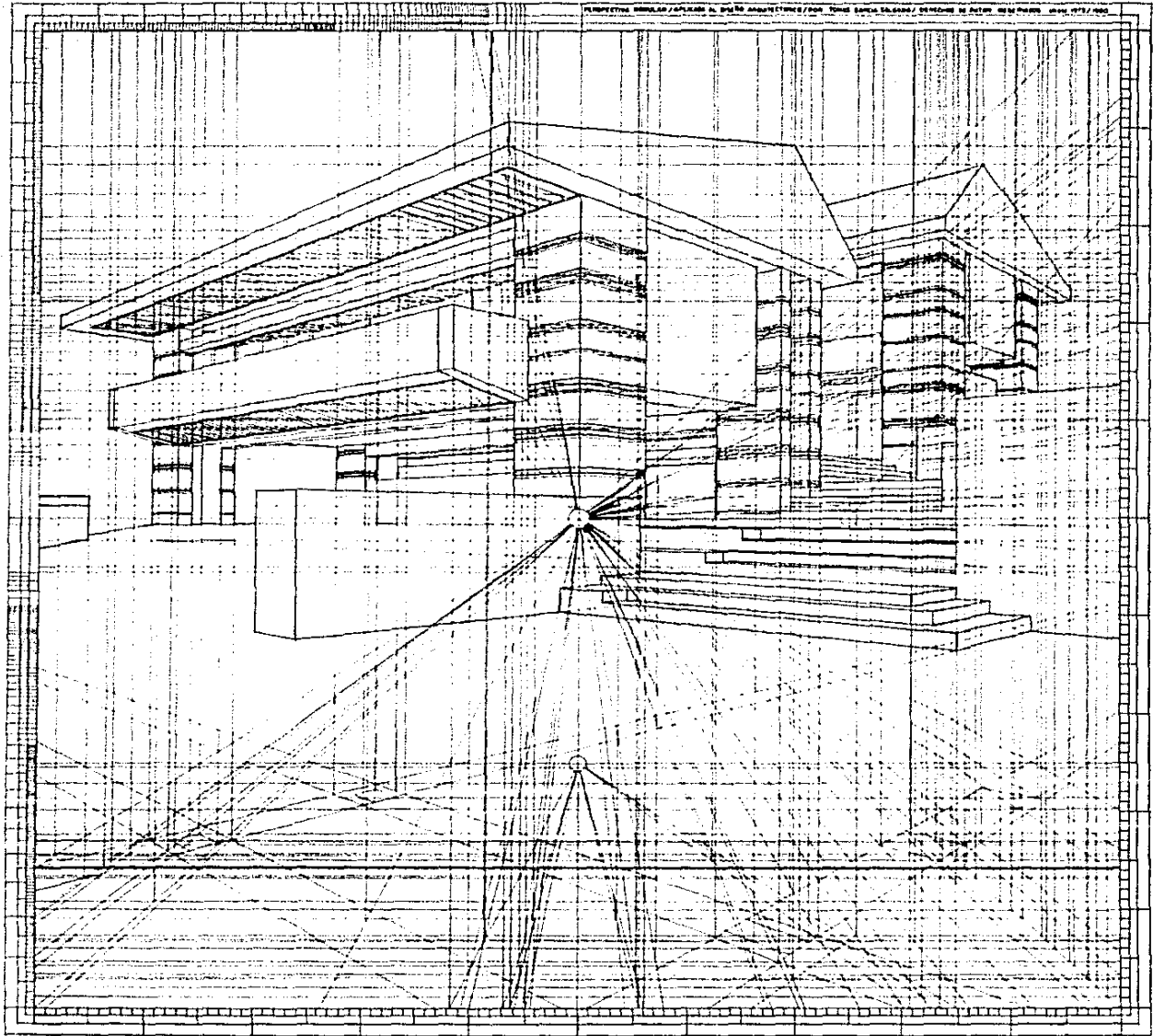
El primer capítulo trata sobre los fundamentos teóricos del método RM (Red Modular), estableciendo los postulados y definiciones que hacen posible la construcción de un modelo matemático, que permite la aplicación del método por medio de dos procedimientos; uno geométrico y otro numérico. Los postulados constituyen un conjunto de proposiciones no evidentes, pero necesarias para la fundamentación del método, siendo su consecuente derivación las definiciones; cuyo papel es situar en un plano de no contradicción a cada elemento o concepto; de tal manera que el modelo pueda explicar directamente a la teoría e indirectamente a la realidad. De manera complementaria se describen en lenguaje gráfico simbólico, 25 movimientos de cuerpos geométricos en el espacio, los cuales fundamentan los principios de la perspectiva dinámica.

El segundo capítulo trata sobre los distintos "instrumentos" tanto de deducción geométrica como numérica empleados para la obtención perspectiva de cualquier cuerpo geométrico en el espacio. Los instrumentos se exhiben en un orden que permite ir del más sencillo al

más complejo. La RM 1 (Red Modular 1) contiene las escalas X/Y en el Plano Proyectivo del Campo Visual, por lo que las coordenadas correspondientes a éstas son de educación geométrica inmediata, quedando por hallar el valor de la coordenada (P), ya sea asociada a (X), o a (Y). En la RM 2 (Red Modular 2), el Plano Proyectivo del Campo Visual contiene las escalas X/Y/P, de tal modo que la deducción geométrica de sus correspondientes coordenadas es inmediata. La RMCP (Red Modular de Coordenadas Proyectivas) es un instrumento combinado, ya que la deducción de las coordenadas proyectivas X_o/Y_o es numérica, graficándose posteriormente éstas en la RMCP, de acuerdo a la convención de signos establecida. Cabe señalar, que los principios de la RMCP permitirán la deducción numérica completa, cuando se apliquen por medio de computadoras con el equipo periférico adecuado para la representación gráfica. Las reglas RM25 y RM50 (Red Modular de 25 x 25 cm, y 50 x 50 cm, respectivamente), son los instrumentos de deducción geométrica más complejos, ya que al no estar graficadas las escalas X/Y/P en el plano proyectivo del campo visual, se requiere tener presente las reglas de su aplicación, así como poseer un manejo versátil de ellas. Para mayor claridad en el uso de estos instrumentos, se incluyen dos algoritmos para la obtención de

un punto en perspectiva, uno para la RM1 y otro para la RM2. Siendo por extensión el algoritmo de la RM2 aplicable a las reglas RM25 y RM50.

El tercer capítulo trata sobre diversas aplicaciones del método RM. La primera de ellas muestra al lector, cómo hacer la deducción numérica de un problema perspectivo con el auxilio de *calculadora programable*, graficándose los resultados en la RMCP. La segunda aplicación se refiere al *estudio de secuencias*, las cuales son de gran utilidad tanto para el diseño arquitectónico como para el diseño urbano en cualquiera de sus fases, pues permiten al diseñador tomar decisiones con mayores elementos de juicio. Es conveniente relacionar este punto con el último del primer capítulo (Movimientos de Cuerpos Geométricos en el Espacio), ya que la Perspectiva Secuencial es un paso intermedio entre la Perspectiva Estática y la Perspectiva Dinámica. Por último, en este capítulo se presenta una muestra de diversas aplicaciones del método RM en obras de arquitectos mexicanos, esperando que el lector pueda encontrar en ella ejemplos semejantes a sus necesidades de diseño y, por consiguiente de referencia útil en su actividad profesional. Por otra parte, esta muestra es representativa de la arquitectura contemporánea en México.



PRIMER CAPÍTULO

1.1 POSTULADOS

PRIMER POSTULADO

Todo fenómeno de perspectiva captado por el ojo humano, ocurre en una porción limitada del espacio; que es el Campo Visual.

SEGUNDO POSTULADO

Toda perspectiva se da con un Punto de Fuga y solamente uno, el cual es generado por la Visual de Simetría.

TERCER POSTULADO

Todo Punto de Fuga fuera de la Visual de Simetría es necesariamente un Punto de Fuga Asimétrico, el cual es generado por dos causas: la estructura y dimensiones del cuerpo geométrico, y su posición en el campo visual.

CUARTO POSTULADO

El campo visual del observador* es simétrico, al ser la visual de simetría la intersección de los Planos de Simetría X/Y.

QUINTO POSTULADO

Para ubicar un punto en perspectiva dentro del Plano Proyectivo del Campo Visual, sólo y solamente se requiere de tres coordenadas, a saber : X/Y/P.

SEXTO POSTULADO

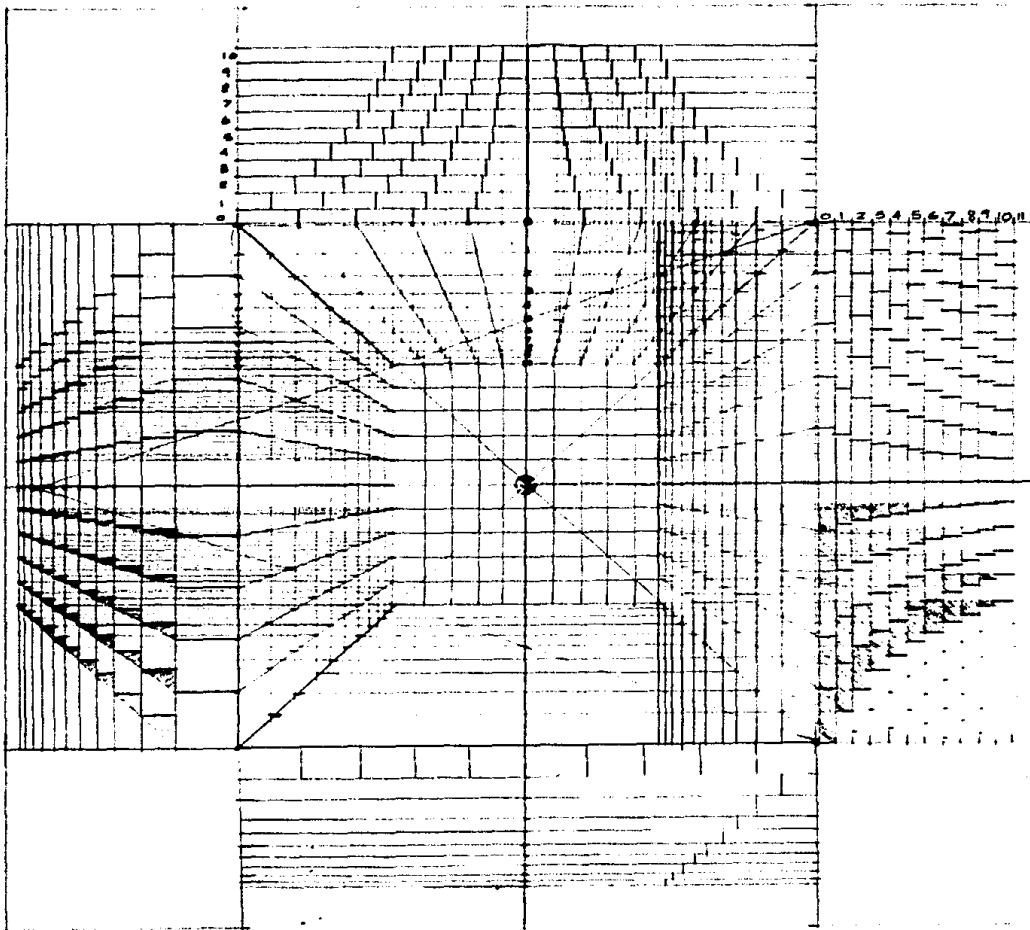
Las variables en perspectiva son:

- a) Posición del observador relativa al cuerpo geométrico.
- b) Dirección de la visual de simetría hacia el cuerpo (s) geométrico (s) observado (s).
- c) Angulo del campo visual.

SÉPTIMO POSTULADO

La única constante en perspectiva es:
Estructura y dimensiones propias del cuerpo geométrico.

* Para extensión de la acepción del término, se utilizará en lo sucesivo el de Estación de Observación.



1.2
DEFINICIONES

Razonamiento en lenguaje
geométrico que permitió inferir la
RM2. Año de 1978.

ABERTURA DEL CAMPO VISUAL/ 60°

Es el ángulo dado a los planos de simetría X/Y, convencionalmente de 60°.

AMPLITUD DEL CAMPO VISUAL/A (Pn)

Es el valor dado en módulos en cualquiera de los planos de simetría hasta el límite del campo visual, en función al valor deseado de la profundidad.

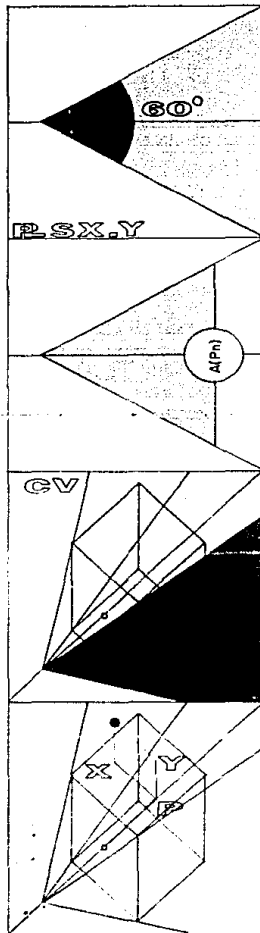
CAMPO VISUAL/ CV

Es la porción de espacio que generan los planos de simetría X/Y, cuando sus valores de límite de campo visual son respectivamente:

$$Y_o = \pm 5m$$
$$X_o = \pm 5m$$

COORDENADA

Es cualquier punto del campo visual, de valores X, Y, P dados en módulos.



COORDENADA X / X

Es cualquier valor numérico dado en módulos m , referido en el plano de simetría X; convencionalmente de signo positivo o negativo respecto a la visual de simetría.

COORDENADA Y / Y

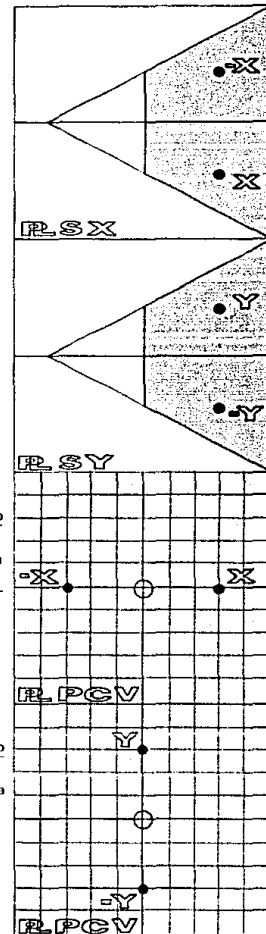
Es cualquier valor numérico dado en módulos m , referido en el plano de simetría Y; convencionalmente de signo positivo o negativo respecto a la visual de simetría.

COORDENADA PROYECTIVA X_o / X_o

Es el valor numérico no mayor a cinco, dado en el plano proyectivo del campo visual, que resulta de dividir el producto de la coordenada X por la distancia d , entre; la suma de la profundidad P y la distancia d .

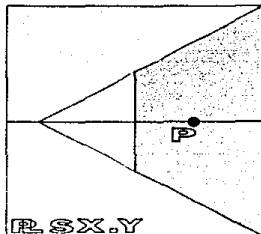
COORDENADA PROYECTIVA Y_o / Y_o

Es el valor numérico no mayor a cinco, dado en el plano proyectivo del campo visual, que resulta de dividir el producto de la coordenada Y por la distancia d , entre; la suma de profundidad P y la distancia d .



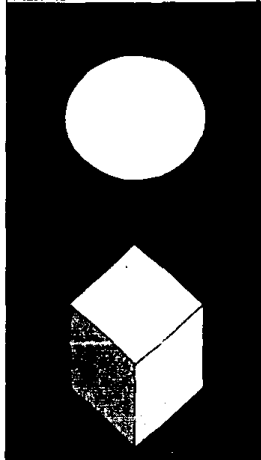
COORDENADA P PROFUNDIDAD P / P

Es cualquier valor numérico dado en módulos m, referido en la visual de simetría, convencionalmente de signo positivo o negativo respecto al plano proyectivo del campo visual.



CUERPO

Es todo objeto o substancia material que ocupa un lugar en el espacio.

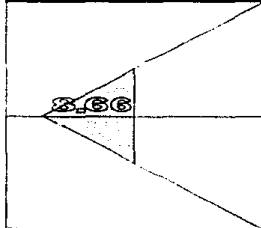


CUERPO GEOMÉTRICO / CG

Es todo objeto limitado por superficies planas, curvas o irregulares, pudiendo ser éstas materiales o virtuales.

DISTANCIA / d

Es el intervalo de la visual de simetría, que va de la estación de observación al plano proyectivo del campo visual. Siendo su valor 8.66 m. cuando A(PO) = 10 m.



ESPACIO

Extensión del universo que contienen todos los cuerpos.

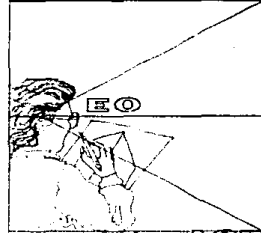
ESTACIÓN DE OBSERVACIÓN / EO

Es el lugar en el cual el observador o dispositivo semejante, se ubica para observar el (los) cuerpo (s) geométrico (s).



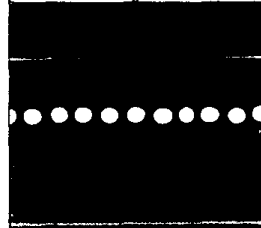
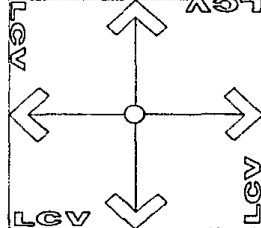
LÍMITE DEL CAMPO VISUAL / LCV

Es el lugar geométrico que para todo valor absoluto de coordenada proyectiva $X_o Y_o$, dada en el plano proyectivo del campo visual es igual y solamente igual a cinco módulos.



LUGAR GEOMÉTRICO

Es el conjunto de puntos que tienen una o varias propiedades en común.



MÓDULO / m

División convencional de los planos de simetría X / Y, y del plano proyectivo del campo visual.

PERSPECTIVA

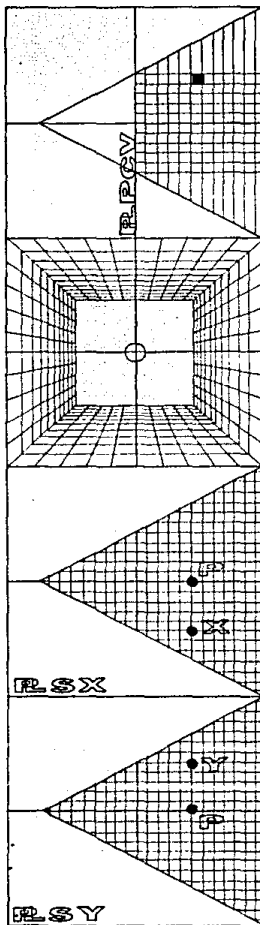
Es el fenómeno óptico que ocurre en el observador cuando éste observa uno o varios cuerpos geométricos en el espacio.

PLANO DE SIMETRÍA X / RSX

Es el lugar geométrico dado por la ecuación $Y = 0$ que contiene a todos los valores de coordenadas X / P, cuyo límite está dado por el límite del campo visual.

PLANO DE SIMETRÍA Y / RSY

Es el lugar geométrico dado por la ecuación $X = 0$ que contiene a todos los valores de coordenadas Y / P, cuyo límite está dado por el límite del campo visual.



PLANO PROYECTIVO DEL CAMPO VISUAL / RPCV

Es cualquier superficie virtual perpendicular a la visual de simetría, que esté dada por el límite del campo visual. / Dividido convencionalmente en diez partes (m), llamadas módulos.

PROFUNDIDAD RELATIVA / Pr

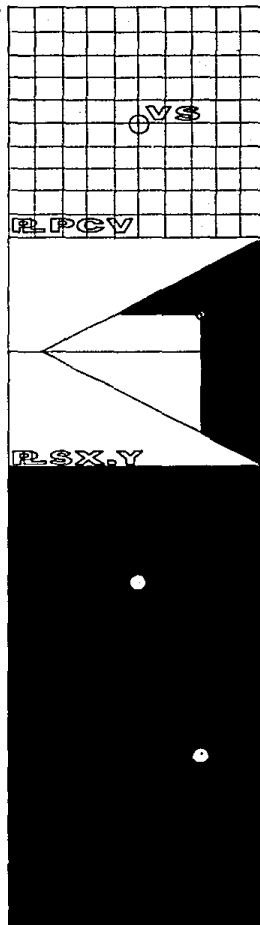
Es cualquier valor de coordenada P, asociada a valores dados a las coordenadas X y/o Y, siempre y cuando dichos valores no sean simultáneamente igual a cero.

PUNTO DE FUGA / PF

Es el límite a que tiende cualquier coordenada P en la visual de simetría, cuando su valor tiende a infinito.

PUNTO DE FUGA ASIMETRICO / PFA

Es el límite a que tiende cualquier visual paralela a un sistema dado de paralelas dentro del campo visual, no paralelas a la visual de simetría, cuando su profundidad relativa tiende a infinito.

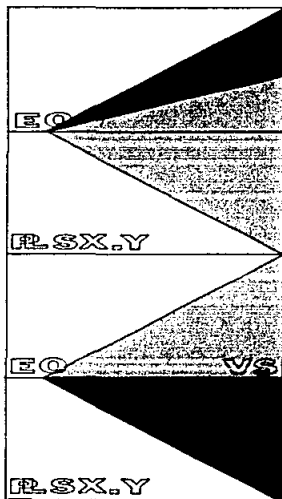


VISUAL

Es cualquier lugar geométrico que contenga a la estación de observación y cualquier punto de fuga asimétrico.

VISUAL DE SIMETRÍA / VS

Es el lugar geométrico que contiene a la estación de observación y al punto de fuga, siendo a su vez la intersección de los planos de simetría X / Y.



1.3 MODELO MATEMÁTICO DE LA RED MODULAR RM

El modelo matemático de la Red Modular está fundamentado en los postulados y definiciones antes expuestos, los cuales fueron surgiendo al paso de la investigación y que en el transcurso de este punto referiremos constantemente. Antes de entrar a la descripción del modelo y por considerarlo importante, aludiremos a la metodología empleada en la investigación.

El objetivo central de la investigación era lograr un método de perspectiva, con el cual se pudiese resolver cualquier problema perspectivo, es decir, un método universal. La mayoría de los métodos actuales son parciales y por lo mismo poco prácticos. La estrategia metodológica seguida fue la de libre exploración, en la cual la única duda constante (metodológica) fue plantear algún problema perspectivo que no pudiese ser resuelto por medio del método RM, de

tal modo que el guión de la investigación resultó ser un conjunto de problemas, cuya solución permitió fundamentar el método en estudio. La *duda metódica* también nos obliga a decir que sólo hemos resuelto los problemas que nos hemos planteado, de los cuales una buena parte están incluidos en el presente libro, quedando otros fuera para ser tratados con la amplitud debida en un siguiente trabajo. Para dar una idea de lo anterior, citaremos brevemente una experiencia en nuestra práctica del método de libre exploración, considerando además, que ésta tuvo relación con el hallazgo del principio del *límite del campo visual*.

Planteamos como problema, realizar una secuencia perspectiva de un modelo arquitectónico, es decir, tratando de reproducir la percepción visual que se tendría de éste al seguir una trayectoria determinada; pues bien, encontramos que resultaba fácil obtener la traza perspectiva mientras el modelo estuviese lo suficientemente lejos para ser captado

en su totalidad, y cuando éste se encontraba lo suficientemente cerca como para ofrecer primeros planos de construcción perspectiva, se dificultaba la obtención de la traza hasta el grado de no poderla continuar. A este momento nos dimos cuenta de cuándo la duda cobra su dimensión de problema, sin embargo, al reconsiderar el problema viéndolo de manera inversa al planteamiento original, nos dimos cuenta que para el caso de cuerpos geométricos en los cuales el observador se encuentra dentro (literalmente), era necesario determinar el límite del campo visual de éste. De este modo conseguimos no sólo resolver el problema original, sino derivar otros principios de gran utilidad para el método RM, como el de *estación de observación retroproyectada*.

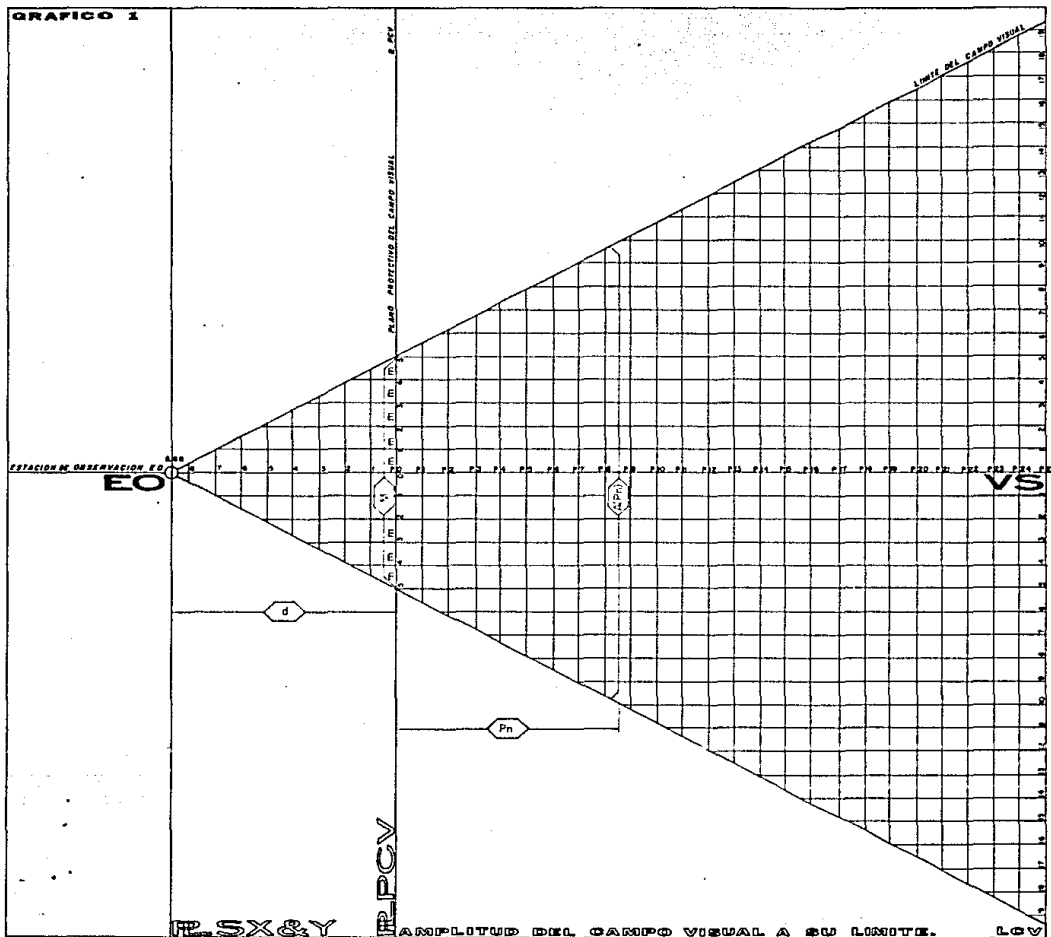
Para iniciar la descripción del modelo, hablaremos un poco sobre el lenguaje utilizado para ello. Por medio de la geometría (considerada como parte de las matemáticas) fueron establecidas la mayor parte de

las definiciones, aunque algunas de ellas expresan fórmulas como en el caso de las coordenadas X_0/Y_0 . Esto fue debido a la facilidad que para algunos casos brinda la geometría, al igual que para otros lo brinda las matemáticas. Aparentemente se habla de lo mismo, puesto que como ya dijimos la geometría es una parte de las matemáticas; pero la diferencia que deseamos hacer aquí, es en el sentido de que la deducción numérica de las fórmulas aplicables en el modelo, fue con el apoyo de enunciados geométricos, o si se prefiere de *gráficos*.

En base a esta observación, se ha obviado "describir verbalmente" a los gráficos, ya que su significado está dado por ellos mismos. En resumen, el lenguaje matemático utilizado para describir el modelo de la Red Modular está dado por medio de gráficos y fórmulas, los cuales permitieron establecer los *procedimientos geométrico y numérico* de su aplicación.

**DESCRIPCIÓN
DEL MODELO**

El gráfico 1 representa la construcción geométrica del plano de simetría X, el cual es igual al plano de simetría Y; por lo que también lo representa.



La abertura del campo visual considerada de 60° en los REX / Y es convencional como refiere la definición, ya que los resultados perspectivos obtenidos con esta abertura son bastante próximos a los que fotográficamente resultan con lentes normales, es decir, los que más se asemejan a la visión retínica. Como se sabe, ópticamente el campo visual está determinado por el límite de la visión periférica, pudiéndose percibir en el borde de la retina rayos de luz de más de 90° con respecto a al eje del ojo, al ser éstos curvados hacia dentro por la córnea y el lente cristalino. Ahora bien, el campo visual es menor cuando se fija el ojo que cuando éste rota en su órbita (visión foveal) manteniendo la cabeza inmóvil, pero de todos modos la visión es menos precisa hacia los bordes del campo visual. La única parte de la retina en que se forma la imagen con precisión es en la fovea, lo cual explica porqué no podemos leer la página de un libro sin rotar los ojos.

La función del plano proyectivo del campo visual es la formación de las imágenes, al igual que la retina, más propiamente, el RPCV es una versión geométrica y simplificada de la retina, que al estar ubicado delante del observador evita la construcción inversa de las imágenes. No deja de ser interesante intentar la construcción de las imágenes en algún modelo geométrico de la retina. Trabajo que reservaremos para un siguiente estudio.

La posición del RPCV puede ser a cualquier distancia de la estación de observación, ya que según la definición "es cualquier superficie virtual y perpendicular a la visual de simetría, que esté dada por el límite del campo visual. Dividido convencionalmente en diez partes (m), llamadas módulos", por lo tanto, al ser la distancia (d) "el intervalo de la visual de

simetría, que va de la estación de observación al RPCV", podemos determinar su valor mediante la siguiente ecuación:

$$d^2 + \left(\frac{M}{2}\right)^2 = M^2 \quad (1)$$

despejando a (d)

$$d = \frac{M}{2} \sqrt{3} \quad (2)$$

Analizando la ecuación (2), se podrá observar que se establece un valor constante para (d), ya que a su vez (M) también es constante al representar el valor de amplitud del campo visual cuando $P = 0$, así tendremos en (2) que si:

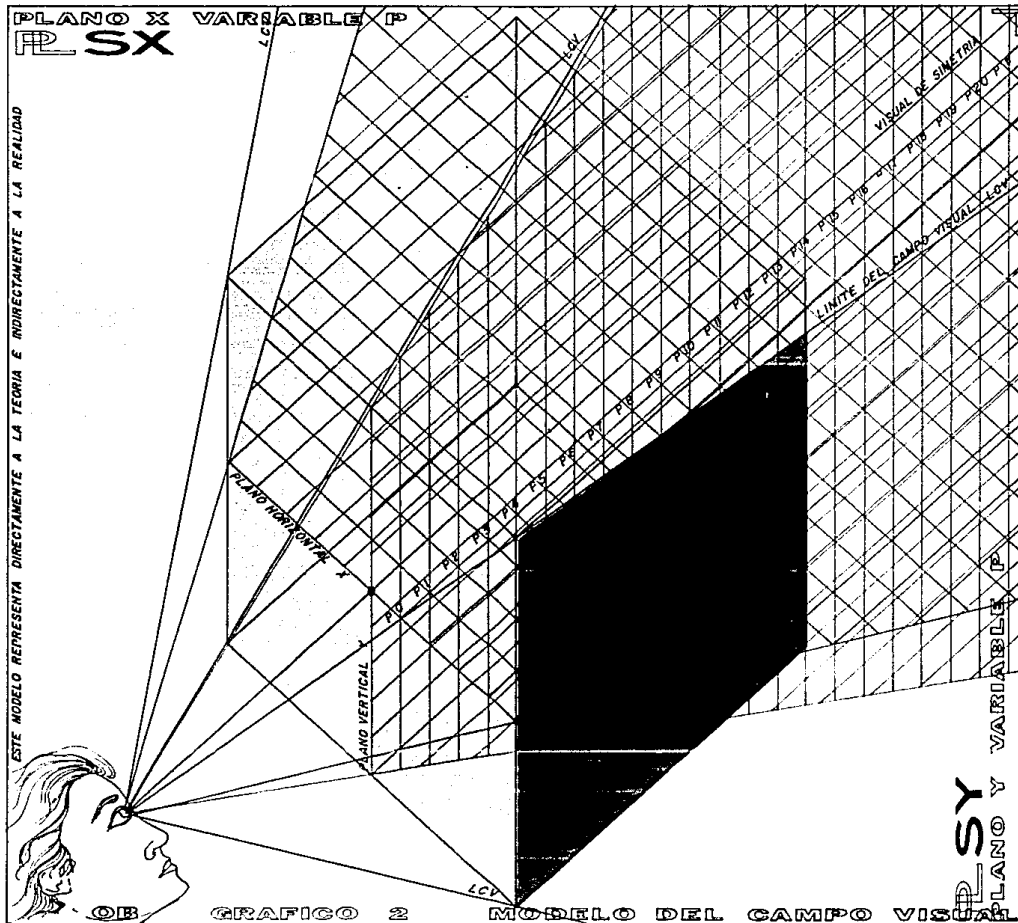
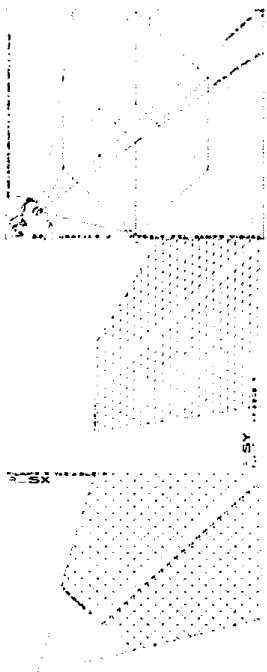
$$\begin{aligned} M &= 10 \text{ m} \\ d &= 8.66 \text{ m} \end{aligned} \quad (3)$$

En (3) es importante observar que (d) representa también los valores negativos de (P), es decir, al mismo intervalo que va del RPCV hasta la estación de observación, equivalencia que más adelante resultará útil. También cabe destacar que siendo (m) un valor modular de (d), hace posible la equivalencia modular entre los planos de simetría X/Y y el RPCV. Por lo tanto (m) representa un valor dado a cualquier escala y que a su vez establece el principio de equivalencia modular para la RM.

Por lo tanto, si $m = 10 \text{ cm}$ en escala 1 : 100, y $m = 10 \text{ cm}$ en escala 1 : 1, tendremos en ambos casos que:

$$\begin{aligned} d &= 8.66 \text{ mm} \\ d &= 8.66 \text{ cm} \end{aligned}$$

En el gráfico 2 se pueden apreciar los RSX/Y , cuya intersección es la visual de simetría, en la que destaca su intersección con el $RPCV$, y por consiguiente el intervalo de la distancia (d).



ESTE MODELO REPRESENTA DIRECTAMENTE A LA TEORIA E INDIRECTAMENTE A LA REALIDAD

En el gráfico 2 se pueden apreciar los $\mathbb{R}SX/Y$, cuya intersección es la visual de simetría, en la que destaca su intersección con el $\mathbb{R}PCV$, y por consiguiente el intervalo de la distancia (d). Esta representación isométrica permite comprender la estructura geométrica del campo visual.

Tomando el gráfico 1 nuevamente y siguiendo la definición de "amplitud del campo visual/A (Pn)", formulemos la siguiente relación para su deducción:

$$\frac{A(Pn)/2}{d + P} = \frac{M/2}{d} \quad (4)$$

despejando A(Pn)

$$A(Pn) = M \left(\frac{d + P}{d} \right) \quad (5)$$

sustituyendo en (5) a (2)

$$A(Pn) = M \left(\frac{M/2\sqrt{3} + P}{M/2\sqrt{3}} \right)$$

simplificando

$$A(Pn) = M + \frac{2P}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

si $M = 10$ (por convención modular en los $\mathbb{R}SX/Y$)

y $P = 0$,

$A(0) = 10$

es decir, el valor modular y absoluto del $\mathbb{R}PCV$

si $P \geq 0$, entonces

$A(Pn) \geq 10$

si $P = -8.66$, entonces

$A(-8.66) = 0$

Las ecuaciones (5) y (6) son aplicables para determinar la amplitud de campo visual en los $\mathbb{R}SX/Y$, en función de cualquier valor de (P), siendo la última la más directa, puesto que presupone el valor modular de la constante (d).

A continuación se presentan algunos valores de amplitud de campo visual, cuya representación en los $\mathbb{R}SX/Y$ está dada por el gráfico 3;

que a su vez representa una construcción simplificada de la Red Modular 2 (la cual se verá a detalle más adelante).

Los $\mathbb{R}SX/Y$ están dados por las ecuaciones

$Y = 0$

($\mathbb{R}SX$)

$X = 0$

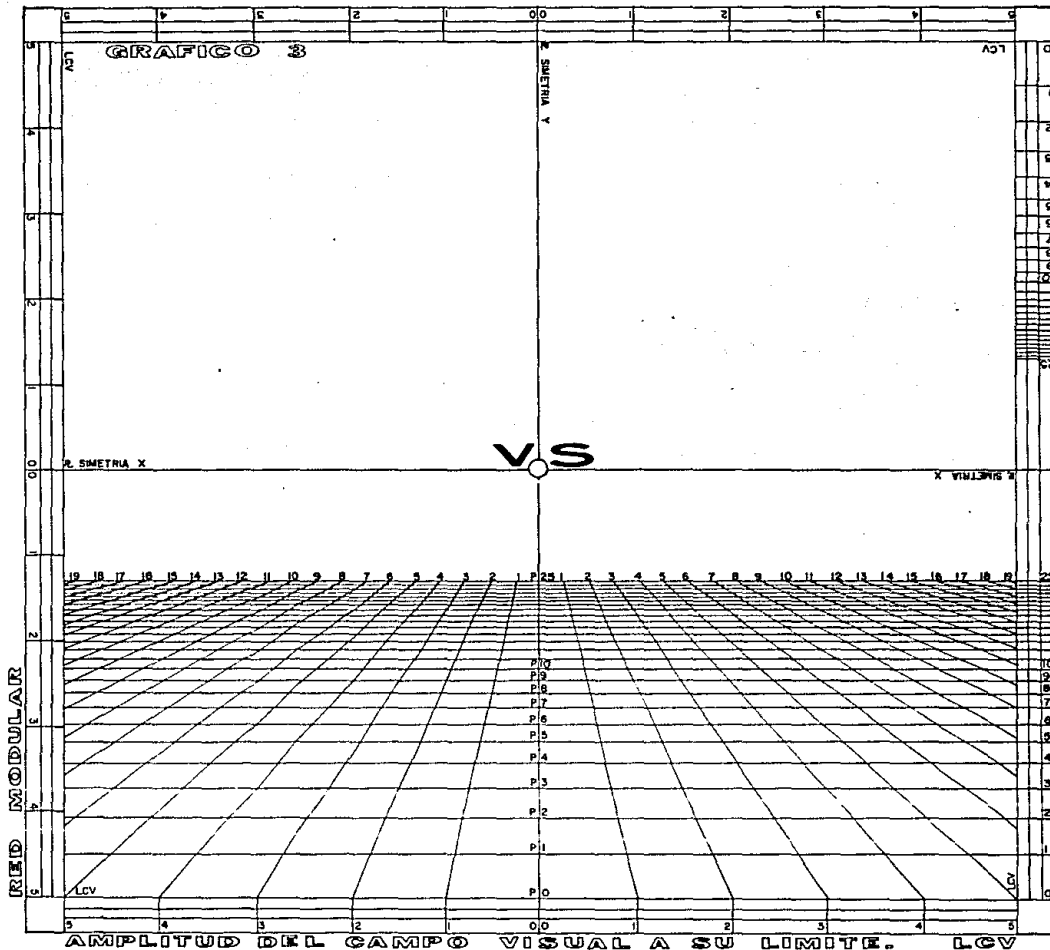
($\mathbb{R}SY$)

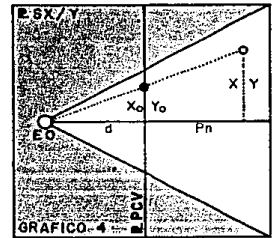
representados por el cursor de simetría del gráfico 3, situación por la cual no es factible la representación modular completa de cualquiera de los planos de simetría en la Red Modular. Para poder llevar a cabo en ésta la lectura de las coordenadas $X/Y/P$, se eligieron los planos $Y = -5$ para la lectura del $\mathbb{R}SX$, y $X = 5$, para la lectura del $\mathbb{R}SY$. En el gráfico 3 se representa el $\mathbb{R}Y = -5$, mostrando valores de amplitud de campo visual para $P0, P1, \dots, P25$.

A continuación se presentan algunos valores de amplitud de campo visual, cuya representación en los $\alpha SX/Y$ está dada por el gráfico 3.

Tabla 1

A (- 8.66) =	0.000
A (- 8.00) =	0.762
A (- 7.00) =	1.917
A (- 6.00) =	3.072
A (- 5.00) =	4.226
A (- 4.00) =	5.381
A (- 3.00) =	6.356
A (- 2.00) =	7.691
A (- 1.00) =	8.845
A (0.00) =	10.000
A (1.00) =	11.155
A (2.00) =	12.309
A (3.00) =	13.464
A (4.00) =	14.619
A (5.00) =	15.774
A (6.00) =	16.928
A (7.00) =	18.083
A (8.00) =	19.238
A (9.00) =	20.392
A (10.00) =	21.547
A (11.00) =	22.702
A (12.00) =	23.856
A (13.00) =	25.011
A (14.00) =	26.166
A (15.00) =	27.321
A (16.00) =	28.475
A (17.00) =	29.630
A (18.00) =	30.785
A (19.00) =	31.939
A (20.00) =	33.094
A (21.00) =	34.249
A (22.00) =	35.403
A (23.00) =	36.558
A (24.00) =	37.713
A (25.00) =	38.868





En conclusión, lo anterior nos permite satisfacer la representación perspectiva de cualquier punto por medio de sus coordenadas X/Y/P, del modo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{R SX} \quad \text{R Y} &= -5 & \text{X/P} \\ \text{R SY} \quad \text{R X} &= 5 & \text{Y/P} \end{aligned}$$

También es factible de lograr lo mismo de otro modo, y éste es llevando al R PCV la proyección del punto a determinar. Hagamos una simplificación del gráfico 1 al gráfico 4, para hacer más evidente la formulación de la siguiente relación:

$$\frac{X_o}{d} = \frac{X}{d + P} \quad (7)$$

despejando a X:

$$X = \frac{X_o (d + P)}{d} \quad (8)$$

despejando a Xo:

$$X_o = \frac{Xd}{d + P} \quad (9)$$

por definición Xo "es el valor numérico no mayor a 5, dado en el R PCV, ... " siendo por lo tanto su valor máximo absoluto igual a cinco, sustituyendo éste en (8):

$$X = \frac{5 (d + P)}{d} \quad (10)$$

sustituyendo (10) en (9)

$$\therefore X_o = 5 \quad (11)$$

lo cual quiere decir que para todo valor de (X) dado en el R SX y sobre el límite del campo visual, corresponderá otro igual a cinco que es su proyección en el R PCV.

Dicho de otro modo, la ecuación (11) representa el límite del campo visual.

Ahora bien, sustituyendo (2) en (10) y considerando que M = 10, tenemos:

$$X_{LCV} = 5 + \frac{P}{\sqrt{3}} \quad (12)$$

esta ecuación representa el valor de coordenada (X) al límite del campo visual, en función de cualquier valor de (P). De tal modo que según (4), X_{LCV} deberá ser igual a un medio del valor absoluto de la amplitud del campo visual, ya que por simetría corresponden para (Pn) igual valor de coordenada X/Y con signo positivo y negativo. Por lo tanto:

$$\therefore X_{LCV} = \frac{A (Pn)}{2}$$

$$A (Pn) = 2X_{LCV} = 10 + \frac{2P}{\sqrt{3}} \quad (13)$$

Igualdad que puede ser corroborada en los gráficos 1 y 3.

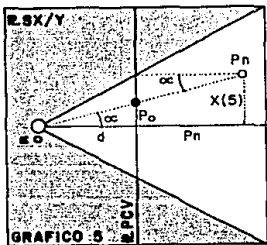
Por simetría del modelo las ecuaciones (9) (11) y (12), también pueden ser para el R SY de la siguiente forma y respectivamente:

$$Y_o = \frac{Yd}{d + P} \quad (14)$$

$$Y_o = 5 \quad (15)$$

$$Y_{LCV} = 5 + \frac{P}{\sqrt{3}} \quad (16)$$

En el punto 2.3 del capítulo 2 correspondiente al uso de la RMCP, se verá con mayor detalle la aplicación de las ecuaciones (9) y (14). Por lo pronto se puede concluir que todo valor absoluto Xo/Yo > 5 está fuera del campo visual.



De igual manera que se han obtenido los valores X_o/Y_o en el EPCV, también se pueden deducir los valores proyectivos de (P) en el modelo, por medio de los cuales es posible la construcción matemática de la escala (Po), siendo (Po) el valor proyectivo de la coordenada. Pn dada en módulos sobre el EPCV.

Sea nuevamente el gráfico 5 una simplificación del gráfico 1. Tomemos un ángulo cualquiera (α) formado por la recta $\overline{EO Pn}$ y la VS, con la premisa de que a todo valor de (Pn) deberá corresponder otro $X/Y = 5$. Tenemos entonces:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5}{d + Pn} \quad (17)$$

o si se prefiere en el EPCV

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Po}{d} \quad (18)$$

estableciendo la igualdad entre (17) y (18)

$$\frac{5}{d + Pn} = \frac{Po}{d} \quad (19)$$

despejando a Po

$$Po = \frac{5d}{d + Pn} \quad (20)$$

Esta ecuación es semejante a (9) y (14), o si se prefiere una simplificación de éstas, ya que sólo se tiene como variable a (P), al ser $X/Y = 5$. Cuando se desea conocer el valor del ángulo (α) dedúzcase de (17). Este dato es importante cuando se busca determinar el punto de fuga asimétrico de cualquier sistema de paralelas.

También se puede deducir el valor (Po) de (18)

$$Po = d \operatorname{tg} \alpha \quad (21)$$

Por medio de esta ecuación se obtuvieron los valores (Po), tanto para la construcción de la Red Modular 2, como para las reglas RM25/50 (véase el punto 2.4 del capítulo 2).

Podríamos decir que, en general, cualquier caso perspectivo puede reducirse a tratar de hallar la posición de cualquier sistema de paralelas en el EPCV, por lo que la deducción matemática de los puntos de fuga asimétricos es relevante para una mejor comprensión del modelo de la Red Modular.

A continuación se enuncian los tres casos de sistemas de paralelas para el modelo:

Todo sistema de paralelas a la VS estén o no contenidas en los $\mathbb{R}SX/Y$, tiene su "fuga" en el punto de fuga (PF). Todo sistema de paralelas a cualquier visual contenida en los $\mathbb{R}SX/Y$, tiene su "fuga" en un punto de fuga asimétrico (PFA_{x,y}), el cual se encontrará dentro o fuera del $\mathbb{R}PCV$, pero siguiendo la traza de los $\mathbb{R}SX/Y$ según sea el caso. Todo sistema de paralelas no paralelas a los $\mathbb{R}SX/Y$ tiene su "fuga" en un punto de fuga asimétrico (PFA), el cual se encontrará dentro o fuera del $\mathbb{R}PCV$, pero nunca en la traza de los $\mathbb{R}SX/Y$.

Los enunciados geométricos de estos tres casos, se muestran en los gráficos 6, 7 y 8. Ahora bien, establezcamos sus ecuaciones correspondientes:

primer caso

$$PF = \lim_{n \rightarrow \infty} P_n \quad (22)$$

segundo caso

$$PFA_{x,y} = \text{dtg } \beta \quad (23)$$

tercer caso

$$PFA_x = \text{dtg } \theta \quad (24)$$

$$PFA_y = \text{dtg } \gamma \quad (25)$$

Los valores de coordenada X/Y para todo sistema de paralelas en (22) son igual a cero, por lo tanto éstos están dados en la visual de simetría, la que contiene a todos los valores de (P), desde $[-8, 66, -7, 66, \dots, 0, 1, 2, \dots, \infty]$, es decir, cualquier valor (n) de (P). Los valores de coordenada X/Y para todo sistema de paralelas en (23), están dados en los $\mathbb{R}SX/Y$, respectivamente, contenidos o no dentro del campo visual, pero que siempre determinarán la fuga ($\beta_{x,y}$) para el sistema; cuando se da un valor (β) lo suficientemente próximo a 90° en cualquiera de los $\mathbb{R}SX/Y$, resultará difícil la ubicación del PFA en el $\mathbb{R}PCV$, así por ejemplo: cuando $\beta = 89^\circ$, PFA_{x,y} = 496.13 m. Los valores de coordenada X/Y para todo sistema de paralelas en (24) y (25) están dados fuera de los $\mathbb{R}SX/Y$, contenidos o no dentro del campo visual, pero siempre determinarán la fuga (θ_x/γ_y) para el sistema; de tal modo que cuando se da un valor (θ) ó (γ) lo suficientemente próximo a 90° en los $\mathbb{R}SX/Y$, ocurrirá lo mismo que en el caso anterior. De aquí que: la profundidad relativa (Pr) "es cualquier valor de coordenada (P), asociada a valores dados a las coordenadas X y/o Y, siempre y cuando dichos valores no sean simultáneamente igual a cero".

A lo largo del segundo y tercer capítulos, se podrá apreciar de manera práctica los casos anteriormente descritos, descubriendo la importancia que tiene el poder resolver cualquier caso perspectivo dentro del límite del campo visual, por medio del método RM.

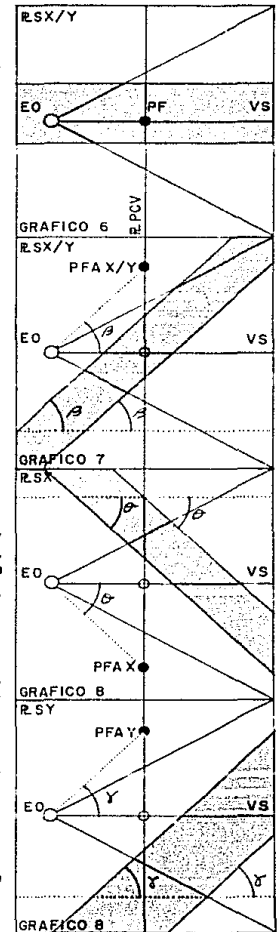
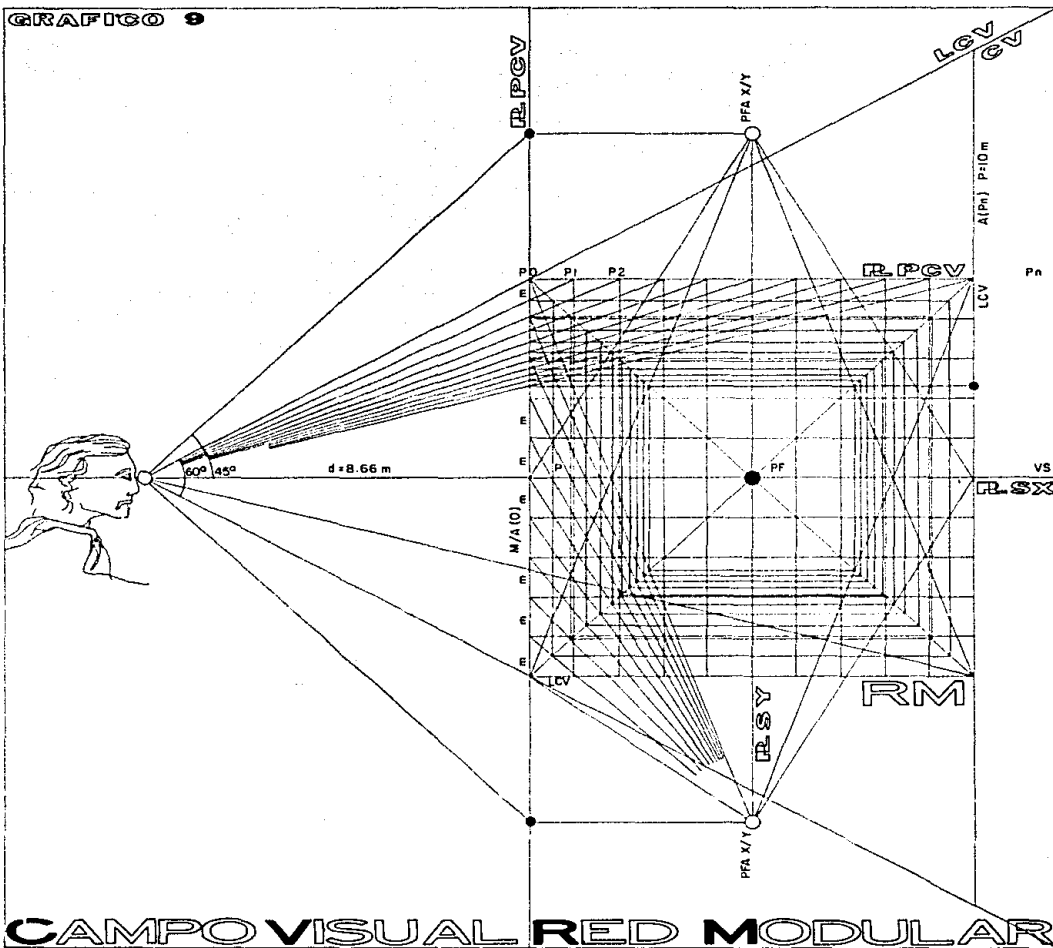


GRAFICO 9



Una vez expuestas las partes generales del modelo, integrémoslas para construir el campo visual modular de la RM. Sea el gráfico 9 dado por los siguientes elementos:

- d distancia / constante
= 8.66 m
- EO estación de observación
- P profundidad
- M A (0)
- A (Pn) amplitud del CV en Pn
- VS visual de simetría
- R.S.X plano de simetría X
- R.S.Y plano de simetría Y
- CV campo visual
- LCV limite del campo visual
- PF punto de fuga
- PFA punto de fuga asimétrico
- 60° abertura del campo visual
- 45° β_x
- m M/10, valor modular
- R.P.C.V plano proyectivo del campo visual

PROCEDIMIENTO GEOMÉTRICO DE LA RM.

Este procedimiento consiste en interpretar geoméricamente el modelo de la RM, para plantear y resolver problemas perspectivos.

Las variantes de este procedimiento son:

RM1	Red Modular 1
RM2	Red Modular 2
RM25/50	Reglas 25/50

La RM1 es la más sencilla y accesible representación del campo visual modular, su aplicación es mediante los datos proporcionados por los $\mathbb{R}SX/Y$. La mayor parte de los casos de aplicación ilustrados en el tercer capítulo de este libro, fueron realizados mediante la RM1, por facilitarse su uso para principiantes. El gráfico 10 nos muestra la RM1, incluyendo las correspondientes indicaciones de amplitud de campo visual.

La RM2 es una simplificada representación del campo visual modular, y su aplicación al igual que la RM1 es mediante los datos proporcionados por los $\mathbb{R}SX/Y$. La totalidad de los casos de aplicación ilustrados en el punto siguiente (1.4), fueron realizados mediante la RM2. En el gráfico 11 muestra la construcción geométrica del campo visual modular en el $\mathbb{R}Y = -5$, así como la deducción de la RM2. El gráfico 12 nos muestra el sistema de paralelas a la visual de simetría, así como los planos de campo visual modular

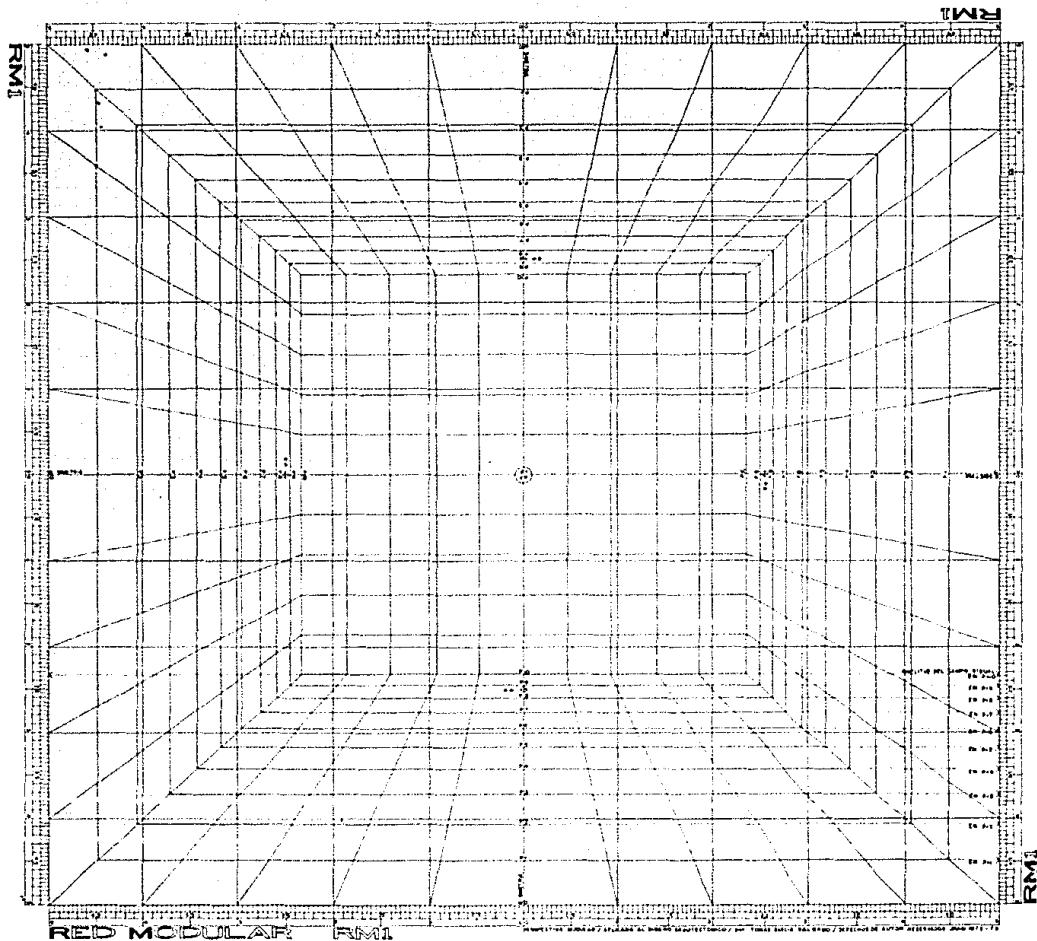
$$\begin{aligned}\mathbb{R}Y &= +5 \\ \mathbb{R}Y &= -5 \\ \mathbb{R}X &= +5 \\ \mathbb{R}X &= -5\end{aligned}$$

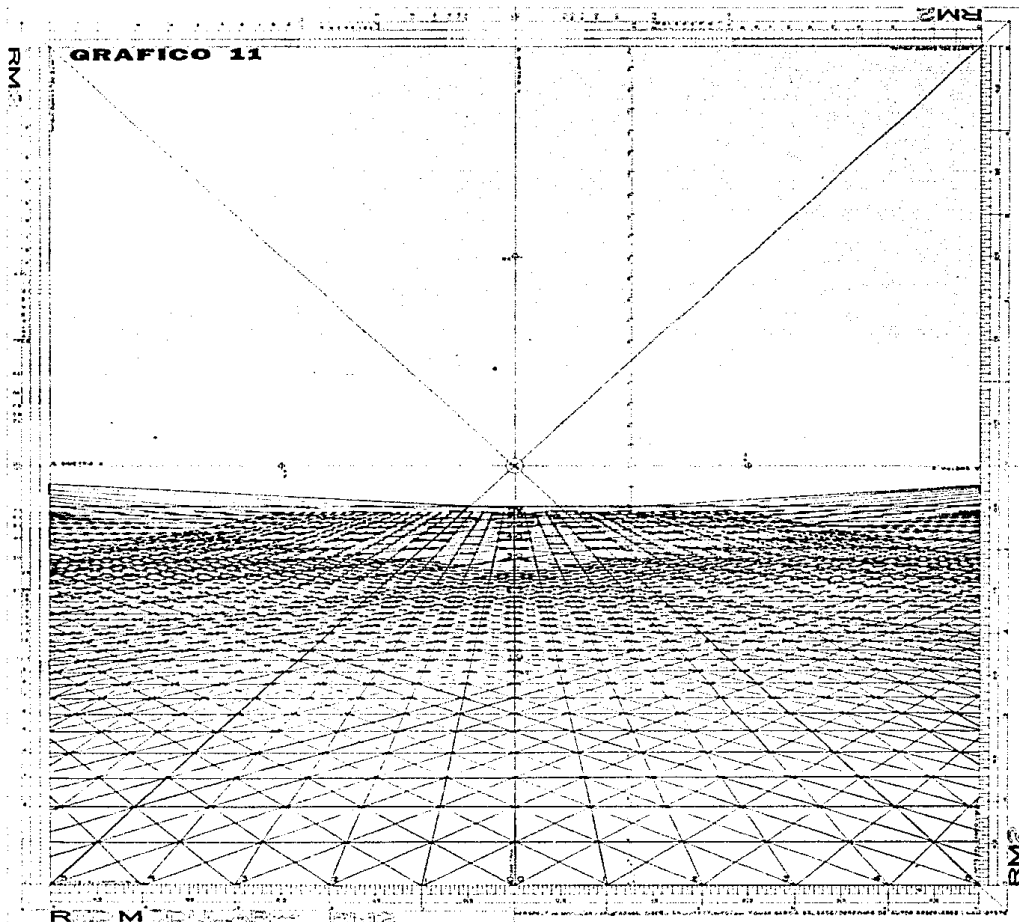
los que están graficados a su límite.

Nótese que la construcción geométrica de la RM está hecha en dos planos, primero en el $\mathbb{R}SX/Y$, y segundo, perpendicular a éste. La razón de esto es para poder apreciar de conjunto el modelo del campo visual modular.

El modelo de la RM hasta aquí descrito nos permite inferir dos maneras de su aplicación. La primera es empleando la construcción geométrica de la Red Modular, que nos permite ubicar en ella a cualquier punto por medio de sus coordenadas $X/Y/P$, y la segunda es empleando las ecuaciones (9) y (14), que también nos permite la ubicación de cualquier punto en la Red Modular. A esta primera inferencia de aplicación la hemos llamado *procedimiento geométrico de la RM* acerca del cual mostraremos más adelante sus tres variantes. A la segunda inferencia de aplicación la hemos llamado *procedimiento numérico de la RM*. Bien, veamos a continuación en qué consisten.

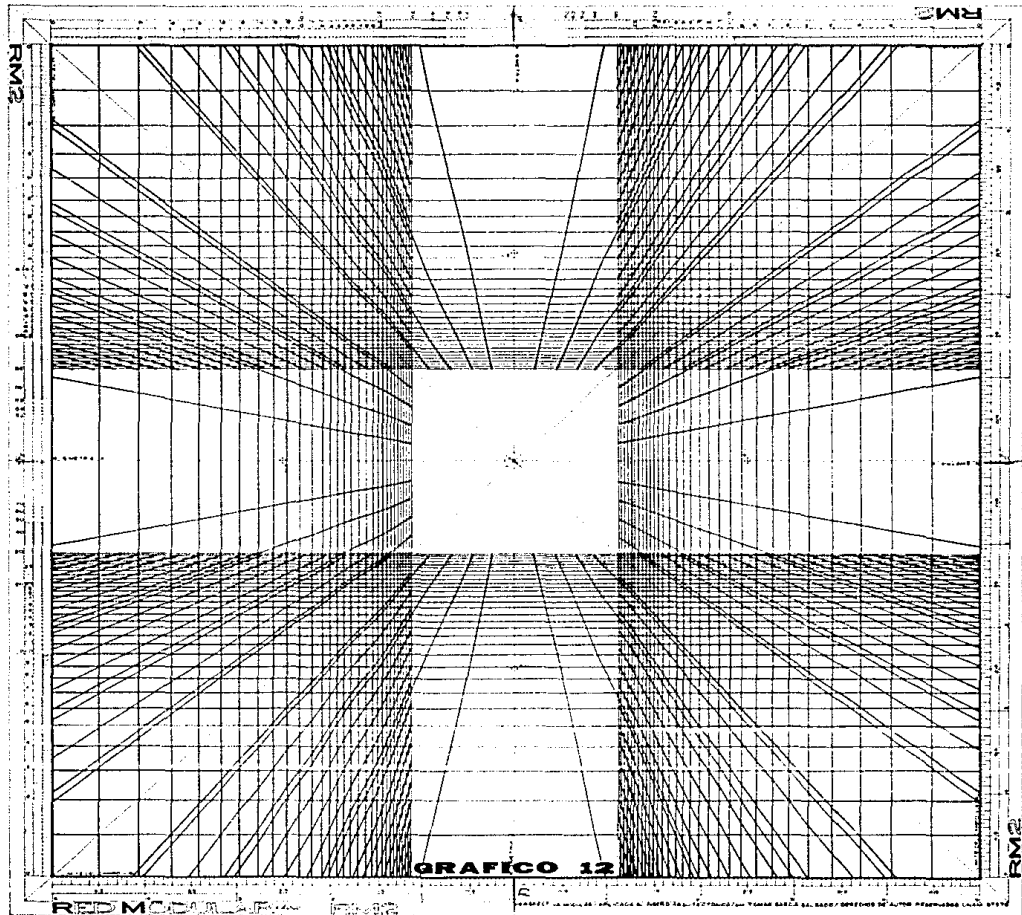
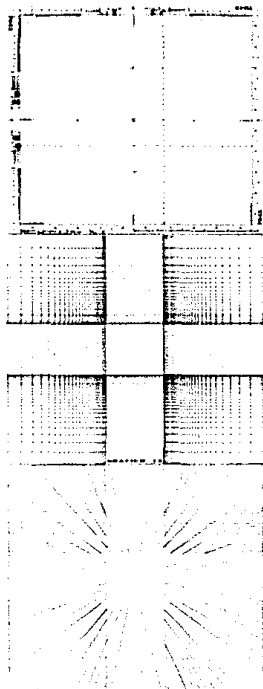
El gráfico 10 nos muestra la RM1, incluyendo las correspondientes indicaciones de amplitud de campo visual.





En el gráfico 11 muestra la construcción geométrica del campo visual modular en el $RY = -5$, así como la deducción de la RM2.

El gráfico 12 nos muestra el sistema de paralelas a la visual de simetría, así como los planos de campo visual modular.



Las reglas RM25 y RM50 son una consecución de la RM2, ya que contienen las mismas escalas y su interpretación es la misma. La deducción de la escala (P) bien puede hacerse gráficamente como en el caso de la RM2 o, numéricamente por medio de las ecuaciones:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5}{d + Pn} \quad (17)$$

$$P_0 = d \operatorname{tg} \alpha \quad (21)$$

La construcción del R₂PCV es sencilla por medio de las reglas, permitiendo su ejecución sobre cualquier superficie, siendo ésta básicamente la diferencia con respecto a la RM2. Se puede decir que la aplicación del método RM por medio de las reglas, es de gran eficiencia cuando el ejecutante ha dominado previamente la RM2. El gráfico 13 muestra las reglas RM25 y RM50.

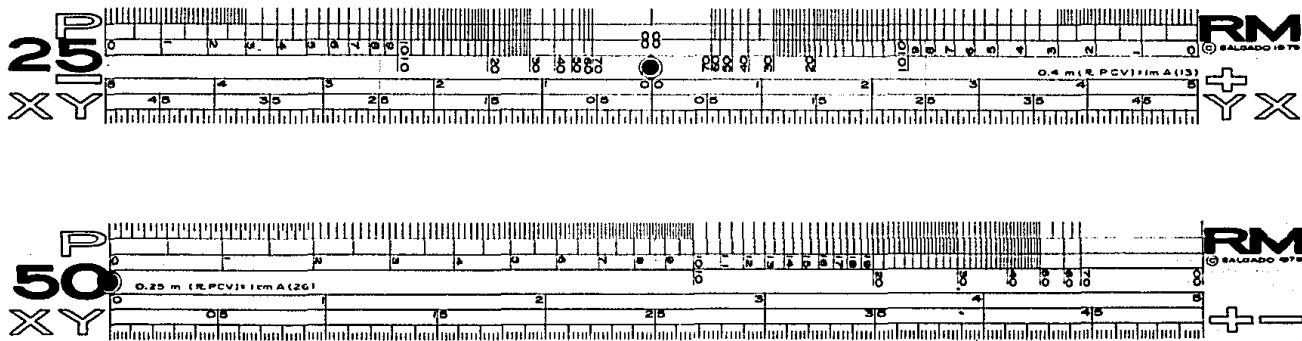


GRÁFICO 13

PROCEDIMIENTO NUMÉRICO DE LA RM.

Este procedimiento consiste en interpretar numéricamente el modelo de la RM, para plantear y resolver problemas perspectivos, el cual lo hemos llamado:

RMCP Red Modular de Coordenadas Projectivas

La RMCP representa al plano proyectivo del campo visual, y mediante las ecuaciones

$$X_o = \frac{X_d}{d + P} \quad (9)$$

$$Y_o = \frac{Y_d}{d + P} \quad (14)$$

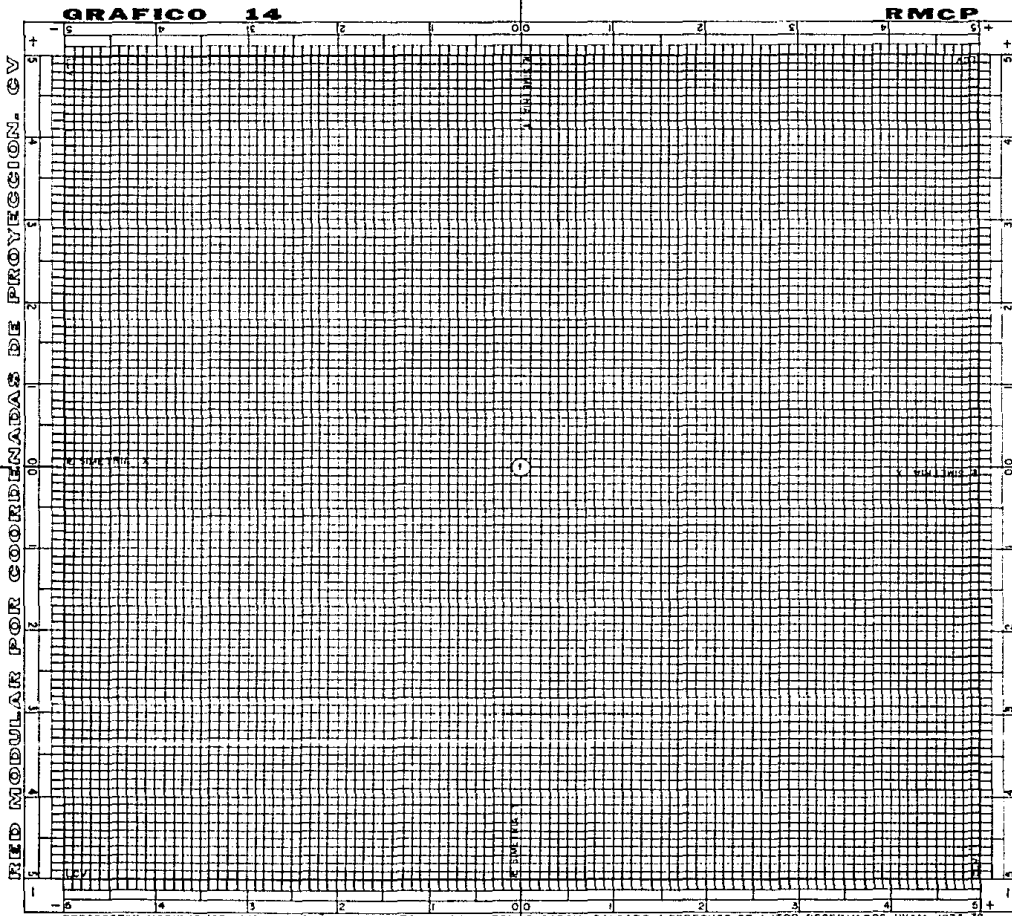
Se obtienen las coordenadas proyectivas X_o/Y_o de cualquier punto contenido en el campo visual.

Los datos de las variables (X,P) y (Y,P) de las ecuaciones (9) y (14) son proporcionados por los RSX/Y , respectivamente.

También como se verá más adelante en el capítulo 3, punto 3.1 es factible programar estas ecuaciones en cualquier *calculadora programable*, de tal modo que la tarea de hallar las coordenadas proyectivas X_o/Y_o , se resume a alimentar las variables $X/Y/P$ en la calculadora.

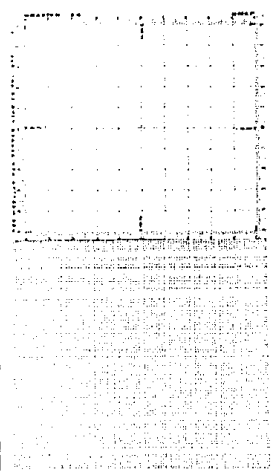
Una vez que se han obtenido las coordenadas proyectivas X_o/Y_o se procede a graficarlas en la RMCP, la que podrá estar representada a la escala deseada. En el gráfico 14 se muestra la RMCP, cuyo cuadrículado del $RPCV$ permite una buena aproximación de los valores X_o/Y_o .

En el capítulo siguiente, expondremos a mayor detalle el uso y características de las variantes de estos procedimientos, yendo del más sencillo que es la RM1, al más complejo que son las reglas RM25/50, mostrando al paso diversos casos de aplicación a manera de ejemplos.



RMCP

En el gráfico 14 se muestra la RMCP, cuyo cuadrículado del RPCV permite una buena aproximación de los valores X_o/Y_o .



DISCUSIÓN FINAL.

El modelo de la Red Modular puede tener extensiones de interpretación, ya que si por ejemplo se establece una abertura de campo visual $\neq 60^\circ$, cambiaría el valor de la distancia (d) y por consiguiente los resultados de las ecuaciones que contienen dicho valor. Sin embargo, la construcción de un modelo con abertura de campo visual $\neq 60^\circ$, podrá seguir el mismo razonamiento aquí descrito.

Es interesante el analizar los resultados perspectivos que se producen en el $\mathbb{R}PCV$ generados por aberturas de campo visual $\neq 60^\circ$, al igual que los *objetivos* de cámaras fotográficas, producen desde imágenes próximas a la visión del ojo, hasta imágenes imposibles de ser captadas, entre ellas las de *deformación*. Caeríamos así en el terreno de la *Fotografía o, perspectiva de fantasía* según sea el caso.

Con los elementos del modelo de la Red Modular, podemos generar otros modelos semejantes que producirán resultados también semejantes. Las variables para producir estos modelos son 3:

- 1 | Abertura del campo visual $\neq 60^\circ$
- 2 | Superficie del $\mathbb{R}PCV$ \neq planta
- 3 | Límite del campo visual \neq cuadrangular

Estas tres variables aplicadas una a una nos permiten lograr resultados insospechados, y ejercidas en una combinatoria ofrecerán resultados inimaginables.

Respecto a la segunda variable, algunos teóricos de la perspectiva piensan que el lugar donde se forman las imágenes *cuadro* ($\mathbb{R}PCV$) debería de ser curvo, arguyendo por ejemplo, que en caso de observar un paralelogramo perpendicular a la *visual principal* (VS), los puntos extremos de éste están a mayor distancia que el punto central y que por lo tanto para hacer igual el valor de estos alejamientos (Pr) es necesario curvar el $\mathbb{R}PCV$. Pues bien, el argumento es poco sólido, ya que como hemos visto al describir el modelo de la Red Modular, el

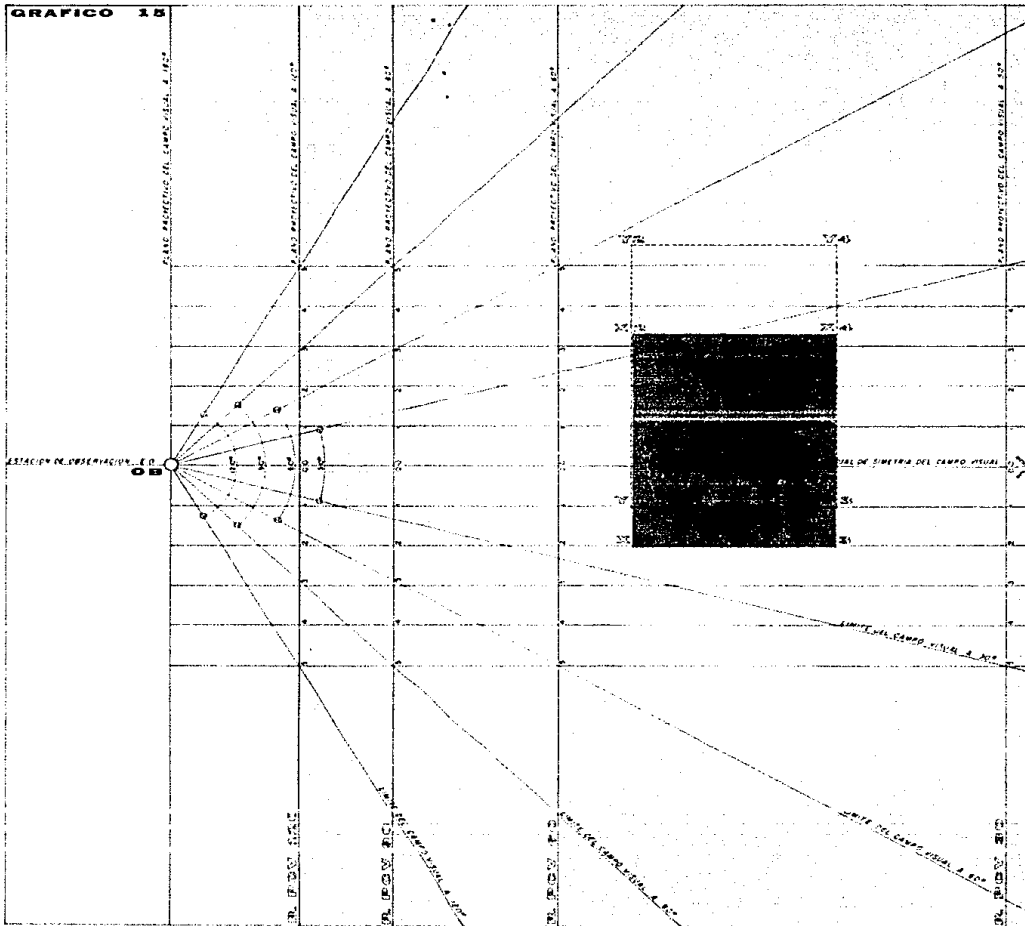
cuadro ($\mathbb{R}PCV$) puede estar ubicado a cualquier distancia (d) del observador (EO), por lo cual la supuesta curvatura sería una variable de ella; lo cual no puede ser factible, puesto que, (como hemos visto), la ubicación del *cuadro* ($\mathbb{R}PCV$) en cualquier valor de (d) no altera el resultado *perspectivo*, y esto es, porque en él sólo se da el fenómeno de *proyección geométrica* y no de *retro-proyección retinica* como ocurre en el ojo humano, la cual compensa la supuesta curvatura del *cuadro* ($\mathbb{R}PCV$) puesto que la retina es de construcción no sólo curva, sino de aproximación esférica.

Tomemos a manera de ejemplo y para concluir esta discusión, el análisis de la primera variable. Sean las lecturas simultáneas de los $\mathbb{R}SX/Y$ del cuerpo geométrico mostrado por el gráfico 15, considerando cuatro aberturas de campo visual:

ACV	30°
ACV	60°
ACV	90°
ACV	120°

que a su vez generan cuatro planos proyectivos de campo visual. Téngase como premisa, mantener igual valor de A (0), de tal modo que el módulo (m) sea igual en los cuatro casos. Estas condiciones hacen que la estación de observación se mantenga inmóvil. A continuación, genérense las cuatro redes modulares con sus respectivos resultados perspectivos, como se muestra en el gráfico 16. Ahora bien, obsérvese que el cuerpo geométrico perspectivado es igual en los cuatro casos, sólo que de dimensiones distintas, es decir, lo hemos *telescopiado*, y esto es, porque al mantener A (0) constante la distancia a los cuatro $\mathbb{R}PCV$ resulta variable. El planteamiento inverso de esta variable del Modelo de la red modular, también producirá resultados insospechados, los cuales dejamos a descubrir por cuenta del lector.

GRAFICO 18



Sean las lecturas simultáneas de los RSX/Y del cuerpo geométrico mostrado por el gráfico 15, considerando cuatro aberturas de campo visual:

- ACV 30°
- ACV 60°
- ACV 90°
- ACV 120°

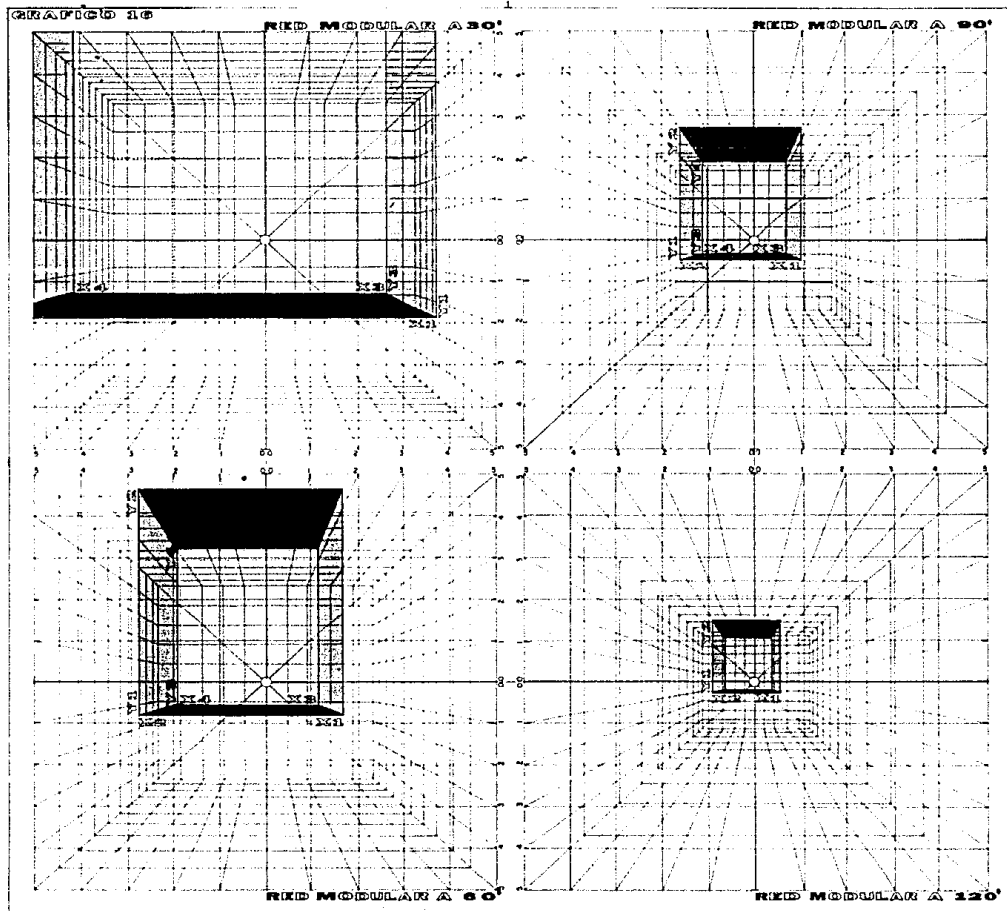
El ejemplo ilustrado en estos gráficos cuestiona uno de los aspectos más relevantes en perspectiva, y de habitual equivocación en la mayoría de literatura al respecto; ya que no se ha puesto en claro, las atribuciones de valor angular de un campo visual dado; si estas obligan a emplear un método específico para cada caso, si bien por el contrario son variantes de un método; y cuáles son los resultados perspectivos a obtener en función a un determinado valor angular de campo visual.

El método RM puede ser aplicado para cualquier valor angular de campo visual, ya que a su vez el valor de la distancia (d) depende de la abertura de campo visual, que es relativa y convencional, en otras palabras, el valor angular de campo visual depende de apreciaciones personales, de recomendaciones ópticas, de atribuciones estéticas, de aspectos de percepción, o de consideraciones científicas.

Si observa detenidamente el factor A del gráfico 15, notará que la estación de observación se consideró como absoluta en términos geométricos, lo cual hace necesario ajustar la posición del plano proyectivo del campo visual respecto a ella. Por otra parte, el cuerpo geométrico también es considerado en posición absoluta, ya que cualquier desplazamiento de él suena como consecuencia un cambio en la relación observador-objeto y, por tanto el planteamiento de un problema distinto. Ahora bien, en los gráficos respectivos podemos observar lo siguiente: resultan imágenes análogas pero de distinto tamaño en relación al valor EPCV. Aunque el CG no sufre deformación alguna, hay que tener en cuenta que a medida que se amplía el valor angular de CV, esto resulta de manera inversamente y, viceversa, a medida que se reduce éste aparece ser de mayores dimensiones.

En el caso de no considerar absoluto el valor del plano proyectivo del campo visual, pero si las posiciones de estación de observación y de cuerpo geométrico, el resultado será exactamente el mismo (por qué?) porque en términos rigurosos de geometría proyectiva el resultado no tiene que variar, pues se trata de una simple proyección entre los puntos de un CG y un punto (del). El secreto de esta cuestión está dada por el concepto de Límite de Campo Visual, pues al ser el resultado perspectivo análogo para un valor absoluto del EPCV, en cierto modo se facilita de ampliar o reducirse su capacidad.

¿Que ocurre en el caso de ser absolutos tanto el plano proyectivo del campo visual como la posición del cuerpo geométrico, siendo variable en función a estos la ubicación de la estación de observación? ¿se producen imágenes perspectivas distintas? La respuesta a esta y otras cuestiones, las daremos para ser trabajadas con la extensión debida en un siguiente trabajo, en el cual también hablaremos de la aplicación de sistemas computarizados para la representación perspectiva, incluyendo algoritmos para líneas ocultas y sombras.



1.4 MOVIMIENTOS DE CUERPOS GEOMÉTRICOS EN EL ESPACIO.

Habitualmente los diseñadores están acostumbrados a la representación estática de la perspectiva, ofreciéndoles una manera de darse idea del posible resultado edificatorio. También las maquetas ofrecen otra manera de representar lo que se pretende edificar, sólo que su propia construcción, hace difícil que el observador pueda lograr los efectos que daría su escala real; en cambio la perspectiva estática sí ofrece esta ventaja. Existen técnicas de simulación fotográfica y filmica en maquetas, cuyos resultados llegan a alcanzar un sorprendente realismo, pero su costo de producción hace pensar en otras más accesibles, sobre todo, cuando existen limitaciones de índole presupuestal.

Actualmente se han desarrollado técnicas de graficación dinámica con el auxilio de computadoras y pantallas de graficación, siendo la perspectiva, uno de los mejores medios para la simulación de modelos edificables. Este es el origen de la perspectiva dinámica (filmica o trayectorial si se prefiere), que sin duda evolucionará las formas de representación empleadas en el proceso de diseño arquitectónico y de otras disciplinas.

Un paso intermedio entre la perspectiva estática y dinámica, lo constituye la perspectiva secuencial. Esta se logra por medio de una serie de perspectivas estáticas tratando de producir el efecto de recorrido, tal y como se muestra en el punto 3.2 del capítulo tercero.

Los fundamentos de la perspectiva dinámica, están dados por los principios de movimiento de cuerpos geométricos en el espacio. Los casos aquí presentados son del tipo de movimiento continuo, no tomando en cuenta los efectos de la gravedad y del tiempo, esto último por la imposibilidad física de su representación.

Los tipos de movimiento de cuerpo geométrico considerarlos se clasifican en:
giro
traslación
giro-traslación

En los giros se ilustran cinco casos de movimiento de CG sobre su eje, y cinco casos fuera de su eje. La posición del eje en el CG no hace que el resultado varíe, pero para mayor facilidad de comprensión se le ha hecho coincidir en posición de simetría respecto al CG.

En las traslaciones se ilustran cinco casos de movimiento de CG sobre su eje, excluyéndose la posibilidad de movimiento fuera de él; ya que en el supuesto caso de ser así, al trazar el CG generaría un eje propio no simétrico a él, tal como se muestra en las traslaciones 3, 4 y 5.

Los giro-traslaciones son movimientos combinados como su nombre lo indica, resultan sumando al movimiento de giro el de traslación. Los casos considerados son: cinco de movimiento de CG sobre su eje y, cinco fuera de él.

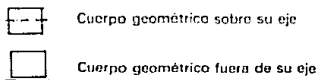
Después de hacer varios intentos por describir cada caso en lenguaje verbal, nos dimos cuenta que las unidades verbales empleadas eran insuficientes para comunicar su significado. Para vencer esta situación se recurrió al empleo del lenguaje gráfico-simbólico, permitiendo durante el desarrollo de este punto una clara concepción de cada caso, así como de su ordenación y clasificación por tipo de movimiento. La ordenación establecida para cada tipo de movimiento, fue partiendo del caso más sencillo al más complejo.

A continuación se describe la gramática del lenguaje utilizado:

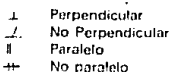
Símbolos de entrada que significan el tipo de movimiento



Símbolos que identifican al cuerpo geométrico y su eje de movimiento



Símbolos que identifican la posición del eje de movimiento en la RM



Símbolo de inclusión



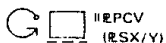
Símbolo de simultaneidad



Símbolos de asociación verbal (ver punto 1.2)

VS	Visual de simetría
PCV	Plano proyectivo del campo visual
ESX/Y	Plano de simetría "equis" y "ye"
SX	Plano de simetría "equis"
SY	Plano de simetría "ye"

La ordenación de los símbolos en la escritura, establece la secuencia de la lectura, así por ejemplo:



Podría intentarse enunciar en lenguaje verbal como:

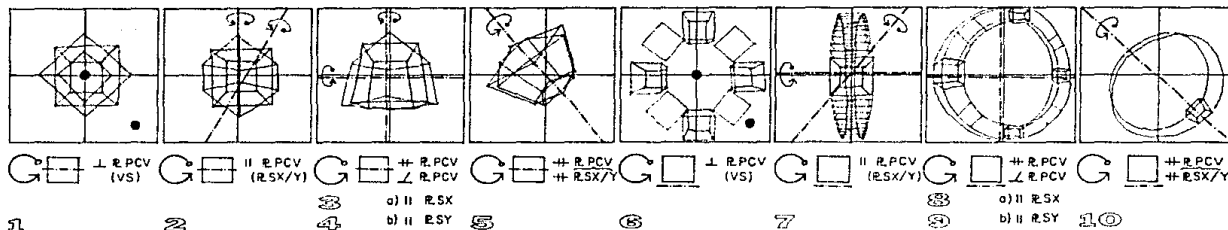
Giro del cuerpo geométrico fuera de su eje, siendo éste paralelo al plano proyectivo del campo visual, incluyendo a los planos de simetría "equis" y "ye".

El lector podrá apreciar más adelante la conveniencia en adoptar el lenguaje gráfico-simbólico para la descripción de los casos, sobre todo cuando pueda reconocer a cada uno, exclusivamente por medio de su enunciado gráfico.

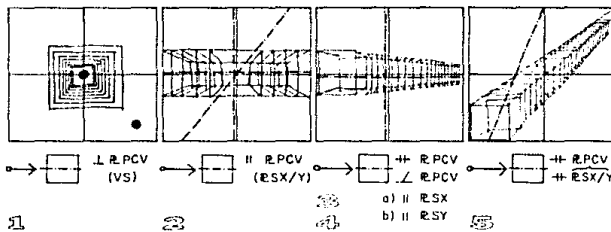
En el gráfico 1 se muestran los casos establecidos de movimientos de cuerpos geométricos en el espacio. Están ordenados en disposición de lectura horizontal, comenzando con giros, traslaciones y, finalmente, giro-traslaciones. Para identificar fácilmente a cada caso, utilizaremos primeramente la inicial del tipo de movimiento, y luego el número de caso que corresponda; por ejemplo: G7, significa, giro caso siete.

Los siguientes gráficos identificados según la convención anterior, muestran al lector la ejecución perspectiva (por medio de la RM2) de algunos de los casos indicados en el gráfico 1. Habiendo también entre ellos (como el GT-10), algunos de compleja representación aun con el auxilio de la RM2, pero, desde luego, de imposible realización a simple ojo.

Al plantearnos este tipo de problemas, como ya citamos en el punto 1.3, segundo párrafo. "La estrategia metodológica seguida fue la de libre exploración, en la cual la única duda constante fue plantear algún problema perspectivo que no pudiese ser resuelto por medio del método RM, . . ." hemos comprendido que los instrumentos tienen su límite, por mejor que sea la teoría que los sustenta. La imaginación de Galileo llegó más lejos que sus telescopios, y paradójicamente las computadoras de hoy no van tan lejos porque la imaginación del hombre no agota sus posibilidades. Para ejemplificar esta sencilla reflexión, plantéese el lector como problema perspectivo resolver el caso de movimiento GT-10, tomando como cuerpo geométrico en lugar del cubo a un icosaedro, o si desea complicarse un poco más la existencia, tomar la hoja de una "piñanona".



GIROS



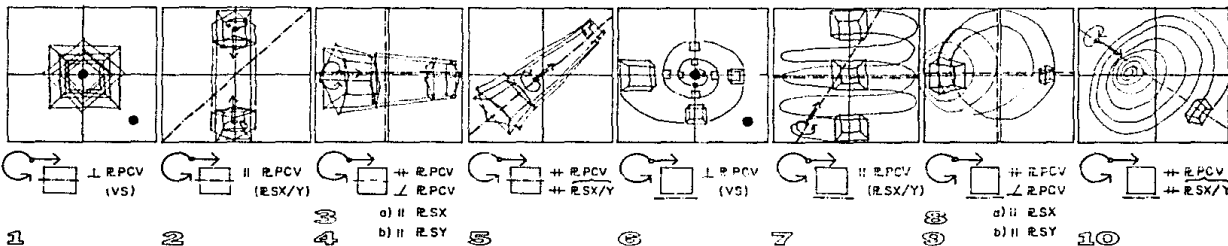
Los casos aquí presentados sólo describen movimientos geoméricamente regulares, o lo que es lo mismo, de trayectoria simple. Desde luego, en el medio terrestre se dan otros tipos de trayectorias más complicadas, como la que describen las hojas de un árbol al caer o, los antihelioses, las cuales bien podríamos llamar erráticas y que están sujetas a movimientos aleatorios. Una hoja de árbol al caer, aparte de describir una trayectoria errática, la hace también en un tiempo irregular dependiendo si su posición es propicia a frenar o acelerar su movimiento, en el caso de los missiles tanto el tiempo como la trayectoria pueden ser gobernadas. Si hacemos una exhibición de los conceptos de giro y traslación podemos considerar trayectorias de cualquier geometría en función a tiempos irregulares.

Si observa el lector con detenimiento los textos en lenguaje simbólico, notará que hay entre ellos una

correlación en los tres casos de movimiento, variando sólo el tipo de este, así por ejemplo, G2, T2 y GT2 refieren giro, traslación y giro traslación respectivamente, de un cuerpo sobre su eje, siendo éste paralelo al plano proyectivo del campo visual, incluyendo a los planos de simetría X'Y'. Si partimos que los dos primeros movimientos son primarios, y el tercero resulta de combinar a estos, y de la consideración de movimientos de cuerpo geométrico sobre su eje y fuera de él. Solo hay cinco posiciones de movimiento en el campo visual, y que están dadas por los cinco primeros casos de cualquiera de los tres movimientos.

A partir de estos principios es posible desarrollar algoritmos para la representación gráfica por medio de dispositivos computarizados, a través de bandas de grabación, entre las cuales las pantallas de refresco son las más adecuadas actualmente.

TRASLACIONES



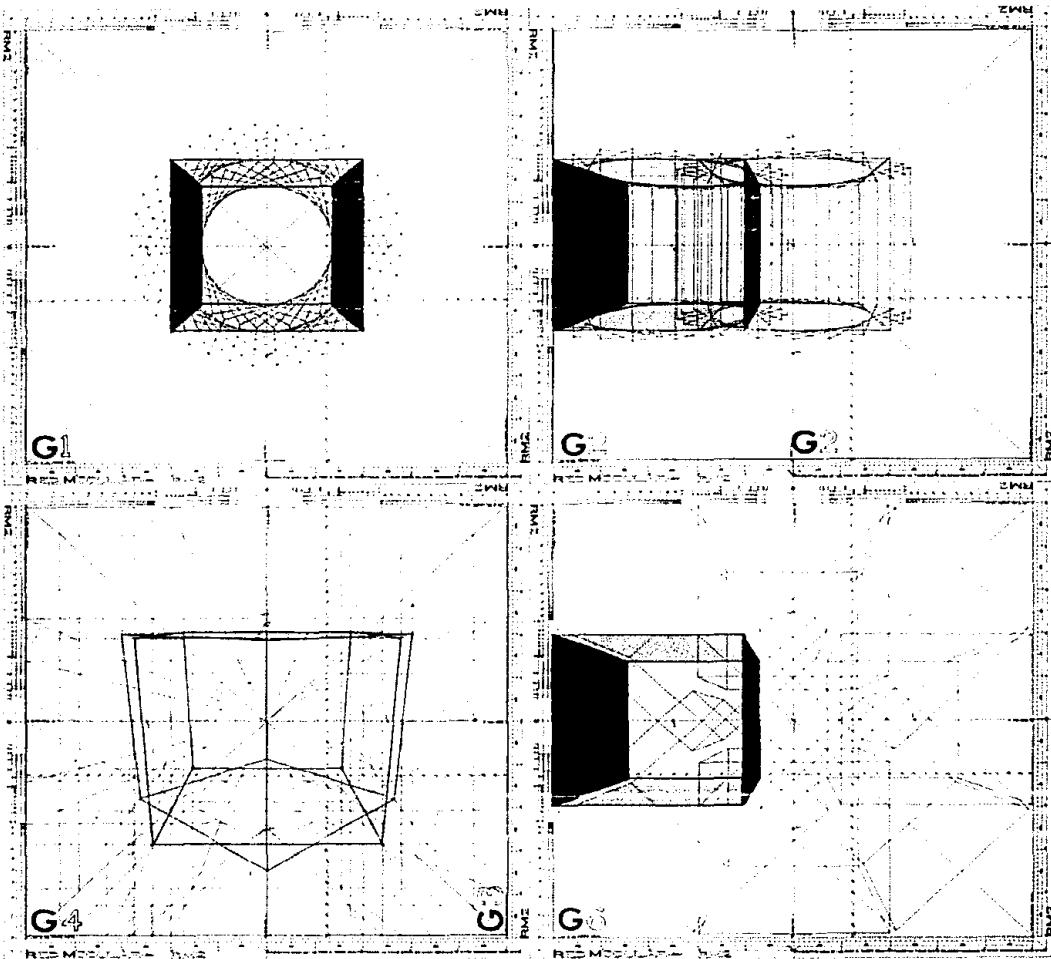
GIRO - TRASLACIONES

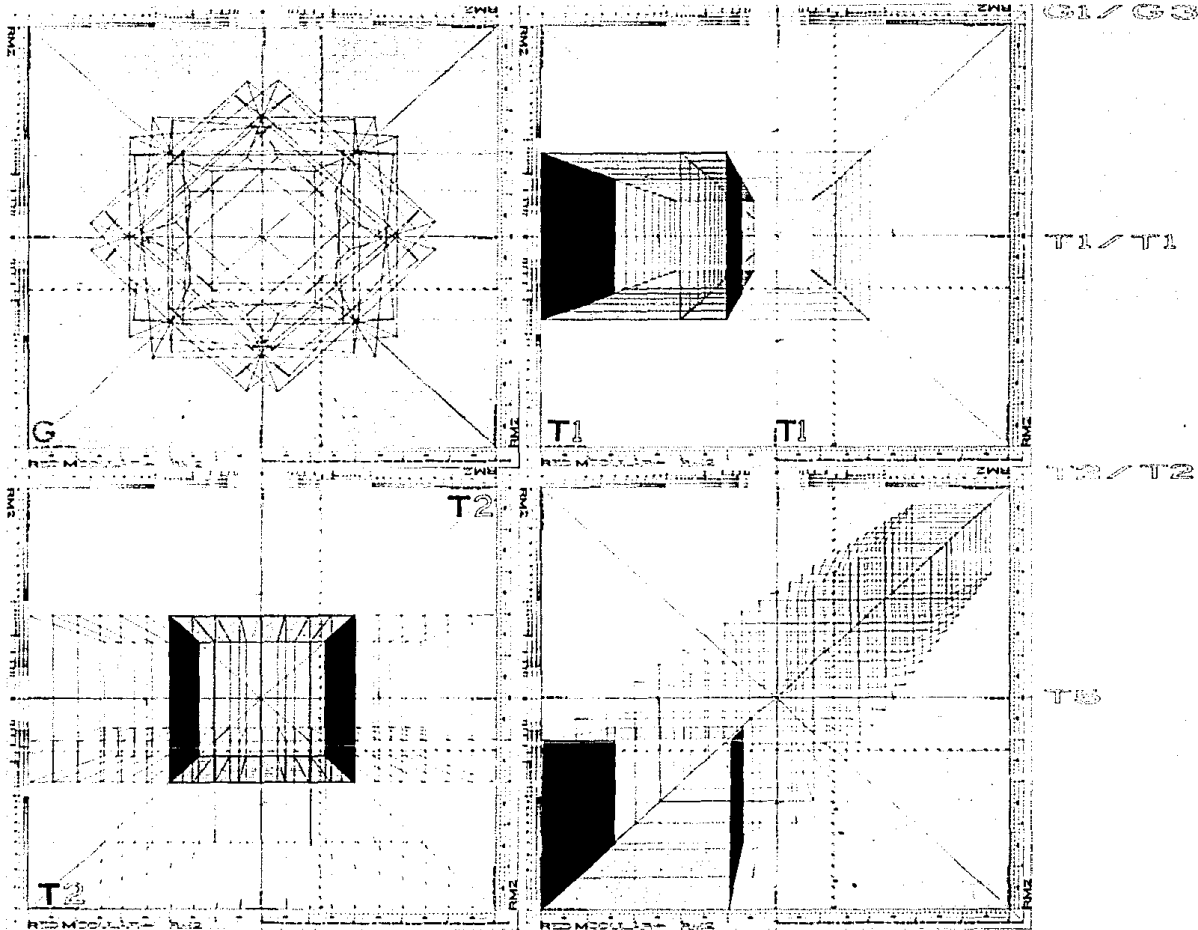
03

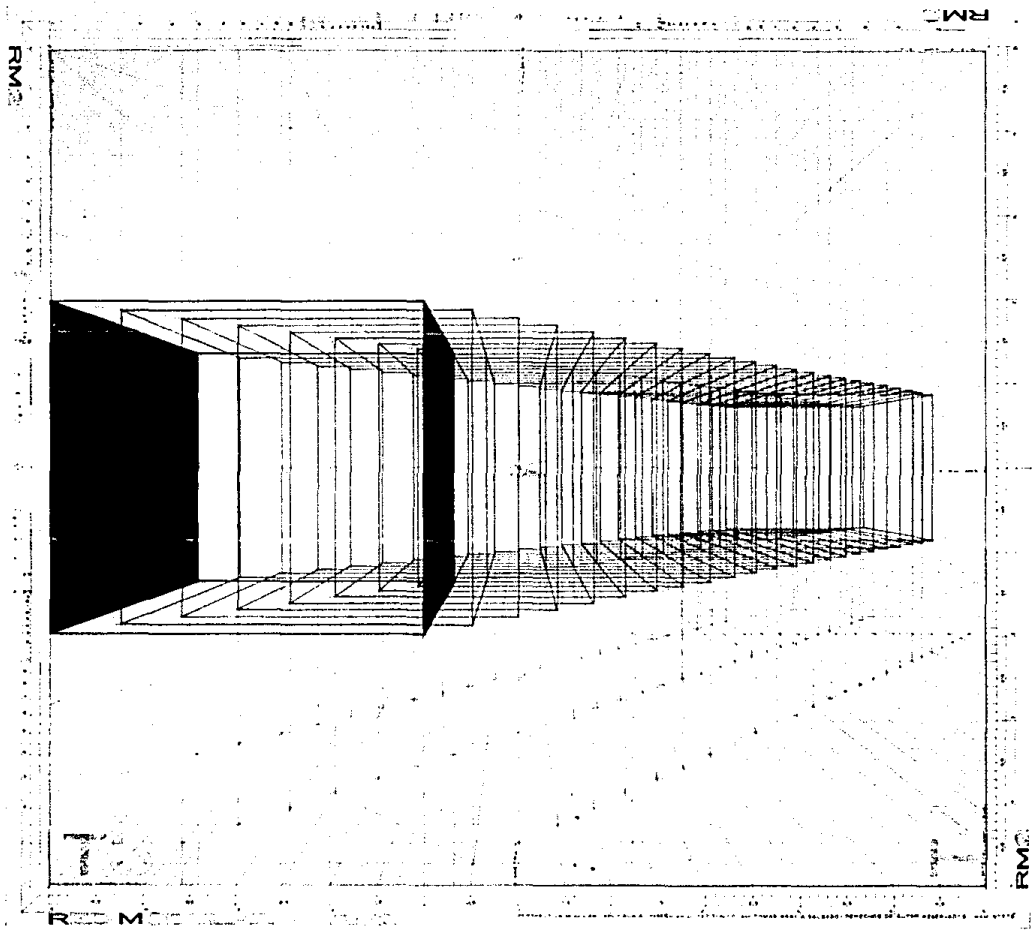
G3 / G2

G3 / G4

G6







SEGUNDO CAPÍTULO

2.1 USO DE LA RED MODULAR RM1

La RM1 es un instrumento que permite calcular gráficamente los valores perspectivos de las coordenadas X/Y/P, para cualquier punto dado dentro del CV, a su vez es también, el más sencillo para iniciarse en la aplicación del método RM

En el volumen primero de este trabajo (*), se ilustra cómo obtener el trazo de la Red Modular (ver "Proceso Geométrico Programado para la Obtención de la Red Modular") paso por paso, exhibiendo sus elementos constitutivos. Todos los ejercicios mostrados en el mismo volumen, fueron ejecutados por medio de la RM1.

En el presente volumen hemos logrado evolucionar el método RM y por consiguiente el uso mismo de sus instrumentos de ejecución, en el caso particular de la RM1 se han incluido elementos nuevos para su mejor comprensión, que aunque en puntos anteriores ya los hemos referido, es oportuno en este caso volver a citarlos. Primero, el concepto de

Amplitud del Campo Visual/ACV, ha permitido poder calcular gráficamente cualquier coordenada X/Y asociada a (P), siempre y cuando su valor se encuentre dentro del campo visual, facilitándose su obtención por medio de los planos auxiliares de trazo que contiene la RM1. Segundo, el concepto de Límite de Campo Visual/LCV, ha permitido poder calcular en función a (P), los valores máximos de las coordenadas X/Y. Tercero, el concepto de Punto de Fuga de Retro-proyección/E0', que permite determinar en el RPCV los valores de coordenadas X/Y < 5 m, asociados con (---P), es decir, cuando (P) representa al intervalo $-8.66 \geq 0$.

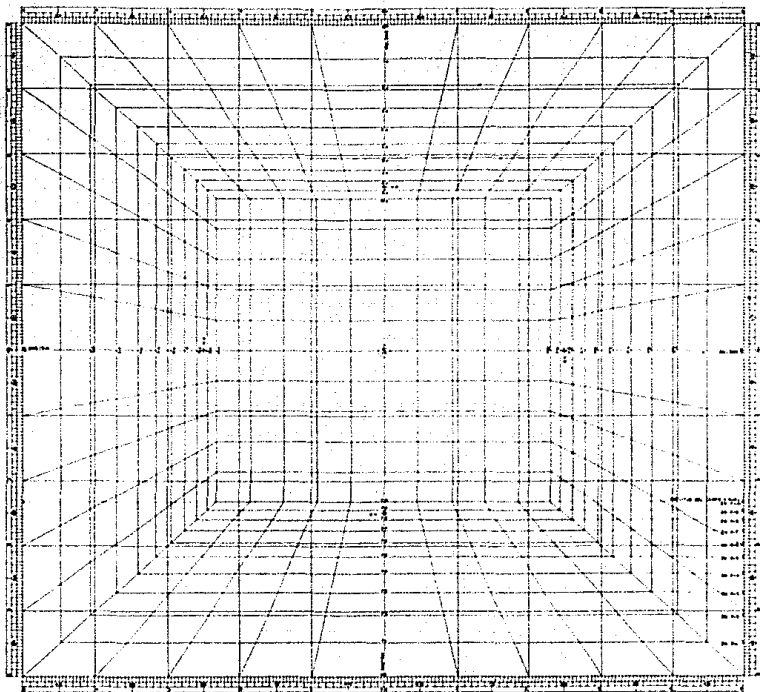
La RM1 representa una porción del Campo Visual modulada convencionalmente en diez partes y graficada en el RPCV. Sea el gráfico 1 su representación. El LCV en la RM1, está dado por sus cuatro bordes, facilitando así la determinación de los valores de ACV para cualquier valor (P), de tal modo que los valores X/Y > 5 pueden ser graficados en los planos auxiliares de trazo. En el gráfico 1 se indican sobre el plano auxiliar de trazo $\mathbb{R}Y = -5$ los valores de ACV hasta $P = 10$; ahora bien, su interpretación es como sigue: en $P = 10$, se observará que el valor modular (m) dado en el RPCV se ha reducido a 0.46 m, lo cual quiero decir que $A(10) = 21.547$ m, así sucesivamente para cualquier valor de ACV. Lo anterior lo podemos comprobar gráficamente, trazando una línea vertical desde $\mathbb{R}Y = -5$ con valor $\pm X = 0.46$ m hasta encontrar $P = 10$, y se verá que ésta coincide con el valor de 1 m, siendo por lo tanto el número de módulos (m) en $P = 10$ más de veintiuno y medio. Desde luego que esta comprobación es aproximada, por lo que recomendamos para una mayor claridad, se consulte la tabla 1 del punto 1.3.

En la RM1 se incluyen los $\mathbb{R}SX/Y$, que como lo indica el término (. . . da simetría. . .) son los que dividen simétricamente en cuadrantes el RPCV, lo que imposibilita trabajar en ellos gráficamente, por lo cual se ha recurrido para la representación perspectiva de cualquier punto, a los cuatro planos auxiliares de graficación, que son a saber:

$\mathbb{R}Y = +5$
 $\mathbb{R}Y = -5$
 $\mathbb{R}X = +5$
 $\mathbb{R}X = -5$

Estos son justamente los que se aprecian en los cuatro bordes de la RM1, graficados hasta $P = 10$.

* Perspectiva Modular / Aplicada al Diseño Arquitectónico / T.G. Salgado / Volumen I UNAM / 1973.



En la práctica utilizamos más a menudo el $\mathbb{R}Y = -5$ para la obtención de los valores X/P , y el $\mathbb{R}Y = 5$ para la obtención del valor Y ; de tal forma que la ubicación de cualquier punto en la RM1 resulta sistemática y por lo mismo sencilla. En el tercer capítulo, punto 3.3; el lector podrá apreciar que los ejemplos ilustrados a pesar de su aparente recargamiento de trazos, permiten recurrir a los correspondientes de algún punto, siendo desde luego, más accesible esta labor, cuando más práctica se tiene en el empleo de la RM1.

Resumiendo lo anteriormente expuesto, podemos decir que el uso de la RM1, se reduce a hallar la posición perspectuada en ella, de cualquier punto dado por sus coordenadas $X/Y/P$. Siendo en determinado modo la RM1, un sistema de coordenadas espaciales.

Antes de mostrar el algoritmo de la RM1 haremos algunas consideraciones que son necesarias tener presentes para su correcta aplicación:

Tomar la convención de signos establecida en las definiciones y el modelo matemático de la RM, tanto para la lectura en los $\mathbb{R}SX/Y$, como su aplicación en la RM1.

Obtener los valores de las coordenadas $X/Y/P$ de los puntos del cuerpo geométrico, mediante la lectura de los $\mathbb{R}SX/Y$ (como se indica en el gráfico 1 del punto 1.3.)

Tomar punto por punto para su graficación en la RM1.

Considérese como planos auxiliares de trazo en la RM1, los siguientes:

$$\mathbb{R}Y = +5$$

$$\mathbb{R}Y = -5$$

$$\mathbb{R}X = +5$$

$$\mathbb{R}X = -5$$

Los valores a determinar en la RM1, tienen la combinatoria de ejecución siguiente:

$$X / P - Y$$

$$Y / P - X$$

Cuando se utiliza el término dentro entrecomilladamente, es para realzar su significado literal. Como anteriormente se dijo "el método RM, permite resolver cualquier caso perspectivo dentro de la RM".

Cuando en matemáticas se habla de algoritmos, se habla de procedimientos enunciados con precisión, es decir, aquellos que describen a todos los casos específicos de un problema general, por medio de un conjunto de reglas y pasos:

Cuando $P = 0$, las coordenadas X/Y están en el $\mathbb{R}PCV$.

**ALGORITMO PARA
LA OBTENCIÓN DE UN
PUNTO, POR MEDIO DE
LA RM1.**

- 1) Asociar las lecturas de los $\mathbb{R}SX/Y$ (planimétricos) con los cuatro planos auxiliares de trazo, de la siguiente manera:

$X / P \rightarrow$	$\mathbb{R}Y = +5$	(a)
$X / P \rightarrow$	$\mathbb{R}Y = -5$	(b)
$Y / P \rightarrow$	$\mathbb{R}X = +5$	(c)
$Y / P \rightarrow$	$\mathbb{R}X = -5$	(d)

(pase a 2)

- 2) Si se comienza con (a) o (b), buscar el caso de asociación
X/P en: 3 4 5 (pase al correspondiente)

Si se comienza con (c) o (d), buscar el caso de asociación
Y/P en: 6 7 8 (pase al correspondiente).

- 3) Si $\pm X < 5$ m para todo valor $P > 0$, y:
si $\pm Y < 5$ m (pase a 3.1),
si $\pm Y > 5$ m (pase a 3.3)
- 4) Si $\pm X > 5$ m para todo valor $P > 0$, primero determínese
a $\pm X$ por medio de la referencia ACV, luego:
si $\pm Y < 5$ m (pase a 3.1).
si $\pm Y > 5$ m (pase a 3.3).
- 5) Si $\pm X < 5$ m para todo valor $P < 0$ entonces, necesariamente
 $Y < 5$ m (pase a 5.1).
- 6) Si $\pm Y < 5$ m para todo valor $P > 0$, y:
si $\pm X < 5$ m (pase a 6.1),
si $\pm X > 5$ m (pase a 6.3).
- 7) Si $\pm Y > 5$ m para todo valor $P > 0$, primero determínese
a $\pm Y$ por medio de la referencia ACV, luego:
si $\pm X < 5$ m (pase a 6.1),
si $\pm X > 5$ m (pase a 6.3).

- 8) Si $\pm Y < 5$ m para todo valor $P < 0$, entonces, necesariamente
 $\pm X < 5$ m. (pase a 8.1).

- 9) Se obtiene en la RM1 el punto P (X/Y/P) perspectivado (pase a 10).

- 10) Buscar otro punto (pase a 11).

- 11) ¿Existe? Sí (pase a 1), No (pase a 12).

- 12) Se han obtenido en perspectiva los puntos del cuerpo geométrico.

- 3.1) Determinar el valor X/P (pase a 3.2).

- 3.2) Asociéese éste con Y (pase a 9).

- 3.3) Determinar Y por medio de la referencia ACV (pase a 3.1).

- 5.1) Determinar el valor X/P "dentro" de la RM1, luego retroproyéctese éste desde EO', hasta el EPCV (RM1) (pase a 5.2).

- 5.2) Determinar Y, también "dentro" de la RM1 y asociéese a los valores X/P; luego retroproyéctese desde la VS hasta intersectar la línea X/P. (pase a 9).

- 6.1) Determinar el valor Y/P (pase a 6.2).

- 6.2) Asociéese éste con X (pase a 9).

- 6.3) Determinar X por medio de la referencia ACV (pase a 6.1).

- 8.1) Determinar el valor Y/P "dentro" de la RM1, luego, retroproyéctese éste hasta el EPCV (RM1) (pase a 8.2).

- 8.2) Determinar X, también "dentro" de la RM1 y asociéese a los valores Y/P, luego retroproyéctese desde la VS hasta intersectar la línea Y/P (pase a 9).

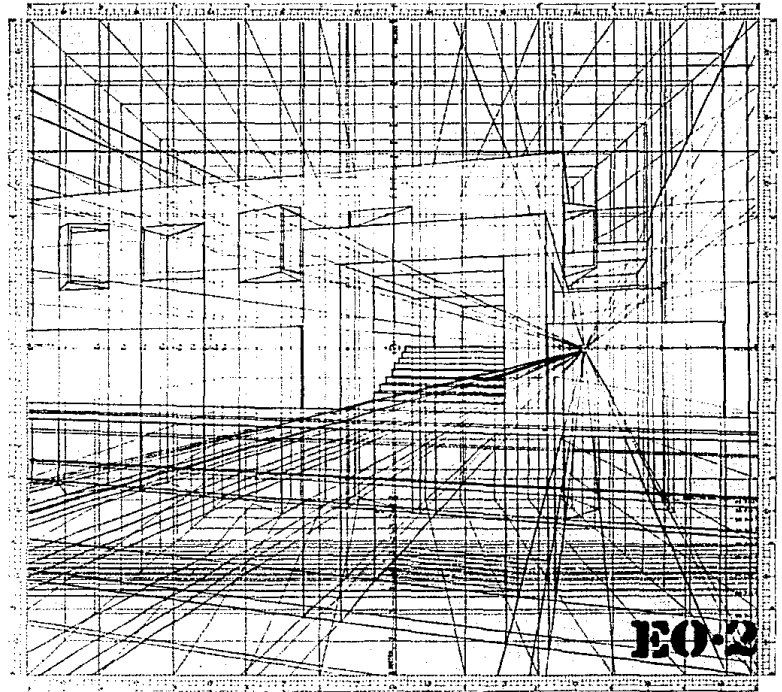
EJEMPLO DE APLICACION

Durante el proceso de diseño de la iglesia que ilustra el ejemplo, se pudieron manipular algunas alternativas de diseño cercanas a su posible resultado edificatorio, como se muestra en uno de los trazos perspectivos comparativamente con la fotografía tomada en la estación de observación del trazo. Para una mayor evidencia, se muestran tanto el trazo como la fotografía editadas al mismo tamaño, para que el lector pueda apreciar la similitud entre una y otra.

En el caso de las ventanas, se estudiaron varias alternativas tomando en cuenta sus requerimientos de función de factibilidad constructiva y de aspecto plástico. Con la ayuda de la RM1 se pudieron representar las alternativas, hacer una evaluación de ellas y, finalmente, optar por una. Este caso ilustra una aplicación particular del Método RM, pero en general, podemos decir que es una herramienta muy valiosa, al permitir al diseñador manipular alternativas para la toma de decisiones durante el proceso de diseño.

Abundando un poco más sobre este ejemplo, también fue interesante la opción de otras alternativas. La barda hacia la calle, por ejemplo, requería de una altura tal que desde cualquier posición en la calle a nivel de observador, no se pudiese apreciar que la edificación tiene dos niveles, sino que solamente resaltase el que corresponde a la nave. Este requerimiento de aspecto plástico fue considerado así, por no disponer de suficiente terreno para edificar todo en un nivel y, por otra parte, resultaba poco satisfactorio pensar en la imagen de una iglesia protestante, con su nave congregacional en un segundo piso.

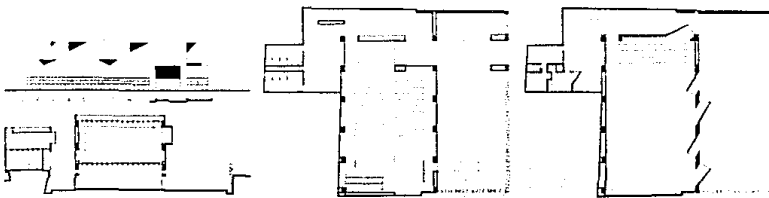
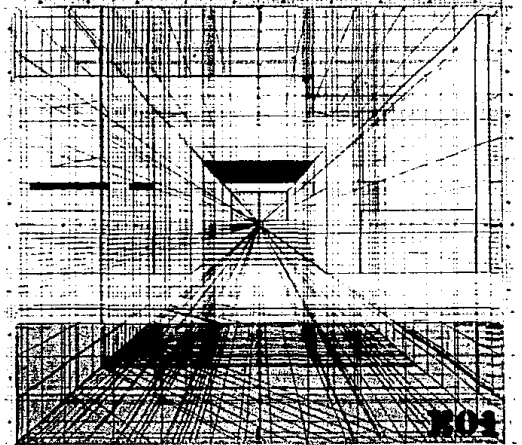
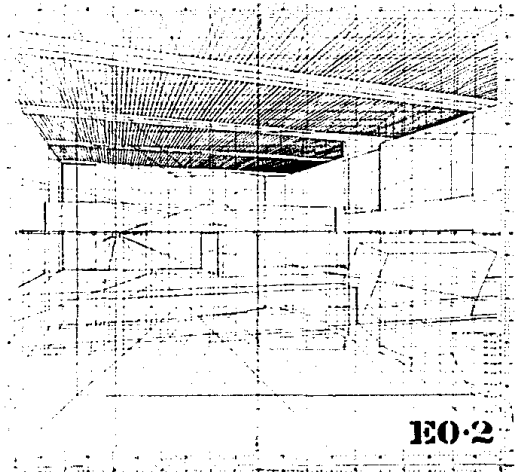
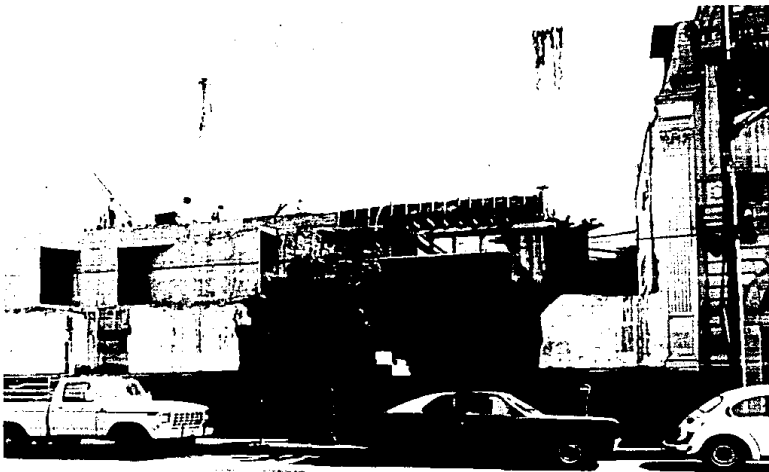
Los actuales métodos de diseño en arquitectura a pesar de sus aparentes diferencias de enfoque, mantienen en común la formulación de requerimientos que la edificación debe brindar a los usuarios, y el procedimiento para su optimización en el diseño, siendo la parte metodológica y coyuntural de esta cuestión, la elaboración de elementos de juicio para la toma de decisiones durante su proceso.



Solamente se muestra un caso de aplicación de la RM1, ya que el tercer capítulo de esta obra está dedicado a mostrar ejemplos de aplicación, en obras diversas de arquitectura.

Los gráficos 2 y 3, muestran los geométrales de los cuales fueron obtenidos punto por punto las coordenadas X/Y/P del cuerpo geométrico. Siguiendo el algoritmo de la RM1, éstas pueden ser constatables.

Los gráficos 4, 5 y 6 muestran los resultados perspectivos. La fotografía tomada durante el proceso de construcción (Enero de 1980) correspondiente a la EO2 (gráfico 4), ha sido editada en dimensiones correspondientes a ésta, para facilitarle al lector la comparación visual de ambos.



2.2 USO DE LA RED MODULAR RM2.

La RM2 es un instrumento que permite calcular gráficamente los valores perspectivos de las coordenadas X/Y/P, para cualquier punto dado dentro del CV. Sea el gráfico 1 su representación.

Los cuatro planos de trazo en la RM2 están graficados hasta la VS (a diferencia de la RM1 que están graficados hasta $P = 10$), de tal modo que quedan resumidos por las diagonales de la Red. La RM2 representa la totalidad del Campo Visual, y por consiguiente sus cuatro bordes determinan el LCV. Para graficar los valores X/Y/P en la RM2 utilizaremos las escalas que se encuentran en el RPCV, de la siguiente manera:

RY = -5 valores X/P

RX = +5 valores Y/P

Hay dos escalas de valores P

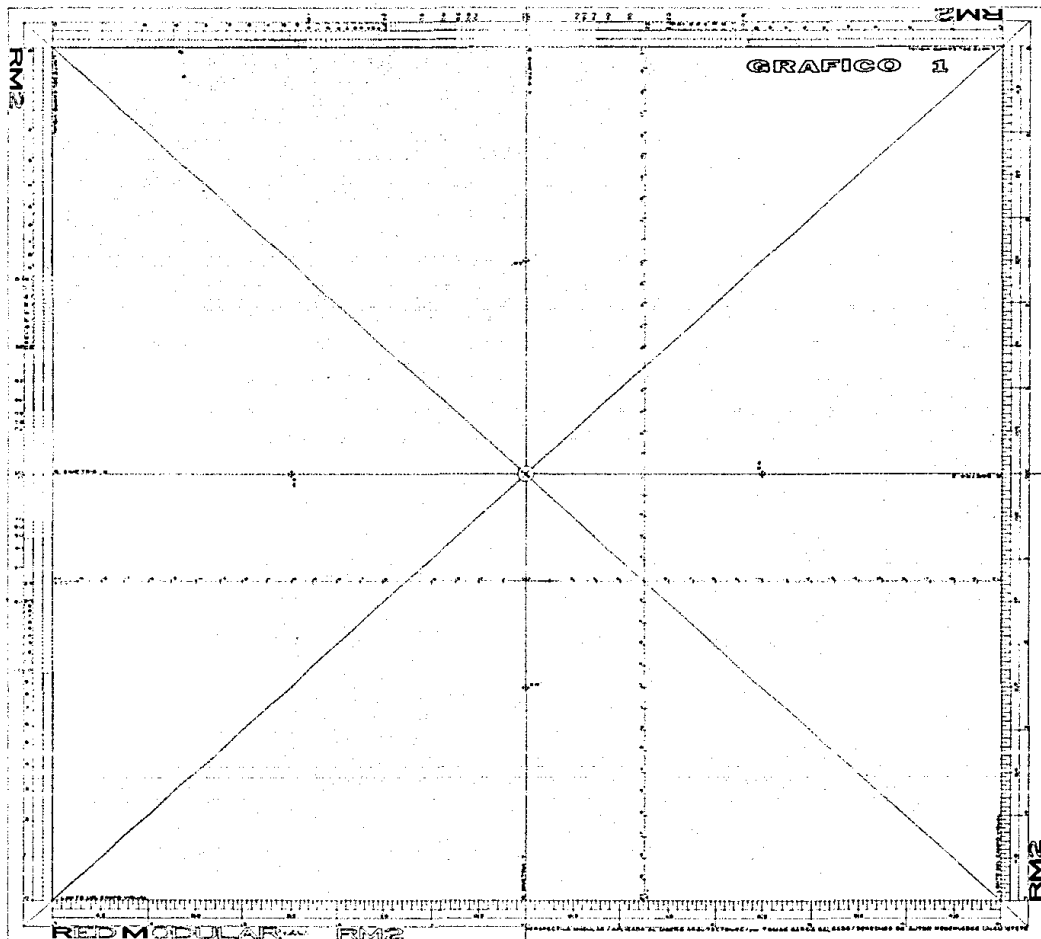
(profundidad), una vertical para

asociar los valores X/P en el

RY = -5, y una horizontal para

asociar los valores Y/P en el

RX = +5.



Como se podrá observar, el valor P figura doblemente, por lo que recomendamos determinarlo sólo una vez, ya sea asociado a X o a Y, de tal modo que cualquiera que sea la preferencia de asociación, reste sóloamente determinar la coordenada X/Y, según sea el caso.

Como se apreciará en el gráfico 1, se han incluido en la RM2 dos escalas simétricas para determinar valores de ACV, éstas están graficadas en $P = 26$ y su valor modular es:
 $A(26) = 40.02 \text{ m}$ (ver punto 1.3, ecuación 6). Lo cual nos permite graficar valores $\pm X/Y > 5 \text{ m}$ hasta $\pm 20.01 \text{ m}$ (recuérdese que A (26) está dado en valor absoluto), cuando se desean obtener valores mayores a éste, se pueden deducir geoméricamente en base a las escalas. En la práctica hemos probado su eficiencia a través de ejercicios de diversa índole, resultando aceptables los resultados en cuanto a su precisión de trazo.

La obtención de la escala de valores Po en la RM2 puede hacerse de dos formas. Primero, bajo el procedimiento geométrico, es decir, deduciendo sus valores por medio de la construcción geométrica del Campo Visual Modular, como se muestra en el gráfico 11, del punto 1.3.

Segundo, siguiendo el razonamiento matemático para la construcción de las reglas RM25/50.

Dicho razonamiento establece que: para construir la escala de valores Po, hay que determinar primero el $\text{tg} \alpha$ por medio de la ecuación:

$$\text{tg} \alpha = \frac{5}{d + P_n}$$

y luego el valor (Po) en función a ésta, por medio de la ecuación:

$$P_o = d \text{tg} \alpha$$

siendo:

α formado por la recta $P_n E O$ y la VS, siempre y cuando para todo P_n haya otro $X/Y = 5$ (valor absoluto).

Po valor proyectivo de la coordenada P_n dado en módulos (m) sobre el $\mathbb{R}PCV$.

Para mayor claridad de lo expuesto, véase el punto 2.4, y la tabla de valores P_n , $\text{tg} \alpha$, y P_o .

En la escala Po de la RM2 están graficados los valores Po, hasta $P_o = 70 \text{ m}$, en caso de requerirse un valor mayor (lo cual no ocurrió en la producción del material ilustrativo para el libro), recórrase a las dos formas de obtención de valores Po antes citadas.

Antes de referir algunas consideraciones generales previas a la exposición del algoritmo de la RM2, mencionaremos de manera simplista cómo usar la RM2. Dado un punto en los $\mathbb{R}SX/Y$ (planimétricos), primero, localícese a P en la escala de valores Po (horizontal o vertical según el caso). Luego asóciése a las coordenadas X/Y (según el caso) por medio de los $\mathbb{R}Y = -5$ y $\mathbb{R}X = 5$ (también, según el caso) y se obtendrá el punto perspectivado en la RM2.

Previo a mostrar el algoritmo de la RM2 haremos algunas consideraciones que son necesarias tener presentes para su correcta aplicación:

Tomar la convención de signos establecidos en las definiciones y el modelo matemático de la RM, tanto para la lectura en los $\mathbb{R}SX/Y$, como para su aplicación en la RM2.

Obtener los valores de las coordenadas X/Y/P de los puntos del cuerpo geométrico, mediante la lectura de los $\mathbb{R}SX/Y$ (como se indica en el gráfico 1 del punto 1.3).

Tomar punto por punto para su graficación en la RM2.

Considérense como planos auxiliares de trazo en la RM2, los siguientes:
 $\mathbb{R}Y = -5$
 $\mathbb{R}X = +5$

Los valores a determinar en la RM2, tienen la combinatoria de ejecución siguiente:
 $P / X - Y$
 $P / Y - X$

Cuando se utiliza el término dentro entrecorilladamente, es para realzar su significado literal. Como anteriormente se dijo "el método RM, permite resolver cualquier caso perspectivo dentro de la RM".

Cuando en matemáticas se habla de algoritmos, se habla de procedimientos enunciados con precisión, es decir, aquellos que describen a todos los casos específicos de un problema general, por medio de un conjunto de reglas y pasos.

Cuando $P = 0$, las coordenadas X/Y están en el $\mathbb{R}PCV$.

**ALGORITMO PARA
LA OBTENCIÓN DE
UN PUNTO, POR MEDIO
DE LA RM2.**

- 1) Asociar las lecturas de los $\mathbb{R}SX/Y$ (planimétricos) con los planos auxiliares de trazo, de la siguiente manera:

$P/X \rightarrow \mathbb{R}Y = -5$	(a)
$P/Y \rightarrow \mathbb{R}X = +5$	(b)

 (pase a 2)
- 2) Si se comienza con (a), buscar el caso de la coordenada P en 3 y 4 (pase al correspondiente).
Si se comienza con (b), buscar el caso de la coordenada P en 5 y 6 (pase al correspondiente).
- 3) Si $P > 0$ (pase a 3.1)
- 4) Si $P < 0$ (pase a 4.1)
- 5) Si $P > 0$ (pase a 5.1)
- 6) Si $P < 0$ (pase a 6.1)
- 7) Se obtiene en la RM2 el punto $P(P/X/Y)$ perspectivado (pase a 8).
- 8) Buscar otro punto (pase a 9).
- 9) ¿Existe? Sí (pase a 11). No (pase a 10).
- 10) Se han obtenido en perspectiva los puntos del cuerpo geométrico.
 - 3.1) Si $X < 5$ m (pase a 3.2) y,
Si $X > 5$ m (pase a 3.5).
 - 3.2) Determinar el valor P/X por medio de la escala Po (vertical) y el $\mathbb{R}Y = -5$ (pase a 3.3).
 - 3.3) Si $Y < 5$ m (pase a 3.4) y,
Si $Y > 5$ m (pase a 3.6).
 - 3.4) Asíciase éste al valor P/X (pase a 7).
 - 3.5) Determinar a X por medio de la escala ACV (pase a 3.2).
 - 3.6) Determinar a Y por medio de la escala ACV (pase a 3.4).
 - 4.1) Entonces necesariamente $X/Y < 5$ m. Determinese el valor P/X "dentro" de la RM2 (pase a 4.2).
 - 4.2) Retroproyéctese éste desde EO' hasta el $\mathbb{R}PCV$ (pase a 4.3).
 - 4.3) Determinar Y , también "dentro" de la RM2 y asíciase a P/X ; luego retroproyéctese desde la VS hasta intersectar la línea (vertical) P/X (pase a 7).
 - 5.1) Si $Y < 5$ m (pase a 5.2) y,
Si $Y > 5$ m (pase a 5.5).
 - 5.2) Determinar el valor P/Y por medio de la escala Po (horizontal) y el $\mathbb{R}X = 5$ (pase a 5.3).
 - 5.3) Si $X < 5$ m (pase a 5.4).
Si $X > 5$ m (pase a 5.6).
 - 5.4) Asíciase éste al valor P/Y (pase a 7).
 - 5.5) Determinar a Y por medio de la escala ACV (pase a 5.2).
 - 5.6) Determinar a X por medio de la escala ACV (pase a 5.4).
 - 6.1) Entonces necesariamente $Y/X < 5$ m. Determinese el valor P/Y "dentro" de la RM2 (pase a 6.2).
 - 6.2) Retro-proyéctese éste desde EO' hasta el $\mathbb{R}PCV$ (pase a 6.3).
 - 6.3) Determinar X , también "dentro" de la RM2 y asíciase a P/Y ; luego retroproyéctese desde la VS hasta intersectar la línea (horizontal) P/Y (pase a 7).

EJEMPLO DE APLICACIÓN.

Los casos presentados de movimientos de cuerpos geométricos en el espacio, en el punto 1.4 del primer capítulo, fueron realizados por medio de la RM2, siendo éstos los más ilustrativos para su aplicación. Sin embargo, se decidió presentar a tres de ellos con mayor detalle para que el lector pudiese analizar con detenimiento su construcción perspectiva.

Como advertencia, debemos decir al lector, que no se deje impresionar por la cantidad de trazos realizados para la solución de cada caso, sino que simplemente vea en ellos la aplicación del algoritmo para la obtención perspectiva de un punto, anteriormente expuesto. La opción de mostrar los trazos de construcción perspectiva, en vez de simplificarlos a los cruces de línea para cada punto, se debió a la facilidad de poderlos referir en los márgenes de las escalas correspondientes de la RM2.

Ciertamente, cualquiera de los tres casos de aplicación mostrados, resulta imposible de ejecutarse a ojo, por más bien educado que esté. Representar un carrusel en perspectiva formado por 24 cubos, no es cuestión de *habilidad* o de *práctica* sino de precisión. Entendiendo obviamente, que nos referimos a la "precisión del método" como tal, pero que a su vez es relativa a la visión retínica del ojo humano y próxima a los instrumentos fotográficos de "lentes normales".

Sean los datos de este ejemplo dados por:

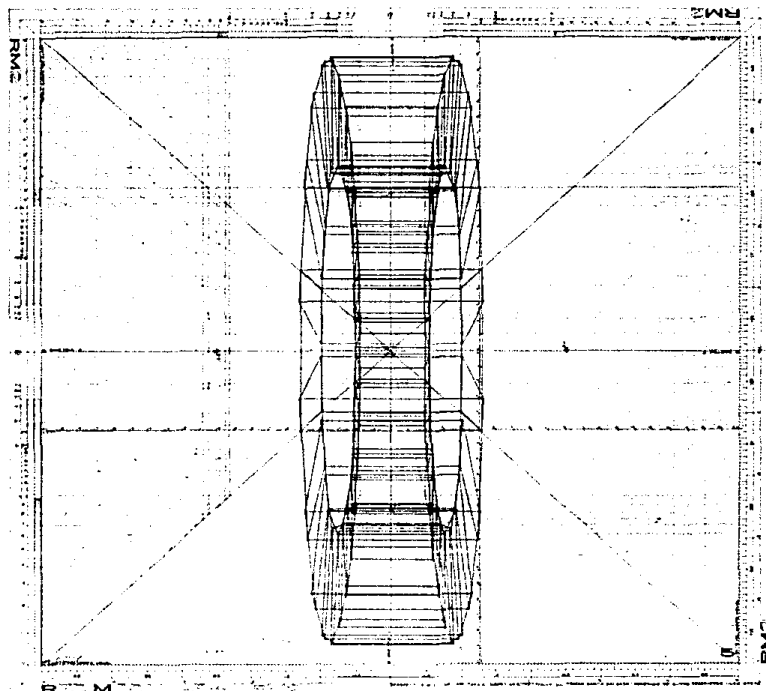
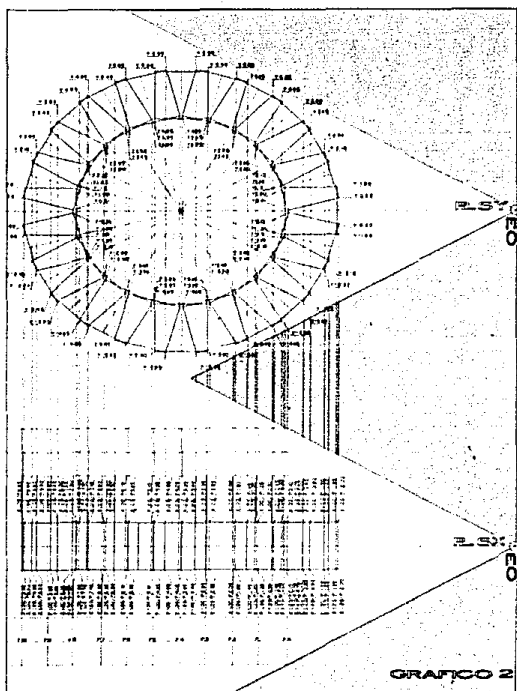
Los gráficos 2, 3 y 4 que representan los geométricos correspondientes a los tres casos referidos.

Las tablas 1, 2 y 3 que representan las coordenadas X/Y/P de cada uno de los 24 puntos, para los tres casos.

Los gráficos 5, 6 y 7 que representan los resultados perspectivos obtenidos por medio de la RM2.

Primer Caso/Tabla 1

	X	Y	P		X	Y	P		X	Y	P		X	Y	P		X	Y	P				
1	1.00	-1.00	7.95	5	1.00	2.95	6.80	9	1.00	3.90	2.85	13	1.00	1.00	0.05	17	1.00	-2.95	1.20	21	1.00	-3.90	5.10
	1.00	1.00	7.95		1.00	3.90	5.10		1.00	2.95	1.20		1.00	-1.00	0.05		1.00	-3.90	2.85		1.00	-2.95	6.80
	1.00	1.00	9.90		1.00	5.65	6.10		1.00	4.65	0.20		1.00	-1.00	-1.95		1.00	-5.65	0.90		1.00	-4.65	7.80
	1.00	-1.00	9.90		1.00	4.65	7.80		1.00	5.65	0.90		1.00	1.00	-1.95		1.00	-4.65	0.20		1.00	-5.65	6.10
	-1.00	-1.00	7.95		-1.00	2.95	6.80		-1.00	3.90	2.85		-1.00	1.00	0.05		-1.00	-2.95	1.20		-1.00	-3.90	5.10
	-1.00	1.00	7.95		-1.00	3.90	5.10		-1.00	2.95	1.20		-1.00	-1.00	0.05		-1.00	-3.90	2.85		-1.00	-2.95	6.80
	-1.00	1.00	9.90		-1.00	5.65	6.10		-1.00	4.65	0.20		-1.00	-1.00	-1.95		-1.00	-5.65	0.90		-1.00	-4.65	7.80
	-1.00	-1.00	9.90		-1.00	4.65	7.80		-1.00	5.65	0.90		-1.00	1.00	-1.05		-1.00	-4.65	1.20		-1.00	-5.65	6.10
2	1.00	0.10	8.00	6	1.00	3.50	5.95	10	1.00	3.45	1.90	14	1.00	-0.10	0.00	18	1.00	-3.50	2.00	22	1.00	-3.45	6.10
	1.00	1.95	7.50		1.00	4.05	4.05		1.00	2.10	0.50		1.00	-1.95	0.45		1.00	-4.05	3.90		1.00	-2.10	7.45
	1.00	2.50	9.50		1.00	5.95	4.60		1.00	3.45	-0.90		1.00	-2.50	-1.50		1.00	-5.95	3.40		1.00	-3.45	8.85
	1.00	0.60	9.95		1.00	5.45	6.50		1.00	4.85	0.50		1.00	-0.60	-2.00		1.00	-5.45	1.45		1.00	-4.85	7.50
	-1.00	0.10	8.00		-1.00	3.50	5.95		-1.00	3.45	1.90		-1.00	-0.10	0.00		-1.00	-3.50	2.00		-1.00	-3.45	6.10
	-1.00	1.95	7.50		-1.00	4.05	4.05		-1.00	2.10	0.50		-1.00	-1.95	0.45		-1.00	-4.05	3.90		-1.00	-2.10	7.45
	-1.00	2.50	9.50		-1.00	5.95	4.60		-1.00	3.45	-0.90		-1.00	-2.50	-1.50		-1.00	-5.95	3.40		-1.00	-3.45	8.85
	-1.00	0.60	9.95		-1.00	5.45	6.50		-1.00	4.85	0.50		-1.00	-0.60	-2.00		-1.00	-5.45	1.45		-1.00	-4.85	7.50
3	1.00	1.15	7.90	7	1.00	3.95	4.95	11	1.00	2.80	1.05	15	1.00	-1.15	0.10	19	1.00	-3.95	2.95	23	1.00	-2.80	6.90
	1.00	2.80	6.90		1.00	3.95	2.95		1.00	1.15	0.10		1.00	-2.80	1.05		1.00	-3.95	4.95		1.00	-1.15	7.90
	1.00	3.80	8.65		1.00	5.90	2.95		1.00	2.10	-1.65		1.00	-3.80	-0.65		1.00	-5.90	4.95		1.00	-2.10	9.60
	1.00	2.10	9.60		1.00	5.90	4.95		1.00	3.80	-0.65		1.00	-2.10	-1.65		1.00	-5.90	2.95		1.00	-3.80	8.65
	-1.00	1.15	7.90		-1.00	3.95	4.95		-1.00	2.80	1.05		-1.00	-1.15	0.10		-1.00	-3.95	2.95		-1.00	-2.80	6.90
	-1.00	2.80	6.90		-1.00	3.95	2.95		-1.00	1.15	0.10		-1.00	-2.80	1.05		-1.00	-3.95	4.95		-1.00	-1.15	7.90
	-1.00	3.80	8.65		-1.00	5.90	2.95		-1.00	2.10	-1.65		-1.00	-3.80	-0.65		-1.00	-5.90	4.95		-1.00	-2.10	9.60
	-1.00	2.10	9.60		-1.00	5.90	4.95		-1.00	3.80	-0.65		-1.00	-2.10	-1.65		-1.00	-5.90	2.95		-1.00	-3.80	8.65
4	1.00	2.10	7.45	8	1.00	4.05	3.90	12	1.00	1.95	0.45	16	1.00	-2.10	0.50	20	1.00	-4.05	4.05	24	1.00	-1.95	7.50
	1.00	3.45	6.10		1.00	3.50	2.00		1.00	0.10	0.00		1.00	3.45	1.90		1.00	-3.50	5.95		1.00	-0.10	8.00
	1.00	4.85	7.50		1.00	5.45	1.45		1.00	0.60	-2.00		1.00	-4.85	0.50		1.00	-5.45	6.50		1.00	-0.60	9.95
	1.00	3.45	8.85		1.00	5.95	3.40		1.00	2.50	-1.50		1.00	-3.45	-0.90		1.00	-5.95	4.60		1.00	-2.50	9.50
	-1.00	2.10	7.45		-1.00	4.05	3.90		-1.00	1.95	0.45		-1.00	-2.10	0.50		-1.00	-4.05	4.05		-1.00	-1.95	7.50
	-1.00	3.45	6.10		-1.00	3.50	2.00		-1.00	0.10	0.00		-1.00	-3.45	1.90		-1.00	-3.50	5.95		-1.00	-0.10	8.00
	-1.00	4.85	7.50		-1.00	5.45	1.45		-1.00	0.60	-2.00		-1.00	-4.85	0.50		-1.00	-5.45	6.50		-1.00	-0.60	9.95
	-1.00	3.45	8.85		-1.00	5.95	3.40		-1.00	2.50	-1.50		-1.00	-2.10	-0.90		-1.00	-5.95	4.60		-1.00	-2.50	9.50



La construcción perspectiva por medio de la RM2 puede hacerse en algunos casos sin el auxilio de datos planimétricos, como en los gráficos que ilustran el punto 1.4. Aún en el caso que aquí se muestra por medio del gráfico 5, pudo haberse prescindido de los planimétricos, trazando únicamente la proyección vertical en un plano adecuado dentro del campo visual, y llevando de ésta líneas de trazo Y/P hasta encontrar para cada punto su correspondiente coordenada X. La desventaja de este procedimiento, es que al variar la estación de observación hay la necesidad de volver a trazar la proyección vertical en la RM2, lo cual significa una iteración del proceso, de otro modo, al contar con los datos en los RSX/Y se puede elegir la EO

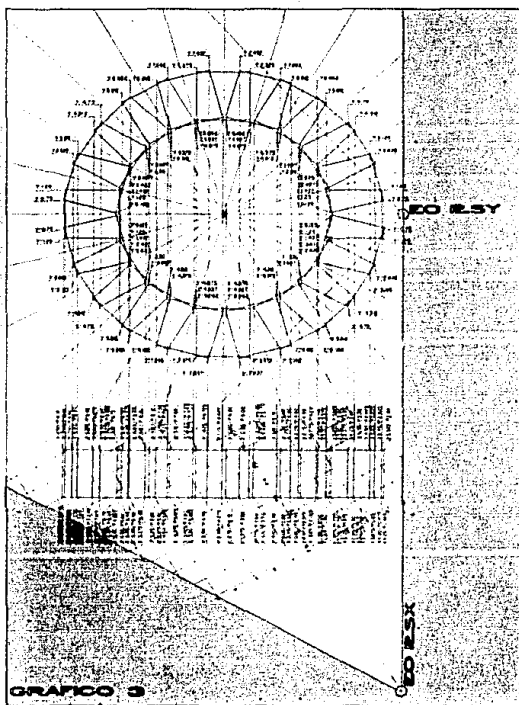
deseada, siempre y cuando no sea requerible una proyección ortogonal-oblicua en cualquiera de ellos, como en el caso del gráfico 4 (pg. 49). Estas apreciaciones nos confirman el hecho, de que no es posible manipular la posición de un cuerpo geométrico en el espacio a través de la información planimétrica, sino que para ello es necesario ejercer transformaciones en ella, de tal modo, que a partir de una entrada de datos se puedan ejercer funciones que permitan modificar la posición del CG tantas veces como se desee.

El modulo de campo visual del método RM, permite ejercer en él transformaciones de coordenadas por medio de funciones. Para ello

hemos preparado un sistema llamado SIPERMOS (Sistema Perspectiva Red Modular Salgado), en una Burroughs 6700 con interfase a una terminal Tektronix 4006. Las ventajas que ofrece el sistema para aspectos de diseño en general, aplicaciones, contenido y modo de operación, los mostraremos al lector en una siguiente publicación.

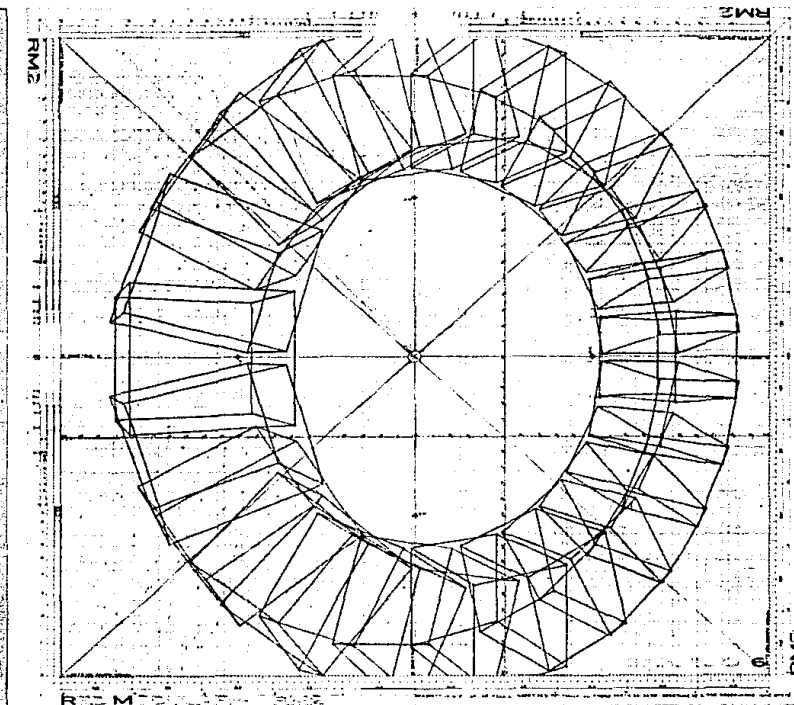
Segundo Caso/Tabla 2

	X	Y	P	X	Y	P	X	Y	P	X	Y	P	X	Y	P	X	Y	P					
1	4.200	-1.250	0.475	5	1.900	-5.812	1.800	9	-4.500	-7.062	5.525	13	-8.650	-1.250	7.925	17	-6.350	5.812	6.600	0.050	7.062	2.850	
	5.450	-1.250	2.625		3.150	-5.812		3.975	-3.250	-7.062		7.650	-7.400	-1.250		10.100	-5.100	5.812		8.725	1.300	7.062	5.050
	4.200	1.250	0.475		-0.050	-7.062		2.850	-6.350	-5.812		6.600	-8.650	1.250		7.925	-4.500	7.062		5.525	1.900	5.812	1.800
	5.450	1.250	2.625		1.300	-7.062		5.050	-5.100	-5.812		8.725	-7.400	1.250		10.100	-3.250	7.062		7.650	3.150	5.812	3.975
	2.000	-1.250	1.750		-1.000	-4.875		3.500	-5.250	-3.687		5.950	-6.475	1.250		6.650	-3.425	4.875		4.900	0.800	3.687	2.450
	3.300	-1.250	3.900		0.225	-4.875		5.700	-4.000	-3.687		8.100	-5.225	1.250		8.825	-2.200	4.875		7.050	2.050	3.687	4.600
	2.000	1.250	1.750		0.800	-3.687		2.450	-3.425	-4.875		4.900	-6.475	-1.250		6.650	-5.250	3.687		5.950	-1.000	4.875	3.500
	3.300	1.250	3.900		2.050	-3.687		4.600	-2.200	-4.875		7.050	-5.225	-1.250		8.825	-4.000	3.687		8.100	0.225	4.875	5.700
2	4.250	-0.750	0.425	6	0.450	-6.812	2.625	10	-6.000	-6.062	6.400	14	-8.725	0.750	7.975	18	-4.975	6.812	5.800	22	1.550	6.062	2.000
	5.525	-0.750	2.600		1.700	-6.812	4.800		-4.800	-6.062	8.550		-7.500	0.750	10.150		-3.725	6.812	7.950		2.800	6.062	4.175
	3.700	-3.125	0.750		-1.575	-7.437	3.850		-7.550	-4.312	7.275		-8.150	3.125	7.650		-2.850	7.437	4.550		3.075	4.312	1.150
	4.950	-3.125	2.925		-0.350	-7.437	6.000		-6.275	-4.312	9.450		-6.900	3.125	9.800		-1.625	7.437	6.725		4.300	4.312	3.300
	1.550	-2.430	2.000		-2.150	-5.062	4.150		-6.000	-2.625	6.400		-6.050	2.430	6.450		-2.350	5.062	4.275		1.525	2.625	2.025
	2.800	-2.430	4.175		0.900	-5.062	6.300		-4.800	-2.625	8.550		-4.850	2.430	8.575		-1.100	5.062	6.425		2.775	2.625	4.200
	2.215	-0.125	1.675		-0.100	-4.375	2.950		-4.500	-4.312	5.525		-6.550	0.125	6.700		-4.375	4.375	5.475		-0.050	4.312	2.850
	3.375	-0.125	3.850		1.150	-4.375	5.150		-3.250	-4.312	7.650		-5.300	0.125	8.850		-3.150	4.375	7.600		1.300	4.312	5.050
3	3.875	-2.625	0.650	7	-1.175	-7.375	3.600	11	-7.250	-4.750	7.125	15	-8.325	2.625	7.700	19	-3.300	7.375	4.825	23	2.800	4.750	1.300
	5.125	-2.625	2.825		0.075	-7.375	5.800		-6.000	-4.750	9.275		-7.100	2.625	9.900		-2.075	7.375	7.000		4.050	4.750	3.450
	2.800	-4.750	1.300		-1.175	-4.937	3.600		-8.325	-2.625	7.700		-7.250	4.750	7.125		-1.175	7.375	3.600		3.875	2.625	0.650
	4.050	-4.750	3.450		0.075	-4.937	5.800		-7.100	-2.625	9.900		-6.000	4.750	9.275		0.075	7.375	5.800		5.125	2.625	2.825
	0.900	-3.500	2.375		-3.300	-7.375	4.825		-6.400	-1.537	6.625		-5.375	3.500	6.050		-1.175	4.937	3.600		1.975	1.537	1.725
	2.150	-3.500	4.550		-2.075	-7.375	7.000		-5.150	-1.537	8.750		-4.150	3.500	8.200		0.075	4.937	5.800		3.225	1.537	3.925
	1.975	-1.537	1.725		-3.300	-4.937	4.825		-5.375	-3.500	6.050		-6.400	1.537	6.625		-3.300	4.375	4.825		0.900	3.502	2.375
	3.225	-1.537	3.925		-2.075	-4.937	7.000		-4.150	-3.500	8.200		-5.150	1.537	8.750		-2.075	4.375	7.000		2.150	3.502	4.550
4	3.075	-4.312	1.150	8	-2.850	-7.437	4.550	12	-8.150	-3.125	7.650	16	-7.550	4.312	7.275	20	-1.575	7.437	3.850	24	3.700	3.125	0.750
	4.300	-4.312	3.300		-1.625	-7.437	6.725		-6.900	-3.125	9.800		-6.275	4.312	9.450		-0.350	7.437	6.000		4.950	3.125	2.925
	1.550	-6.062	2.000		-4.975	-6.812	5.800		-8.725	-0.750	7.975		-6.000	6.062	6.400		0.450	6.812	2.625		4.250	0.750	0.425
	2.800	-6.062	4.175		-3.725	-6.812	7.950		-7.500	-0.750	0.150		-4.800	6.062	8.550		1.700	6.812	4.800		5.525	0.750	2.600
	-0.050	-4.312	2.850		-4.375	-4.375	5.475		-6.550	-0.125	6.700		-4.500	4.312	5.525		-0.100	4.375	2.950		2.125	0.125	1.675
	1.300	-4.312	5.050		-3.150	-4.375	7.600		-5.300	-0.125	8.850		-3.250	4.312	7.650		1.150	4.375	5.150		3.375	0.125	3.850
	-1.525	-2.625	2.025		-2.350	-5.062	4.275		-6.050	-2.430	6.450		-6.000	2.625	6.800		-2.150	5.062	4.150		1.550	2.430	2.000
	2.775	-2.625	4.200		-1.100	-5.062	6.425		-4.850	-2.430	8.575		-4.800	2.625	8.550		-0.900	5.062	6.300		2.800	2.430	4.175



Habitualmente en la perspectiva arquitectónica no se da la exigencia de representación dinámica, esto tal vez explicable por las simulaciones de movimiento del observador. El movimiento que éste puede hacer fuera o dentro de un recinto arquitectónico está sujeto a su desplazamiento en un plano horizontal las más de las veces, a un plano inclinado (rampas o escaleras) o, a un plano horizontal con movimiento vertical como en el caso de los ascensores. Debido a esto es que el ejemplo ilustrado en el gráfico 3 puede interpretarse de manera continua, es decir, como si fuese el observador el que se moviese describiendo un círculo en torno al cuerpo geométrico observado. Como el lector verá en el punto 3.2, el estudio de secuencia plantea en parte el mismo problema sólo que en su variante de movimiento lineal.

Por otra parte, el empleo de la RM2 resulta satisfactorio para casos de la complejidad

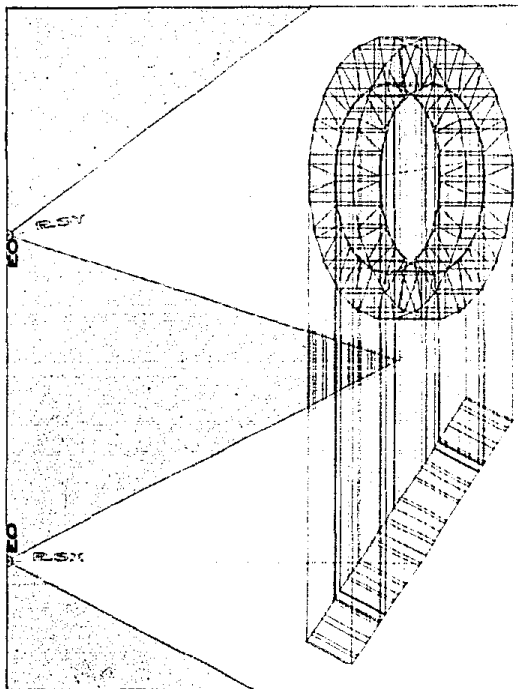


como el que aquí se ilustra, ya que la determinación de coordenadas proyectivas en el EPCV se logran por medio de la lectura $X/Y/P$ dada en los geométricos, resultando con cierta frecuencia utilizable un trazo para más de una deducción, sobre todo cuando cualquiera de los valores $X/Y/P$ es constante.

El uso de la RM2 en esencia plantea hallar las coordenadas proyectivas de un punto en el EPCV. En los bordes de la RM2 se pueden apreciar las escalas por medio de las cuales se pueden manipular las coordenadas $X/Y/P$ de un punto dado, siguiendo el algoritmo establecido en el punto 2.2, con la práctica el lector encontrará tan accesible este algoritmo como lo es el de la multiplicación o el de la resta, todo estriba precisamente en familiarizarse a él por medio de la práctica.

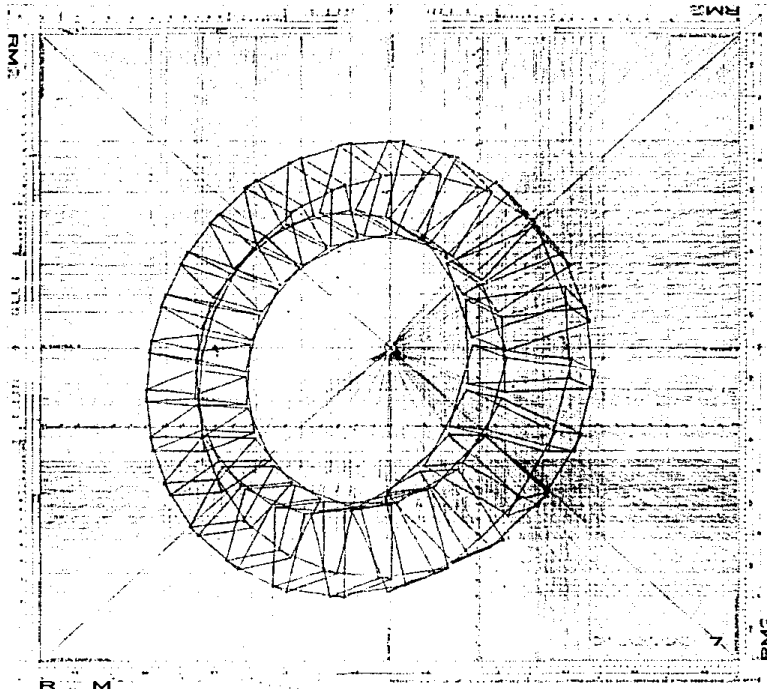
Tercer Caso/Tabla 3

	X	Y	P	X	Y	P	X	Y	P	X	Y	P	X	Y	P	X	Y	P					
1	4.200	-0.800	5.600	5	1.900	-5.550	6.050	9	-5.100	-6.800	12.850	13	-6.475	0.550	12.100	17	-4.500	6.450	12.000	21	-0.050	6.950	9.425
	2.000	-1.000	6.800	0.800	-3.550	7.050	-6.350	-6.400	10.750	-5.225	0.175	14.200	-3.250	6.075	14.150	1.300	6.550	11.520					
	5.450	-1.200	7.650	2.050	-3.950	9.175	-5.250	-4.200	10.500	-7.400	-0.075	15.450	-5.100	4.600	14.950	0.225	4.250	11.750					
	3.300	-1.400	8.875	3.150	-5.900	8.150	-4.000	-4.575	12.600	-8.650	0.325	13.325	-6.350	5.000	12.850	-1.000	4.675	9.600					
	4.200	1.650	6.000	-0.050	-6.950	6.875	-3.250	-7.800	11.575	-6.475	-1.900	11.650	-3.425	4.425	11.000	1.900	5.900	8.150					
	2.000	1.430	7.250	-1.000	-4.925	7.900	-4.500	-7.400	09.475	-5.225	-2.300	13.750	-2.200	4.050	13.150	3.150	5.500	10.225					
	5.450	1.250	8.150	0.225	-5.300	10.000	-3.425	-5.150	09.300	-7.400	-2.525	15.000	-4.000	2.675	13.950	2.050	3.300	10.475					
	3.300	1.050	9.330	1.300	-7.325	9.000	-2.200	-5.550	11.400	-8.650	-2.150	12.875	-5.250	3.050	11.850	0.800	3.700	8.375					
2	4.250	-0.300	5.575	6	0.450	-6.650	6.650	10	-4.800	-3.600	13.225	14	-6.050	1.750	12.075	18	-2.850	7.000	11.200	1.550	6.125	8.400	
	2.125	0.100	6.950	-0.100	-4.350	7.425	-6.000	-3.200	11.125	-4.850	1.375	14.200	-1.625	6.650	13.250	2.775	5.725	10.500					
	3.375	-0.300	9.050	1.150	-4.725	9.550	6.275	-5.425	13.750	-6.900	1.850	15.500	-3.725	5.800	14.375	1.300	3.850	11.025					
	5.525	-0.675	7.700	1.700	-7.050	8.800	-7.550	-5.050	11.700	-8.150	2.225	13.450	-4.975	6.200	12.250	-0.050	4.225	8.950					
	3.700	-2.700	5.500	-1.575	-7.500	7.800	-4.800	-7.000	12.600	-6.550	-0.550	11.950	-2.350	4.700	10.425	3.075	4.550	7.225					
	1.550	-2.225	6.850	-2.150	-5.225	8.500	-6.000	-6.600	10.500	-5.300	-0.925	14.000	-1.100	4.325	12.550	4.300	4.175	9.275					
	2.800	-2.625	8.950	-0.900	-5.600	10.600	-4.500	-4.750	09.950	-7.500	-0.550	15.400	-3.150	3.450	13.575	2.800	2.350	9.850					
	4.950	-3.100	7.625	-0.350	-7.875	9.875	-3.250	-5.100	12.075	-8.725	-0.150	13.300	-4.375	3.850	11.450	1.525	2.750	7.750					
3	3.875	-2.175	5.500	7	-1.175	-5.000	8.000	11	-7.100	-3.850	14.550	15	-7.250	3.925	13.150	19	-3.300	6.900	11.400	23	2.800	4.950	7.450
	1.975	-1.200	6.800	-3.300	-5.200	9.200	-5.150	-2.450	13.650	-6.000	3.550	15.300	-2.075	6.500	13.525	4.050	4.550	9.525					
	3.225	-1.600	8.850	-2.075	-5.600	11.300	-6.400	-2.100	11.550	-7.100	1.350	15.550	-2.075	4.100	13.100	2.150	3.150	10.375					
	5.125	-2.550	7.600	0.075	-5.375	10.075	-8.325	-3.450	12.450	-8.325	1.725	13.400	-3.300	4.500	10.950	0.900	3.525	8.300					
	2.800	-4.400	5.725	-1.175	-7.400	7.550	-5.375	-4.000	10.625	-5.375	2.875	11.900	-1.175	7.125	10.175	3.875	2.975	6.450					
	0.900	-3.375	7.000	-3.300	-7.625	8.750	-4.150	-4.400	12.750	-4.150	2.500	14.000	0.075	6.725	12.300	5.125	2.625	8.575					
	2.150	-3.750	9.175	-2.075	-8.000	10.875	-6.000	-5.825	13.525	-5.150	0.375	14.200	0.075	4.350	11.850	3.225	1.225	9.400					
	4.050	-4.750	7.820	0.075	-7.800	9.650	-7.250	-5.425	11.425	-6.400	0.750	12.100	-1.175	4.700	9.750	1.975	1.600	7.325					
4	3.075	-3.950	5.650	8	-3.725	-7.625	11.900	12	-7.500	-2.025	15.125	16	-6.000	5.325	12.700	20	-1.575	7.150	10.425	24	3.700	3.450	6.625
	1.525	-2.425	6.650	-4.975	-7.225	9.800	-5.300	-1.175	14.000	-4.800	4.925	14.825	-0.350	6.775	12.550	4.950	3.075	8.750					
	2.775	-2.800	8.950	-4.375	-4.800	9.875	-6.550	-0.800	11.900	-6.275	3.025	15.350	-0.900	4.350	12.450	2.800	2.180	9.825					
	4.300	-4.350	7.775	-3.150	-5.200	11.975	-8.725	-1.650	13.000	-7.550	3.450	13.250	-2.150	4.725	10.300	1.550	2.550	7.725					
	1.550	-5.820	6.200	-1.625	-8.000	10.600	-6.050	-3.000	11.650	-4.500	3.750	11.525	0.450	6.750	9.150	4.250	1.175	5.850					
	-0.050	-4.270	7.400	-2.850	-7.650	8.475	-4.850	-3.400	13.275	-3.250	3.375	13.625	1.700	6.375	11.250	5.525	0.800	8.000					
	1.300	-4.650	9.475	-2.350	-5.250	8.625	-6.900	-4.350	14.350	-4.800	1.575	14.200	1.150	3.900	11.125	3.375	-0.050	9.100					
	2.800	-6.200	8.300	-1.100	-5.650	10.700	-8.150	-3.950	12.250	-6.000	1.950	12.100	-0.100	4.300	09.000	2.125	0.350	7.000					



Una cuestión que nos preocupó durante el desarrollo del presente trabajo, fué que en algunos casos es necesario contar con una proyección ortogonal-oblicua del CG, las cuales no se realizan habitualmente en planos arquitectónicos, significando éstos una tarea extra a la del trazado perspectivo. La EOI que se ilustra en la pg. 88 es un caso de esta naturaleza.

Ante esta limitación propia de la información planimétrica, desarrollamos un programa para suplirla por medio de dispositivos de computación y a base de transformaciones en el CV; pudiéndose girar cualquier cuerpo geométrico los grados que su deseen en el RSX , en el RSY , o en ambos simultáneamente. Lógicamente, también se elaboró un programa para trayección (traslación) de CG, que fundamentalmente acercan o alejan la EO del CG,



correlacionandolo con el anterior de manera alternativa, es decir, permitiendo efectuar funciones de giro o de trayección indistintamente, hasta lograr una exploración satisfactoria en perspectiva del CG.

Las computadoras poseen una excelente capacidad para manejar información en nanosegundos, de tal modo que para efectuar un comando de función de giro, por ejemplo, para un conjunto de 3,000 puntos dados en coordenadas $X/Y/P$; sólo le tomará unos cuantos segundos. Desde luego, para aprovechar esta indiscutible e insuperable ventaja, es importante formular algoritmos adecuados y eficientes, que finalmente son el secreto de su inteligencia artificial. En un siguiente trabajo, mostraremos al lector los resultados que al respecto hemos llegado.

La Red Modular por Coordenadas Proyectivas (RMCP) es un instrumento de aplicación del método RM, al igual que las RM1, RM2 y las reglas RM25 y RM50, su uso depende tanto de las habilidades del perspectivista como de las características propias del problema perspectivo a resolver.

Cuando se dispone de los datos de coordenadas planimétricas en los RSX/Y , es factible resolver el problema perspectivo numéricamente, camente, a diferencia de las RM1, RM2 y las reglas RM25 y RM50, para las cuales esto no es una condición necesaria, ya que la construcción perspectiva se puede hacer representando los valores de coordenadas planimétricas directamente en el $RPCV$, pues éste a su vez contiene a los RSX/Y .

La RMCP es un reticulado planimétrico que representa los valores de las coordenadas proyectivas Xo/Yo en el $RPCV$, que por simplificación de lectura sólo referiremos como Xo/Yo . La interpretación numérica de las coordenadas proyectivas Xo/Yo en la RMCP es bastante sencilla, sólo se reduce a ubicar gráficamente en los ejes Xo/Yo (equivalentes a los RSX/Y del CV) sus valores correspondientes, siendo su intersección en el $RPCV$ la posición en el espacio (CV) del punto del cuerpo geométrico a representar.

Desde luego que esta labor resulta más simple cuando se dispone de una *pantalla* y, lo que aún es mejor de una *impresora* y *graficador* a la vez. Pero pensando en los costos que el empleo de tales instrumentos representan en la actualidad, ¡sin descartarlos!, se ha preferido exhibirlos en cierto grado primitivo: llevando a cabo los cálculos numéricos por medio de cualquier calculadora; imprimiéndolos con la ayuda de una secretaria eficiente, y graficándolos también con la ayuda de un dibujante eficiente, logrando así resultados semejantes a un costo más bajo al menos en México. En un corto tiempo la situación al respecto cambiará, y será más accesible disponer de medios electrónicos que humanos.

Como se verá adelante, se ofrece también un programa para la RMCP por medio de calculadora programable, que resulta por demás

útil y aventajado con respecto a las calculadoras no programables; pero no así con respecto a los instrumentos anteriormente referidos, los cuales reservamos aludir en un siguiente estudio.

Hilvanando las anteriores ideas, se puede hacer asociada y oportunamente la siguiente reflexión: ¿Cómo enseñar a usar una calculadora para la multiplicación y olvidar a la vez de ella el razonamiento de un algoritmo?

El algoritmo de la multiplicación contiene en sí el razonamiento de la operación, la calculadora lo aplica supeditada a instrucciones. Ciertamente un algoritmo también se aproxima a un conjunto de instrucciones; sólo que más referibles a su razonamiento directo. Que de igual manera sería establecer antes que nada un conocimiento de cómo operan las calculadoras, es decir; un análisis científico de ellas.

El método RM aplicación por medio de la RMCP, ofrece ventajas de aplicado específicas durante el proceso de diseño. Esto suele ocurrir durante el desarrollo de algún proyecto de arquitectura o de urbanismo y de diversas maneras, por ejemplo: dada una estación de observación para el estudio de un cuerpo geométrico, se desea saber si otro cuerpo o edificación aparecerá o quedará oculto, si en otro caso, será visible o no tal o cual edificación posterior a las del primer plano y, según lo que se establezca como decisión de diseño, poder hacer los ajustes dimensionales con la seguridad de su resultado. También y como ejemplo, en el caso de la toma de decisión para aprobación de licencia de construcción en la ciudad de México, las Juntas de Vecinos Delegacionales requieren de elementos de evaluación y decisión; en cuyo caso la aplicación de la RMCP puede ofrecer su aplicación por medio de la sustitución fotográfica, ubicando en el contexto urbano a la futura construcción y así poder disponer de elementos de juicio suficientes.

A continuación presentaremos el teorema relativo a la RMCP, que en rigor debería llamarse: Teorema sobre el comportamiento de las visuales proyectivas en el $RPCV$, y que por facilidad de identificación lo hemos asociado a la RMCP. La cual por otra parte, resulta ser a su vez la graficación convencional del $RPCV$.

IDENTIFICACION DE SIMBOLOS

P	Profundidad dada de cualquier punto del CG, relativa a los valores X, Y.
X	Coordenada "equis" de cualquier punto del CG, referida en el $\mathbb{R}SX$.
Y	Coordenada "ye" de cualquier punto del CG, referida en el $\mathbb{R}SY$.
Xo	Coordenada proyectiva "equis" del CG, referida en la RMCP.
Yo	Coordenada proyectiva "ye" del CG, referida en la RMCP.
A(P)	Amplitud del CV en P
A(Pn)	Amplitud del CV en Pn
Pn	Cualquier valor de P
d	distancia / constante = 8.66 m
$\mathbb{R}PCV$	Plano proyectivo del campo visual
RMCP	Red Modular de Coordenadas proyectivas Xo/Yo .

DEFINICIONES

COORDENADA PROYECTIVA Xo/Xo (i)

Es el valor numérico no mayor a cinco, dado en el plano proyectivo del campo visual, que resulta de dividir el producto de la coordenada X por la distancia d, entre la suma de la profundidad P y la distancia d.

COORDENADA PROYECTIVA Yo/Yo (ii)

Es el valor numérico no mayor a cinco, dado en el plano proyectivo del campo visual, que resulta de dividir el producto de la coordenada Y por la distancia d, entre; la suma de la profundidad P y la distancia d.

PLANO DE SIMETRÍA X / $\mathbb{R}SX$

Es el lugar geométrico dado por la ecuación $Y0$ que contiene todos los valores de coordenadas X/P , cuyo límite está dado por el límite del campo visual.

PLANO DE SIMETRÍA Y / $\mathbb{R}SY$

Es el lugar geométrico dado por la ecuación $X0$ que contiene todos los valores de coordenadas Y/P , cuyo límite está dado por el límite del campo visual.

PLANO PROYECTIVO DEL CAMPO VISUAL/ $\mathbb{R}PCV$

Es cualquier superficie virtual y perpendicular a la visual de simetría, que está dada por el límite del campo visual. Dividido convencionalmente en diez partes (m), llamados módulos.

TEOREMA

Toda coordenada Xo/Yo en la RMCP tendrá como valor mínimo "cero" y como valor máximo absoluto "cinco".

PREMISA

Siempre y cuando todo par de coordenadas X/P, Y/P; estén dadas en los $\mathbb{R}SX/Y$, respectivamente.

DEMOSTRACIÓN

Sean las siguientes ecuaciones representativas de las definiciones (i) y (ii):

$$Xo = \frac{Xd}{P + d} \quad (1)$$

$$Yo = \frac{Yd}{P + d} \quad (2)$$

Las ecuaciones (1) y (2) son simétricas o equivalentes, ya que para todo valor de $X = Y$ corresponderán a su vez valores $Xo = Yo$ (ver definiciones). Por lo cual toda propiedad o deducción válida en (1), también lo es en (2).

Tomando a (1) y despejando a X, tenemos:

$$Xo = \frac{Xd}{P + d} \quad (1)$$

$$X = \frac{Xo(P + d)}{d} \quad (3)$$

Substituyendo en (3) el máximo valor absoluto de Xo , se obtiene:

$$X = \frac{5(P + d)}{d} \quad (4)$$

Substituyendo (1) en (4), se demuestra que para todo valor de X, Xo es igual a "cinco". . .

$$X_o = \frac{5(P + d) \cdot d}{P + d} = 5$$

. . . siendo, por lo tanto, la ecuación (4) representativa del límite del campo visual.

De otro modo se puede decir en (4) que:

$$X = f(P) \quad \text{Ide igual modo que: } Y = f(P)$$

ya que cualquier valor de P, determinará un valor X, tal que siempre $X_o = 5$ (valor absoluto).

Substituyemos ahora en (4) el valor de d, siendo $M = 10$, es decir, igual al valor absoluto y convencional de amplitud de campo visual para $P=0$

$$d = \frac{M \sqrt{3}}{2}$$

$$X = \frac{5 \left(P + \frac{M \sqrt{3}}{2} \right)}{\frac{M \sqrt{3}}{2}} \quad (4')$$

$$X = 5 + \frac{P}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

Tomemos ahora la ecuación de A(Pn)*

$$A(Pn) = M + \frac{2P}{\sqrt{3}} = 10 + \frac{2P}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

Siendo $M = 10$ la constante de A ($P = 0$)

La ecuación (5) representa el valor de coordenada X (o de Y) hasta el límite del CV, en función a cualquier valor de P. En otros términos representa en dicho valor de P, la mitad del valor de A (Pn), ya que por simetría corresponden para Pn igual valor de coordenada X/Y con signo positivo y negativo.

Por lo tanto la premisa correlativa al teorema se cumple si, y sólo si:

$$X = \frac{A(Pn)}{2} \quad (7)$$

Comprobación: substituyendo en (7) a (5) y (6) tenemos:

$$5 + \frac{P}{\sqrt{3}} = \frac{10 + 2P}{2} = 5 + \frac{P}{\sqrt{3}}$$

es decir que:

$$\frac{A(Pn)}{2} = 5 + \frac{P}{\sqrt{3}}$$

Lo cual significa que todo valor absoluto para X en función a P, menor o igual al establecido en (7), está dado dentro o al límite del campo visual en el ESX.

* Ver primera parte del libro/Modelo Matemático de la RM.

**EJEMPLO
DEMOSTRATIVO**

Sean los puntos P1 y P2 de coordenadas siguientes:

$$P1 \quad X = 6/P = 7$$

$$P2 \quad X = 11/P = 7$$

Demostrar si dichos puntos están contenidos en el RSX. Por lo tanto si su valor correspondiente de Xo, es factible de graficar en la RMCP.

Aplicando la ecuación (1) se tiene:

$$Xo/P1 = \frac{(6)(8.66)}{7 + 8.66} = 3.32$$

$$Xo/P2 = \frac{(11)(8.66)}{7 + 8.66} = 6.08$$

Nótese que al tener tanto P1 como P2 el mismo valor de coordenada P, el denominador permanece constante, dependiendo únicamente de X la variación del resultado.

Por lo tanto, tomemos la ecuación (6) y apliquemosla para P=7

$$A(P7) = M + \frac{2P}{\sqrt{3}} = 10 + \frac{(2)(7)}{\sqrt{3}} = 18.08$$

Establezcamos para este caso el valor de la ecuación (7); correlativa a la premisa del teorema.

$$X = \frac{A(Pn)}{2} = \frac{A(P7)}{2} = 9.04$$

∴ todo punto contenido en el RSX tiene que satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$Xo \leq 5$$

(Por definición) (i)

$$X \leq \frac{A(P7)}{2}$$

(Premisa) (7)

Tomándolas para P1 tenemos:

$$Xo/P1 = 3.32 < 5$$

$$X/P1 = 6.00 < 9.04$$

∴ P1 está dentro del RSX, y por lo tanto dentro del límite del campo visual, pudiéndosele representar gráficamente en la RMCP.

Tomándolas para P2 tenemos:

$$Xo/P2 = 6.08 > 5$$

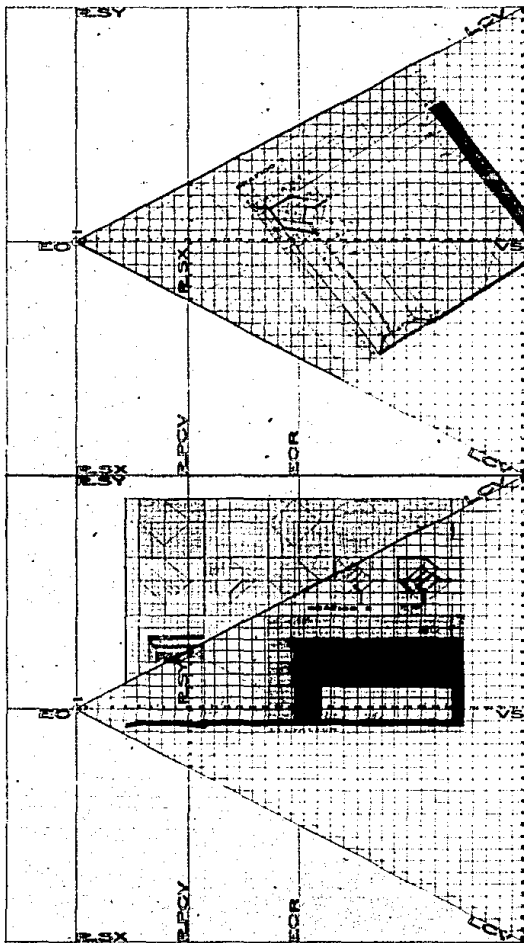
$$X/P2 = 11.00 > 9.04$$

∴ P2 está fuera del RSX, y por lo tanto fuera del límite del campo visual, no siendo factible su representación gráfica en la RMCP.

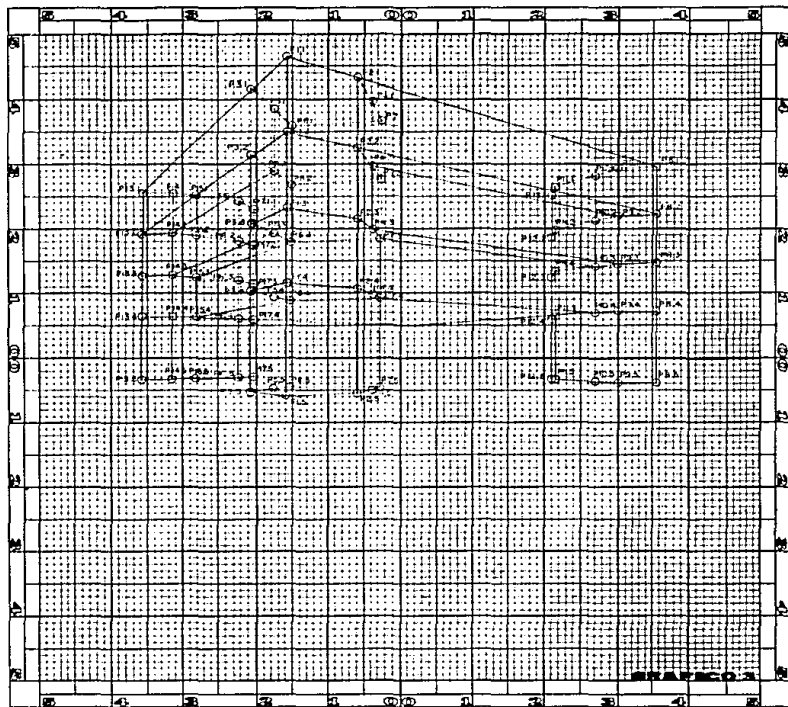
EJEMPLO DE
APLICACIÓN 1

MATRIZ DE COORDENADAS

	X	Y	P	Yo	Xo		X	Y	P	Xo	Yo		X	Y	P	Xo	Yo
P1.1	-2.75	8.00	6.20	-1.60	4.66	P 7.1	-0.60	8.00	10.20	-0.28	3.67						
P1.2	-2.75	6.00	6.20	-1.60	3.50	P 7.2	-0.60	6.00	10.20	-0.28	2.76						
P1.3	-2.75	4.00	6.20	-1.60	2.33	P 7.3	-0.60	4.00	10.20	-0.28	1.84						
P1.4	-2.75	2.00	6.20	-1.60	1.17	P 7.4	-0.60	2.00	10.20	-0.28	0.92						
P1.5	-2.75	-1.00	6.20	-1.60	-0.58	P 7.5	-0.60	-1.00	10.20	-0.28	-0.46						
													X	Y	P	Xo	Yo
P2.1	-1.10	8.00	7.35	-0.60	4.33	P 8.1	9.50	-8.00	14.60	3.54	-2.98	P13.1	-11.35	8.00	18.60	-3.61	2.54
P2.2	-1.10	6.00	7.35	-0.60	3.25	P 8.2	9.50	6.00	14.60	3.54	2.23	P13.2	-11.35	6.00	18.60	-3.61	1.91
P2.3	-1.10	4.00	7.35	-0.60	2.16	P 8.3	9.50	4.00	14.60	3.54	1.49	P13.3	-11.35	4.00	18.60	-3.61	1.27
P2.4	-1.10	2.00	7.35	-0.60	1.08	P 8.4	9.50	2.00	14.60	3.54	0.74	P13.4	-11.35	2.00	18.60	-3.61	0.64
P2.5	-1.10	-1.00	7.35	-0.60	-0.54	P 8.5	9.50	-1.00	14.60	3.54	-0.37	P13.5	-11.35	-1.00	18.60	-3.61	-0.32
P3.1	-4.00	8.00	7.90	-2.09	4.18	P 9.1	8.20	8.00	14.90	3.01	2.94	P14.1	-9.90	8.00	18.35	-3.17	2.56
P3.2	-4.00	6.00	7.90	-2.09	3.14	P 9.2	8.20	6.00	14.90	3.01	2.21	P14.2	-9.90	6.00	18.35	-3.17	1.92
P3.3	-4.00	4.00	7.90	-2.09	2.09	P 9.3	8.20	4.00	14.90	3.01	1.47	P14.3	-9.90	4.00	18.35	-3.17	1.28
P3.4	-4.00	2.00	7.90	-2.09	1.05	P 9.4	8.20	2.00	14.90	3.01	0.74	P14.4	-9.90	2.00	18.35	-3.17	0.64
P3.5	-4.00	-1.00	7.90	-2.09	-0.52	P 9.5	8.20	-1.00	14.90	3.01	-0.37	P14.5	-9.90	-1.00	18.35	-3.17	-0.32
P4.1	-0.80	8.00	8.70	-0.40	3.99	P10.1	7.60	8.00	15.75	2.70	2.84	P15.1	-9.05	8.00	18.90	-2.84	2.51
P4.2	-0.80	6.00	8.70	-0.40	2.99	P10.2	7.60	6.00	15.75	2.70	2.13	P15.2	-9.05	6.00	18.90	-2.84	1.89
P4.3	-0.80	4.00	8.70	-0.40	2.00	P10.3	7.60	4.00	15.75	2.70	1.42	P15.3	-9.05	4.00	18.90	-2.84	1.26
P4.4	-0.80	2.00	8.70	-0.40	1.00	P10.4	7.60	2.00	15.75	2.70	0.71	P15.4	-9.05	2.00	18.90	-2.84	0.63
P4.5	-0.80	-1.00	8.70	-0.40	-0.50	P10.5	7.60	-1.00	15.75	2.70	-0.35	P15.5	-9.05	-1.00	18.90	-2.84	-0.31
P5.1	-3.70	8.00	9.30	-1.78	3.86	P11.1	6.50	8.00	17.40	2.16	2.66	P16.1	-7.40	8.00	20.00	-2.24	2.42
P5.2	-3.70	6.00	9.30	-1.78	2.89	P11.2	6.50	6.00	17.40	2.16	1.99	P16.2	-7.40	6.00	20.00	-2.24	1.81
P5.3	-3.70	4.00	9.30	-1.78	1.93	P11.3	6.50	4.00	17.40	2.16	1.33	P16.3	-7.40	4.00	20.00	-2.24	1.21
P5.4	-3.70	2.00	9.30	-1.78	0.96	P11.4	6.50	2.00	17.40	2.16	0.66	P16.4	-7.40	2.00	20.00	-2.24	0.60
P5.5	-3.70	-1.00	9.30	-1.78	-0.48	P11.5	6.50	-1.00	17.40	2.16	-0.33	P16.5	-7.40	-1.00	20.00	-2.24	0.30
P6.1	3.45	8.00	10.60	-1.55	3.60	P12.1	6.70	8.00	18.80	2.11	2.52	P17.1	-7.20	8.00	21.40	-2.07	2.30
P6.2	3.45	6.00	10.60	-1.55	2.70	P12.2	6.70	6.00	18.80	2.11	1.89	P17.2	-7.20	6.00	21.40	-2.07	1.73
P6.3	3.45	4.00	10.60	-1.55	1.80	P12.3	6.70	4.00	18.80	2.11	1.26	P17.3	-7.20	4.00	21.40	-2.07	1.15
P6.4	3.45	2.00	10.60	-1.55	0.90	P12.4	6.70	2.00	18.80	2.11	0.63	P17.4	-7.20	2.00	21.40	-2.07	0.58
P6.5	3.45	-1.00	10.60	-1.55	-0.45	P12.5	6.70	-1.00	18.80	2.11	-0.32	P17.5	-7.20	-1.00	21.40	-2.07	-0.29



En el planteamiento de este ejemplo, se trata de apreciar un posible resultado edificatorio en su etapa inicial de diseño. Como se podrá apreciar por medio de los geométrales exhibidos, la concepción de diseño apenas se encuentra en el terreno de las proposiciones iniciales.



Esto suele ocurrir a menudo en la vida profesional. Independientemente de haber tomado en consideración algunos cálculos previos para la proposición de diseño, totales como: superficie total requerida, envolventes óptimas por arreglo

especial e hipótesis de arreglo celular para el sistema; se desea evaluar bajo un modelo de simulación, el posible existo de la solución propuesta para el sistema especial en estudio, en su variante de terreno en esquina (Paseo de la Reforma).

DATOS

RSX / EO1 / planta E1:100
(Gráfico 1)

RSY / EO1 / elevación E1:100
(Gráfico 2)

En el RSX se identificaron los puntos de la envolvente del sistema espacial, que son:

(P1, P2, ... P17)

En el RSY se identificaron las alturas con respecto a la vs., que son:

P1/P1.1, P1.2, ... P1.5, siendo estas constantes para los 17 puntos.

En resumen, los datos correspondientes a los RSX/Y son:

RSX — coordenadas X/P

RSY — coordenadas Y

A continuación se presenta una matriz de coordenadas y puntos.

En sentido vertical se pueden identificar los puntos de envolvente del sistema espacial, y en el sentido horizontal la lectura de coordenadas, siendo las Xo/Yo representadas en el gráfico perspectivo (3).

Ejemplo de obtención de Xo / Yo, en P1:

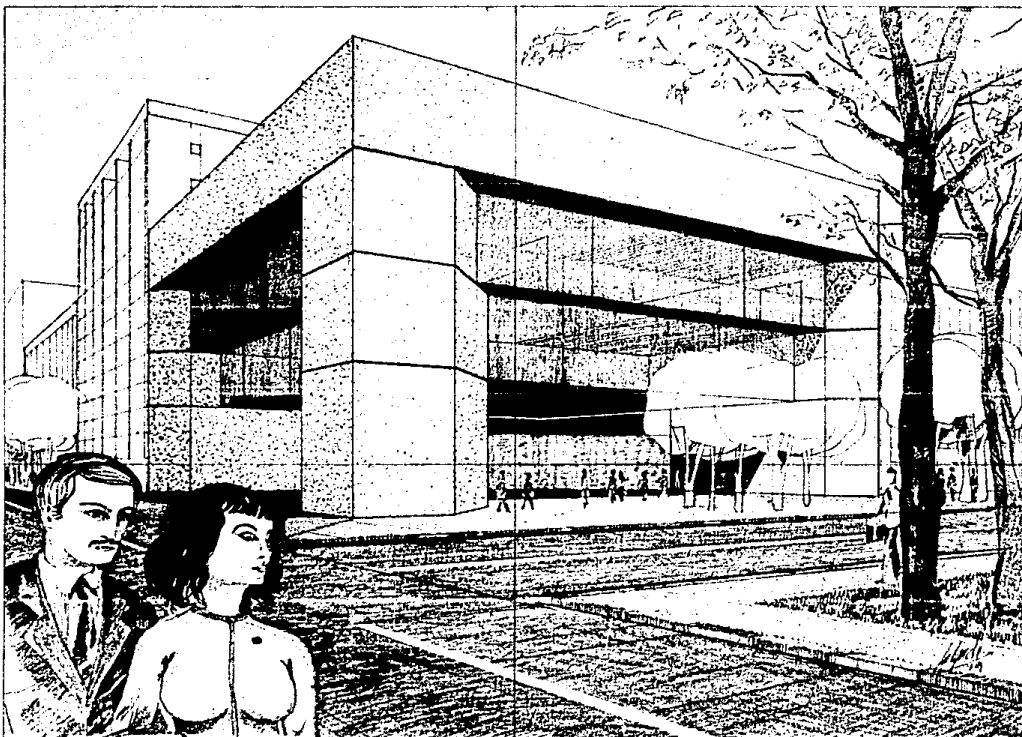
Aplicando la ecuación (1) tenemos:

$$X_o = \frac{X \cdot d}{P + d} = \frac{(-2.75)(8.66)}{6.20 + 8.66} = -1.60$$

$$Y_o = \frac{Y \cdot d}{P + d} = \frac{(8.00)(8.66)}{6.20 + 8.66} = -4.66$$

y así sucesivamente hasta obtener Xo /Yo en P17.5 (Ver matriz de coordenadas).

En el gráfico 4 se puede apreciar una alternativa del posible resultado edificatorio, mostrando su ambientación urbana, criterio estructural y acabados de construcción.



PERSPECTIVA MODULAR

/79

EO1	X	Y	P
P 1	1.00	4.50	0.00
P 2	4.90	-2.70	1.95
P 3	6.95	3.75	5.75
P 4	6.35	-3.75	10.05
P 5	3.20	2.70	13.15
P 6	1.00	-4.50	13.85
P 7	4.90	2.70	11.95
P 8	6.95	-3.75	8.20
P 9	6.35	3.75	3.85
P10	3.30	-2.70	0.75
P11	0.00	7.80	7.00
P12	0.00	-7.80	7.00

EO2	X	Y	P
P 1	1.00	4.50	1.00
P 2	4.90	-2.70	2.95
P 3	6.95	3.75	6.75
P 4	6.35	-3.75	11.05
P 5	3.20	2.70	14.15
P 6	1.00	-4.50	14.85
P 7	4.90	2.70	12.95
P 8	6.95	-3.75	9.20
P 9	6.35	3.75	4.85
P10	3.30	-2.70	1.75
P11	0.00	7.80	8.00
P12	0.00	7.80	8.00

EO3	X	Y	P
P 1	1.00	4.50	2.00
P 2	4.90	-2.70	3.95
P 3	6.95	3.75	7.75
P 4	6.35	-3.75	12.05
P 5	-3.20	2.70	15.15
P 6	1.00	-4.50	15.85
P 7	4.90	2.70	13.95
P 8	6.95	-3.75	10.20
P 9	6.35	3.75	5.85
P10	3.30	-2.70	2.75
P11	0.00	7.80	9.00
P12	0.00	-7.80	9.00

EO4	X	Y	P
P 1	1.00	4.50	3.00
P 2	4.90	-2.70	4.95
P 3	6.95	3.75	8.75
P 4	6.35	-3.75	13.05
P 5	3.20	2.70	16.15
P 6	1.00	-4.50	16.85
P 7	4.90	2.70	14.95
P 8	6.95	-3.75	11.20
P 9	6.35	3.75	6.85
P10	3.30	-2.70	3.75
P11	0.00	7.80	10.00
P12	0.00	-7.80	10.00

EJEMPLO DE APLICACIÓN 2

Este ejemplo fue elegido por tener un alto grado de dificultad para ser representado en *perspectiva a ojo*. Cuerpos geométricos sencillos como los paralelogramos, cubos y triángulos suelen ser interpretados en perspectiva de manera muy aproximada a la realidad, por perspectivas hábiles y de ojo bien educado; pero cuerpos geométricos como el trunco-octaedro, trunco cubo-octaedro, trunco-icosaedro o el icosaedro mismo representan un reto serio para ser ejecutadas, como se dice en México, a *sentimiento*. Simplemente y para dar una noción de esto: el trunco-icosaedro consta de 32 superficies, el ángulo diédrico entre pentágono y hexágono es de $142^{\circ} 37'$ el ángulo diédrico entre hexágono y hexágono es de $138^{\circ} 11'$. ¿Cómo sería factible que un ojo bien educado aprecie la diferencia de $4^{\circ} 26'$ entre los ángulos diédricos? ¿además apreciado desde distintas estaciones de observación? El icosaedro resulta pues, ser uno de los poliedros más idóneos para nuestros fines de ejemplificación.

DATOS

RSX/EO1, EO2, EO3, EO4/

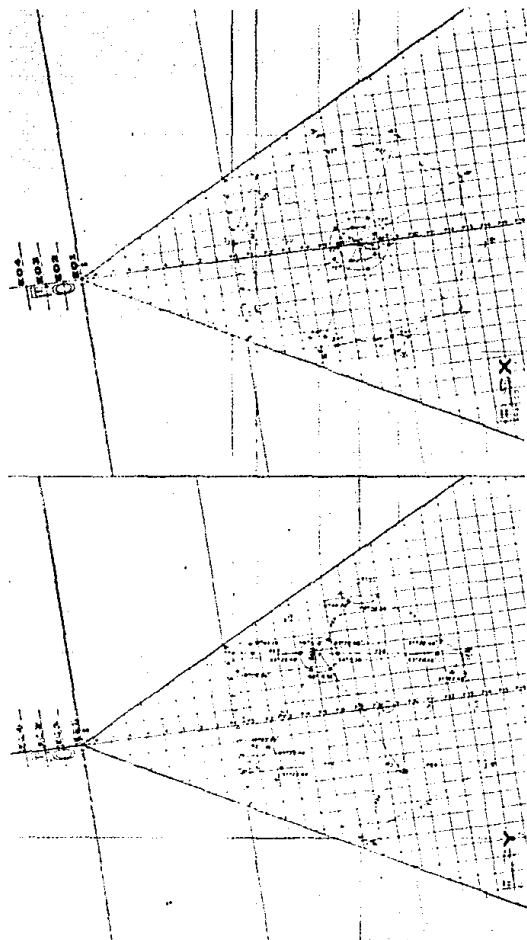
RSY/EO1, EO2, EO3, EO4/

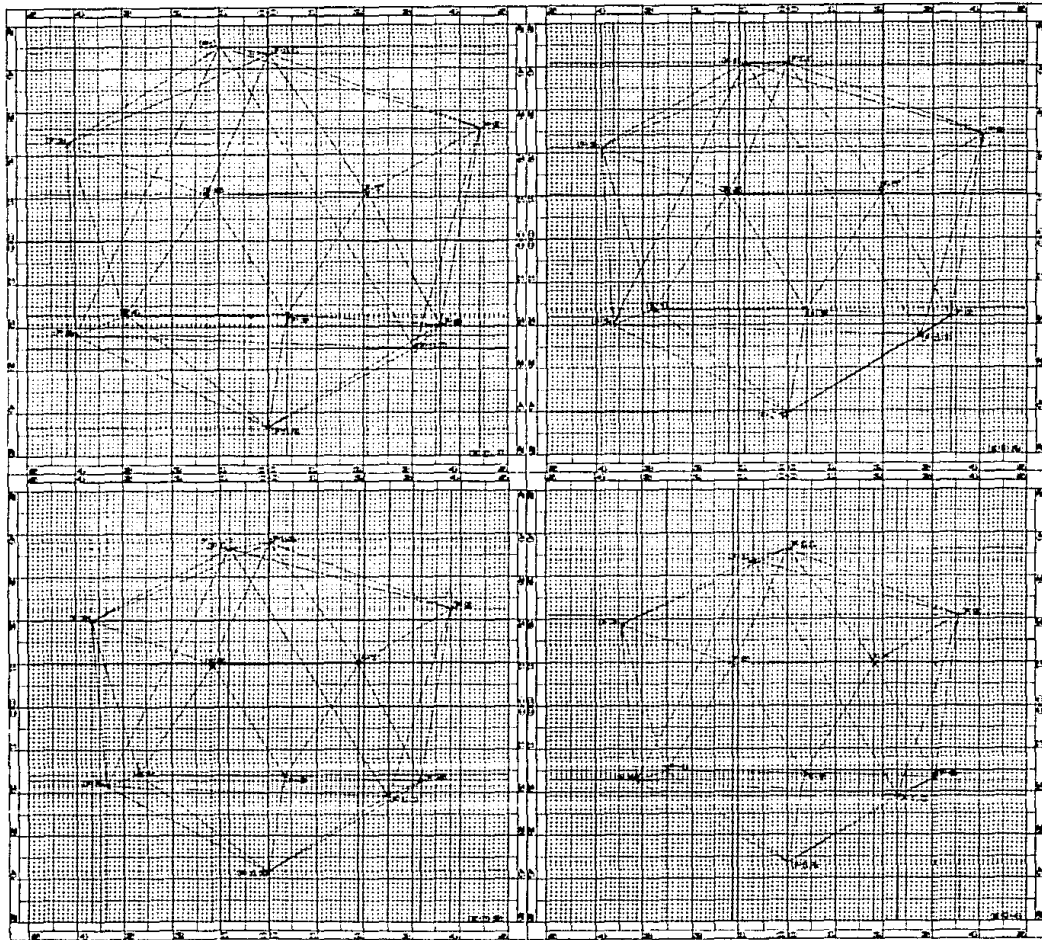
En el RSX se incluyen la ubicación de los doce vértices, dimensiones de aristas y ángulos en proyección planimétrica (ver gráfico 1).

En el RSY se incluyen la ubicación de los doce vértices, dimensiones de aristas y ángulos en proyección planimétrica (ver gráfico 2).

Los resultados perspectivos en la RMCP, se muestran en los gráficos correspondientes a las estaciones de observación EO1, . . . EO4

Los resultados de los valores X_o/Y_o en la RMCP, se muestran en la matriz de procesamiento de datos dados en cada estación de observación.





E01

	Xo	Yo
P 1	-1.00	4.50
P 2	-4.00	-2.20
P 3	-4.18	2.25
P 4	-2.94	-1.74
P 5	-1.27	1.07
P 6	0.38	-1.73
P 7	2.06	1.13
P 8	3.57	-1.93
P 9	4.40	2.60
P 10	3.04	-2.48
P 11	0.00	4.31
P 12	0.00	-4.31

E02

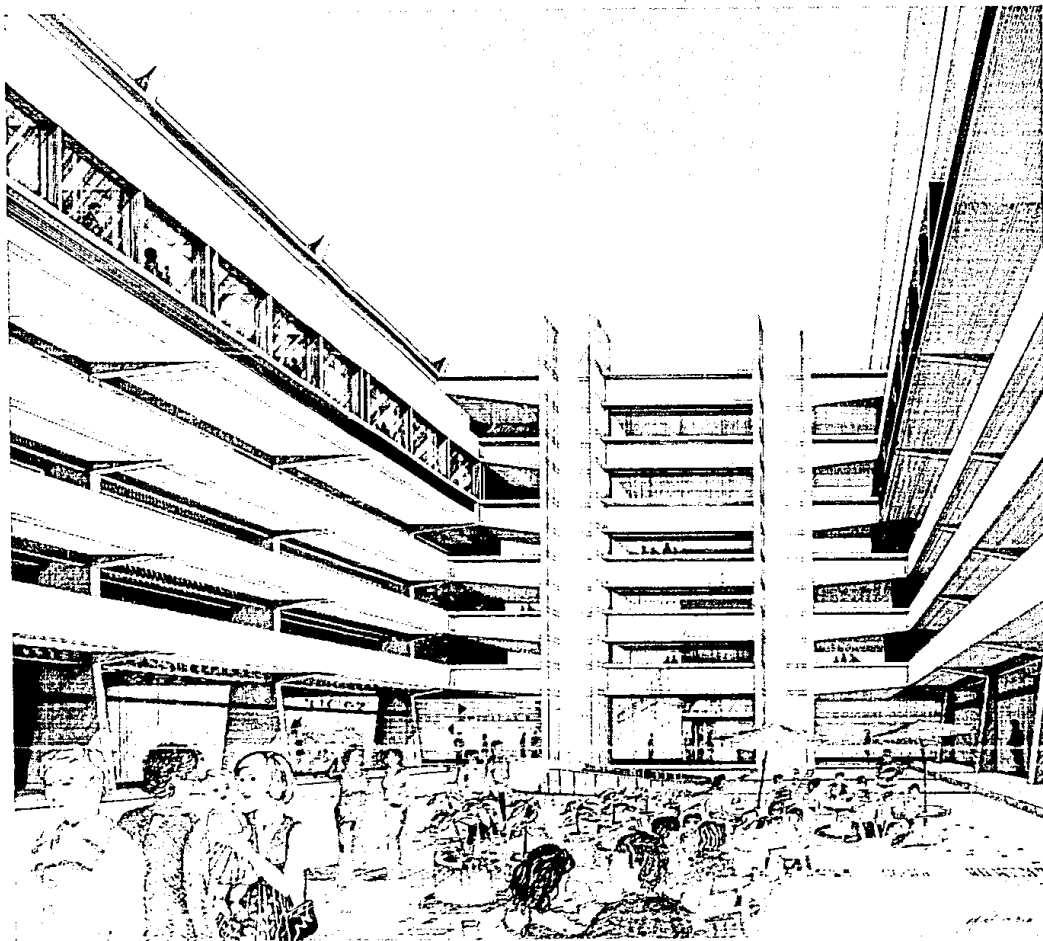
	Xo	Yo
P 1	-0.90	4.03
P 2	-3.65	-2.01
P 3	-3.91	2.11
P 4	-2.79	-1.65
P 5	-1.21	1.03
P 6	0.37	-1.66
P 7	1.96	1.08
P 8	3.37	-1.82
P 9	4.07	2.40
P 10	2.75	-2.25
P 11	0.00	4.05
P 12	0.00	-4.05

E03

	Xo	Yo
P 1	-0.81	3.66
P 2	-3.37	-1.85
P 3	-3.67	1.98
P 4	-2.66	-1.57
P 5	-1.16	0.98
P 6	0.35	-1.59
P 7	1.88	1.03
P 8	3.19	-1.72
P 9	3.79	2.24
P 10	2.50	-2.05
P 11	0.00	3.82
P 12	0.00	-3.82

E04

	Xo	Yo
P 1	-0.74	3.34
P 2	-3.12	-1.72
P 3	-3.46	1.87
P 4	2.53	-1.50
P 5	-1.12	0.94
P 6	0.34	-1.53
P 7	1.80	0.99
P 8	3.03	-1.64
P 9	3.55	2.09
P 10	2.30	-1.88
P 11	0.00	3.62
P 12	0.00	-3.62



2.4 USO DE LAS REGLAS RM25/ RM50

Las reglas RM25 y RM50, son instrumentos que permiten calcular gráficamente los valores perspectivos de las coordenadas X/Y/P, para cualquier punto dado dentro del CV.

Estas reglas son una variante de la RM2, poseen las mismas escalas y su uso es el mismo. Como se recordará la RM2 tiene las escalas siguientes: X (+ -), Y (+ -) y P, dadas al límite del campo visual. Las reglas RM25 y RM50 son semejantes, se diferencian sólo en dos aspectos. El primero es su cobertura de CV, la RM25 permite construir un CV de 25 cm y la RM50 de 50 cm; el segundo es su forma de construcción, en la RM25 se presentan completos los bordes del CV tanto para la escala XY (+ -) y P; en la RM50 sólo se representa un medio del borde del CV, igualmente para las dos escalas. Esto fue debido a la intención de que ambas reglas tuviesen la misma dimensión física. Desde luego que la regla RM puede hacerse a cualquier medida ya que su dimensionamiento está dado en módulos m, lo que incluso permite hacerle amplificación o reducción. Por motivo del tamaño de papel, nos vimos en la necesidad de reducir las para su presentación y ejemplificación de uso. Así que tórnense como convencionales las denominaciones de las reglas.

Las escalas XY (+ -) de las RM25/RM50, representan (siguiendo la definición) a cualquier superficie virtual y perpendicular a la visual de simetría, que esté dada por el límite del campo visual. Dividido convencionalmente en diez partes (m), llamadas módulos. Es decir, que por medio de estas escalas se define gráficamente el plano proyectivo del campo visual. La escala P, permite conjugar los valores X/Y con cualquier valor Pn. La construcción de las escalas X/Y es simple, representan valores m dados en el $\mathcal{R}PCV$, es decir, en $P=0$, de tal modo que es simple su obtención; sin embargo, en el caso de la escala P, ésta puede hacerse de dos maneras: geométrica o matemáticamente.

La deducción geométrica de esta escala se muestra en la construcción de la RM2, por lo que aquí sólo referiremos su deducción matemática.

Sean en el gráfico 1 representados los siguientes elementos de la RM.

- EO Estación de observación
- d distancia
- Pn cualquier valor de P en X (5) (valor absoluto)
- X (5) coordenada en $\mathcal{R}SX$, al CV
- α formado por la recta PnEO y la VS, siempre y cuando para todo Pn haya otro X'/Y = 5
- Po valor proyectivo de la coordenada Pn dado en módulos sobre el $\mathcal{R}PCV$

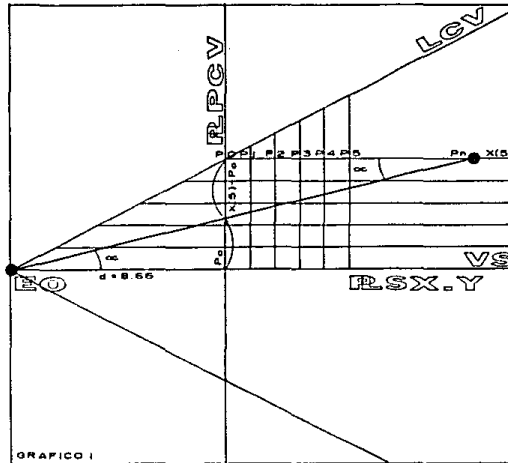


GRAFICO 1

$$\therefore \operatorname{tg} \alpha = \frac{X(5)}{d + P_n} \quad (1)$$

Si X es el lugar geométrico de todos los valores de P, para

X = 5; es decir:

X (5) = P0, P1, . . . Pn, podemos transformar a (1) en la siguiente expresión:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5}{d + P_n} \quad (2)$$

Ahora bien, también es factible establecer $\operatorname{tg} \alpha$ en el $\mathcal{R}PCV$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P_o}{d} \quad (3)$$

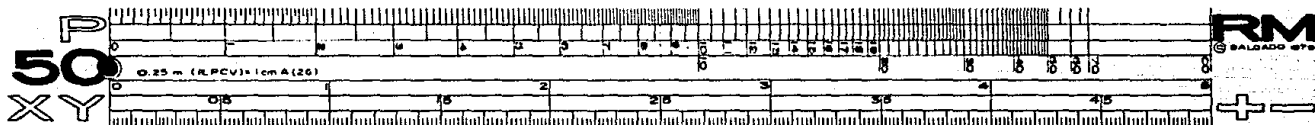
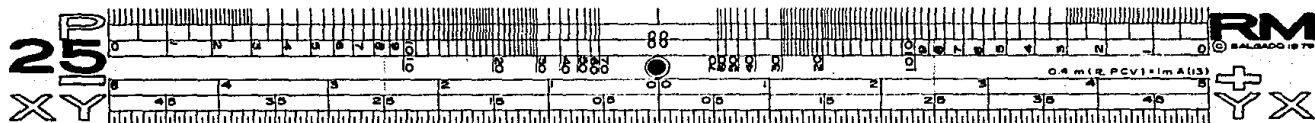
despejando en (3) a Po, tenemos:

$$P_o = d \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$

Según (4) todo valor de Po, está dado en módulos (m) en el $\mathcal{R}PCV$, a partir de la VS hasta X (5) que a su vez determina el LCV.

Para construir la escala de valores P, determinese primero la t_{gr} por medio de la ecuación (2); y luego el valor de Po en función de ésta por medio de la ecuación (4). A continuación se muestran los valores de construcción de la RM25 y de la RM50.

P_n	t_{gr}	Po	P_n	t_{gr}	Po	P_n	t_{gr}	P_n
0.00	0.58	5.00	2.80	0.44	3.78	15.50	0.21	1.79
0.10	0.57	4.94	2.90	0.43	3.75	16.00	0.20	1.76
0.20	0.56	4.89	3.00	0.43	3.71	16.50	0.20	1.72
0.30	0.56	4.83	3.50	0.41	3.56	17.00	0.19	1.69
0.40	0.55	4.78	4.00	0.39	3.42	17.50	0.19	1.66
0.50	0.55	4.73	4.50	0.38	3.29	18.00	0.19	1.62
0.60	0.54	4.68	5.00	0.37	3.17	18.50	0.18	1.59
0.70	0.53	4.63	5.50	0.35	3.06	19.00	0.18	1.57
0.80	0.53	4.58	6.00	0.34	2.95	19.50	0.18	1.54
0.90	0.52	4.53	6.50	0.33	2.86	20.00	0.17	1.51
1.00	0.52	4.48	7.00	0.32	2.77	21.00	0.17	1.46
1.10	0.51	4.44	7.50	0.31	2.68	22.00	0.16	1.41
1.20	0.51	4.39	8.00	0.30	2.60	23.00	0.16	1.37
1.30	0.50	4.35	8.50	0.29	2.52	24.00	0.15	1.33
1.40	0.50	4.30	8.66	0.29	2.50	25.00	0.15	1.29
1.50	0.49	4.26	9.00	0.28	2.45	26.00	0.14	1.25
1.60	0.49	4.22	9.50	0.28	2.38	27.00	0.14	1.21
1.70	0.48	4.18	10.00	0.27	2.32	28.00	0.14	1.18
1.80	0.48	4.14	10.50	0.26	2.26	29.00	0.13	1.15
1.90	0.47	4.10	11.00	0.25	2.20	30.00	0.13	1.12
2.00	0.47	4.06	11.50	0.25	2.15	35.00	0.11	0.99
2.10	0.46	4.02	12.00	0.24	2.10	40.00	0.10	0.89
2.20	0.46	3.99	12.50	0.24	2.05	45.00	0.09	0.81
2.30	0.46	3.95	13.00	0.23	2.00	50.00	0.09	0.74
2.40	0.45	3.92	13.50	0.23	1.95	55.00	0.08	0.68
2.50	0.45	3.88	14.00	0.22	1.91	60.00	0.07	0.63
2.60	0.44	3.85	14.50	0.22	1.87	65.00	0.07	0.59
2.70	0.44	3.81	15.00	0.21	1.83	70.00	0.06	0.55



Como se observará, los valores de P_o van de 5.00 m para P_n (0.00) hasta 0.55 m para P_n (70.00), lo que indica que:

si $P_n \rightarrow \infty$
 $P_o \rightarrow 0.00$ m
por ejemplo:
cuando P_n (1,000.00)
 $P_o = 0.04$ m

Esta consideración, más la práctica de haber realizado más de trescientos trazos perspectivos, nos permite confiar en que el valor de P_n (70.00) representa un límite confiable para la escala P . En el caso de ser requerido un valor mayor a éste, aplíquense como ya se indicó las ecuaciones (2) y (4).

En el gráfico 2, se muestran las reglas RM25 y RM50, en las cuales se puede verificar gráficamente los valores de construcción antes expuestos.

Quedan dos aspectos de suma importancia por aclarar para el correcto uso de estas reglas. El primero se refiere a la amplitud del campo visual y, el segundo a la obtención de valores P_o cuando P_n tiene signo negativo.

Como se recordará, la amplitud del campo visual en los $\mathbb{R}SX/Y$ está dada en función a la profundidad P , es decir, para cualquier valor P_n ; la cual puede ser determinada gráficamente como se indica en el uso tanto de la RM1 y RM2, y más expresamente en la RM2. En el capítulo correspondiente se hace alusión a las dos variantes de la RM2, que consisten en igual que las reglas sólo en su dimensionamiento de envoltorio de $\mathbb{R}PCV$; una de 25 cms, y la otra de 50 cm; la de 25 cm considera una ACV en $P = 13$, y la de 50 cm considera una ACV en $P = 26$; esto por razones prácticas de su empleo.

En el caso de la RM25, considérese para una A (13) = 25.011 una equivalencia de:

0.4 m ($\mathbb{R}PCV$) = 1 m A (13)

En el caso de la RM50, considérese para una A (26) = 40.022 una equivalencia de:
0.25 m ($\mathbb{R}PCV$) = 1 m A (26)

El segundo aspecto a considerar para el correcto uso de las reglas se refiere como ya dijimos a la obtención de valores P_o cuando P_n tiene signo negativo. En este caso se procederá a ubicar en los $\mathbb{R}SX/Y$ (según se requiera) el punto de retroproyección EO' ; el cual permite la ubicación de todos los valores de P_n con signo negativo hasta la estación de observación. Esto es: primero se cambia el signo de negativo a positivo de P_n (cuyo valor máximo es $d = 8.66$), seguido, se la ubica en $\mathbb{R}SX/Y$ según sea el caso; luego se retroproyecta de EO' hasta el LCV, lo cual significa cambiar su signo de positivo a negativo, quedando así determinado en el $\mathbb{R}PCV$. Más adelante veremos de manera práctica estos aspectos.

TRAZO DEL $\mathbb{R}PCV$.

Una de las ventajas de las RM25/50, es que permite trabajar sobre cualquier clase de papel o de superficie, a diferencia de la RM2 que necesariamente requiere de papel transparente. En el curso de la producción del material ilustrativo para este libro, nos dimos cuenta que en múltiples ocasiones sería preferible realizar los trazos perspectivos sobre cartulina, un "muro", o cualquier otra cosa y esto implicaba serios problemas para emplear la RM2. Debido a lo cual surgieron las reglas, que facilitan el trazado perspectivo sobre cualquier superficie y, consiguientemente dar el terminado, bajo la técnica deseada.

A continuación y por medio de los siguientes gráficos (3, 4, 5, 6) se describe el trazo del $\mathbb{R}PCV$ y la lectura de las escalas por medio de la RM25. De manera semejante se hace con la RM50 haciendo los movimientos necesarios para cubrir el $\mathbb{R}PCV$ ya que esta regla como se mencionó antes sólo tiene las graduaciones $X/Y/P$ para un cuadrante del campo visual.

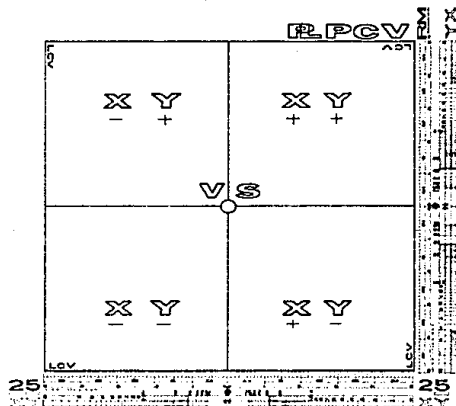


GRAFICO 3

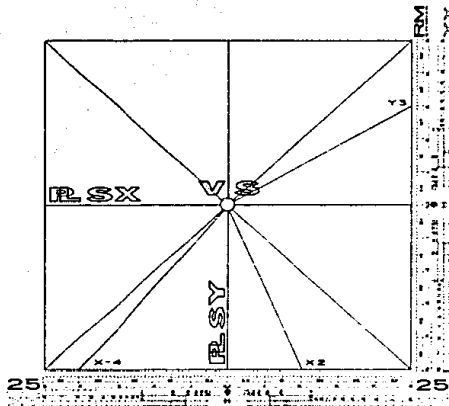
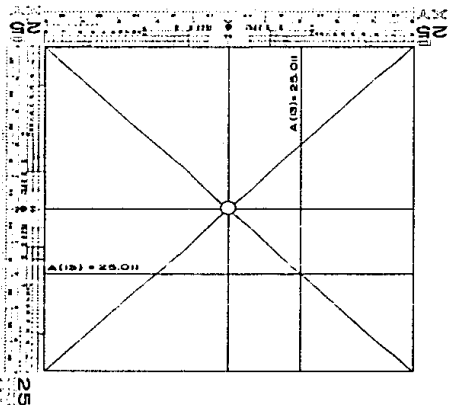


GRAFICO 4



64 GRAFICO 5

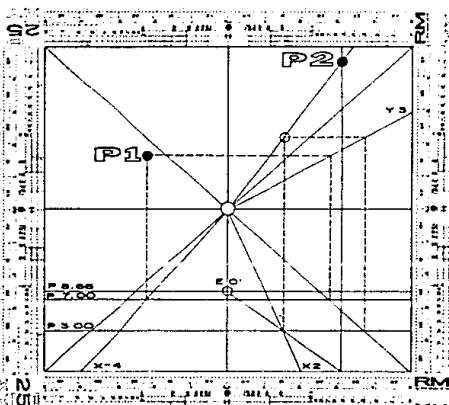


GRAFICO 6

GRÁFICO 3

El primer paso consiste en determinar con la regla el RPCV y ubicar la VS en la posición de los ceros correspondientes a las escalas X/Y. También se establece la convención de signos para los cuadrantes del RPCV.

GRÁFICO 4

El segundo paso consiste en determinar los RSX/Y, y las diagonales $X+5/X-5$ y $Y+5/Y-5$ del CV. En este gráfico se muestra cómo representar valores X/Y por medio de la RM25.

GRÁFICO 5

El tercer paso consiste en establecer con la RM25 la

$A(13) = 25,011$, la cual permite ubicar valores tanto de X como Y superiores a 5, cuando a su vez $P > 5$. Esta referencia es de gran utilidad práctica como se verá en los ejercicios de aplicación.

GRÁFICO 6

El cuarto paso consiste en la ubicación perspectiva de cualquier punto en RPCV por medio de la RM25, incluyendo el caso de un valor P^* en retroproyección EO' , es decir, cuando éste es de signo negativo.

Sean P1 y P2 a obtener por medio de la RM25:

$$P1 \quad X-4/Y3/P7$$

$$*P2 \quad X \quad 2/Y3/P-3$$

Recuérdese que el punto de retroproyección EO' se encuentra en: $P \ 8,66 = X/Y \ 2,50$

EJEMPLO DE APLICACIÓN 1

El siguiente ejemplo representa el caso de tercer grado perspectivo para paralelogramos, ya que las aristas del cuerpo geométrico en el $\mathbb{R}SY$ no son perpendiculares a la VS , y en el $\mathbb{R}SX$ su proyección de coordenada X no varía.

Esta envolvente de cuerpo geométrico bien puede ser la de un edificio, observado "hacia arriba" sin ser captado en su totalidad. Caso frecuente en ciudades con edificios altos y calles estrechas.

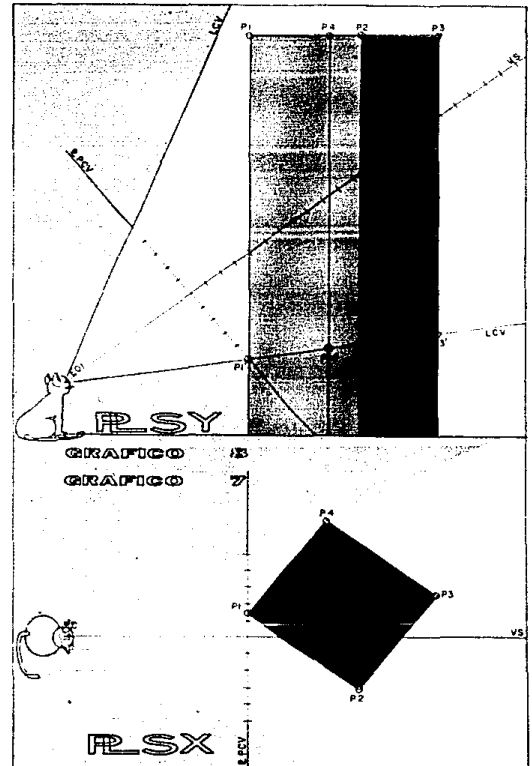
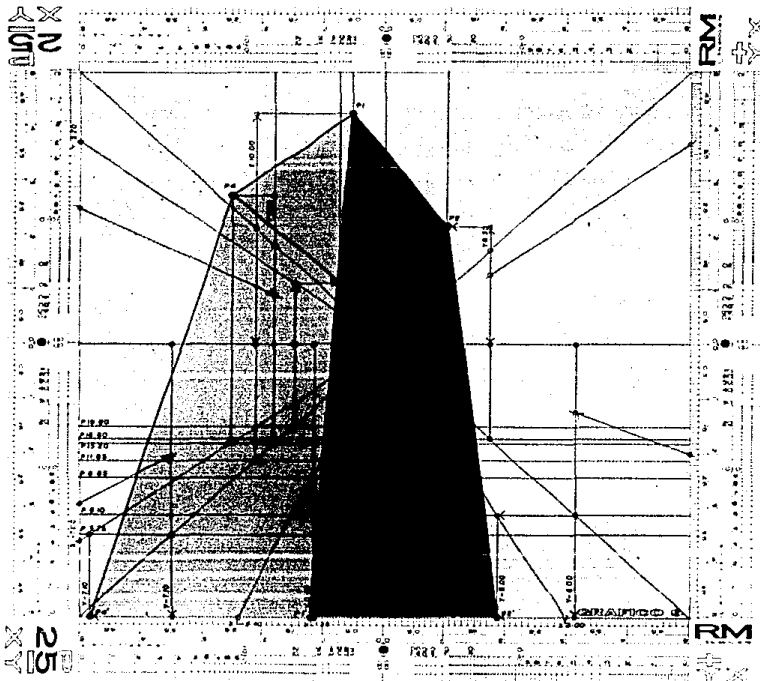
Sean pues, las siguientes coordenadas $X/Y/P$ dadas en los $\mathbb{R}SX/Y$, las determinantes del ejemplo a resolver por medio de la $RM25$.

	X	Y	P
P1	-1.20	10.00	11.85
P2	3.00	6.30	16.60
P3	-2.40	3.70	19.80
P4	-7.00	7.50	15.20

	X	Y	P
P1'	-1.20	0.00	0.00
P2'	3.00	-8.00	5.10
P3'	-2.40	-10.10	8.85
P4'	-7.00	-7.10	3.75

Debido a la posición del cuerpo geométrico en los $\mathbb{R}SX/Y$, la lectura de coordenadas $X/Y/P$ se hace de la siguiente manera:

coordenadas X $\mathbb{R}SX$
 coordenadas Y/P $\mathbb{R}SY$
 En los gráficos 7 y 8 se muestran los datos en los $\mathbb{R}SX/Y$, el gráfico 9 exhibe el resultado perspectivo.

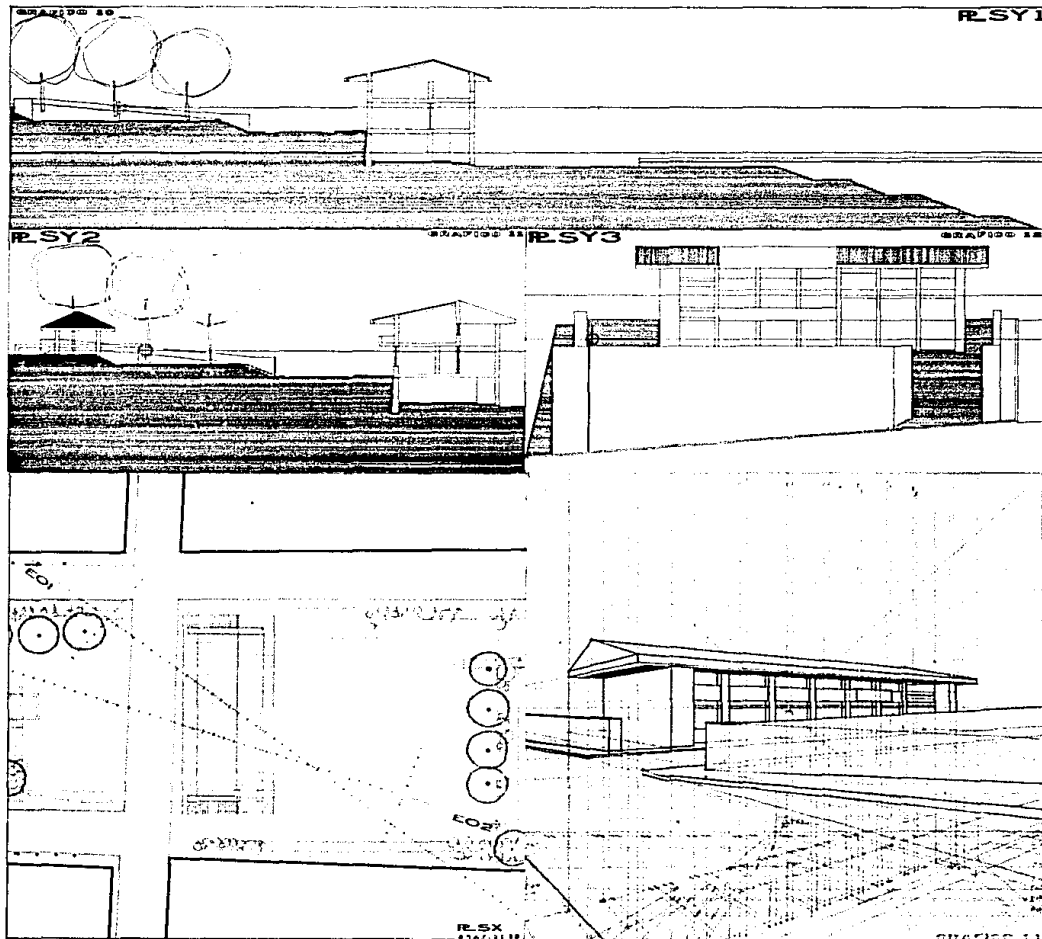


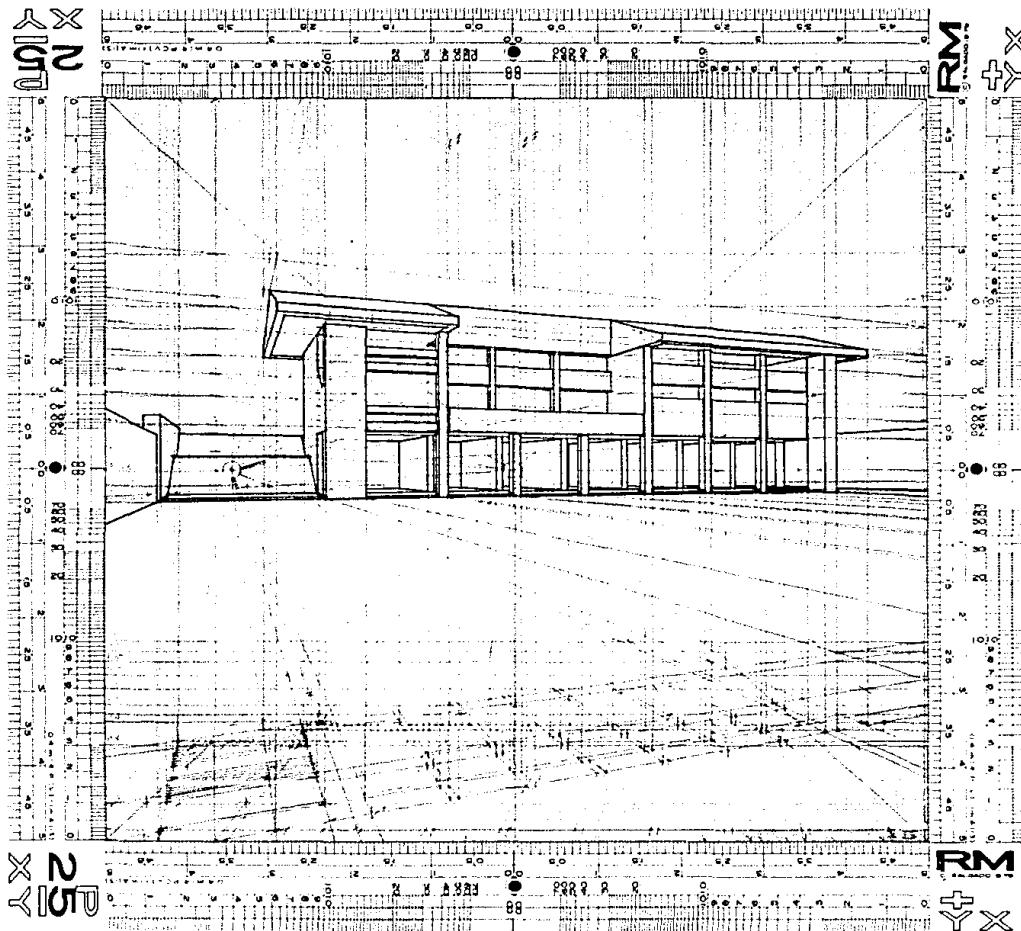
EJEMPLO DE APLICACIÓN 2

Este ejemplo fue elegido por ser común a la actividad profesional del arquitecto, al serle demandado por su *cliente* una representación gráfica del posible resultado edificatorio. El mejor recurso para estos casos suele ser el empleo de la perspectiva, pero, ejercida bajo algún método de aproximación realista, pues cuando ésta *se ejecuta a sentimiento* también suele ser el *mejor recurso* para mentir sobre el posible resultado edificatorio.

Aquí prestamos el caso del proyecto (no ejecutado) para el Palacio Municipal, Plaza y Tianguis en Villa Victoria, Estado de México.

Los gráficos 10, 11 y 12 proporcionan los datos del proyecto en el RSY, el gráfico 13 los proporcionan en el RSX. Los gráficos 14 y 15 muestran los posibles resultados edificatorios.





En cierto modo la RM25 puede ser vista como la suma de las cualidades de la RM1 y la RM2; tiene las escalas $\pm X$, Y propias de la RM1 y la escala Po característica de la RM2. Es importante tener presente que el objetivo de la RM25 es permitir la graficación de tres dimensiones en un espacio de dos dimensiones, las escalas $\pm X$, Y, Po están diseñadas expresamente para ello.

La concepción de la RM25 parte del 2º postulado del método Red Modular: "Toda perspectiva se da con un punto de fuga y solamente uno; el cual es generado por la Visual de Simetría" de tal modo que el problema consiste en ubicar a un punto en el R'PCV, es decir, en perspectiva, partiendo de sus coordenadas planares X, Y, P. Las escalas X, Y están dadas en valor modular real en el R'P = 0 (profundidad cero), mientras que la escala Po está dada en valores modulares proyectivos en los R's $\pm X$, Y = 5. Esta disposición de escalas no exige un orden predeterminado de lectura, aunque lo más recomendable es iniciar obteniendo a X ó a Y, para luego asociarlo a P.

Note el lector que la diferencia básica entre RM25 y RMCP, es la escala Po. RMCP es en rigor el plano proyectivo del campo visual, en el se representa un punto de coordenadas X, Y, P mediante las coordenadas proyectivas Xo, Yo, lo cual implica una transformación numérica de un espacio R³ a un espacio R².

La RM25 al poseer dos escalas naturales y una proyectiva evita la transformación de dominios, pues de hecho genera un espacio R³ = R², al corresponder para todo conjunto de valores X, Y, P en R³, otro conjunto X, Y, Po en R².

TERCER CAPÍTULO

3.1 APLICACIÓN DEL MÉTODO RM POR CALCULADORA PROGRAMABLE.

El programa de perspectiva que se presenta aquí es una variante del Método Red Modular, su deducción está basada en el Modelo Geométrico matemático de la Red Modular, por lo que cumple con sus postulados y definiciones. Para la representación de postulados se usará la Red Modular de Coordenadas Proyectivas cuyo manejo como se verá más adelante es igual de sencillo que la notación de coordenadas cartesianas; que al referirlas sería imperdonable dejar pasar por alto y dar un reconocimiento a su autor: René Descartes, creador de la Geometría Analítica y del Método Científico, entre otras cosas.

El programa de perspectiva fue elaborado para una calculadora programable Hewlett-Packard HP-67, aprovechando las ventajas que este instrumento ofrece para grabar programas, lo que indudablemente facilita la obtención de resultados con un mínimo de operaciones. El que aquí se presenta forma parte de una serie de programas que tratan sobre diversos problemas de perspectiva.

La intención que se tuvo para elaborarlo, fue la de facilitar tanto su comprensión como empleo por aquellas personas con poca familiaridad acerca de lo que es la programación y la matemática de los algoritmos.

Este programa sirve para determinar las coordenadas proyectivas X_0 , Y_0 de cualquier punto dentro del CV; a partir de sus coordenadas planimétricas P, X, Y , las cuales se obtienen haciendo su lectura en los planos de simetría X y Y . De tal modo que para un punto $P1 (*)$, la notación sería la siguiente:

$P1 (PSX) P, X$
 $P1 (PSY) P, Y$

Ahora bien, esta notación se puede simplificar a la siguiente:

$P1 P, X, Y$, al ser P un valor constante en los dos planos de simetría.

Los puntos de cualquier CG serán representados por sus coordenadas, a saber:
 P, X, Y

De tal modo que su notación general puede ser como sigue:

CG $P1(P, X, Y), P2(P, X, Y), P3(P, X, Y), \dots Pn(P, X, Y)$

El arreglo o disposición de esta notación, depende del formato que se desee para un claro y fácil manejo de los resultados X_0, Y_0 . Cuando existan puntos simétricos dentro del CVP, su notación se puede simplificar usando Primas: $P1, P1', P2, P2', \dots$, etc.

Las gráficas 1 y 2. muestran su aplicación.

En la mayoría de los casos de perspectiva arquitectónica, la envolvente de las edificaciones corresponden a volúmenes regulares, tales como prismas de base cuadrada, rectangular, hexagonal, etc., resultando sencilla la tarea de hallar su resultado perspectivo por medio de la calculadora. Desde luego también se puede resolver cualquier tipo de cuerpo geométrico.

El resultado perspectivo de los valores X_0, Y_0 , se graficará en la Red Modular de Coordenadas Proyectivas, según la convención de signos que muestra el gráfico 3. Esta Red puede ser elaborada a la escala que se desee dar al resultado perspectivo, significando esto una gran ventaja de trabajo, incluso para hacer ampliaciones o reducciones.

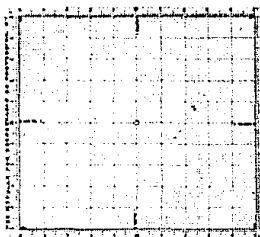
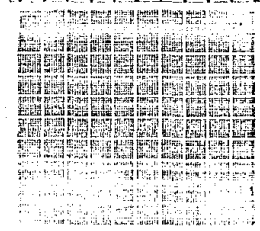
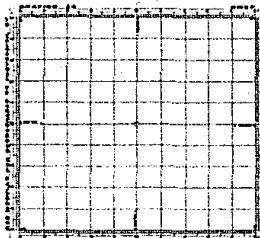
Para grabar el programa en tarjeta magnética hay que seguir las instrucciones siguientes**

W. PRGM				
OPRIMA	PANTALLA			
f CLPRGM	000			
f LBL A	001	31	51	11
STO R1	002		33	01
8.66	006			06
+	007			61
STO R2	008		33	02
h RTN	009		35	22
f LBL B	010	31	25	12
8.66	014			06
X	015			71
RCL R2	016		34	02
+	017			81
1	018			01
+	019			81
h RTN	020		35	22
f LBL C	021	31	25	13
RCL R1	022		34	01
2	023			02
X	024			71
3 f	025			03
\	026		31	54
+	027			81
10	029			00
+	030			51
h RTN	031		35	22
f LBL D	032	31	25	14
2	033			02
X	034			71
3 f	035			03
\	036		31	54
+	037			81
10	039			00
+	040			61
h RTN	041		35	22
RUN	042			

Una vez que el programa ha sido grabado, se procederá a identificarlo en la tarjeta de la siguiente manera:

Identificación de símbolos:

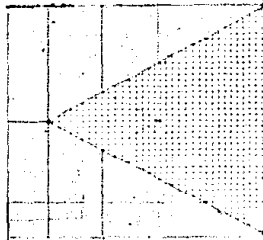
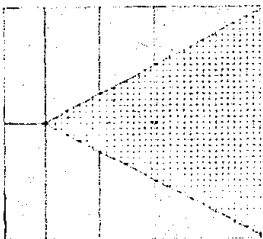
P	Profundidad dada de cualquier punto del CG, relativa a los valores X, Y.
X	Coordenada "equis" de cualquier punto del CG, referida al RSX.
Y	Coordenada "ye" de cualquier punto del CG, referida al RSY.
Xo	Coordenada proyectiva "equis" del CG.
Yo	Coordenada proyectiva "ye" del CG.
A (P)	Amplitud del CV en P
A (Pn)	Amplitud del CV en Pn
Pn	Cualquier valor de P
RMCP	Red Modular de Coordenadas Proyectivas (Xo, Yo)



* (P) refiere la doble notación de punto (P) y profundidad (P), diferenciándose la primera de la segunda por su complemento de notación: 1, 2, 3, ...

**Consultarse también las instrucciones del manual de la HP 67 página 23

EJEMPLO DE APLICACIÓN 1

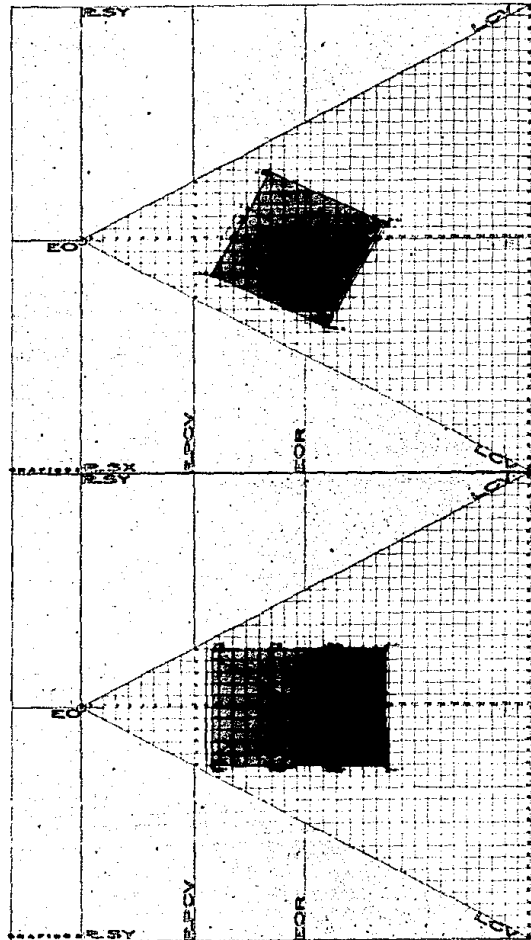


Dado un CG por sus puntos, referidos en los planos de simetría X y Y:
Hallar las coordenadas proyectivas X_o, Y_o correspondientes para cada uno de ellos.

Sea el

CG1	P	X	Y
P1	1.34	3,00	5,00
P1'	1.34	3,00	-5,00
P2	10.24	7.50	5,00
P2'	10.24	7.50	-5,00
P3	5.71	-6,00	5,00
P3'	5.71	-6,00	-5,00
P4	14.64	-1.50	5,00
P4'	14.64	-1.50	-5,00

Representado en los planos de simetría X y Y, en los gráficos 1 y 2, respectivamente.



Solución

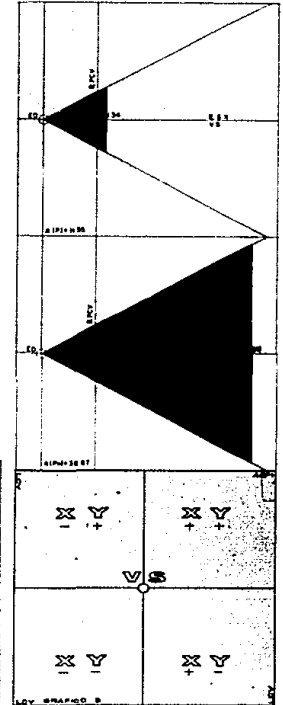
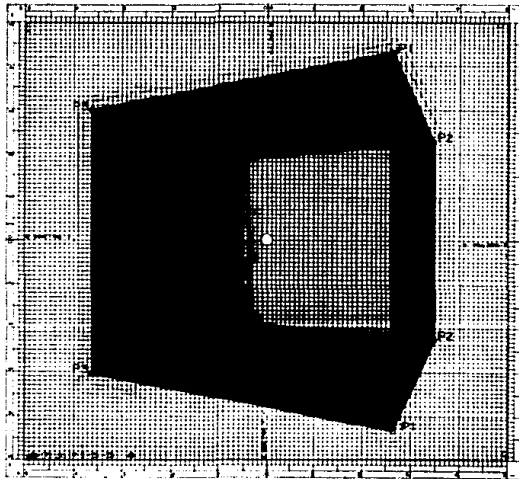
Tómense los valores P, X, Y del P1 de la siguiente manera: introduzcase el valor de P (1.34) en la memoria A, marque el valor de X (3) y opere la memoria B. Aparece en la pantalla el valor de la coordenada proyectiva X_0 (2.60) del P1.
 Marcar el valor de Y (5) y opere la memoria B. Aparece en la pantalla el valor de la coordenada proyectiva Y_0 (4.33) de P1. Así, sucesivamente se obtienen los valores X_0 , Y_0 de los demás puntos.

P1'	X_0	2.60
	Y_0	4.33
P2	X_0	3.44
	Y_0	2.29
P2'	X_0	3.44
	Y_0	-2.29
P3	X_0	-3.62
	Y_0	3.01
P3'	X_0	-3.62
	Y_0	-3.01
P4	X_0	-0.56
	Y_0	1.86
P4'	X_0	-0.56
	Y_0	-1.86

Operando la memoria C, se obtendrá el valor de ACV en la profundidad del punto P1; que en este caso es:
 A (P1) = 11.55

Para obtener el valor de ACV, para cualquier valor de P; es decir de P_n , marque el valor de la profundidad deseada (P_n), y opere la memoria D. Por ejemplo: Hallar el valor de ACV para $P_n = 25$, siguiendo las instrucciones anteriores se obtendrá A (P_n) = 38.67.

Tanto para la lectura como para la interpretación de los valores de coordenadas proyectivas X_0 , Y_0 , sigase la convención establecida en el gráfico 3. De tal modo, que el siguiente paso consiste en ubicar cada punto del CG, en la RMCP, por medio de sus respectivos valores de coordenadas proyectivas X_0 , Y_0 . Ver el resultado perspectivo de este ejemplo en el gráfico 4.



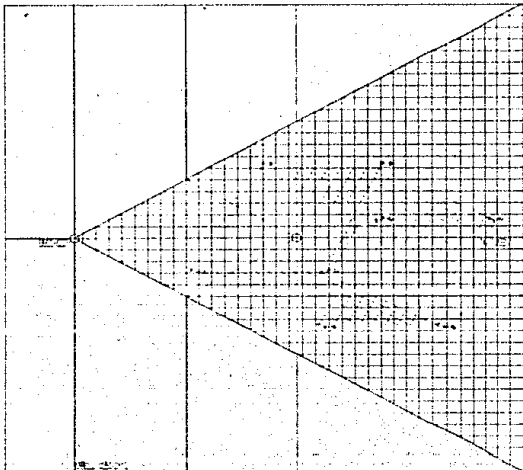
EJEMPLO DE APLICACIÓN 2

Tomando el CG del ejemplo anterior, obtener los CG (2, 3, 4, . . . 10), manteniendo constantes los valores X, Y, e incrementando en una unidad los valores de P correspondientes a cada punto del CG; en otras palabras, Trayectar el CG sobre la visual de simetría.

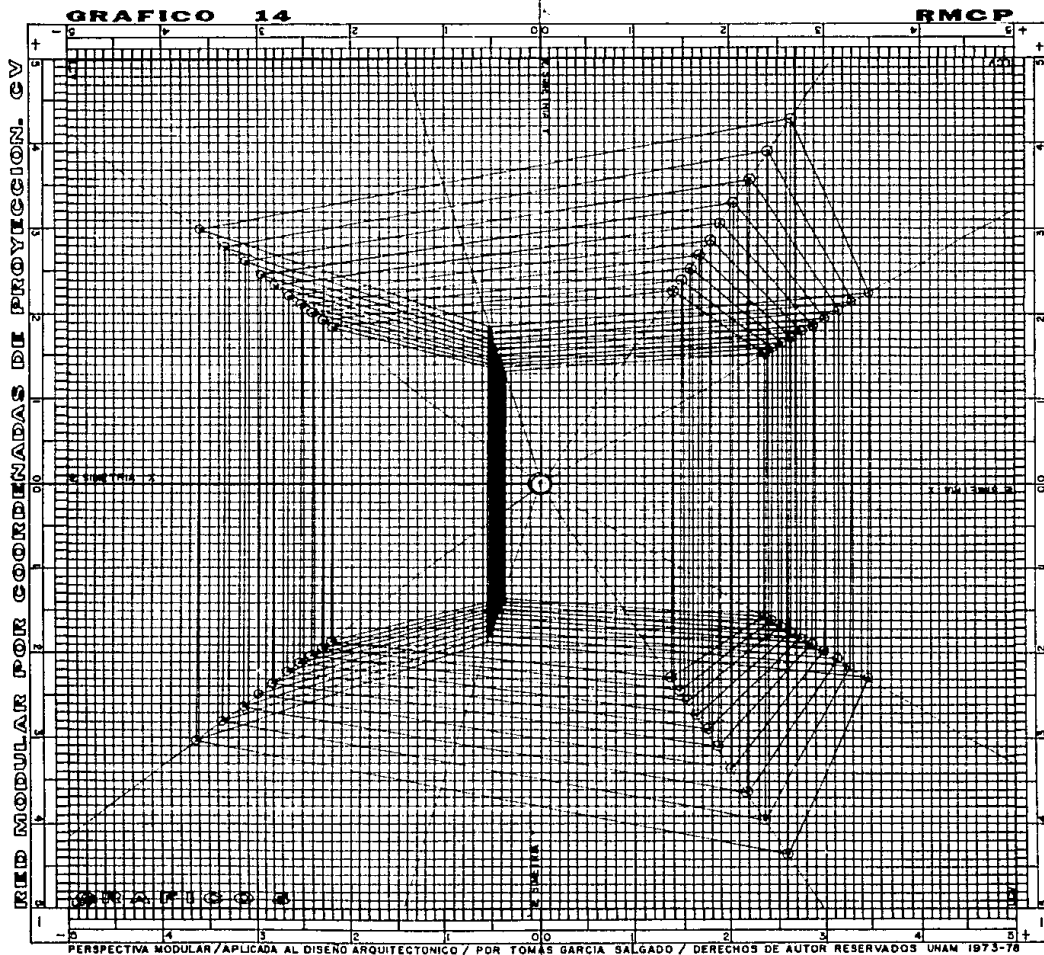
Solución

Tomando los datos del CG2 (P1, P1', P2, P2', P3, P3', P4, P4') Introduzca el siguiente valor de P (2.34) correspondiente al P1, en la memoria A. Marque el valor (constante) de X (3) y opere la memoria B. Aparece en la pantalla el valor de la coordenada proyectiva Xo (2.36) del P1. Marque el valor (constante) de Y (5) y opere la memoria B. Aparece en la pantalla el valor de la coordenada proyectiva Yo (3.94). Así sucesivamente, se van introduciendo en la memoria A los nuevos valores de P (3.34, 4.34, . . . 10.34) correspondientes a los CG (3, 4, . . . 10), respectivamente y marcando los valores constantes de X primero y luego de Y, se obtendrán las coordenadas proyectivas Xo, Yo de cada punto.

P1 / X3	Xo	1.34	2.34	3.34	4.34	5.34	6.34	7.34	8.34	9.34	10.34
Y5	Yo	2.60	2.36	2.17	2.00	1.86	1.73	1.62	1.53	1.44	1.37
P1' / X3	Xo	4.33	3.94	3.61	3.33	3.09	2.89	2.71	2.55	2.41	2.28
Y-5	-Yo	2.60	2.36	2.17	2.00	1.86	1.73	1.62	1.53	1.44	1.37
		4.33	3.94	3.61	3.33	3.09	2.89	2.71	2.55	2.41	2.28
P2 / X7.5	Xo	10.24	11.24	12.24	13.24	14.24	15.24	16.24	17.24	18.24	19.24
Y5	Yo	3.44	3.26	3.11	2.97	2.84	2.72	2.61	2.51	2.41	2.33
Y-5	-Yo	2.29	2.18	2.07	1.98	1.89	1.81	1.74	1.67	1.61	1.55
P2' / X7.5	Xo	5.71	6.71	7.71	8.71	9.71	10.71	11.71	12.71	13.71	14.71
Y-5	-Yo	3.44	3.26	3.11	2.97	2.84	2.72	2.61	2.51	2.41	2.33
		2.29	2.18	2.07	1.98	1.89	1.81	1.74	1.67	1.61	1.55
P3 / X-6	-Xo	3.62	3.38	3.17	2.99	2.83	2.68	2.55	2.43	2.32	2.22
Y5	Yo	3.01	2.82	2.65	2.49	2.36	2.24	2.13	2.03	1.94	1.85
P3' / X-6	-Xo	5.71	6.71	7.71	8.71	9.71	10.71	11.71	12.71	13.71	14.71
Y-5	-Yo	3.62	3.38	3.17	2.99	2.83	2.68	2.55	2.43	2.32	2.22
		3.01	2.82	2.65	2.49	2.36	2.24	2.13	2.03	1.94	1.85
P4 / X-1.5	-Xo	14.64	15.64	16.64	17.64	18.64	19.64	20.64	21.64	22.64	23.64
Y5	Yo	0.56	0.53	0.51	0.49	0.48	0.46	0.44	0.43	0.42	0.40
		1.86	1.78	1.71	1.65	1.59	1.53	1.48	1.43	1.38	1.34
P4' / X-1.5	-Xo	0.56	0.53	0.51	0.49	0.48	0.46	0.44	0.43	0.42	0.40
Y-5	-Yo	1.86	1.78	1.71	1.65	1.59	1.53	1.48	1.43	1.38	1.34

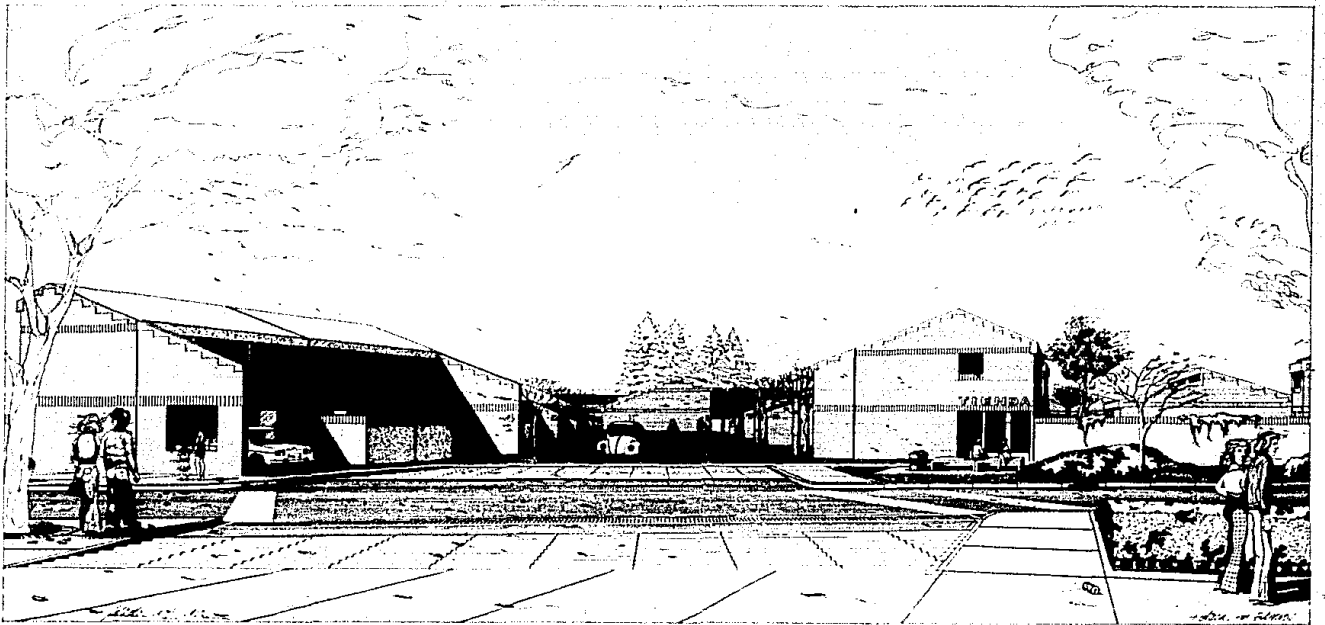


La matriz siguiente, muestra las coordenadas proyectivas Xo, Yo de los puntos de cada uno de los cuerpos geométricos (incluyendo el CG1 del ejemplo anterior).



Como se habrá notado, el empleo de la HP-67, o de cualquier otra calculadora programable (haciendo la respectiva transcripción del programa) en la solución de problemas de perspectiva, es de fácil empleo; especialmente cuando no se dispone de una terminal de computadora con pantalla gráfica, que haría las cosas todavía más sencillas con una representación inmediata de los resultados perspectivos.

El propósito de presentar este programa, es el de lograr los mismos resultados con el empleo de instrumentos relativamente más sencillos y accesibles para los estudiantes de la carrera de arquitecto, incluyendo también, aquellos profesionistas que requieren de la representación perspectiva en sus actividades usuales, invirtiendo para ello el tiempo suficiente en la práctica y dominio de esta inagotable ciencia que es la perspectiva.



3.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO RM PARA ESTUDIO DE SECUENCIAS

Una de las ventajas del método RM es su aplicación en lo que podríamos llamar, perspectiva secuencial. Ésta se logra por medio de una serie de perspectivas estáticas tratando de producir el efecto de *recorrido*, es decir, el de desplazamiento del observador.

La dificultad o sencillez de realizar una secuencia depende del tipo de movimiento que se elija para ello, por ejemplo, las trayectorias elípticas son más complicadas que las lineales, pues en cada estación de observación por lo menos habrá dos variables, en cambio en movimientos de traslación se simplificaría esta cuestión al manejo de una variable.

Si se consulta el gráfico 1 (Tabla de Movimientos de Cuerpos Geométricos en el Espacio), se podrá apreciar que para el caso T-1 sólo existe la variable P, manteniéndose constantes los valores X'Y para cada punto del cuerpo geométrico, en cambio en el caso G-1, P se mantiene constante mientras X/Y se vuelven variables. Si el lector observa con cuidado la tabla referida podrá deducir las variables y constantes de cada caso de movimiento.

Hay casos de movimientos de CG que con dificultad se pueden deducir geoméricamente, por consiguiente su aplicación en secuencias sería prácticamente imposible. Para estos casos es preferible recurrir a la deducción numérica del Método RM, como se ejemplifica en el caso de aplicación No. 2 del punto 3.2, gráfico 5, en el cual se muestran los CG (2, 3, 4, . . . 10) en una secuencia de traslación sobre la visual de simetría, manteniendo constantes los valores X'Y, y variando el valor P en un módulo para cada estación de observación.

El estudio de secuencias nos permitió avanzar en la formulación del modelo matemático de la Red Modular. Al estar trabajando en la primera, que fue hecha en un modelo arquitectónico, tuvimos serios problemas de construcción perspectiva, sobre todo cuando las estaciones de observación se encontraban más cerca del modelo

(CG), dándonos cuenta que para la solución del problema en cuestión, era necesario determinar el Límite del Campo Visual para cada estación de observación.

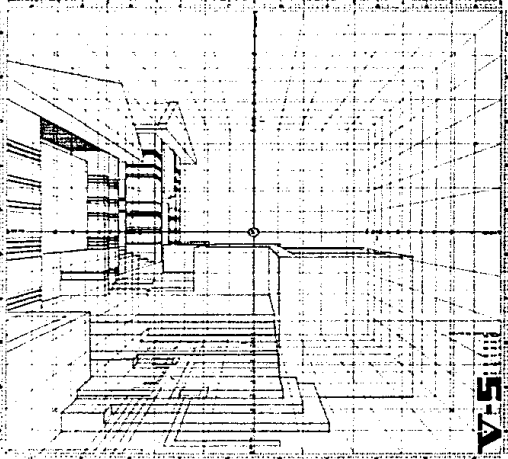
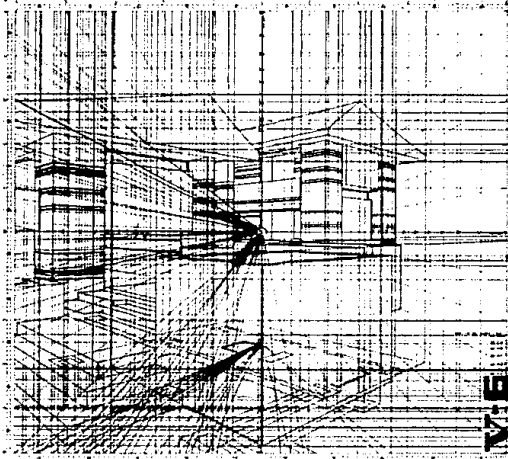
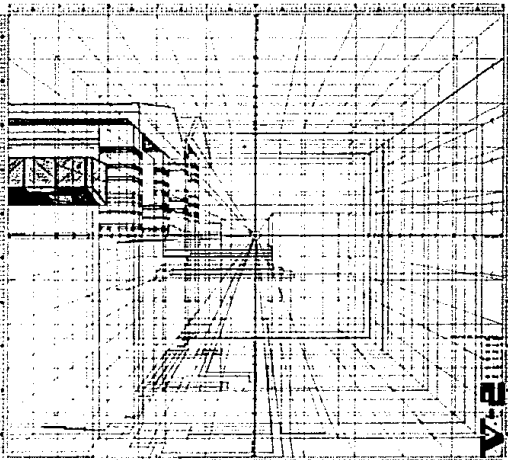
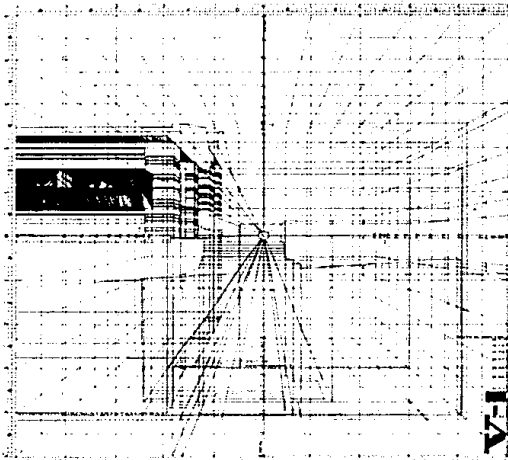
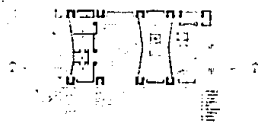
En resumen, se recomienda elegir movimientos de CG sencillos en secuencias para su deducción, mediante el procedimiento geométrico y movimientos de CG complejos en secuencias para su deducción, mediante el procedimiento numérico. Detallados ambos en el punto 1.3 del primer capítulo.

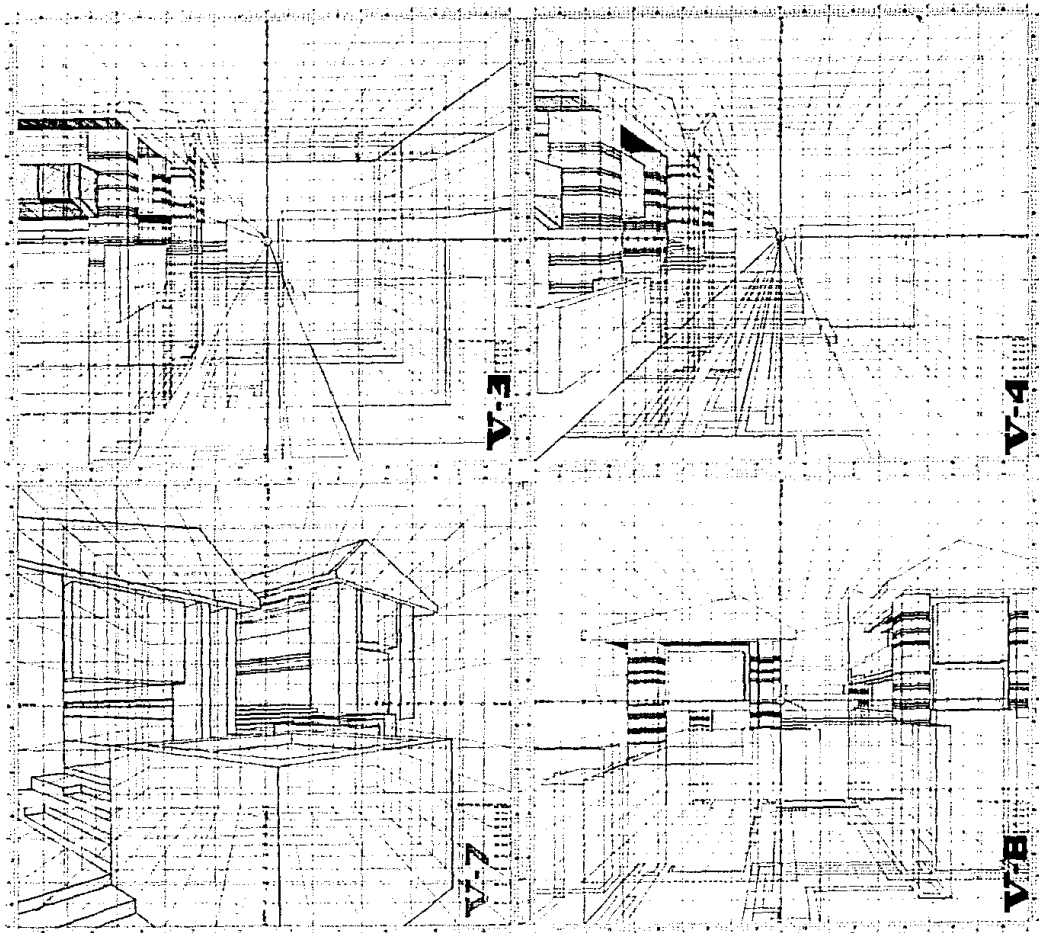
El primer ejemplo ilustrado en este punto, trata como dijimos antes de un modelo arquitectónico, en el cual fueron aplicados para construir su secuencia los movimientos T-1 y G-2. El gráfico 1 contiene los datos planimétricos en planta, elevación y corte; los gráficos identificados como V1, V2, V3, . . . V16 * muestran los resultados perspectivos.

El segundo ejemplo trata de un modelo urbano, en el cual fueron aplicados para construir su secuencia los movimientos T-1 y G-2, al igual que en el primer ejemplo. Cabe destacar, que en la actualidad este tipo de estudios secuenciales en modelos urbanos son de gran utilidad, pues sirven, por ejemplo, para detectar posiciones desfavorables en los trayectos vehiculares; ubicación adecuada para tal o cual tipo de vegetación; revalorización de la posición de mobiliario urbano según sus funciones; evaluación plástica de la imagen urbana vs. sus requerimientos, etc. En suma, resultan ser de gran ayuda, tanto para que el diseñador como los usuarios (o sus representantes) puedan tomar decisiones.

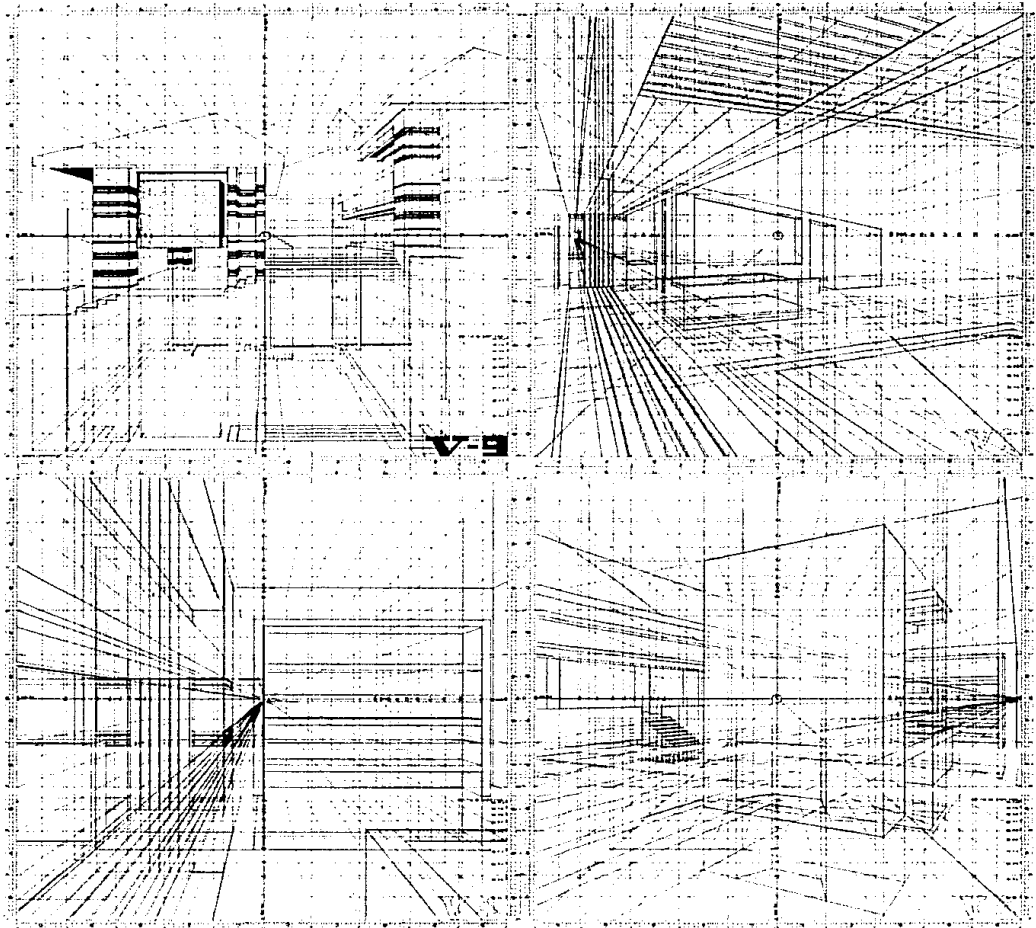
El gráfico 2 muestra la posición en planta de las tres secuencias estadias (S1, S2 y S3), y los gráficos identificados como S1EO1, S1EO2, . . . etc., representan los resultados perspectivos.

* Intencionalmente no se modificó la nomenclatura a la de EO . . . , para preservar los trazos en su versión original.

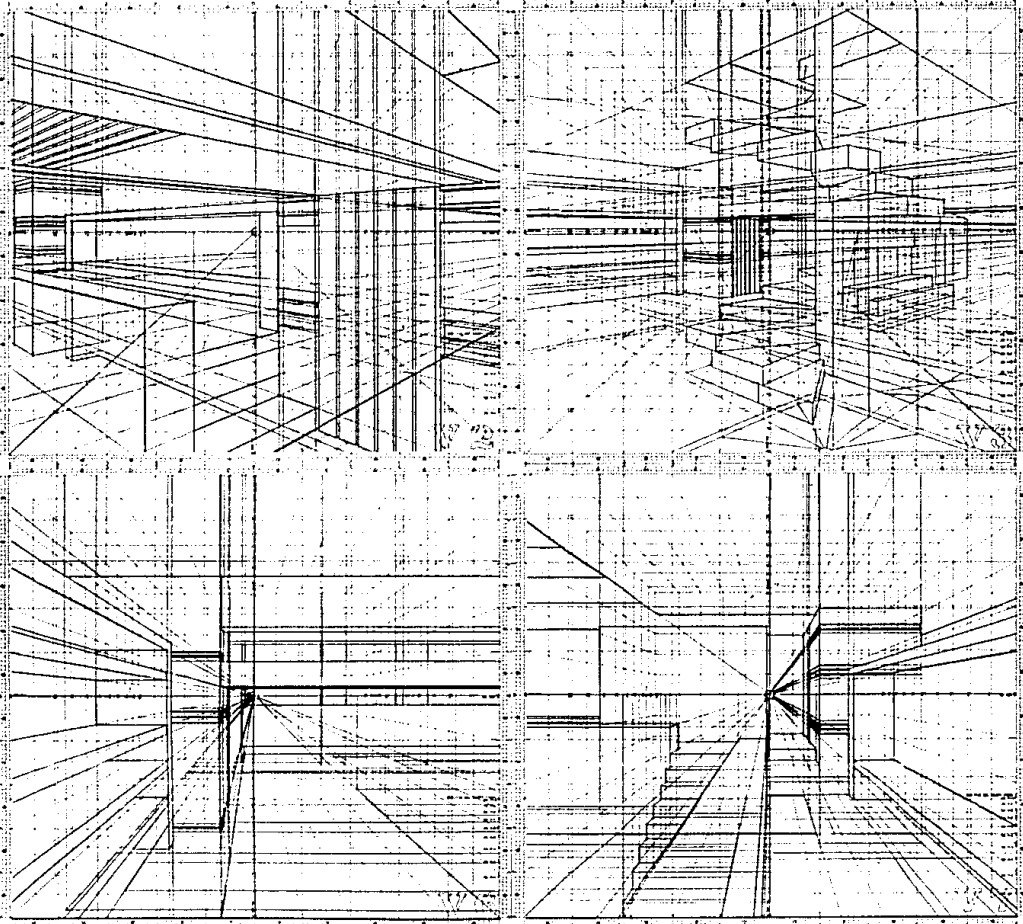


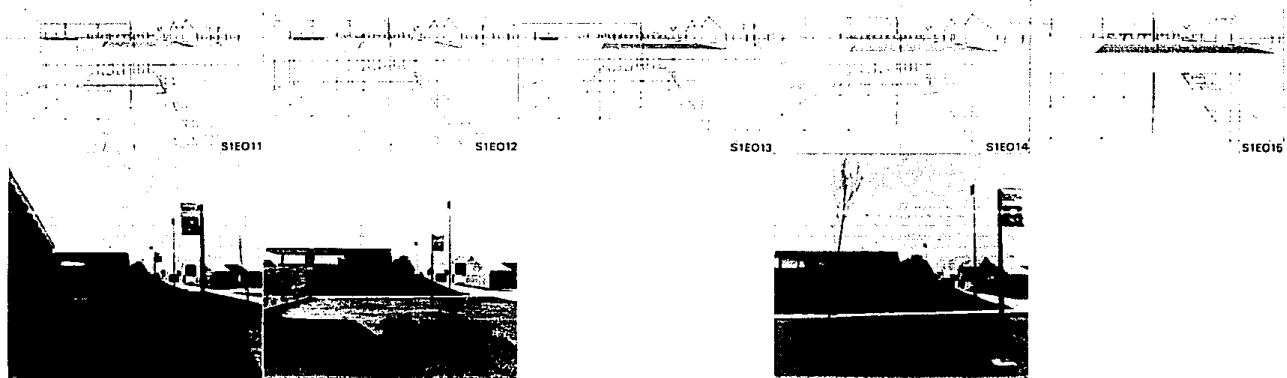
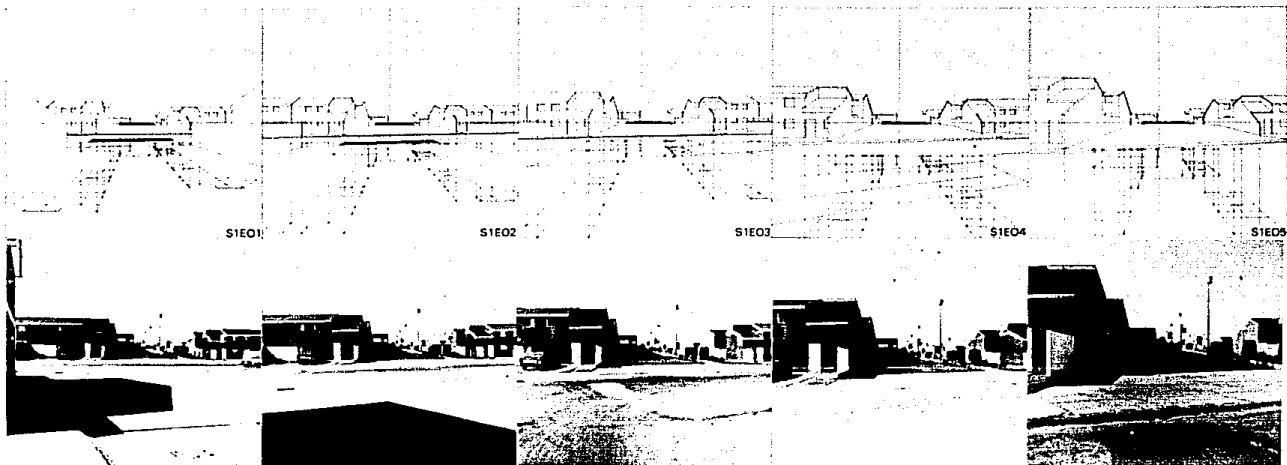


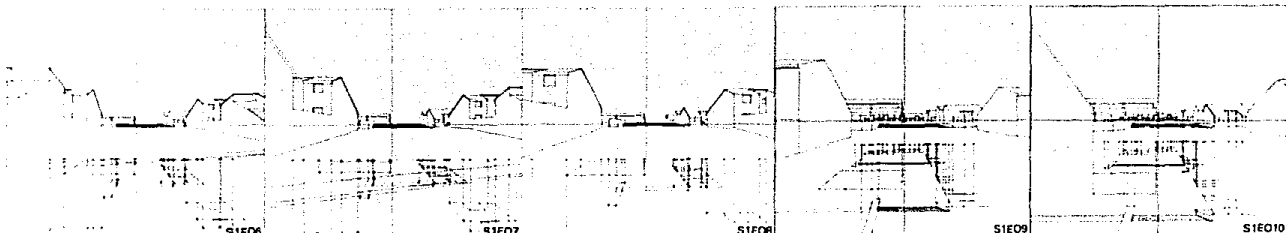
NO. 67 1951 AGE
CONCRETE 11 7 1951



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA







S1E06

S1E07

S1E08

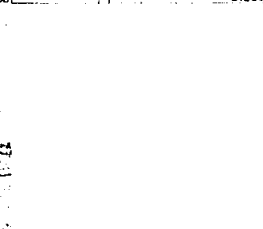
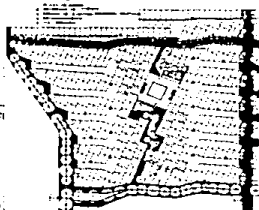
S1E09

S1E010

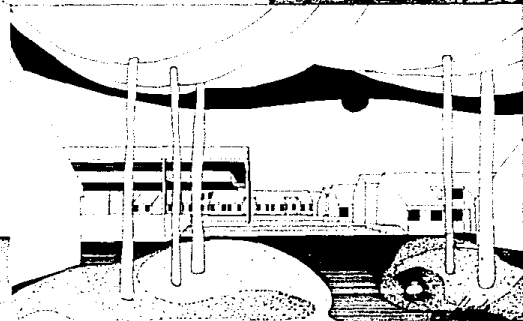
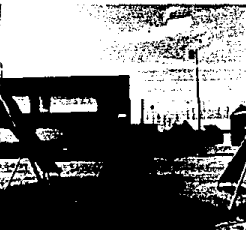
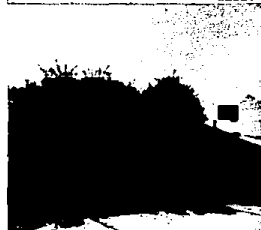
PLANTA GENERAL DE
CONJUNTO



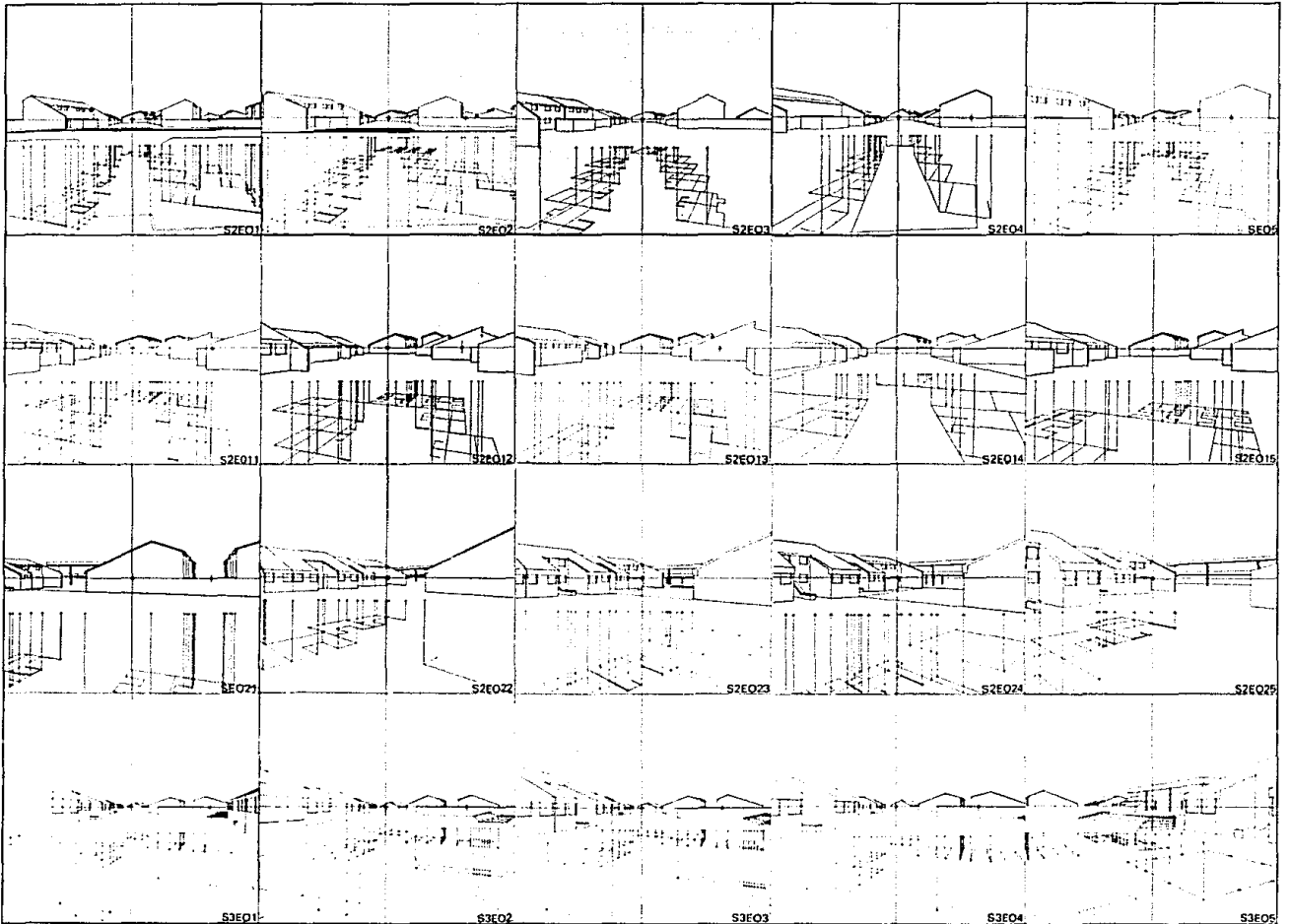
PLANTA DE DISEÑO BARRO 1



S2E016



CONJUNTO
SAN JAVIER
TOLUCA





S2E06

S2E07

S2E08

S2E09

S2E10



S2E017

S2E018

S2E019

S2E020

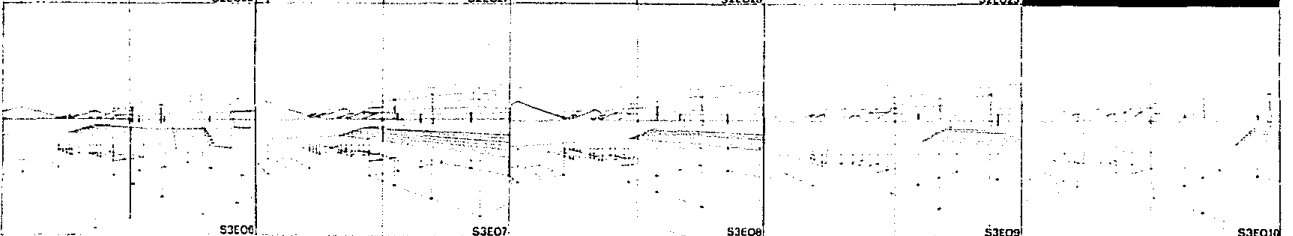


S2E026

S2E027

S2E028

S2E029



S3E04

S3E07

S3E08

S3E09

S3E10

3.3 APLICACIÓN DEL MÉTODO RM, EN OBRAS DE ARQUITECTOS MEXICANOS.

Uno de los aspectos que más nos preocupó durante la producción del libro, fue buscar ejemplos de aplicación que a la vez que pudieran interesar al lector en el uso del método, también ofrecieran la oportunidad de ser constatados físicamente, y para esto qué mejor que mostrar arquitectura realizada en México. Con esta idea, se invitó a varios arquitectos mexicanos a participar en la producción de la presente muestra, la cual sólo pretende ser una extensión de la aplicación del método; no habiendo ninguna predilección sobre determinada tendencia o estilo de arquitectura específica. Cabe decir también, que los arquitectos invitados fueron aquéllos con quienes el autor tuvo comunicación de algún modo.

Los resultados de la muestra, aparte de cumplir con su fin didáctico al exhibir la aplicación del método RM, tienen un valor documental de presentar una parte de la arquitectura contemporánea en México, ejercida en distintos géneros edificatorios y medios físicos, siendo también interesante la variedad de enfoques de diseño.

Los arquitectos facilitaron copias de planos arquitectónicos de sus obras, señalando en la mayoría de los casos, la estación de observación para la obtención del trazo perspectivo. Una vez realizados éstos, los mostramos a sus autores para hacer los ajustes finales, que en la mayoría de los casos los hubo, debido a errores de interpretación en planos y en otros, a la falta de datos actualizados, ya que normalmente hay cambios durante la ejecución de obra que no se registran en el proyecto ejecutivo. En varios casos se prefirió

no modificar el trazo y dejarlo de acuerdo a lo indicado en planos, pudiendo el lector darse cuenta de esto al comparar los trazos con las fotografías.

Es indispensable y oportuno antes de presentar al lector los resultados de esta experiencia, referir algunos aspectos inherentes a la óptica, que directamente atañen a la perspectiva.

En los años próximos será una nota de actualidad en beneficio de la civilización, el control de la dispersión en la atmósfera de los haces emitidos por un laser, o lo que es más inmediato, lograr eficazmente su canalización por medio de fibras ópticas que permiten una reflexión total interna del haz emitido. Esto sin duda evolucionará los medios de comunicación, dejando en los anales de la historia a las emisiones por medio de microondas. Esto nos hace meditar en la importancia del estudio de la óptica en relación a los fenómenos en que se involucra, incluyendo entre ellos la perspectiva.

Por medio de la óptica geométrica se puede explicar el comportamiento de las lentes, en especial las de las cámaras fotográficas. Esta cuestión fue estudiada para determinar el tipo de objetivo más próximo al valor de Abertura de Campo Visual empleado convencionalmente en la RM, resultando aceptable una lente de 50 mm en cuadro de 6×6 cm, cuyas características son: ángulo de campo horizontal (equivalente al de ACVI) de 58° , y ángulo de campo diagonal de 75° . En fotografía el cuadro determina el

formato de los negativos, razón por la que se eligió el de proporciones de igual lado para asemejarlo al *formato* del campo visual.

Cuando una lente de cámara fotográfica es estimulada por una *fuerza puntual*, ésta convierte el frente de onda emitida en imagen, tomando en cuenta que los índices de ambos medios son distintos, por ejemplo, en el caso de una lente convergente (o positiva) cuyo índice sea mayor al del medio, puede ser transformada en una lente divergente (o negativa), al cambiar la relación de los medios, esto es, cuando el índice de la lente sea menor al índice del medio. Para ilustrar de manera objetiva lo anterior, suponga el lector por un momento, que la atmósfera fuese más densa que el cristal, ¿qué ocurriría con las lentes positivas de las cámaras fotográficas? pues, que simplemente al cambiar los índices de los medios se convertirían en negativos, o lo que es lo mismo, en divergentes.

Otro aspecto relevante a considerar en las lentes simples es el de la distancia focal; la cual en las cámaras fotográficas, está determinada por la distancia ente el *punto del lente*, y el plano de la película (o plano focal), cuando la lente está enfocada en infinito. La mayoría de las fotografías que acompañan a los trazos perspectivos, fueron tomadas con una lente de 50 mm, cuyas características ya anotamos.

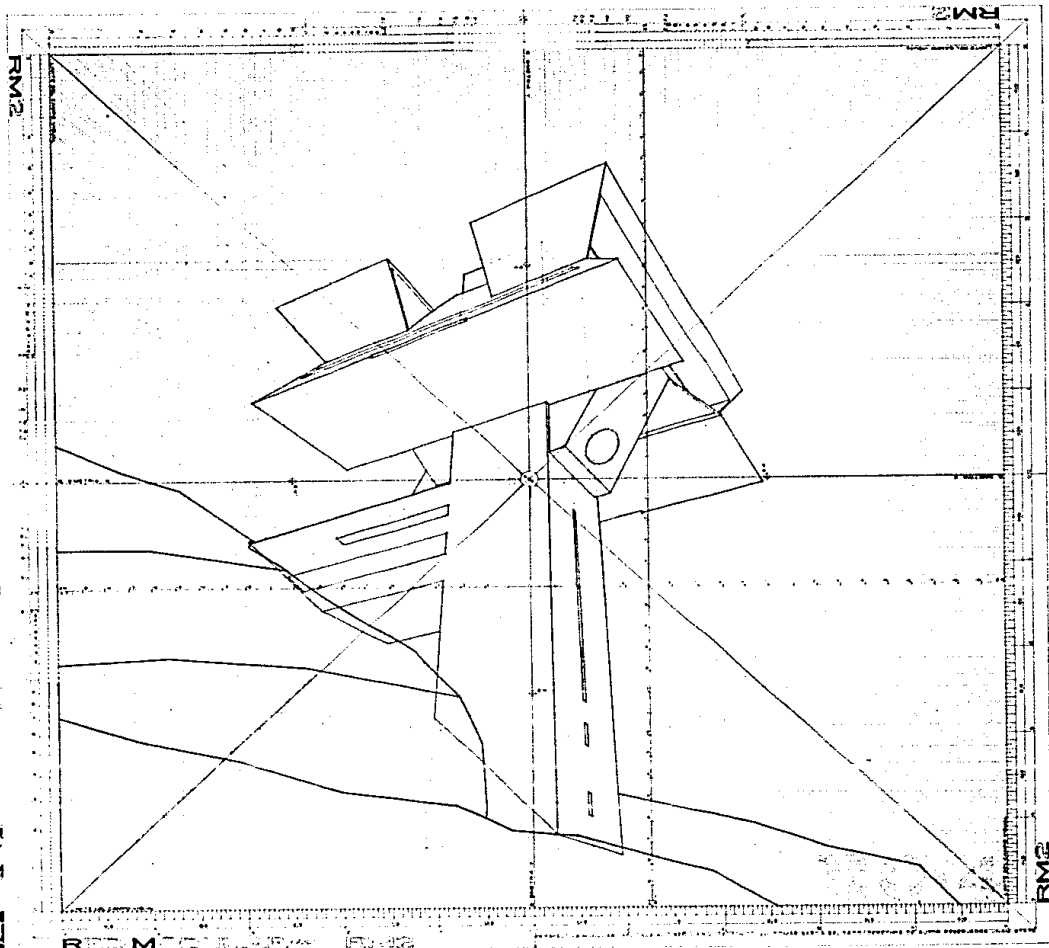
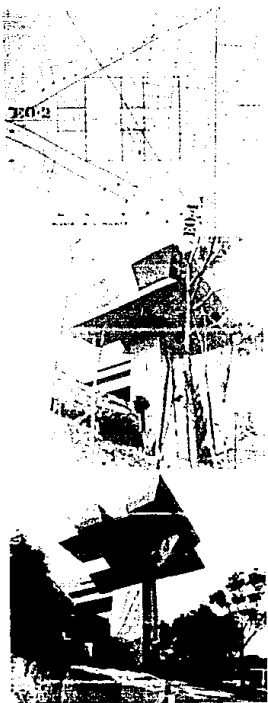
Con toda intención hemos dejado para un estudio subsecuente, tratar el tema de la *perspectiva y la óptica* con la rigurosidad debida,

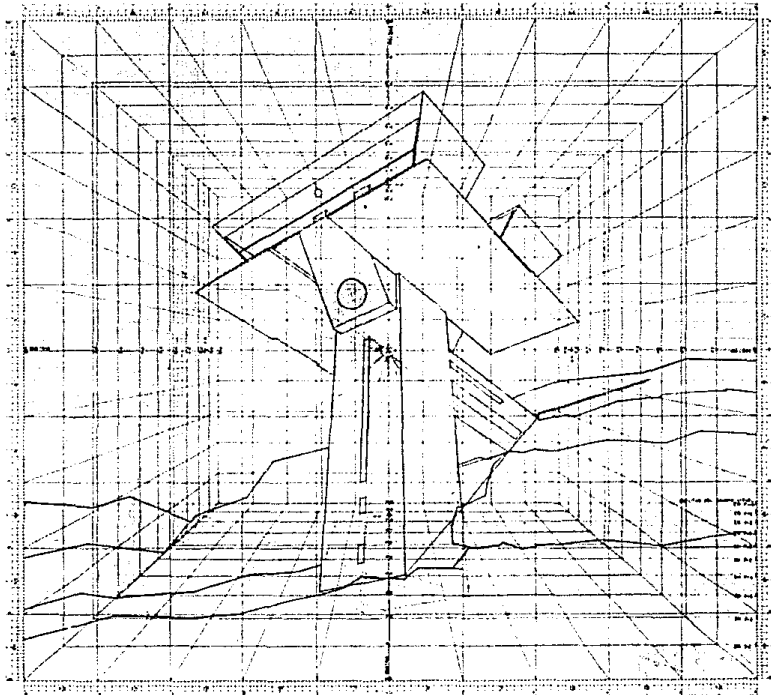
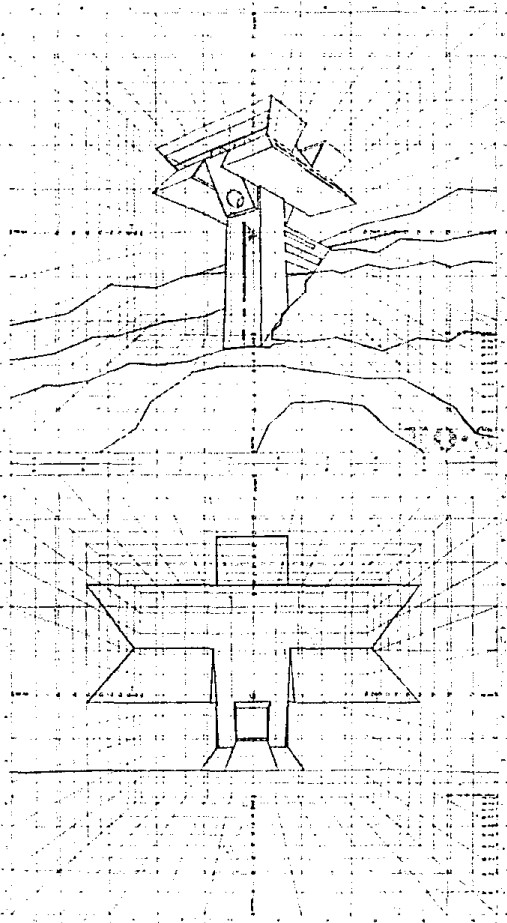
por lo que en este punto sólo se ha tocado de manera general. Por último y también de la misma manera, nos referiremos a lo que se llama *distorsiones espaciales en fotografía arquitectónica*. La distancia desde la cual se observa un trazo perspectivo al igual que una fotografía, juega un papel importante para su correcta apreciación, ya que si por ejemplo, tomamos una fotografía con una lente de 50 mm en formato de 6 x 6 cm editado en 8 x 8", su efecto perspectivo a una distancia de 30 cm, será distinto a la misma fotografía observada a la misma distancia pero editada en 3 x 3". Un poco semejante al efecto que también se produciría, si tomamos la edición de 8 x 8", y extraemos de ella un recuadro de 3 x 3" amplificándolo al tamaño de la edición original. Pudiéndose notar que el efecto de la profundidad es distinto, más enfatizado en el primer caso que en el segundo.

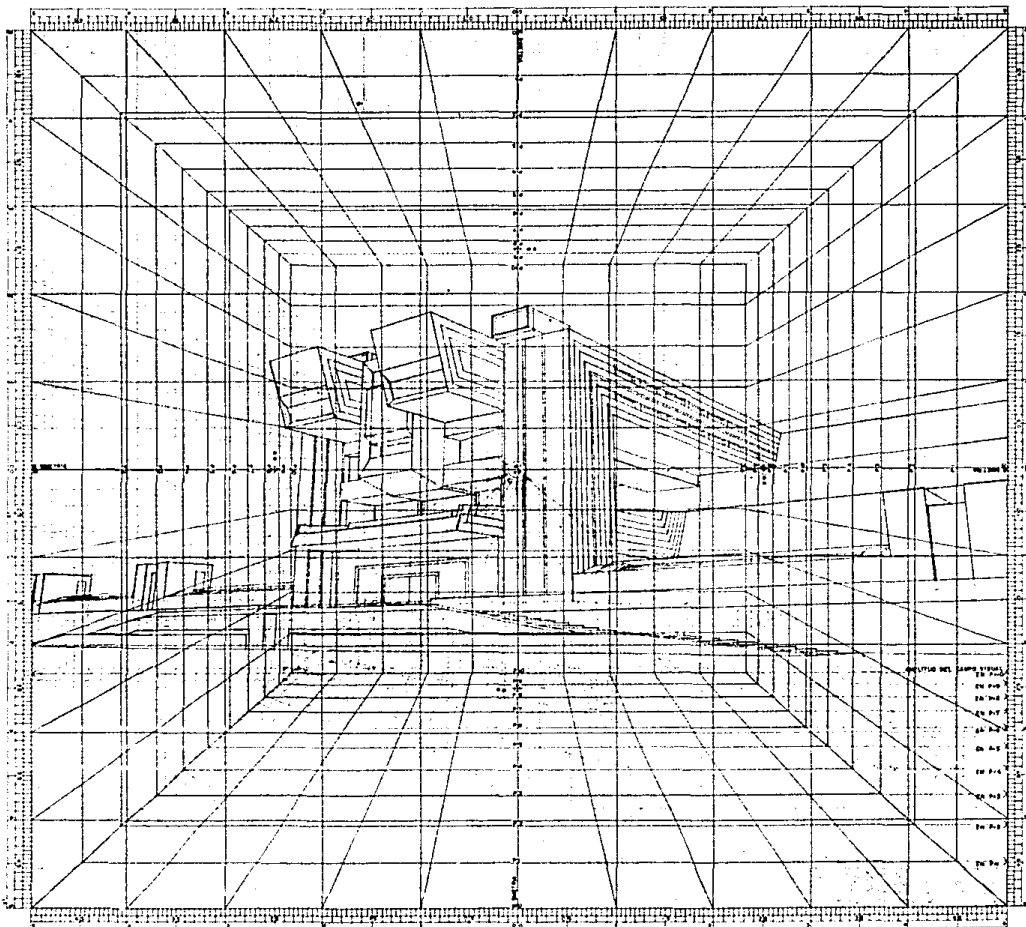
También ocurren otros fenómenos dependiendo del tipo de la lente que se use, los cuales se conocen usualmente como *distorsión de barrilete* y *distorsión de cojin*: siendo el primero, cuando el diafragma se halla frente a la lente, y el segundo, cuando se halla detrás.

Todo lo anterior, es para subrayar el hecho de que las lentes son dispositivos *refringentes*, a diferencia de su equivalente, el Plano Proyectivo del Campo Visual de la RM que es un dispositivo *no-refringente*, que sirve para la deducción perspectiva (ya sea geométrica o numérica), de cualquier cuerpo geométrico en el espacio.

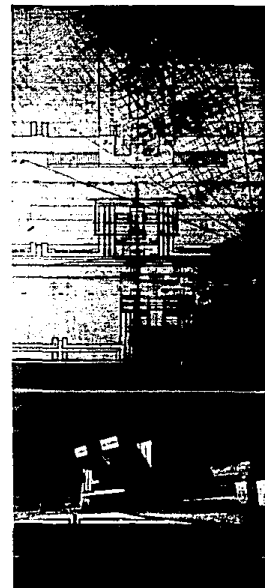
Obra:
Taller de Arquitecto
Autor:
Arq. Agustín Hernández Navarro
Ubicación:
Bosques de las Lomas, México, D.F.

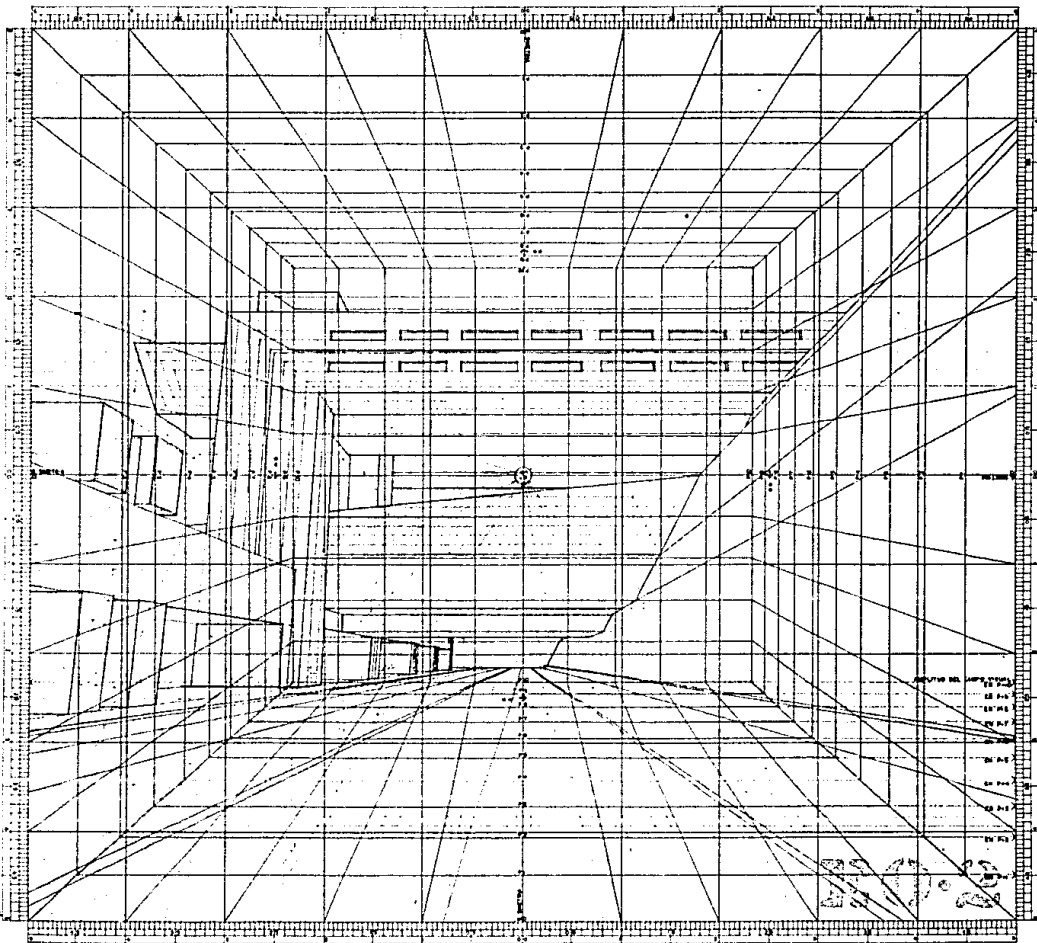
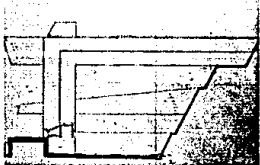
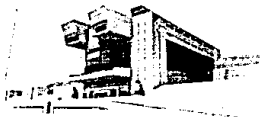




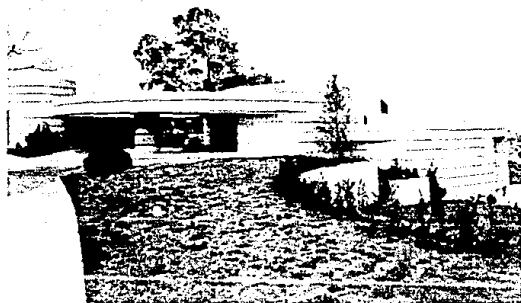
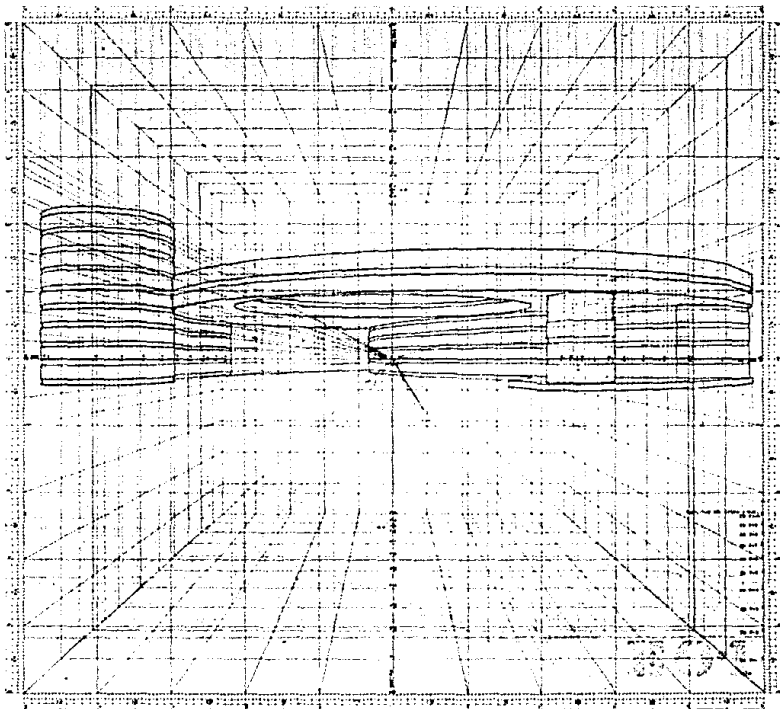
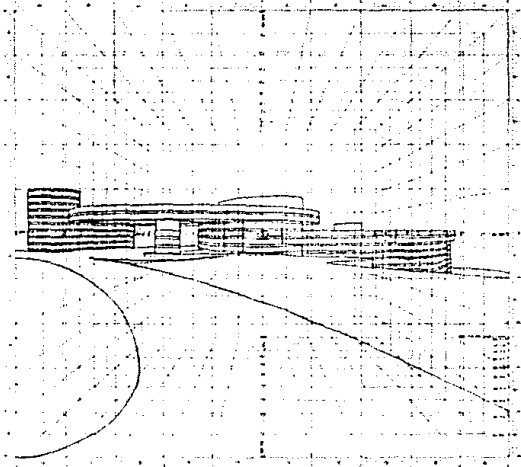


Obra:
Heroico Colegio Militar
Autores:
Arq. Agustín Hernández Navarro
Arq. Manuel González Rul
Ubicación:
Delegación Tlalpan, México, D. F.





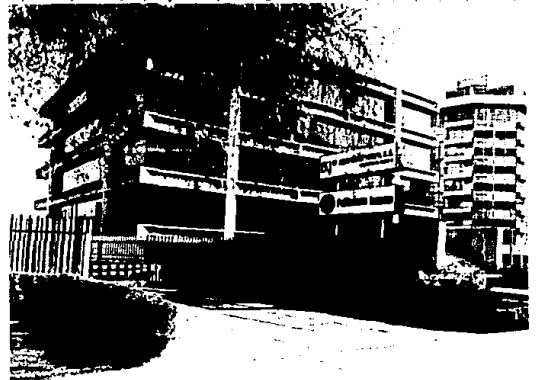
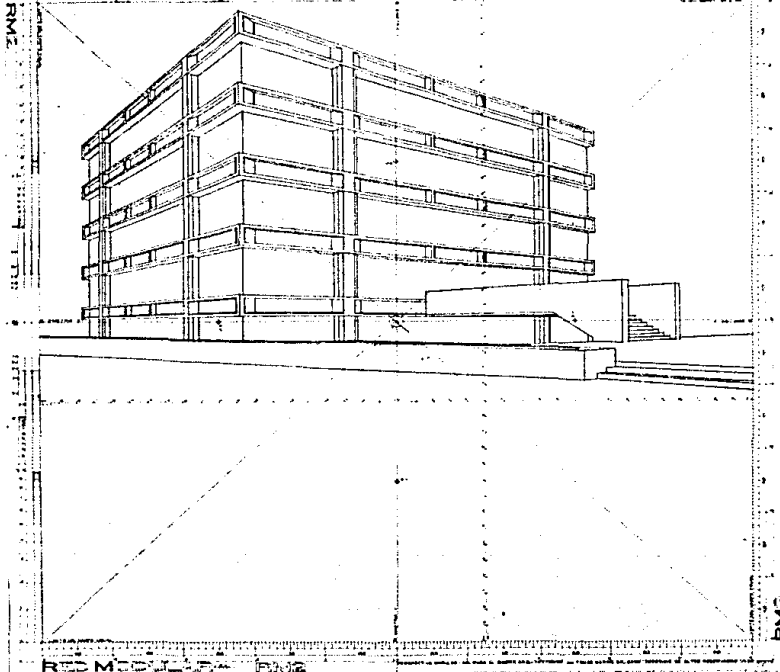
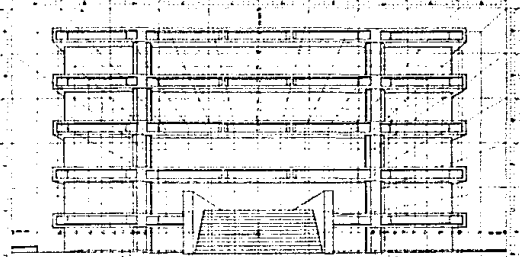
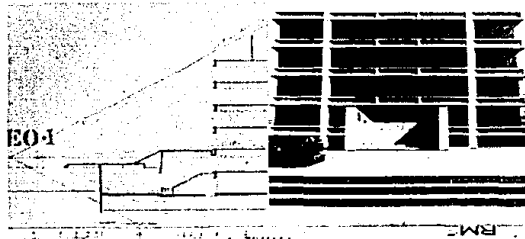
Note el lector como al no ser la VS perpendicular a los planos verticales del edificio, se genera un punto de fuga asimétrico, en este caso sobre el E.S.Y. y con signo negativo, acentuando así el efecto perspectivo del edificio en el sentido vertical.



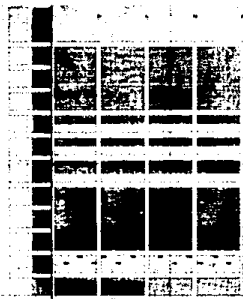
Obra:
 Casa Habitación
Autor:
 Arq. Agustín Hernández Navarro
Ubicación:
 Bosques de las Lomas, México, D.F.

La construcción perspectiva de curvas implica la obtención de más puntos, ya que esta es la única manera de aproximar los trazos. En cambio aún en perspectiva una línea recta se determina con dos puntos. El método RMX al ofrecer un manejo simultáneo de los R, SX y Y simplifica el trazo de curvas.

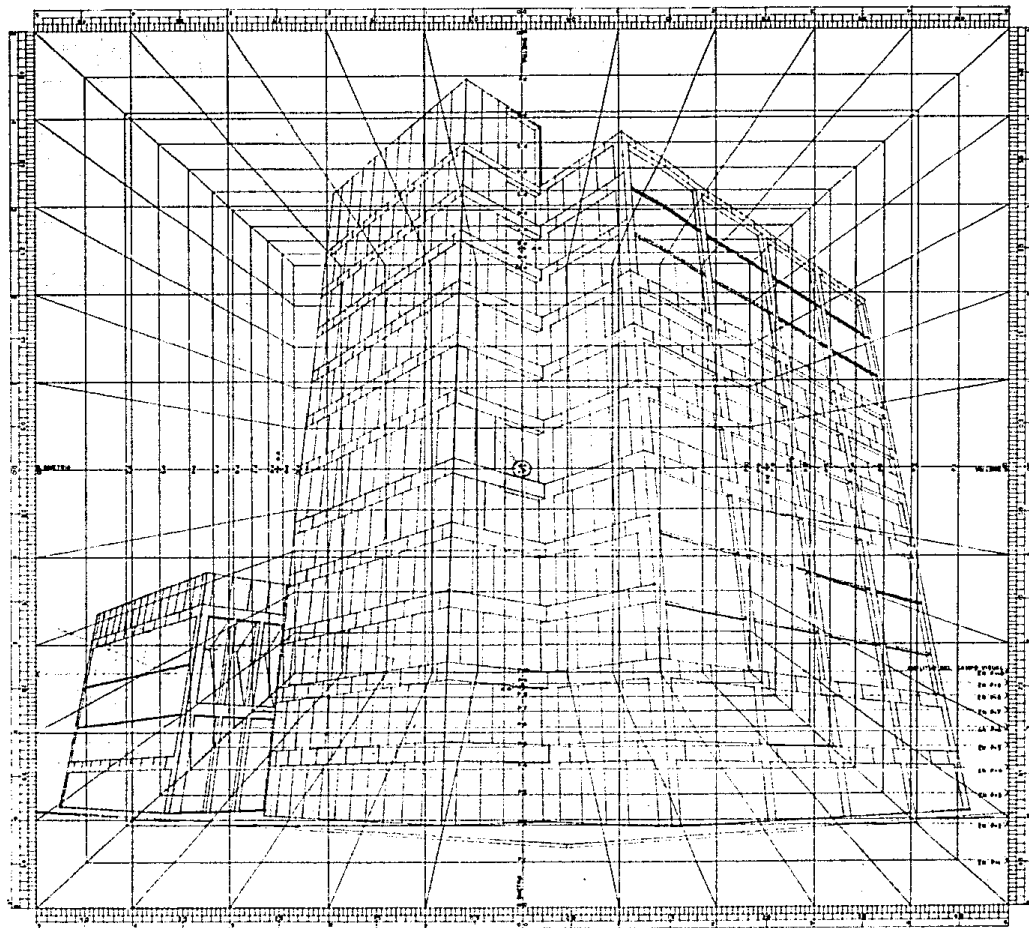
Obra
Edificio de Oficinas
Autor:
Arq. Augusto H. Alvarez
Ubicación:
Insurgentes Sur, México, D.F.

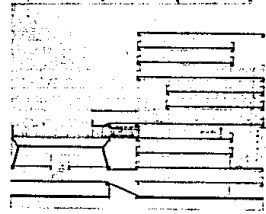
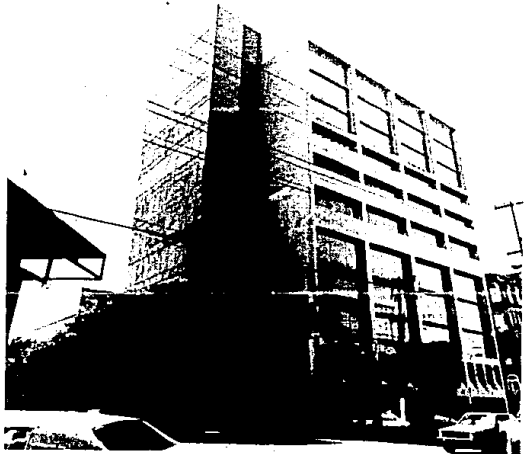
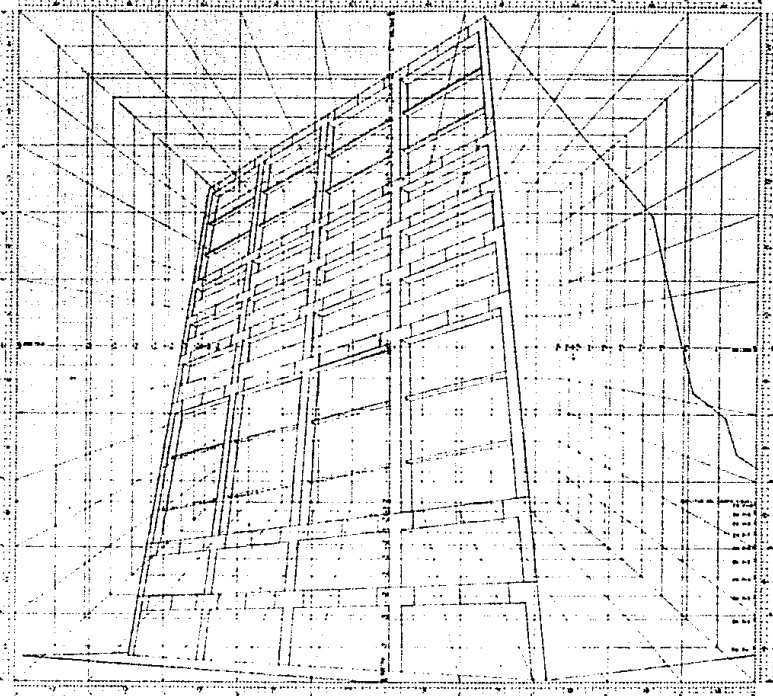
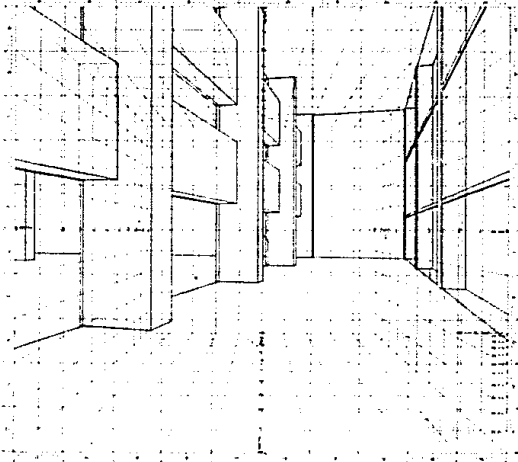


Obra:
Edificio de Oficinas
Autor:
Arq. Augusto H. Álvarez
Ubicación:
Col. Roma, México, D.F.

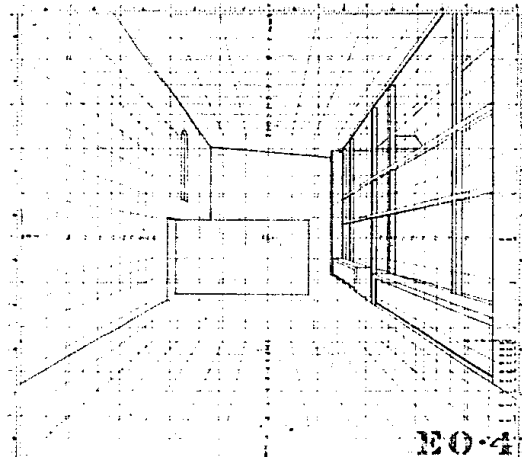
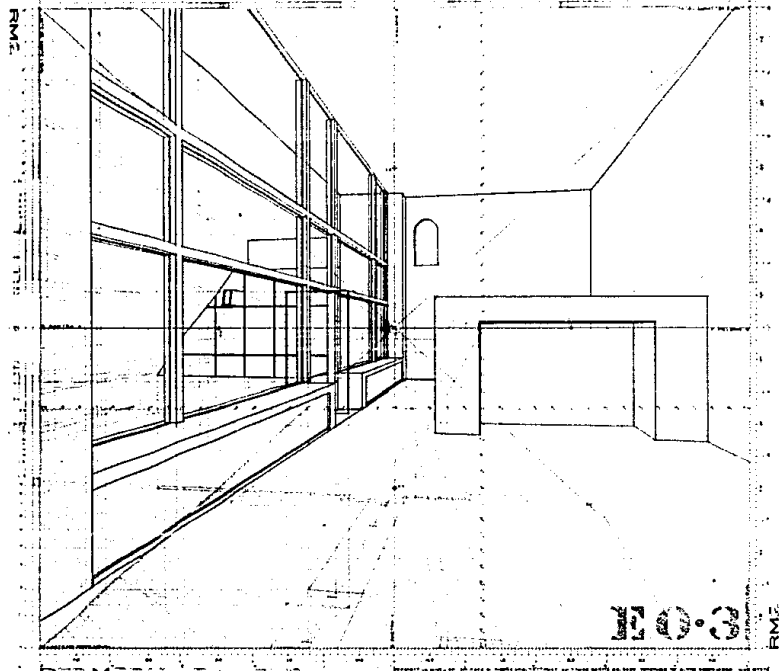
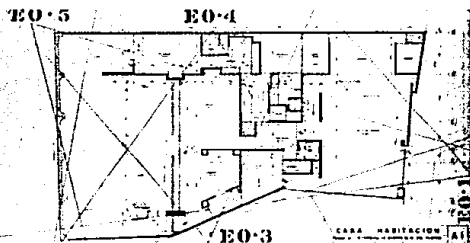


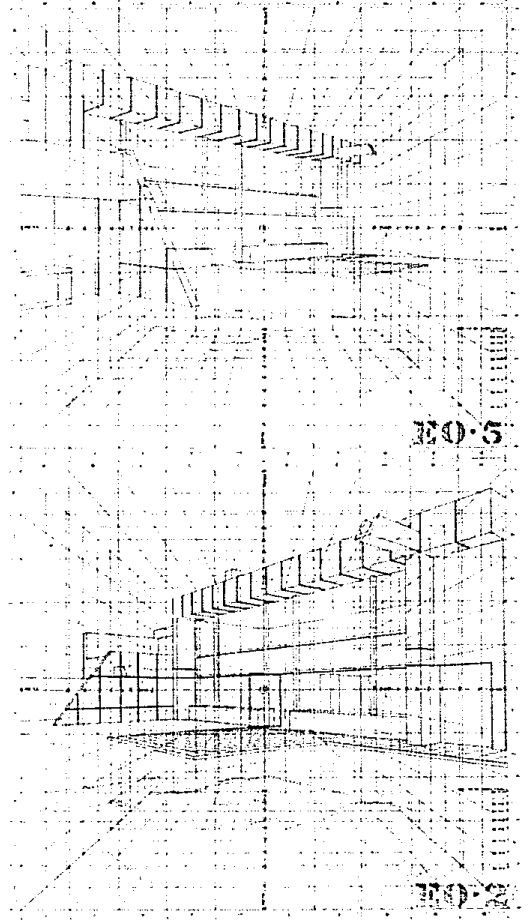
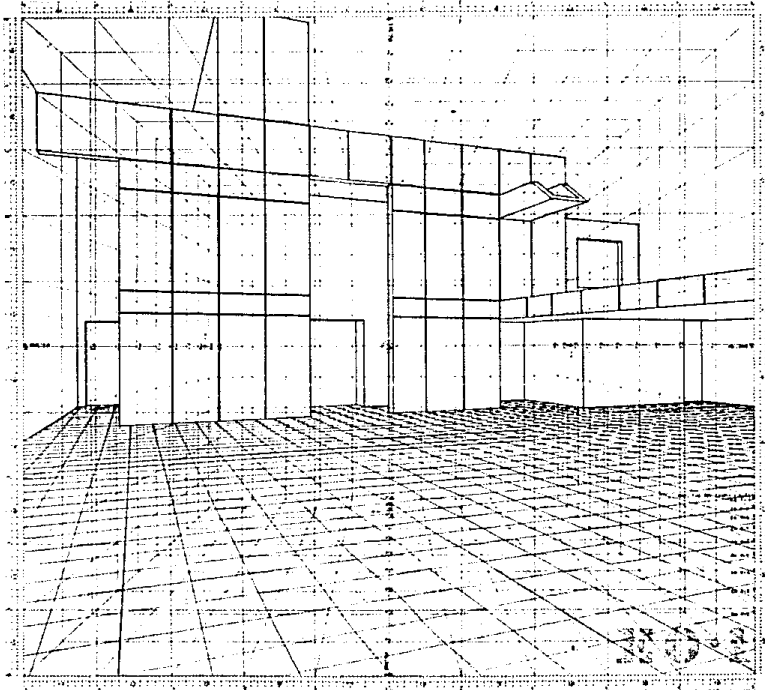
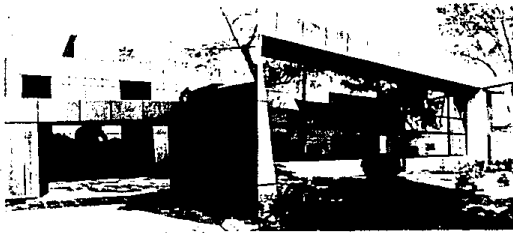
El ojo humano tiende a identificar más la relación objeto-forma, que la relación objeto-posición. Si se observa la fotografía de EOI y luego el trazo la pesar de estar en distintos tamaños, se apreciará que la fotografía tiene menor efecto de fuga sobre el ESY que el trazo.

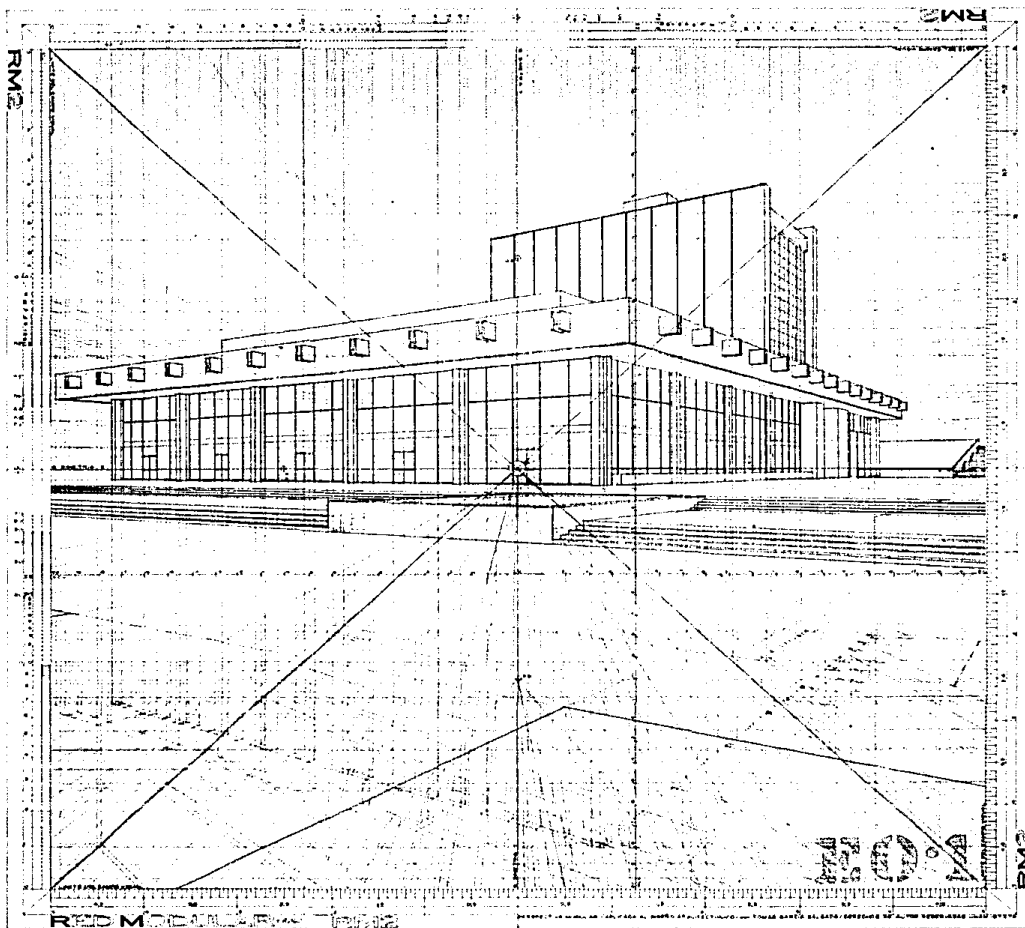




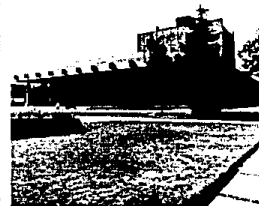
Obra
Casa Habitación
Autor
Arq. Imanol Odoñka B.
Ubicación
Col. Florida, México, D.F.



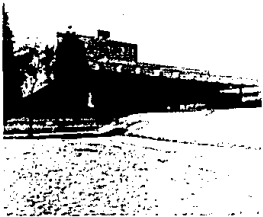




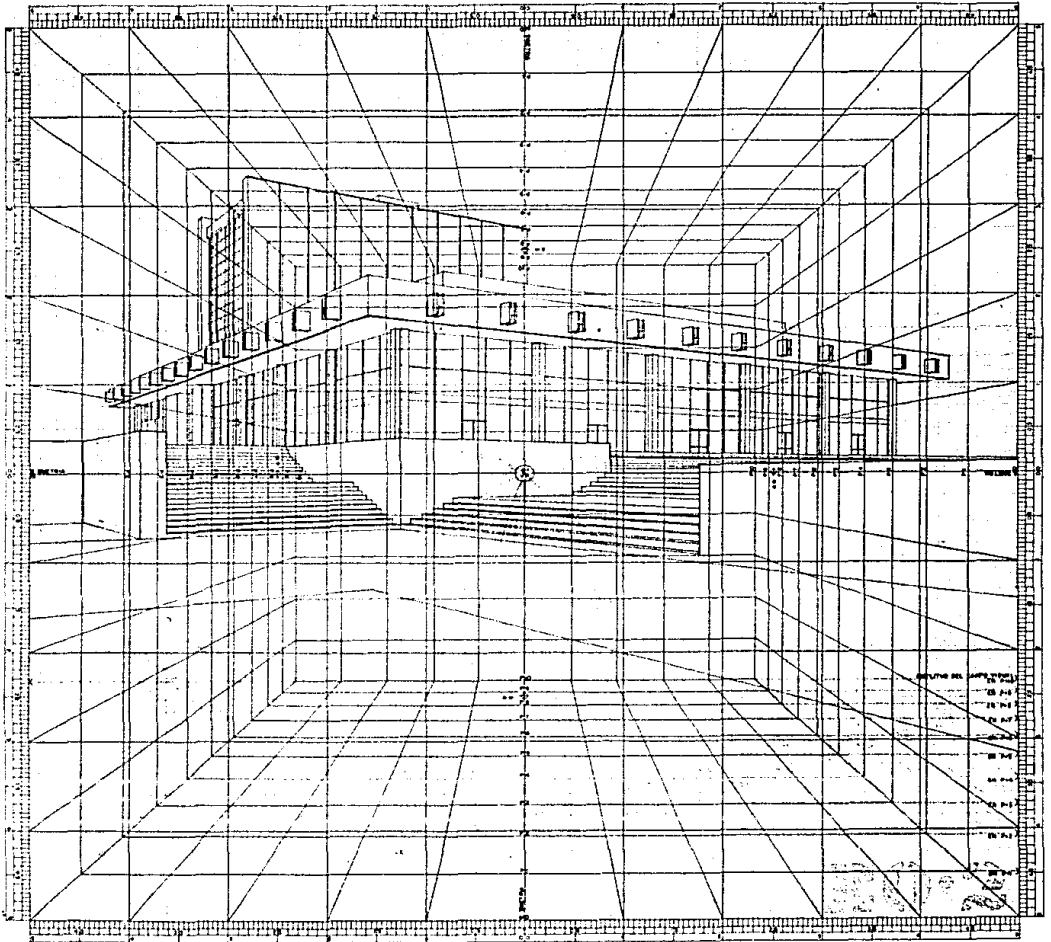
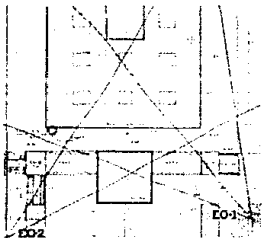
Obra:
Biblioteca, Universidad Anáhuac
Autor:
Arq. Imanol Ordorika D.
Ubicación:
Loma del Negro, Edo. de México.



Los trazos perspectivas EO1 y EO2 difieren de las fotografías en los primeros planos debido a que se consideró la información inicial del proyecto. Como se dijo en la introducción de este capítulo, es normal que haya cambios durante la ejecución de un proyecto.



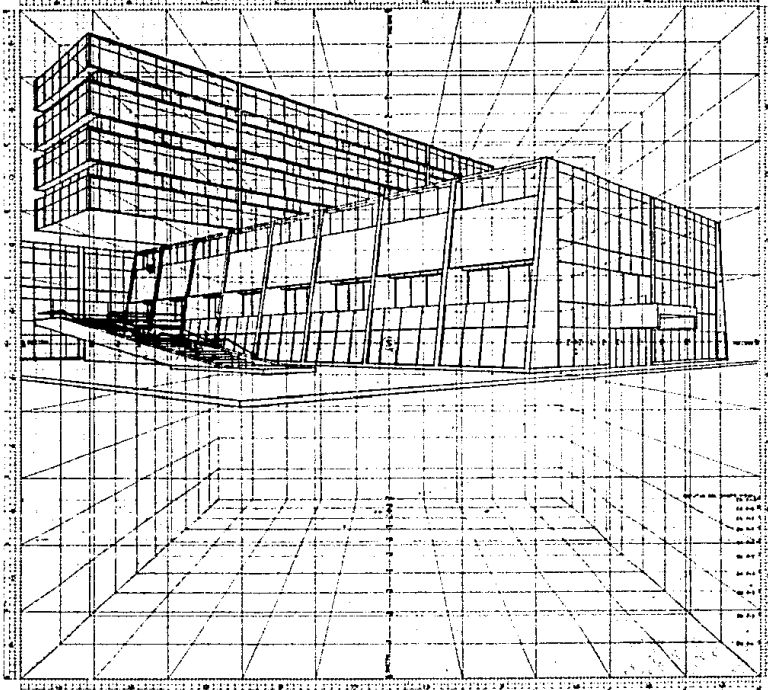
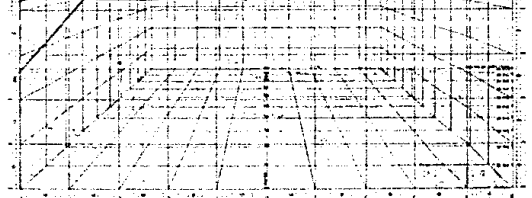
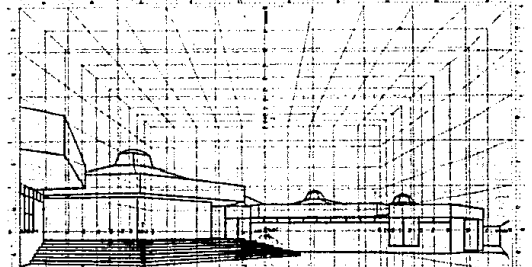
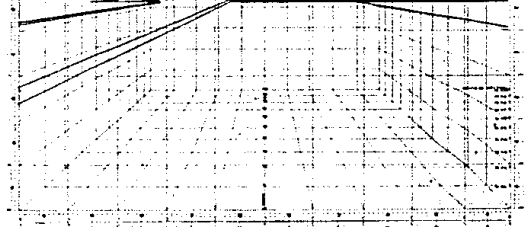
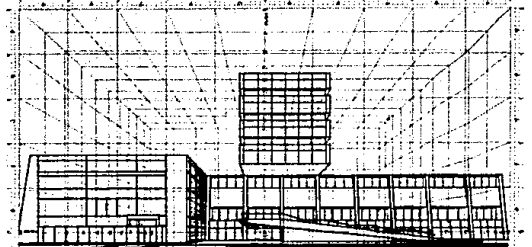
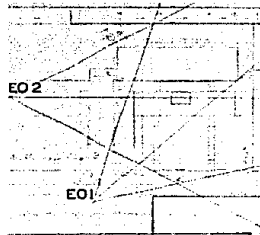
El método RM permite representar en el espacio cuerpos geométricos con una aproximación aceptable, de tal modo que los juicios o correcciones de diseño pueden formularse de manera conjunta a los planimétricos, pasando de éstos a la perspectiva y viceversa.

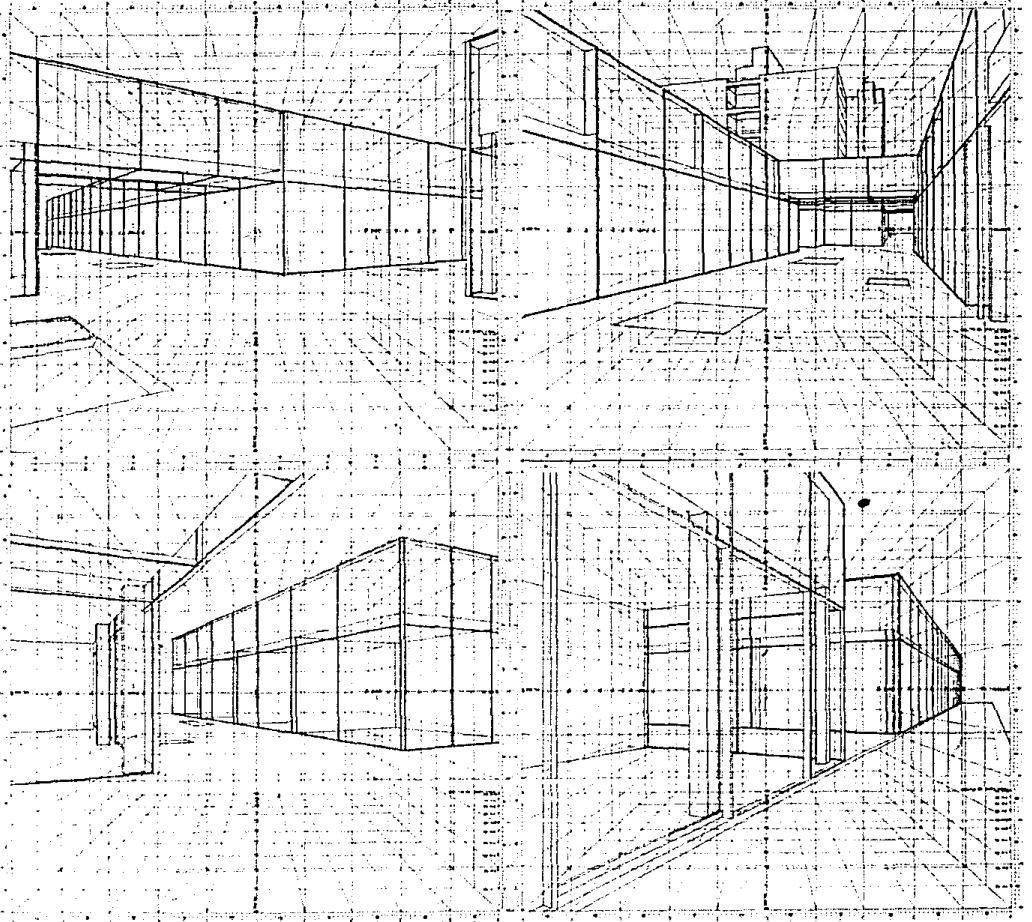
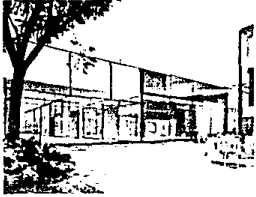


Obra:
Hospital Regional/PEMEX
Autores:
Arq. Ramón Torres
Arq. Héctor Velázquez
Arq. Sergio Torres
Ubicación:
Salamanca, Guanajuato.

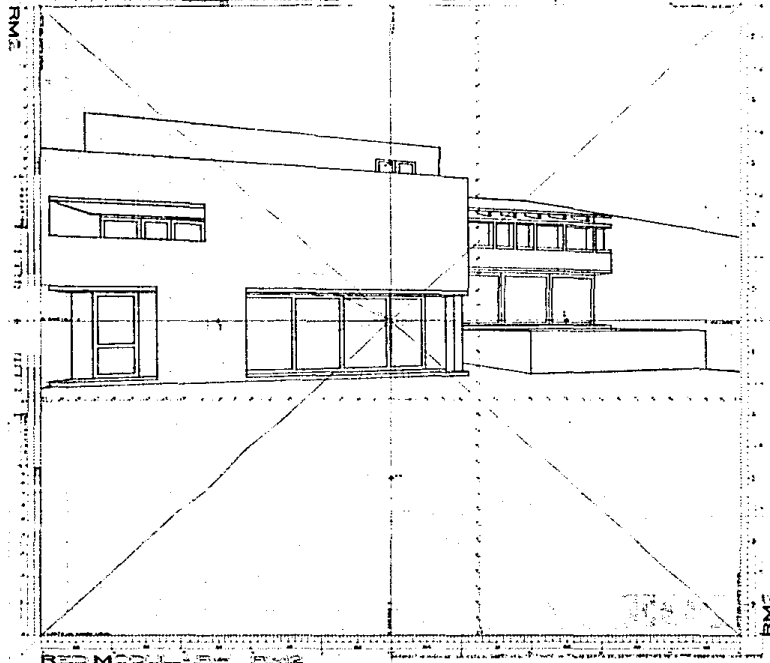
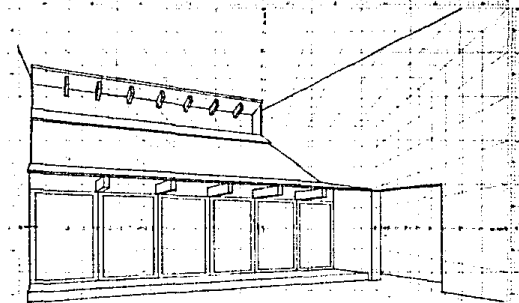
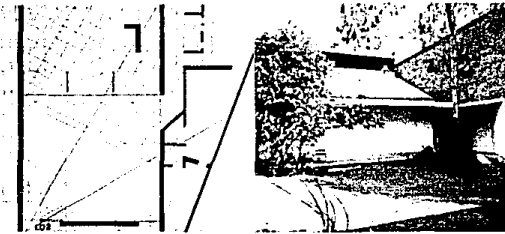
Obra:
Guardería Infantil/PEMEX
Autores:
Arq. Ramón Torres
Arq. Héctor Velázquez
Arq. Sergio Torres
Arq. Jorge Ruiz
Ubicación:
Minatitlán, Veracruz.

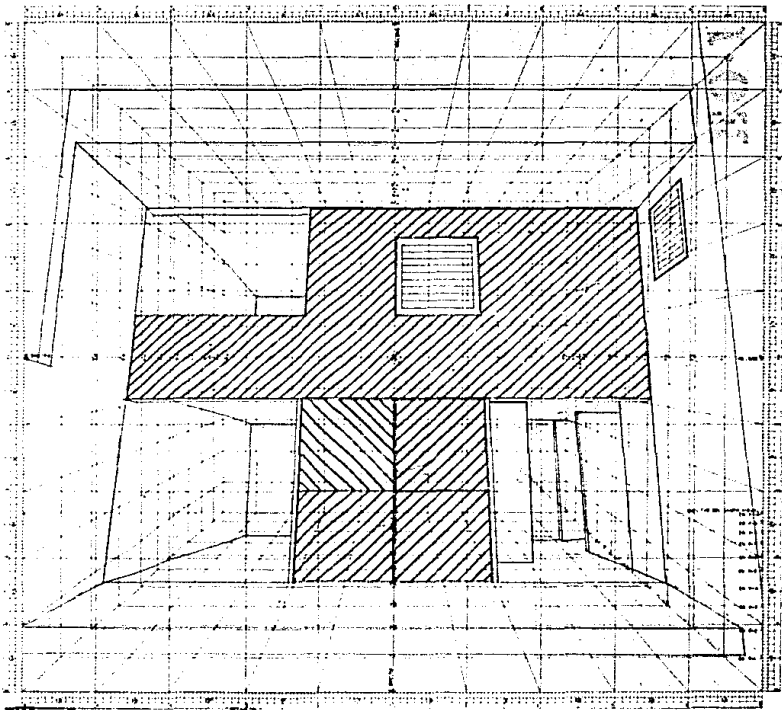
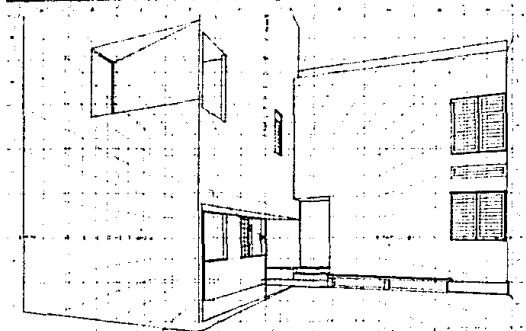
Obra:
Edificio Comercial
Autores:
Arq. Ramón Torres
Arq. Héctor Velázquez
Ubicación:
Zona Rosa, México, D.F.



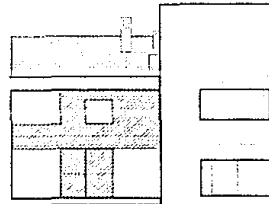


Obra:
Casa Habitación
Autor:
Arq. Raúl Octavio Marrascal
Ubicación:
San Jerónimo, México, D.F.



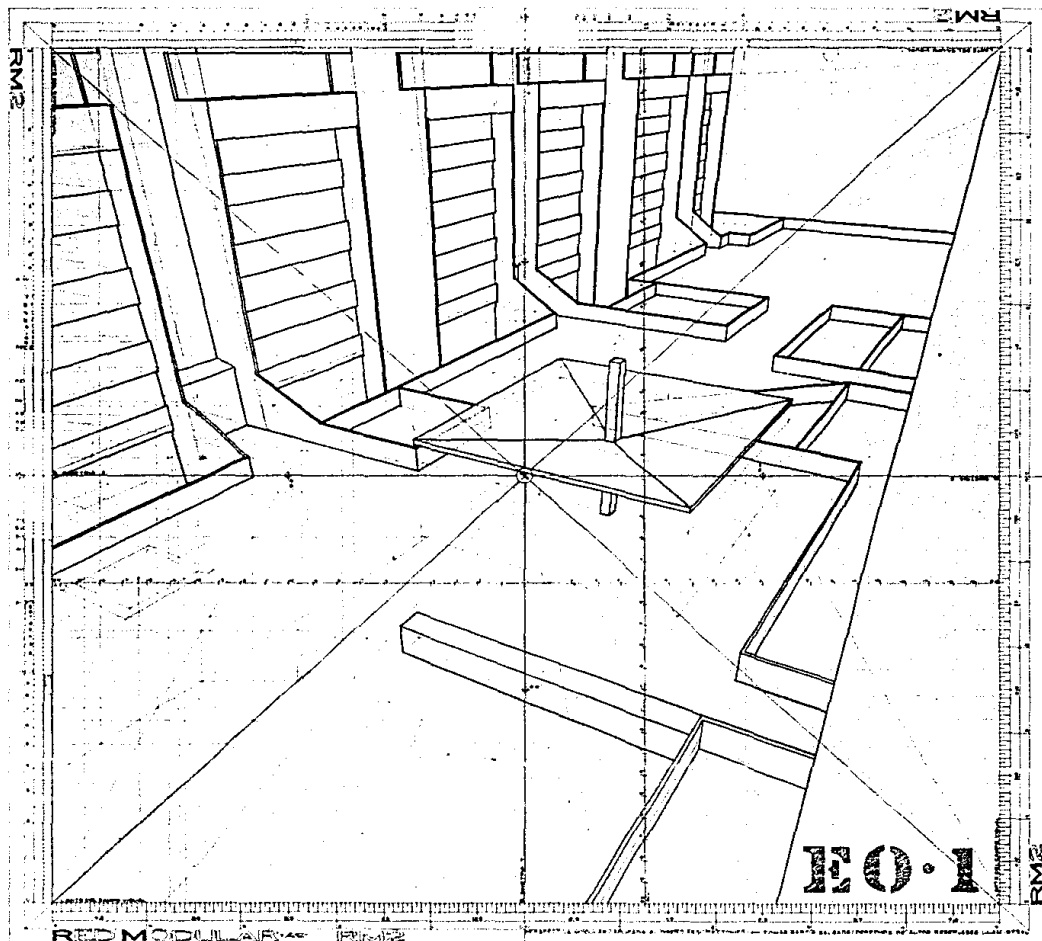
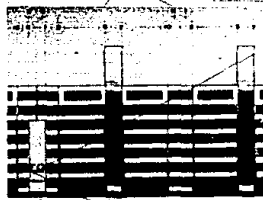
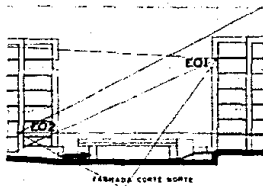


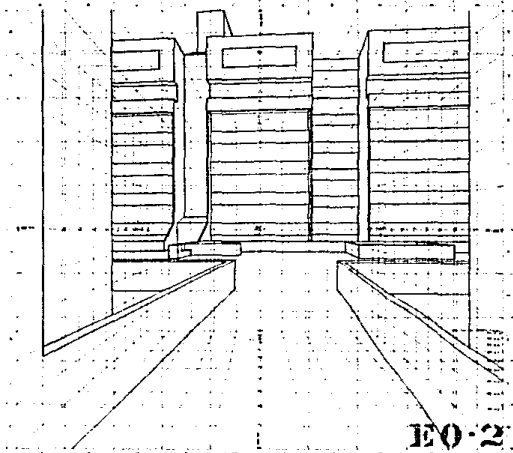
Obras
 Casa Habitación
 Autor:
 Arq. Raúl Octavio Murrás
 Ubicación:
 Club de Golf México, México, D.F.



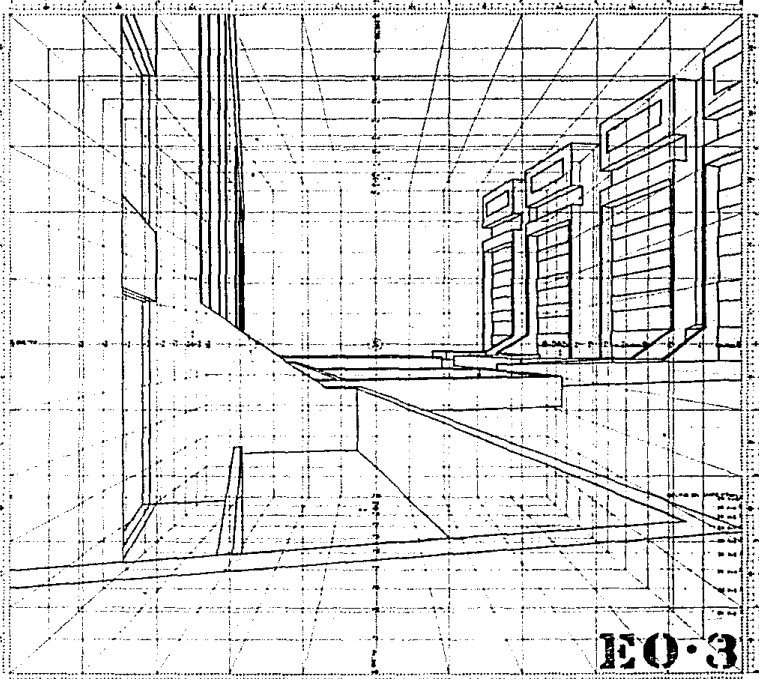
Obra
 Edificio de Viviendas
 Autor:
 Arq. Mario Schjetnán Garduño
 Ubicación:
 Col. del Valle, México, D.F.

Debido a que la VS no es perpendicular a ninguna de las superficies de la edificación, se produce el efecto de abanico en los elementos verticales. Es más notorio este efecto en el trazo que en la fotografía, ya que en el trazo hay más referencias y en la fotografía el ojo mismo tiende a compensar las deformaciones.

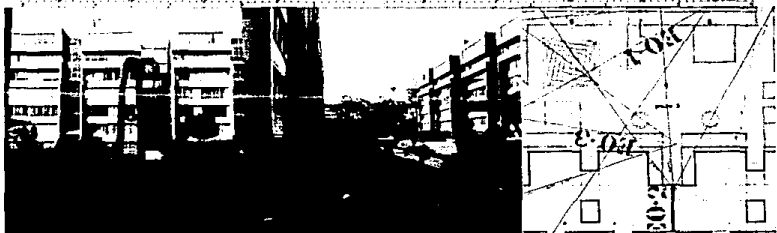




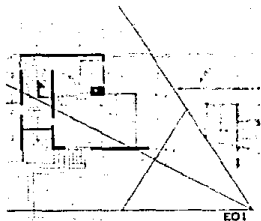
EO-2



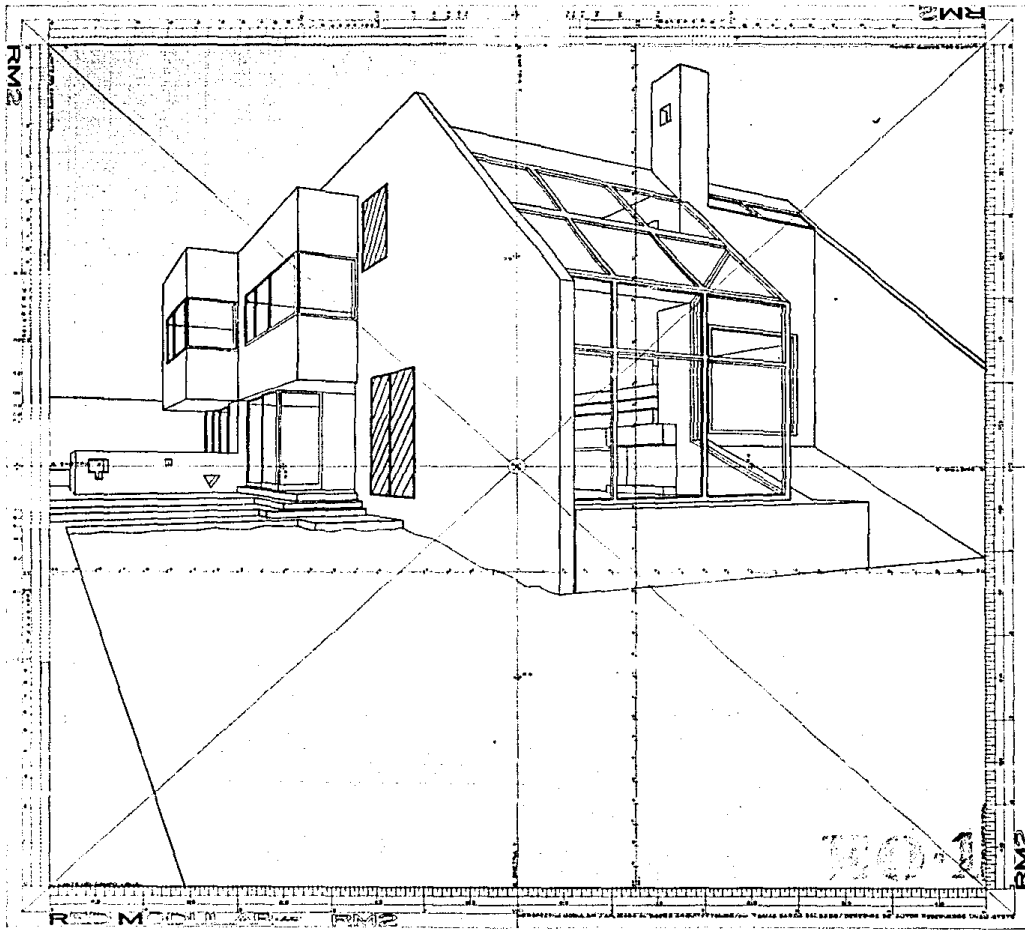
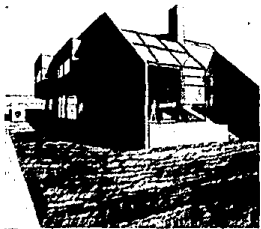
EO-3

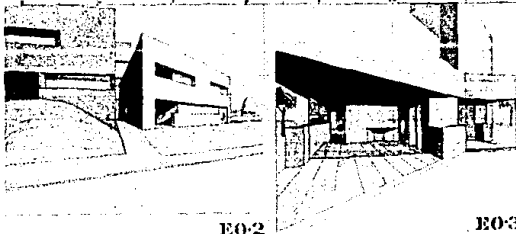
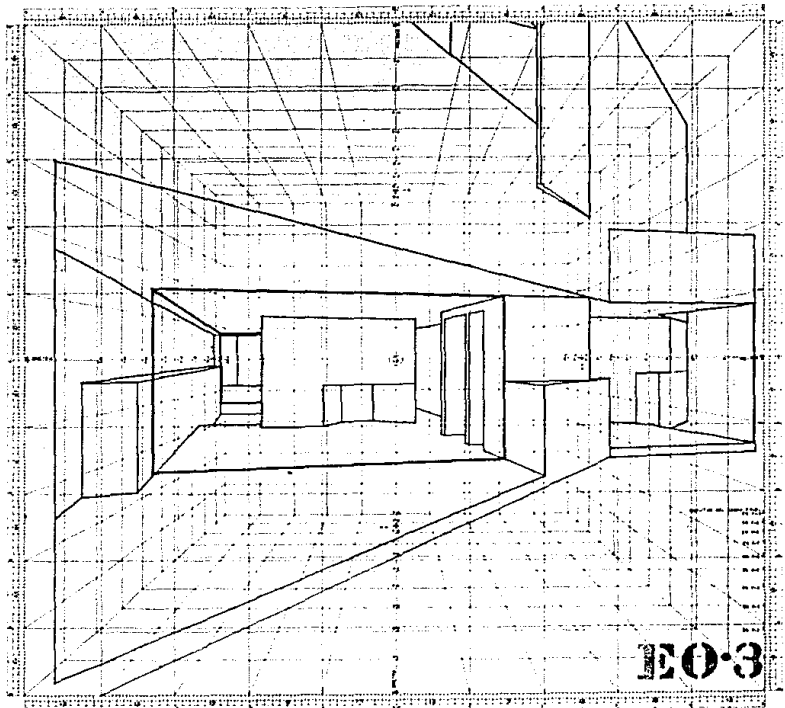
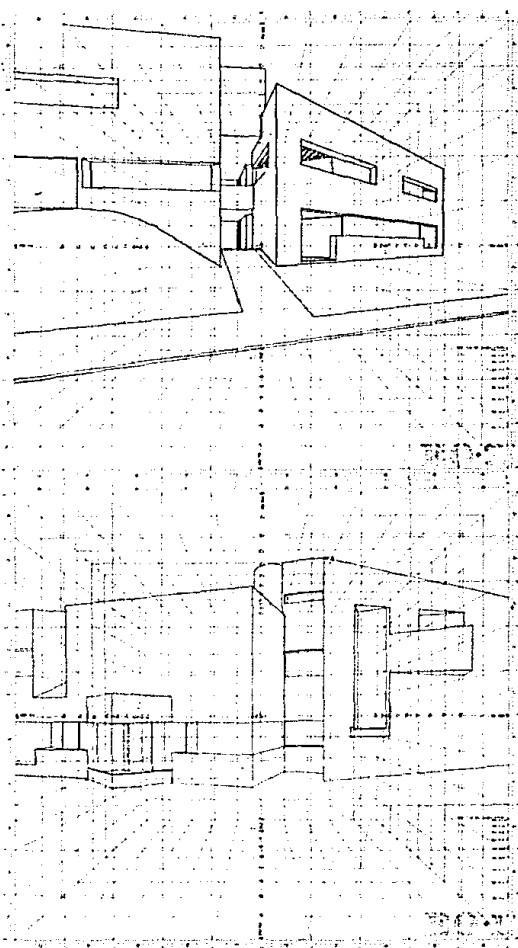


Obra:
Casa Habitación
Autor:
Arq. Benjamín Arenas
Ubicación:
San Jerónimo, México, D.F.



ED1



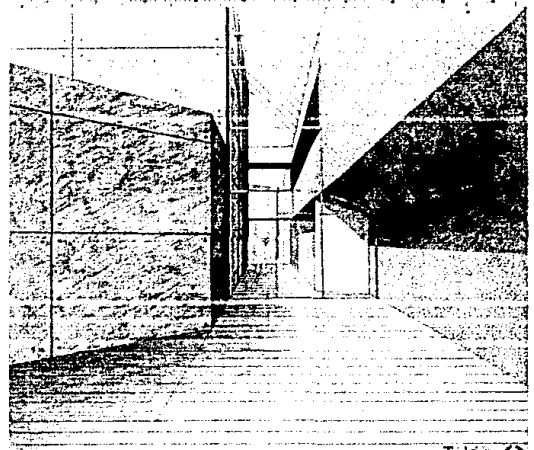
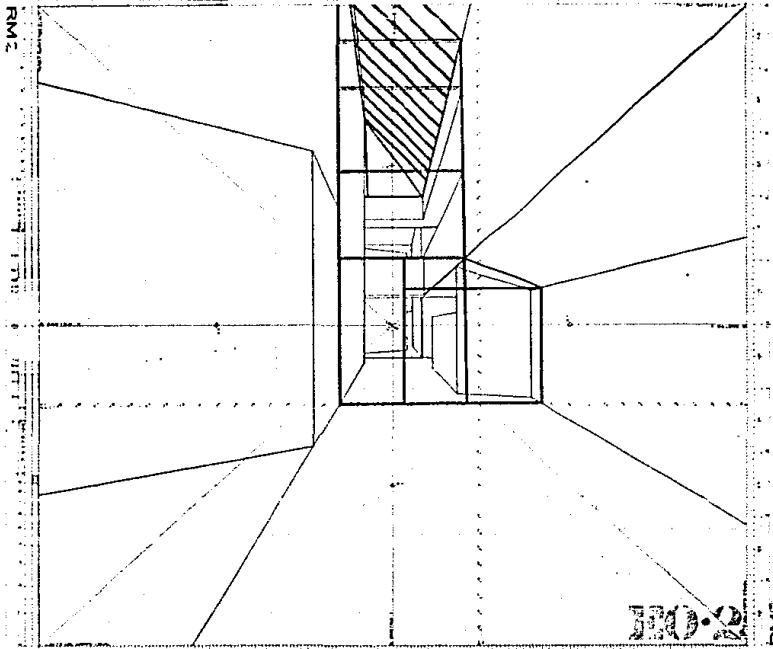
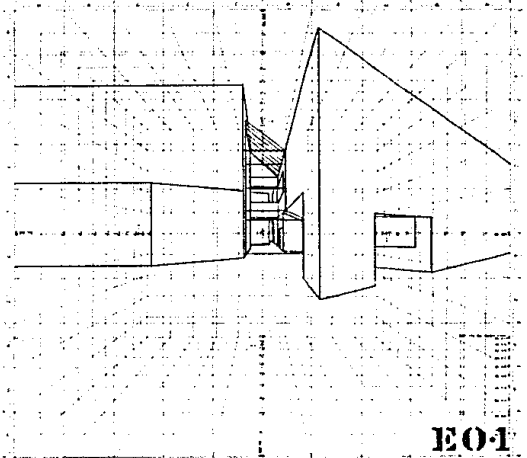
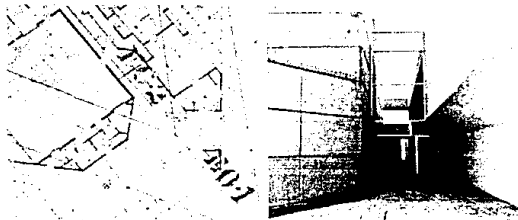


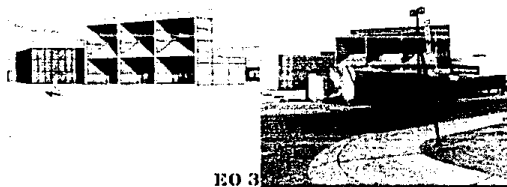
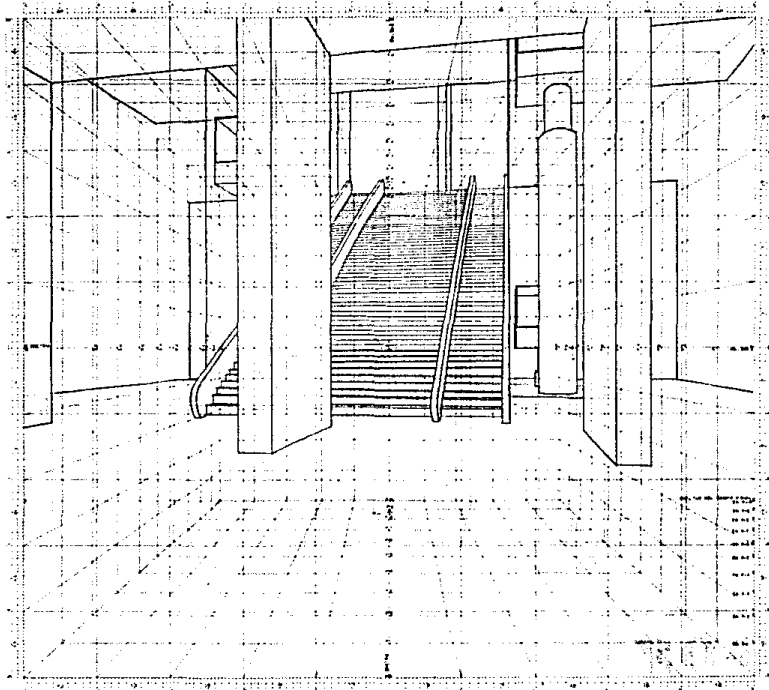
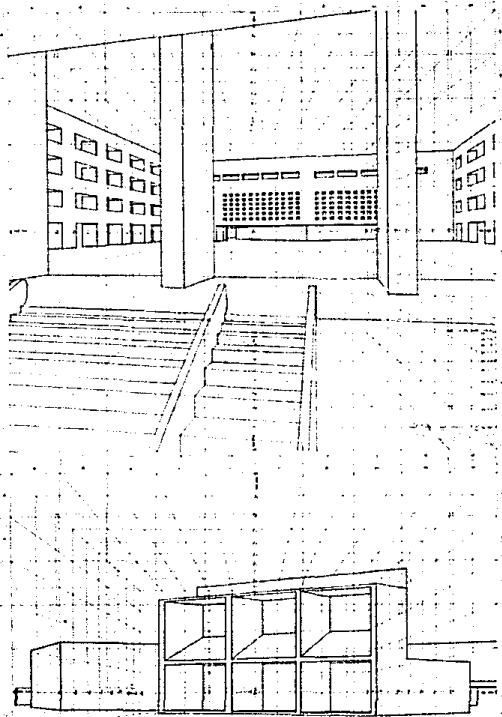
E0-2

E0-3

Obra:
Casa Habitación (proyecto)
Autores:
Arq. Benjamín Arenas
Arq. Miguel Murguía
Ubicación:
Monterrey, Nueva León.

Obras:
Centro Social 2FTV
Autores:
Arq. Benjamín Arenas
Arq. Miguel Murguía
Ubicación:
Unidad Habitacional EL ROSARIO



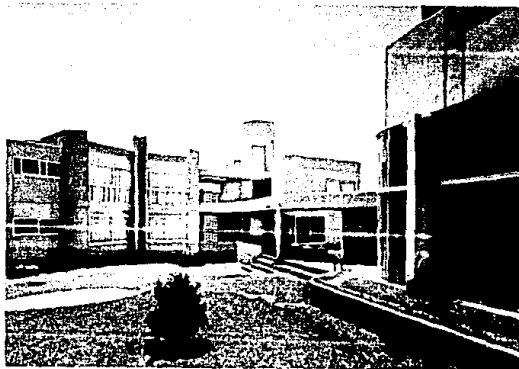
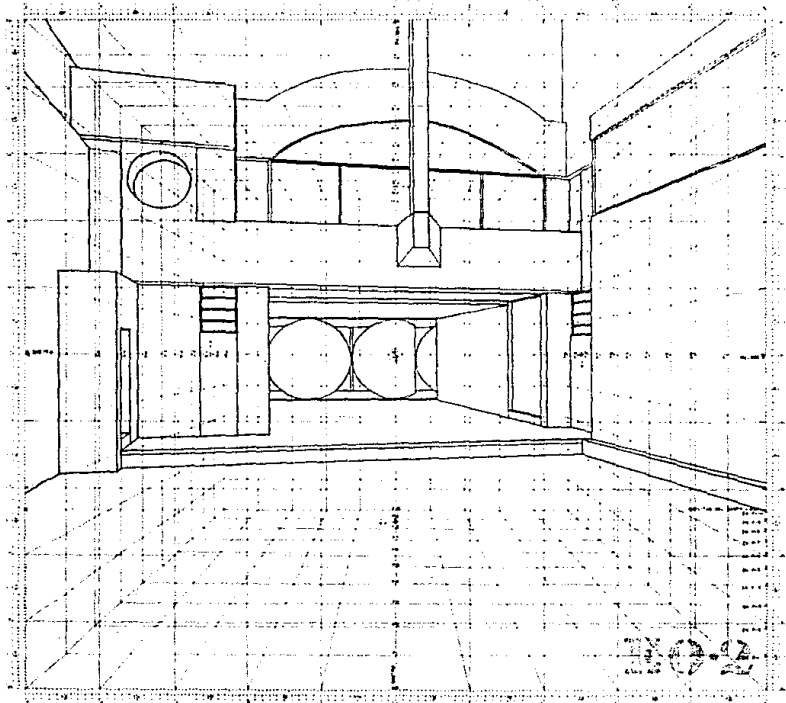
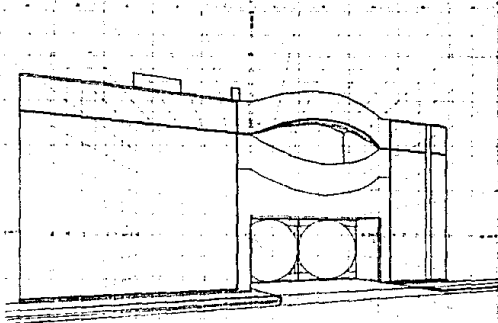


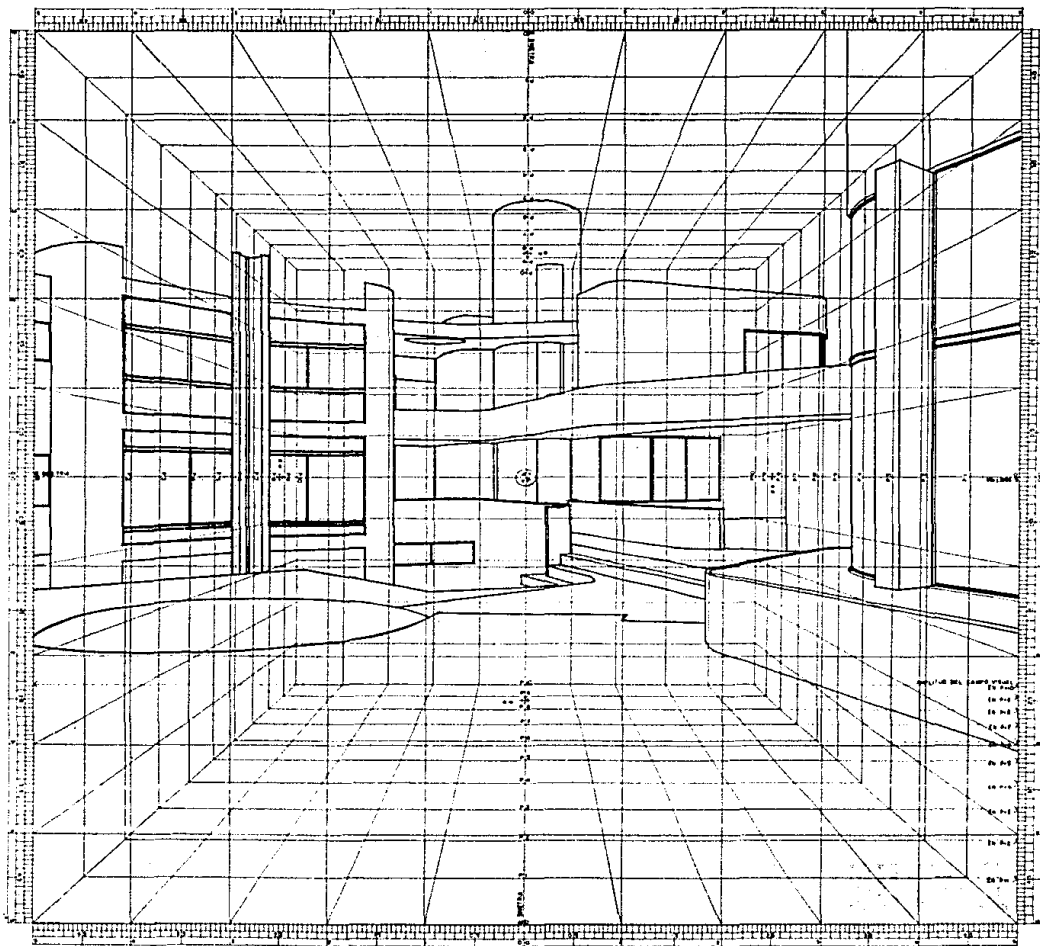
Obra:
Biblioteca Pahlavi/concurso
Autores:
Arq. Benjamin Arenas
Arq. Miguel Mutgula
Ubicación:
Teherán, Irán.

EO 3

EO 3

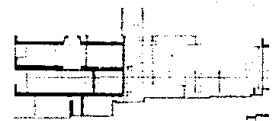
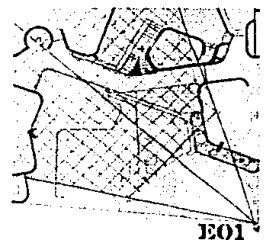
Obra
Casa Habitación
Autor
Arq. Alberto González Pozo
Ubicación
División del Norte, México, D.F.





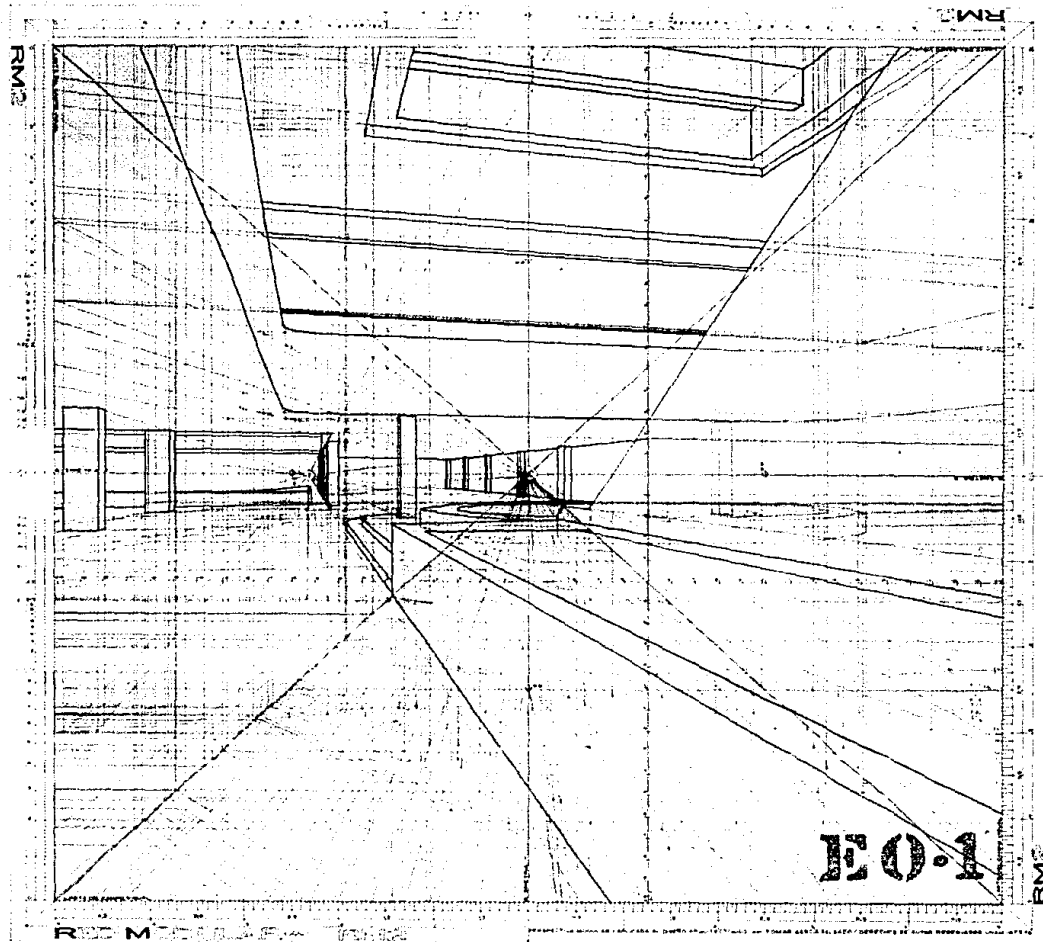
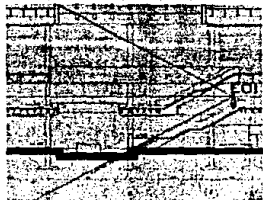
Obra:
 Conjunto de Casas Habitación
 Autores:
 Arq. Leonardo Viches Plata
 Arq. Alberto González Pozo
 Ubicación:

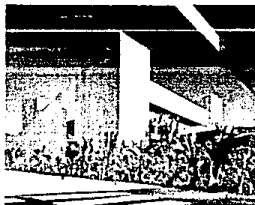
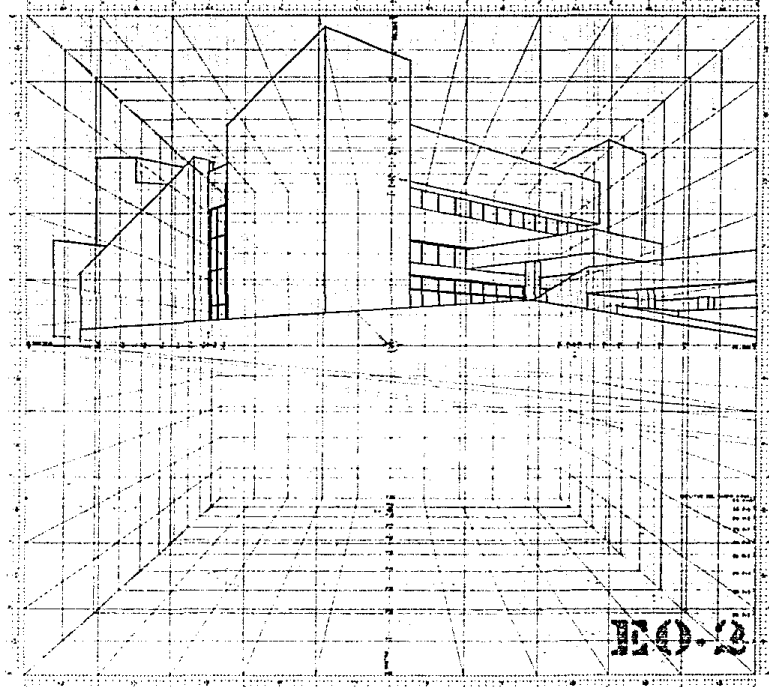
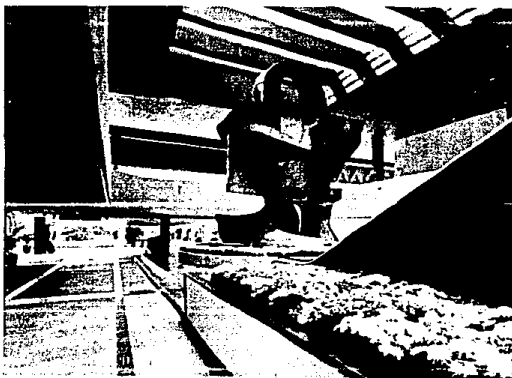
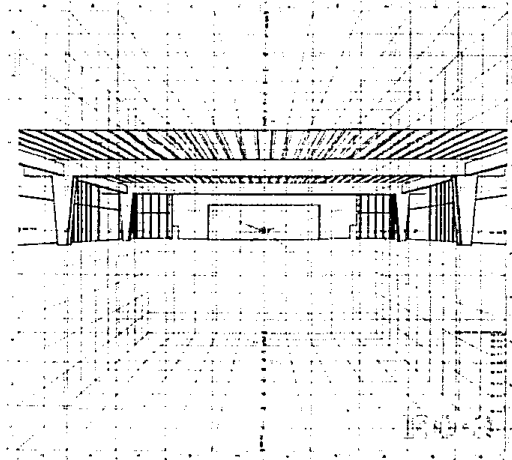
La construcción perspectiva de elementos curvos requiere de la obtención de puntos "generados" que aproximen su trazo, como en el caso que aquí se ilustra. La razón fundamental para ello, es que en la mayoría de situaciones los cuerpos observados no son simétricos a la VS, lo cual obliga a una asimetría perspectiva propia del CG observado.



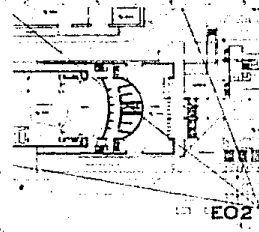
Obra
Centro de Convenciones
Autor:
Arq. Enrique García Formenti
Arq. Jaime Nenciaro
Arq. Alberto González Pozo
Ubicación:
Acapulco, Guerrero.

Este ejemplo perspectivo logrado por medio de la RM2, puede dar una idea al lector de lo que es el manejo de los primeros planos, en los cuales, cuando el trazo se ejecuta "a ojo" es fácil de caer en la distorsión de imágenes, sobre todo cuando la mayoría de las aristas del CG observado intersecan el LCV.

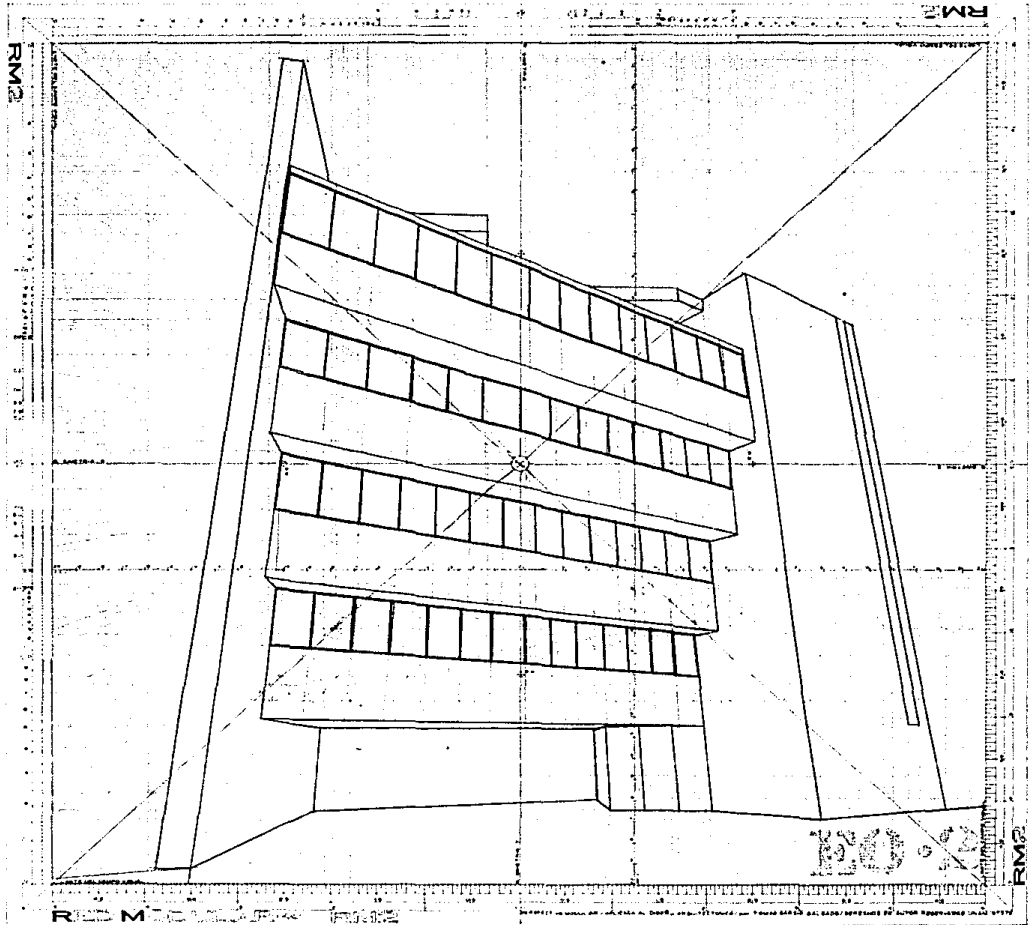
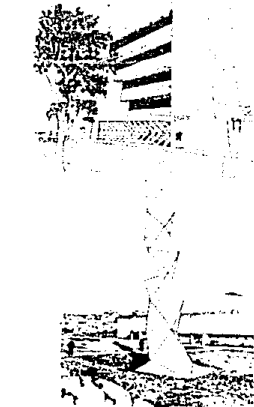
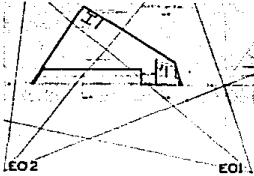


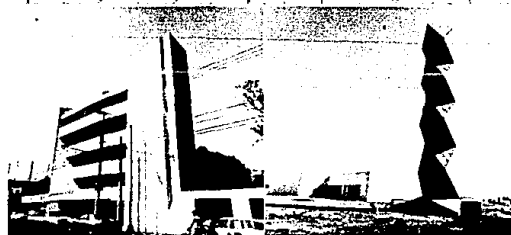
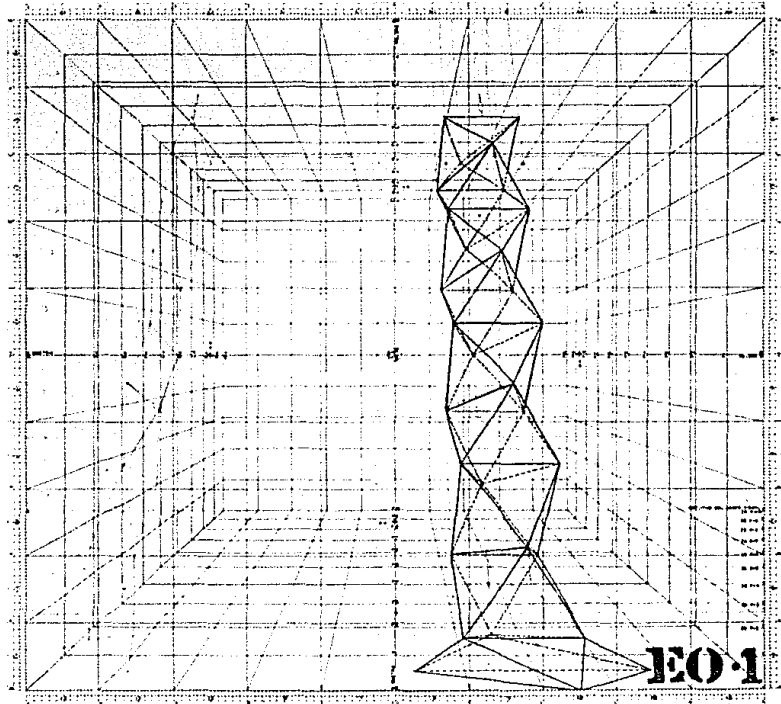
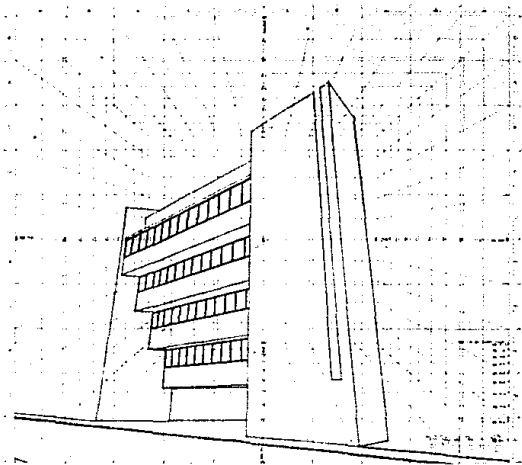


Para realizar trazos perspectivos por medio de la RM1 y de la RM2, es suficiente la información (mientras esta sea completa) que arrojan planos arquitectónicos de reducida escala, 1:100, 1:200 ó 1:500 según sea el caso.



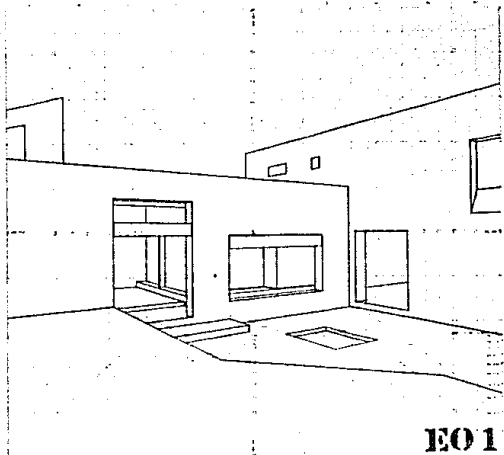
Obra:
Edificio de Oficinas
Autores:
Ara, Mario Laso
Ara, Fernando Sáenz
Ubicación:
Av. Universidad Sur, México, D.F.



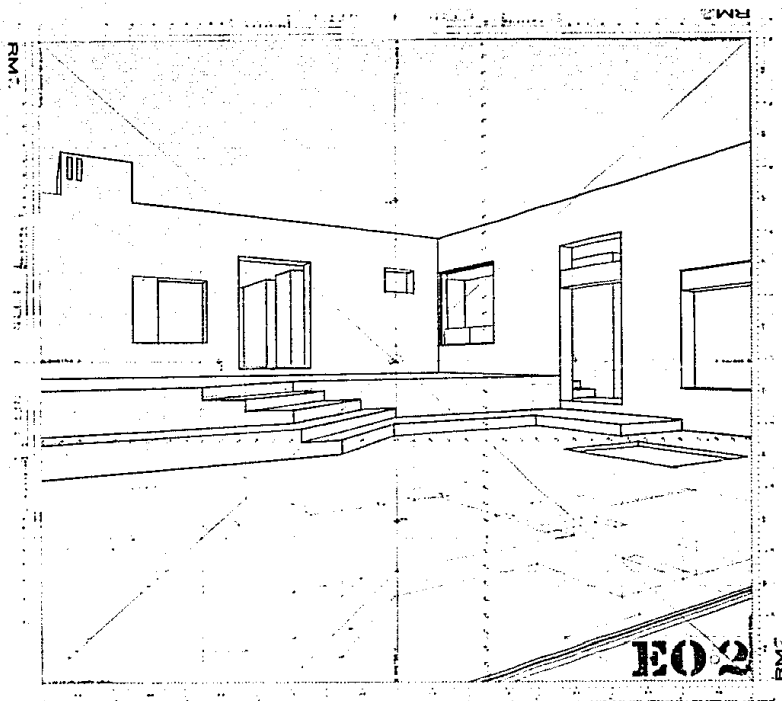


Obras:
Tanque de Agua
Autores:
Arq. Mano Luso
Arq. Fernando López Carmona
Ubicación:
Tlaxcala, Tlaxcala.

EO-1



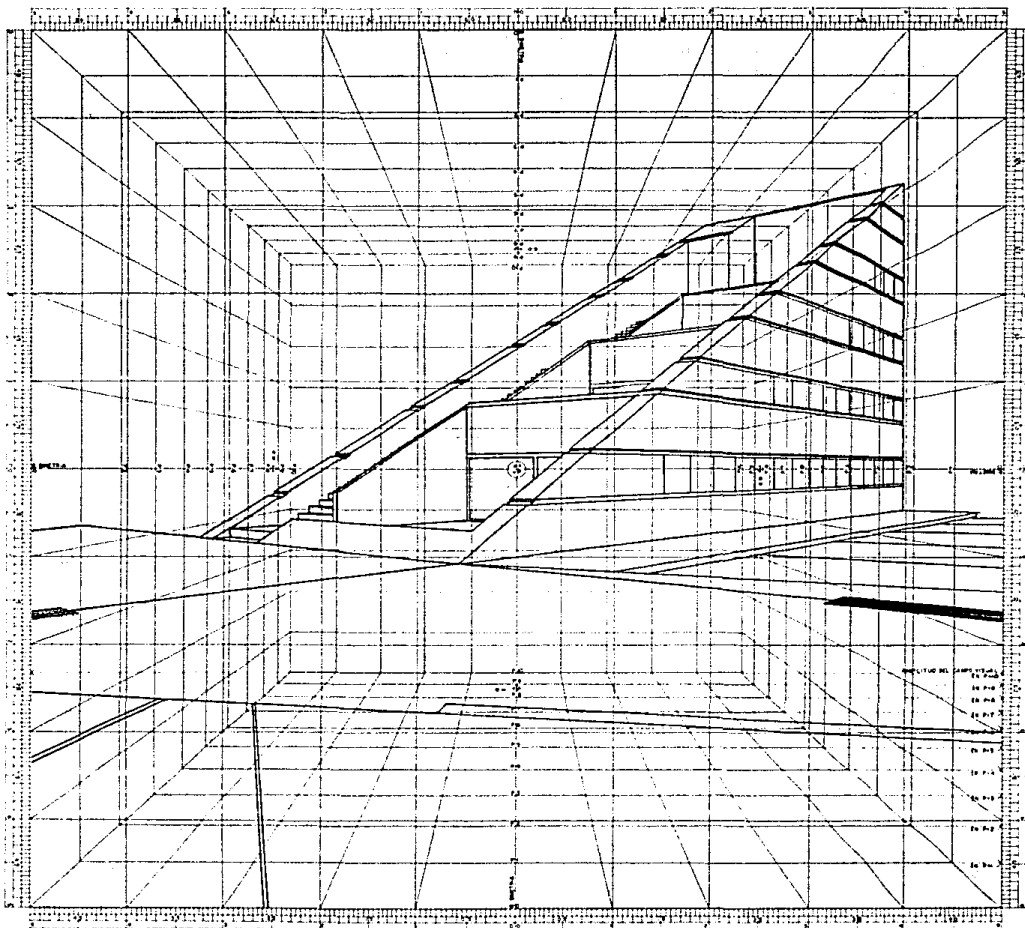
EO 1



EO 2

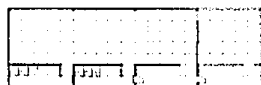
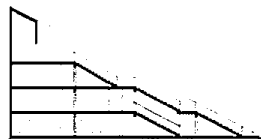


Otza
Casa Habitación
Autor:
Arq. Mario Lillo
Ubicación:
Coyoacán, México, D.F.



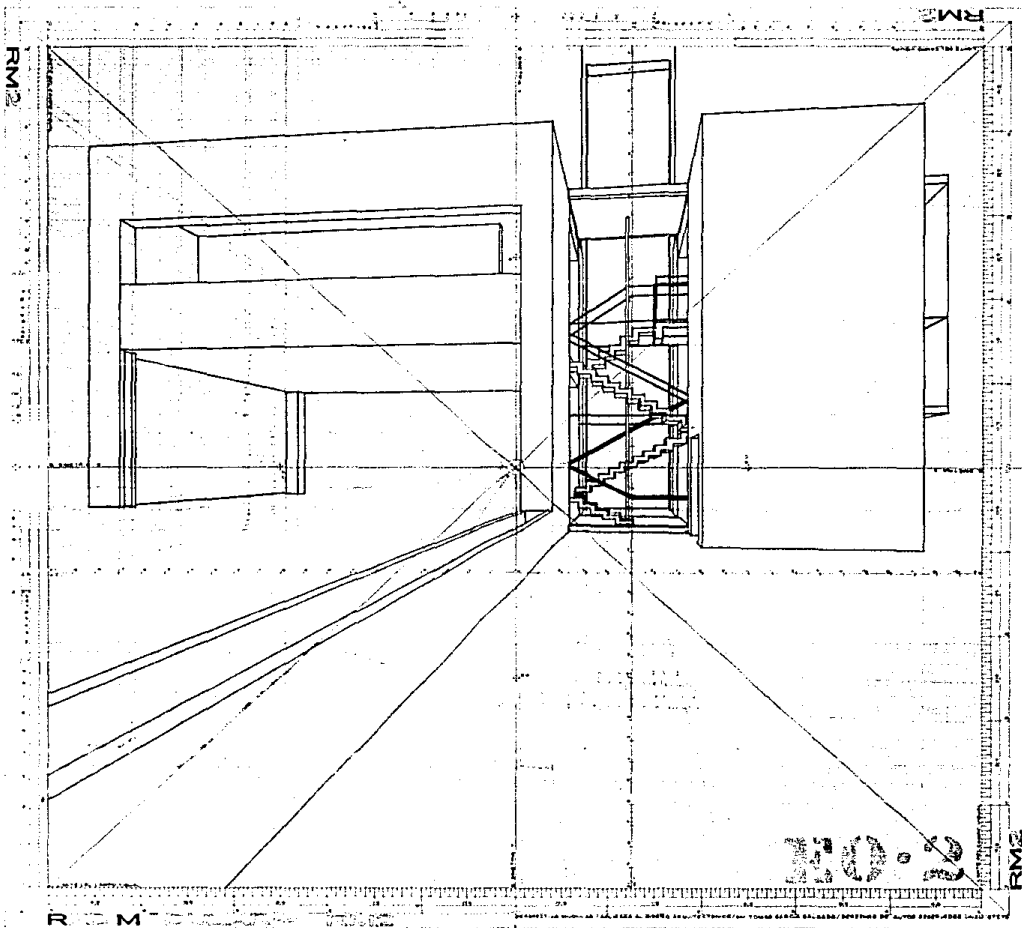
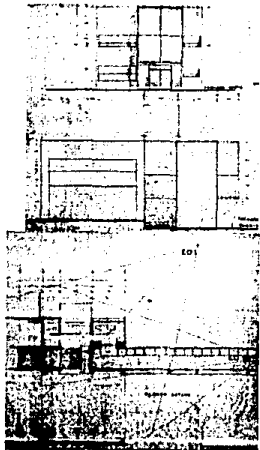
Obra:
 Caseta de Ventas y Símbolo
Autor:
 Arq. Enrique Espinosa F.
Ubicación:
 Bosques del Valle, Coacalco, Edo. de México

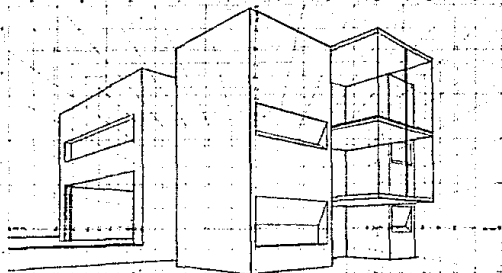
La construcción perspectiva por medio del procedimiento geométrico RM, permite al momento de ejecutarse hacer correcciones de diseño, de gran ayuda sobre todo cuando un proyecto se encuentra en su etapa inicial de concepción. Es por eso que tanto la RM1, RM2, RM25/50, son herramientas operativas durante el proceso de diseño.



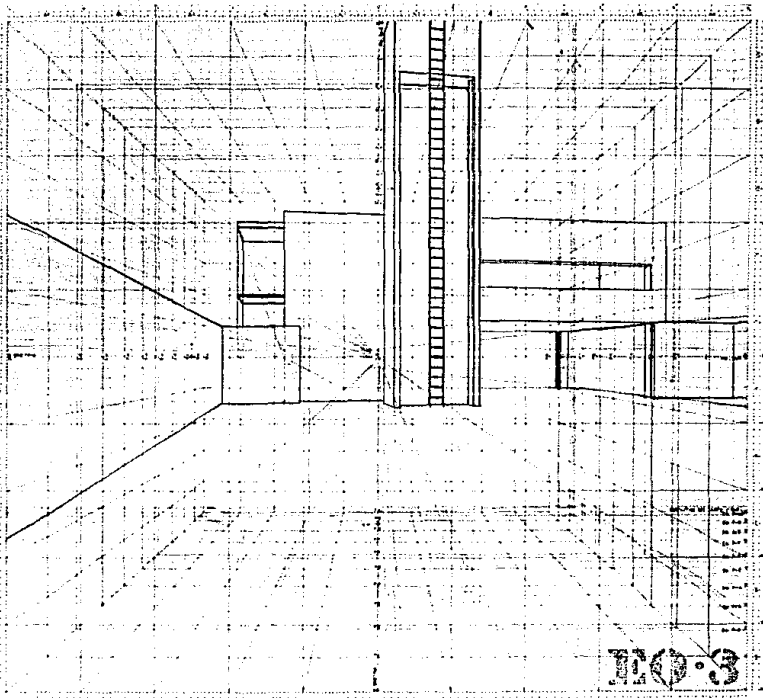
Obra:
Estación de Bomberos
Autor:
Arq. Eugenio Peschard
Ubicación:
Ciudad Universitaria, México, D.F.

Una de las características de la RM2, es facilitar la construcción geométrica de elementos contenidos en un mismo plano, como en el caso de la escalera que se ilustra en la EO2. Nótese que el plano que contiene el perfil de la escalera no es perpendicular a la VS.





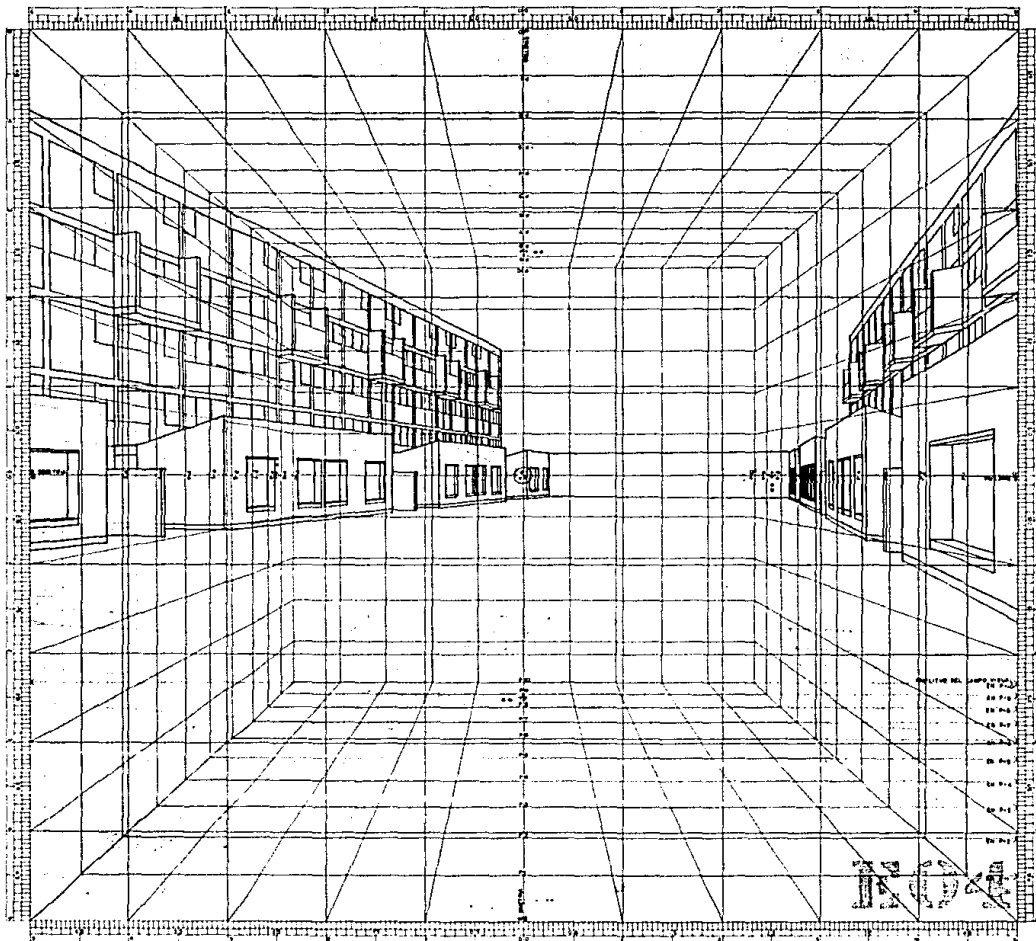
EO-1



EO-3



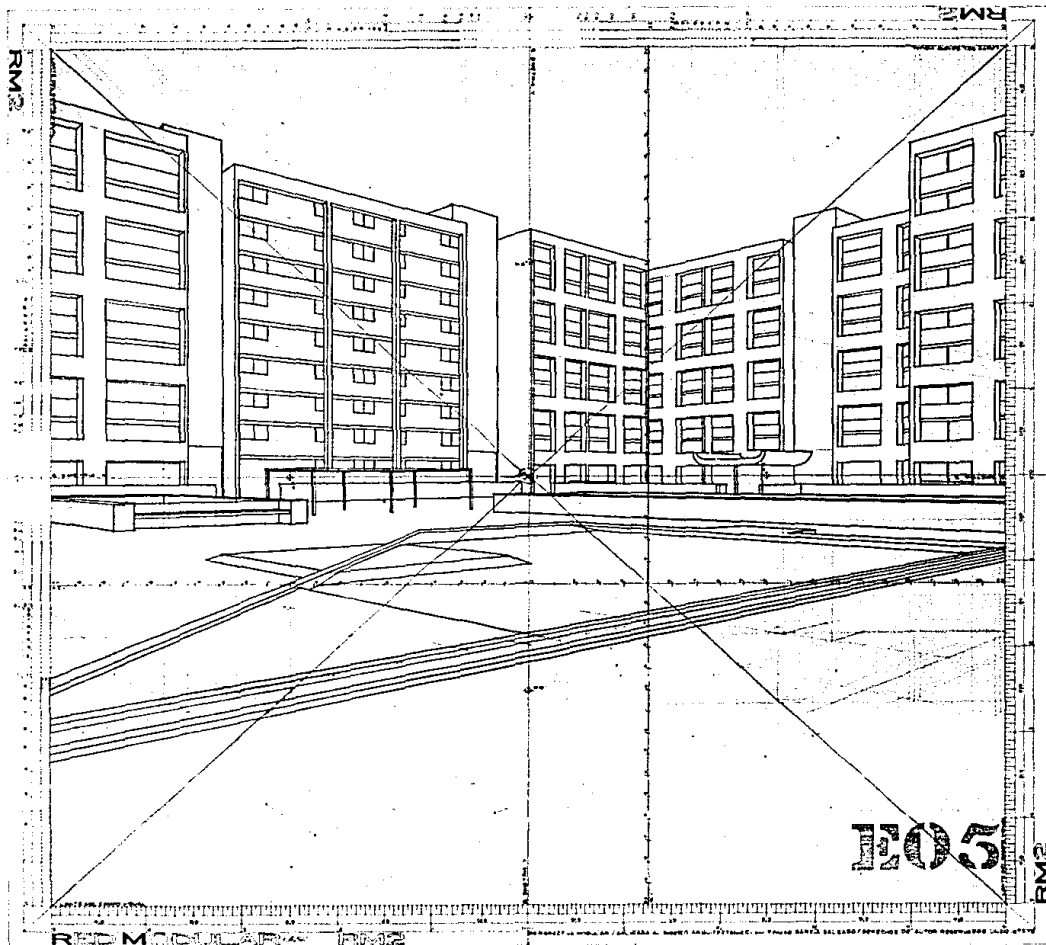
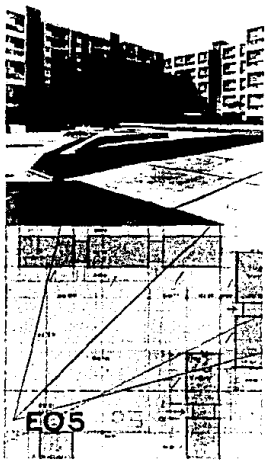
Un caso frecuente al ejecutar la perspectiva de C.V. es cuando el ángulo que forman la V.S. y las superficies frontales es del rango 15° a 15° , obligando a tener (al menos) un PFA muy alejado del área de dibujo. Ante estos casos, los merodos tradicionales de perspectiva recomiendan reducir el área de trazo, de tal modo que pueda ser ubicado físicamente en la mesa de trabajo el PFA. Esta cuestión ha sido superada por el método RM, ya que el trazado se realiza dentro del LCV.



Obra:
 Conjunto Habitacional Copilco/FOVISSSTE
 Autores:
 Arq. Félix Sánchez
 Arq. Luis Sánchez
 Arq. Alberto Roldado
 Arq. Fernando Mota
 Arq. Gustavo López
 Ubicación:
 Copilco, México, D.F.

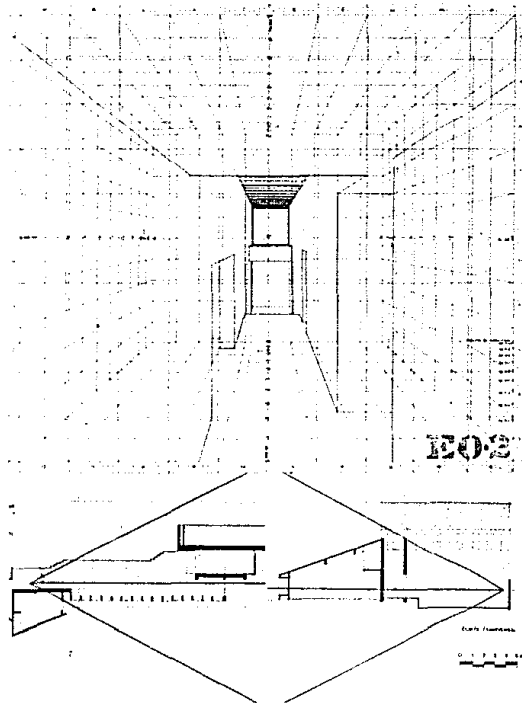
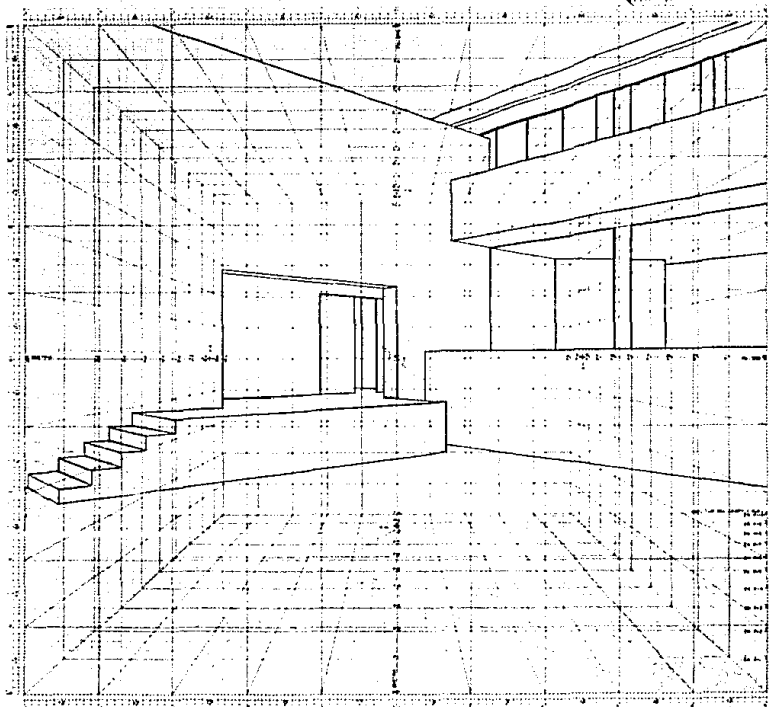
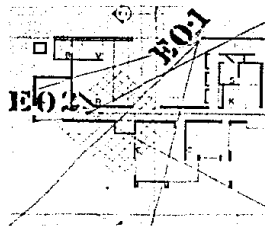


Una vez adquirido el entrenamiento necesario en el uso de la RMI, el tiempo de ejecución de un trazo perspectivo como el que se muestra en E04 puede ser de dos horas, o tal vez menos.

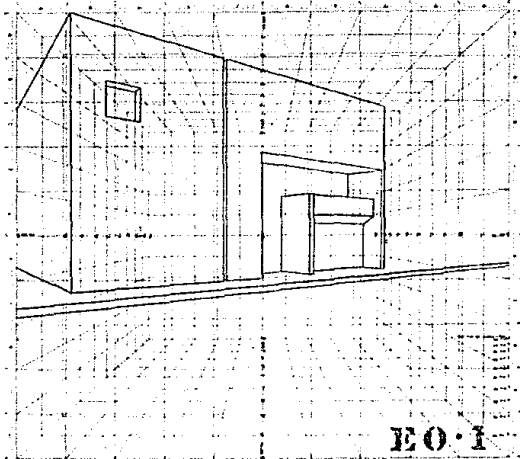


La RM2 permite la construcción perspectiva en un solo tiempo que la RM1, ya que las tres cuerdas X , Y y Z se trazaban simultáneamente, mientras que en la RM1 hay que deducir los valores de IP . Desde luego el instrumento más eficaz para la deducción geométrica perspectiva, son los RM25 50, pues no requieren papel transparente (condición necesaria para la RM1, RM2) para el trazado, pudiéndose emplear cualquier material de dibujo, e incluso de superficies

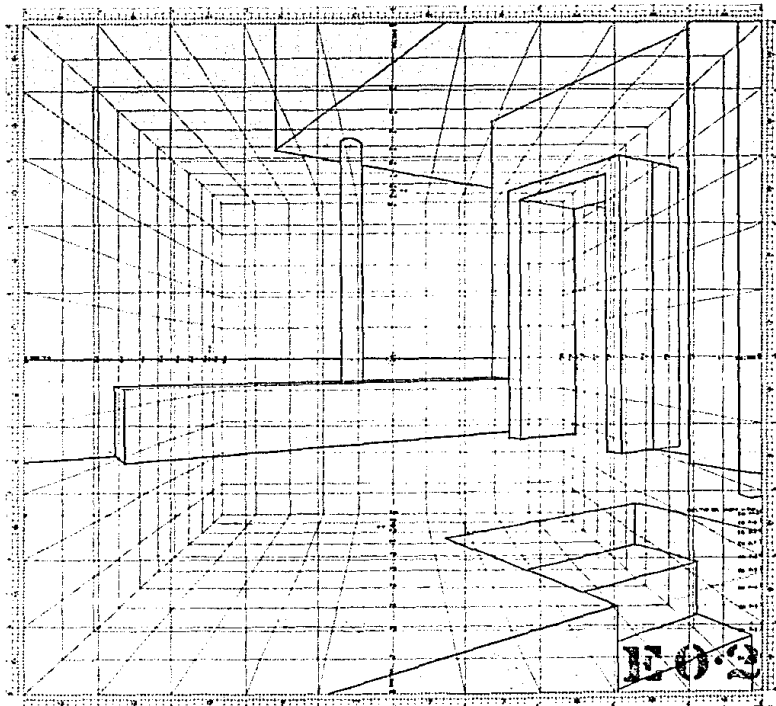
Obra
 Casa Habitación
 Autores
 Arq. Félix Sánchez
 Arq. Luis Sánchez
 Arq. Alberto Robledo
 Arq. Fernando Mota
 Arq. Gustavo López
 Ubicación:
 Lomas Hipódromo, México, D.F.



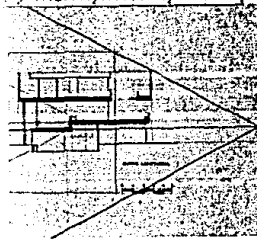
Una vez representada en perspectiva la EO deseada, es posible que el diseñador no este conforme con el resultado. Esta cuestión ha sido considerada como requerimiento del método RM, al ofrecerle la posibilidad de correlacionar cualquier cambio en trazo, a métrica geométrica, es decir, traducir a escala en planos las sugerencias planteadas en perspectiva.



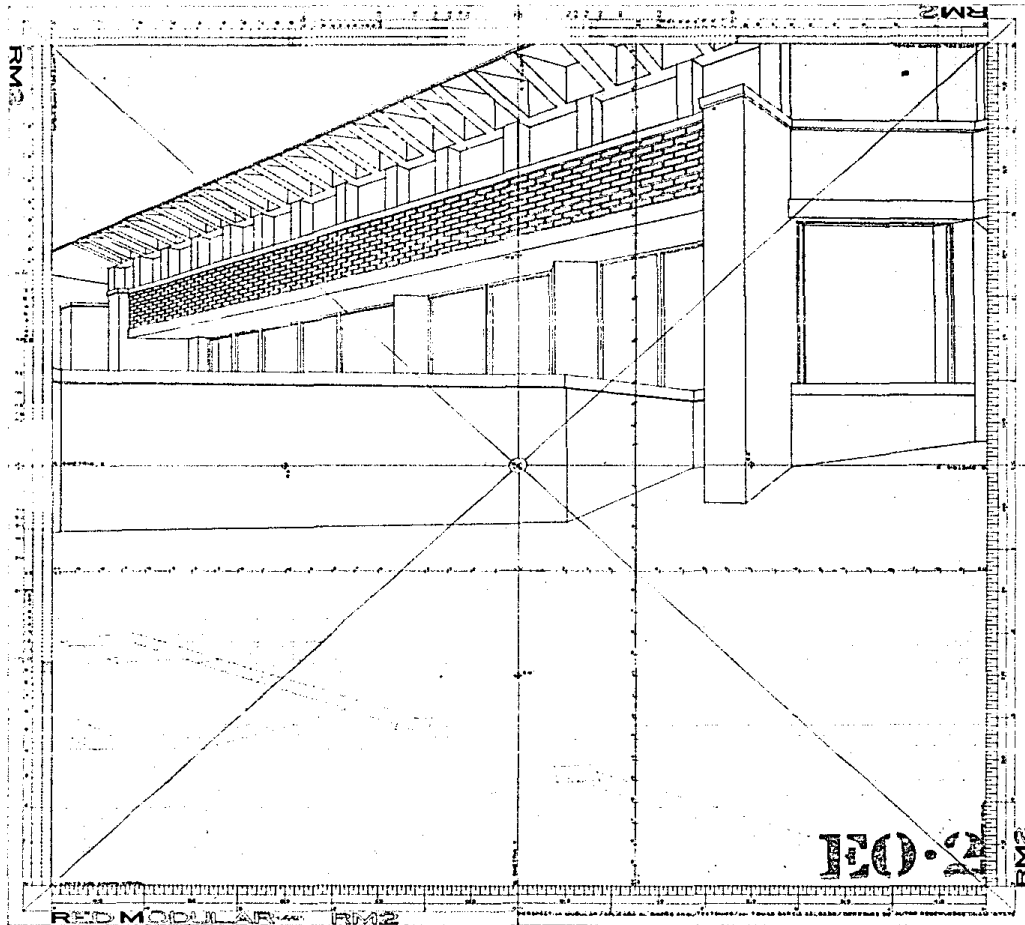
EO-1



EO-2

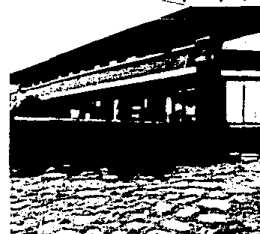
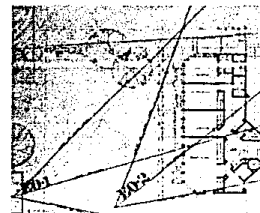


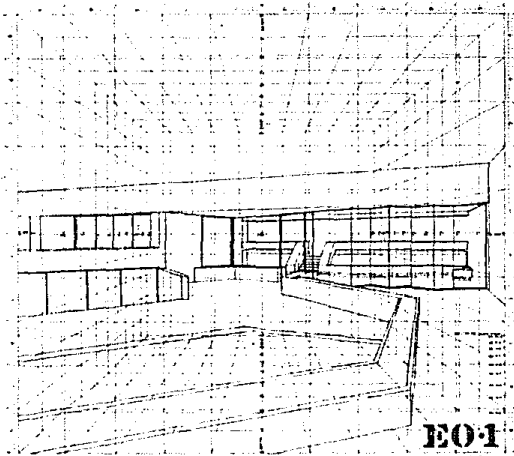
Obras
 Casa Habitación
 Autores:
 Arq. Félix Sánchez
 Arq. Luis Sánchez
 Arq. Alberto Rubledo
 Arq. Fernando Mora
 Arq. Gustavo López
 Ubicación:
 Col. Irrigación, México, D.F.



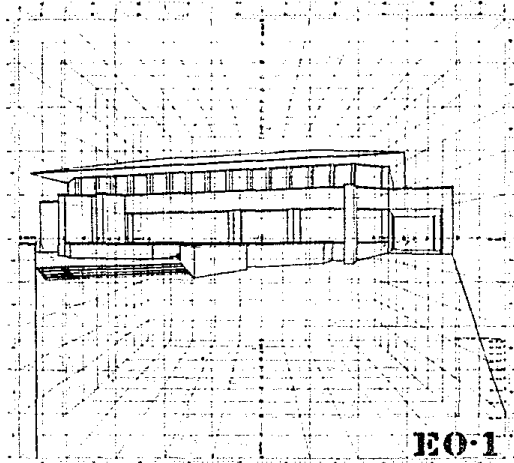
Obra
 Casa Habitación
 Autores:
 Arq. Gustavo Eichelmann
 Arq. Gonzalo Gómez Palacio
 Ubicación:
 Guadalupe, Jalisco.

Obra
 Casa Habitación
 Autores:
 Arq. Gustavo Eichelmann
 Arq. Gonzalo Gómez Palacio
 Ubicación:
 El Contadero, Cuajimalpa, México, D.F.

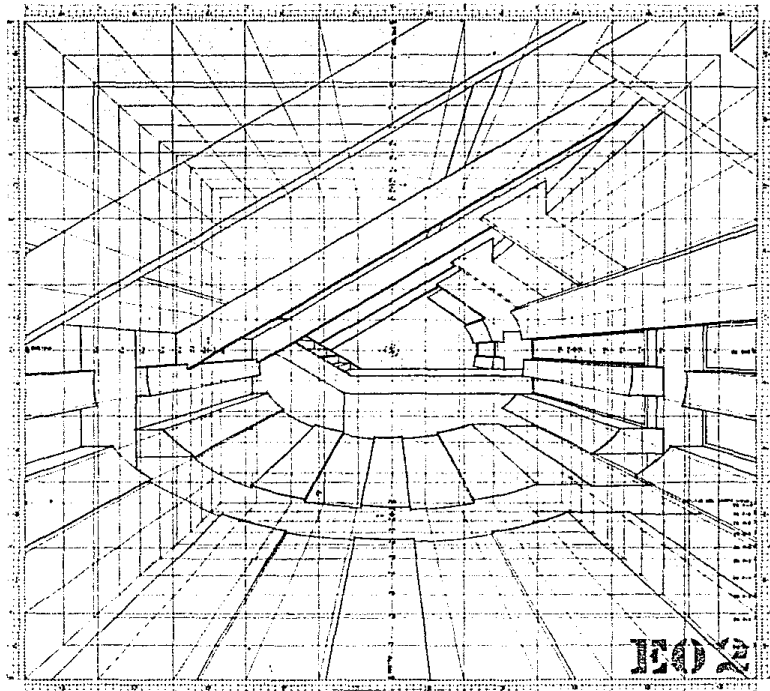




EO-1



EO-1

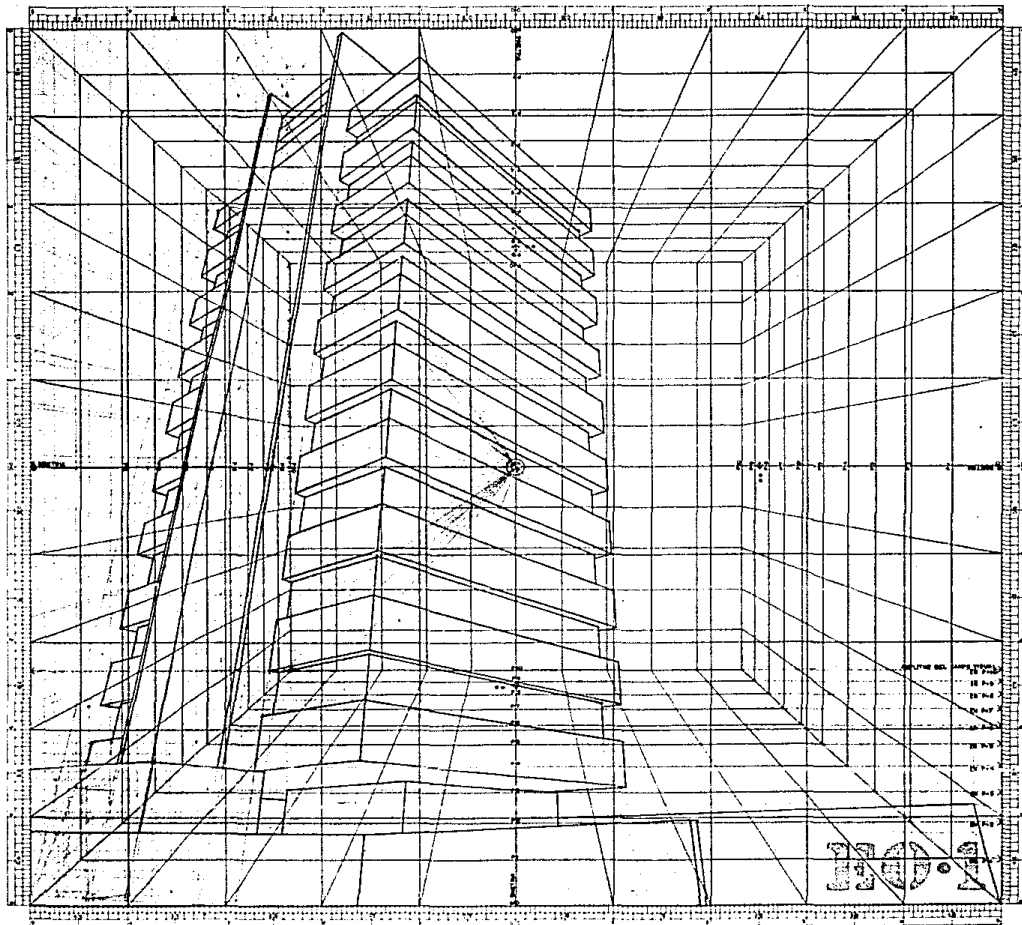
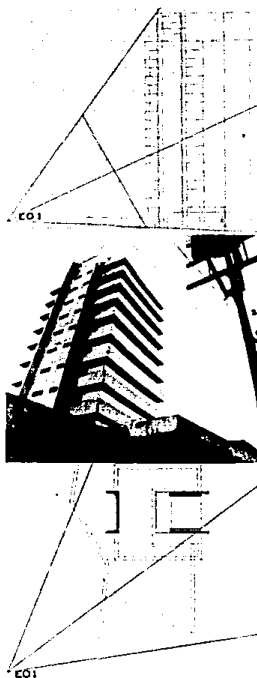


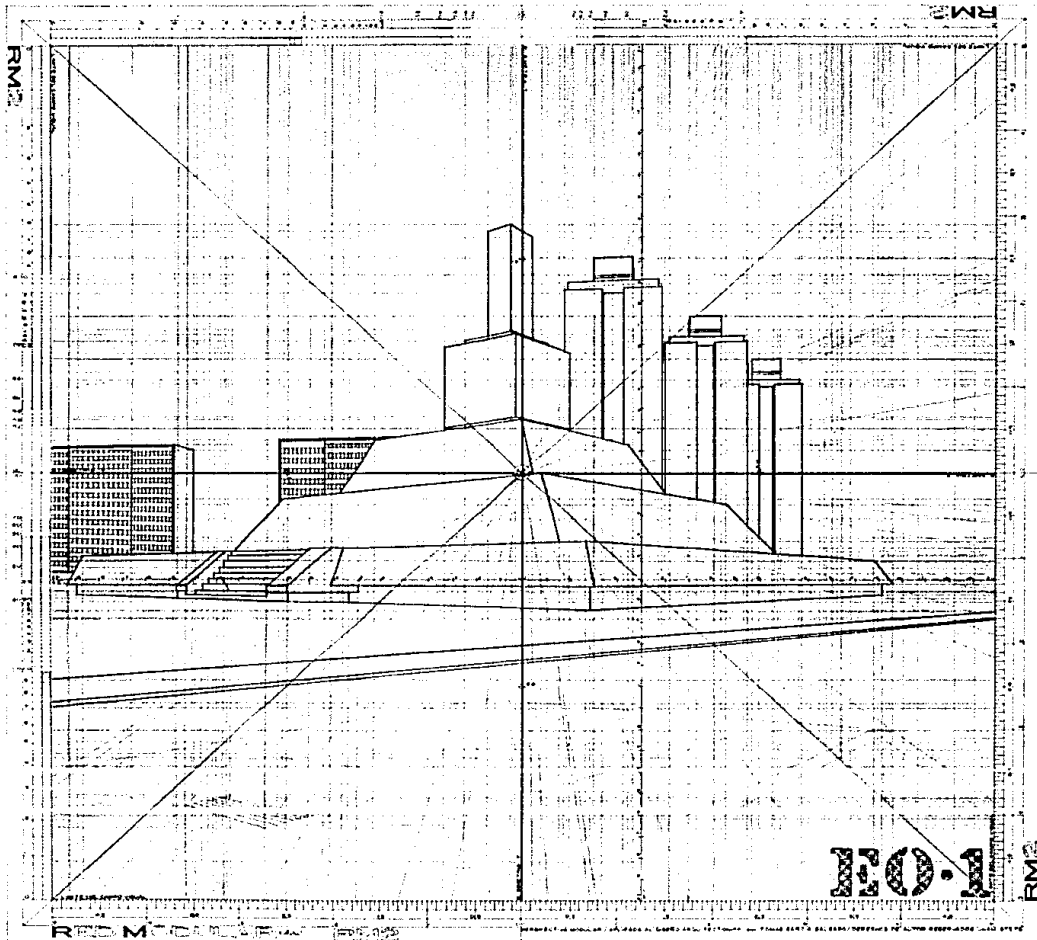
EO-2



Obra:
 Casa Habitación
Autores:
 Arq. Gustavo Eichelmann
 Arq. Gonzalo Gómez Palacio
Ubicación:
 Lomas de Vista Hermosa, México, D.F.

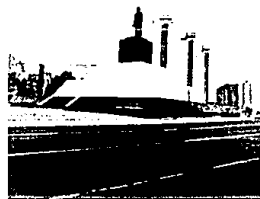
Obra:
Edificio de Oficinas
Autor:
Arg. Ricardo de Villafranca
Ubicación:
La Otra Banda, México, D.F



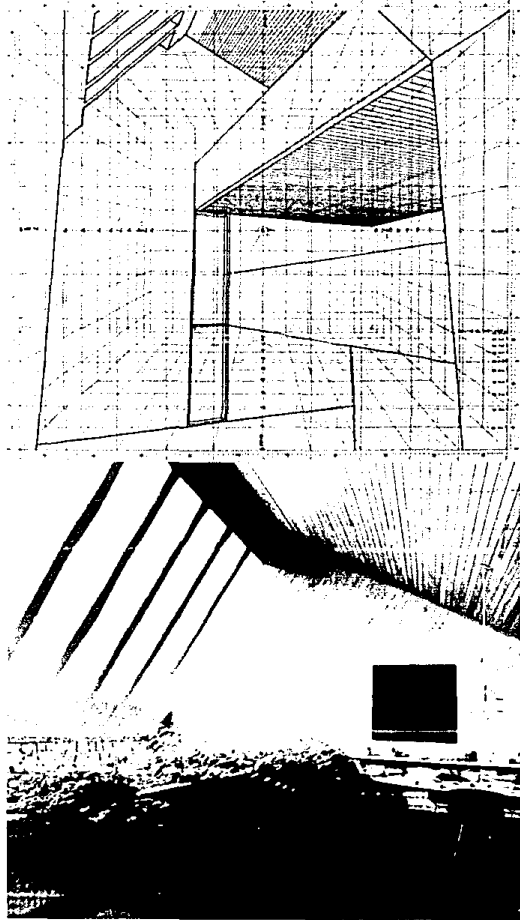
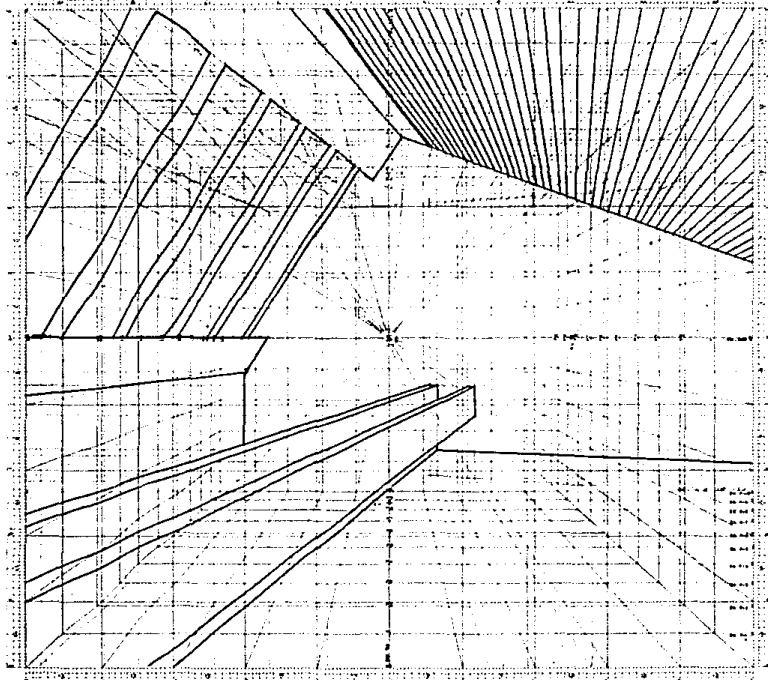
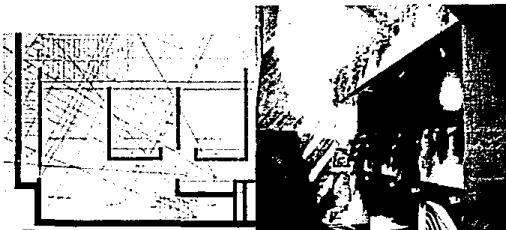


Obra:
 Monumento
 Autor:
 Arq. Jesús Aguirre Cárdenas
 Ubicación:
 Paseo de la Reforma, México, D.F.

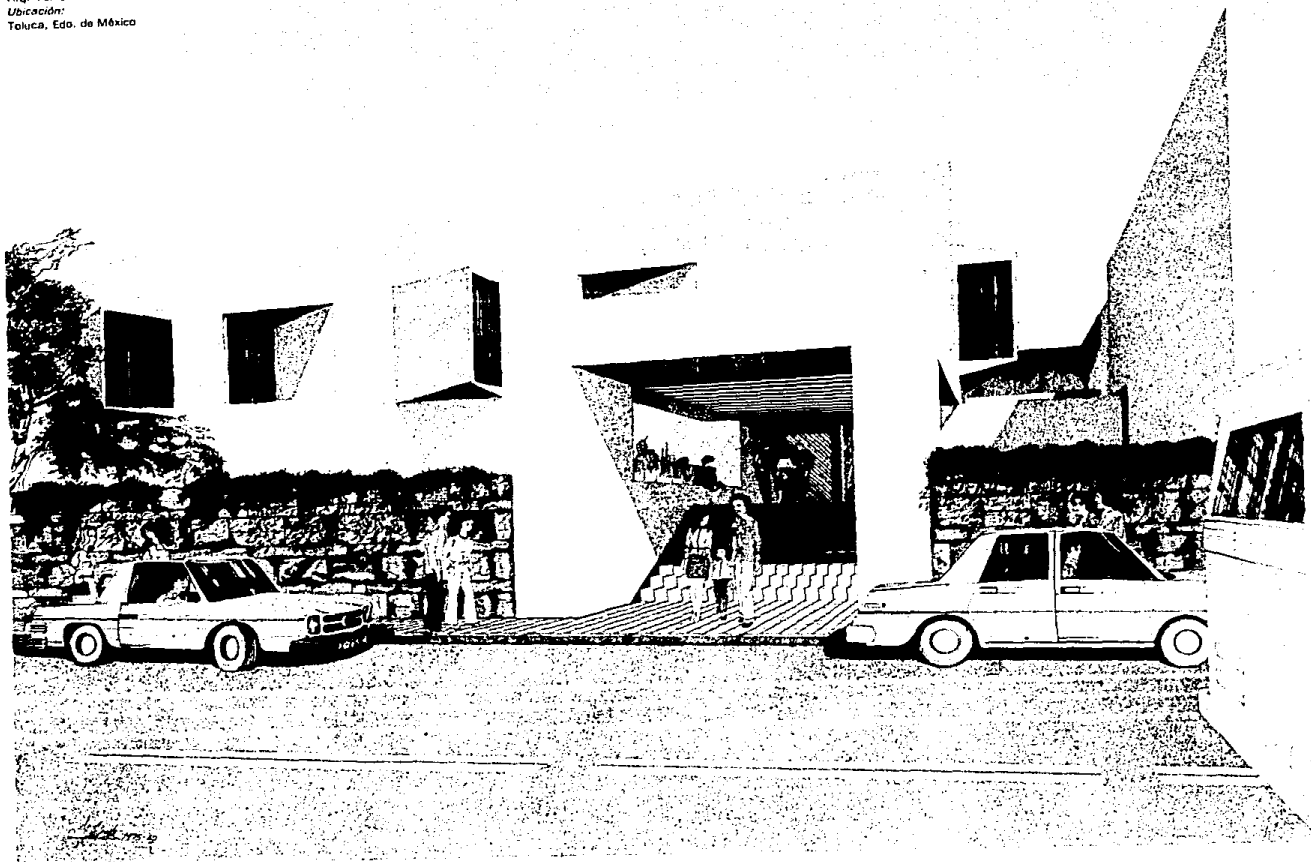
Ante la imposibilidad de contar con la información completa de un proyecto, por estar asociado a elementos urbanos distantes, y por lo mismo, fuera de planos arquitectónicos. El método RM ofrece la posibilidad de capturar la información necesaria por medio de la interpretación perspectiva de fotografías. En cierta medida esta es una técnica de fotomontaje, válida para casos como el que ilustra la EO1.



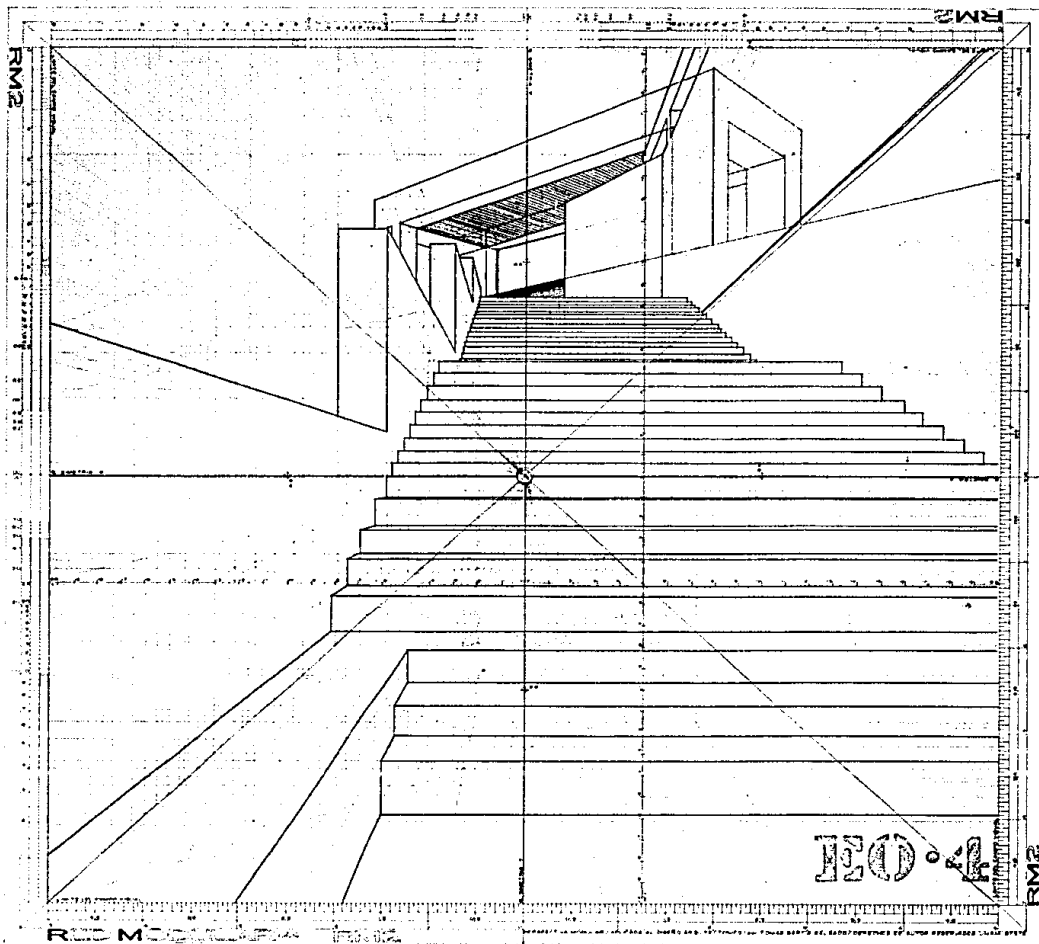
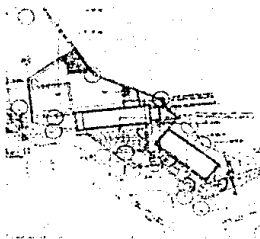
Obra:
Casa Habitación
Autor:
Arq. Francisco Cobarruvias Gaitán
Ubicación:
Bosques de las Lomas, México, D.F.



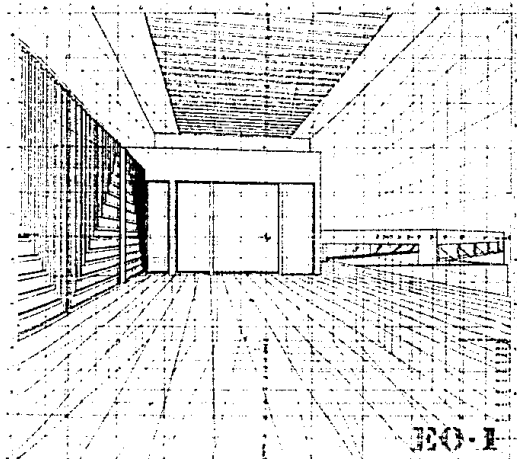
Obra:
Iglesia Presbiteriana
Autor:
Arq. Tomás García Salgado
Ubicación:
Toluca, Edo. de México



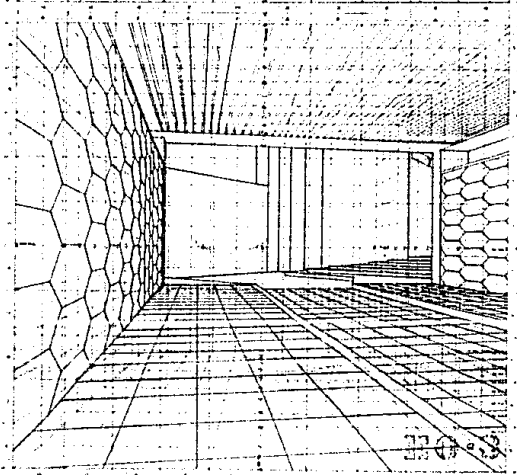
Obra
Panteón Santa Lucía (proyecto)
Autor:
Arq. Tomás García Salgado
Ubicación:
Delegación Villa Obregón, México, D.F.



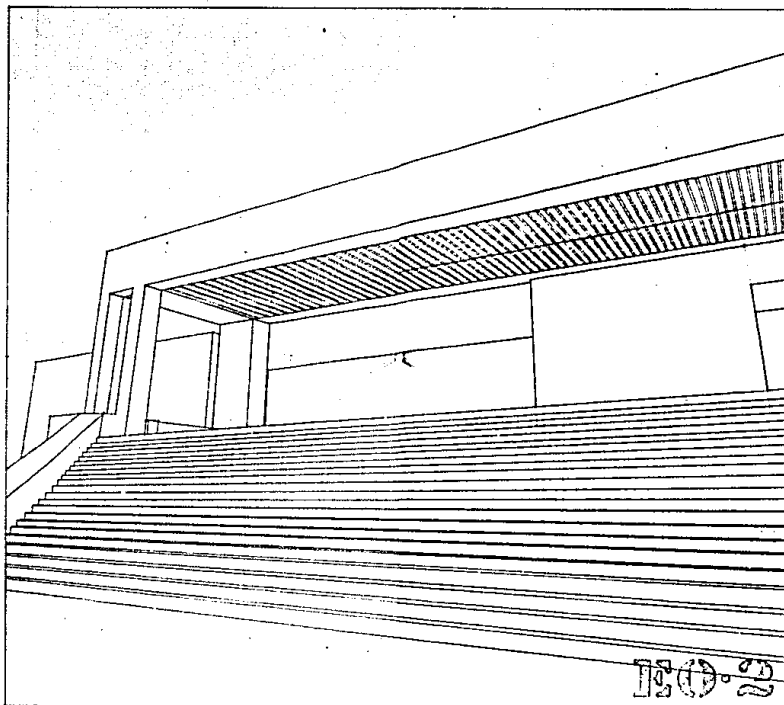
Quando se requiere trazar una serie de paralelas en una superficie, como en el caso de planos de EO4, es recomendable deducir el PFA correspondiente y apoyarse en él, siempre y cuando el rango del valor angular del sistema de paralelas así lo permitan.



EO-1

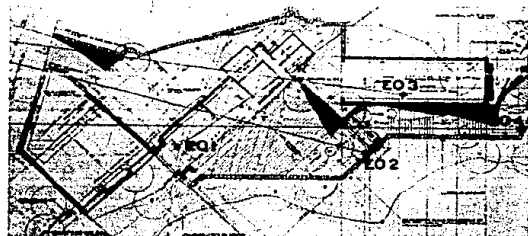


EO-2

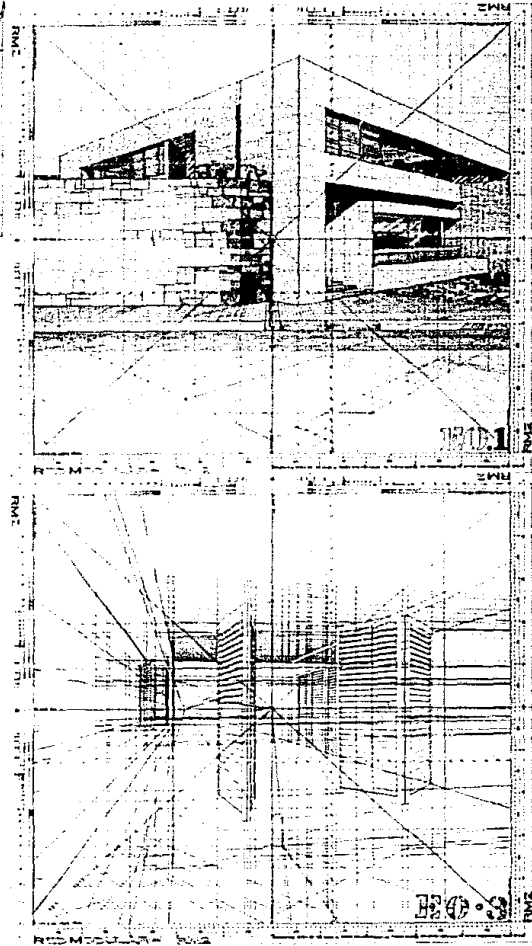
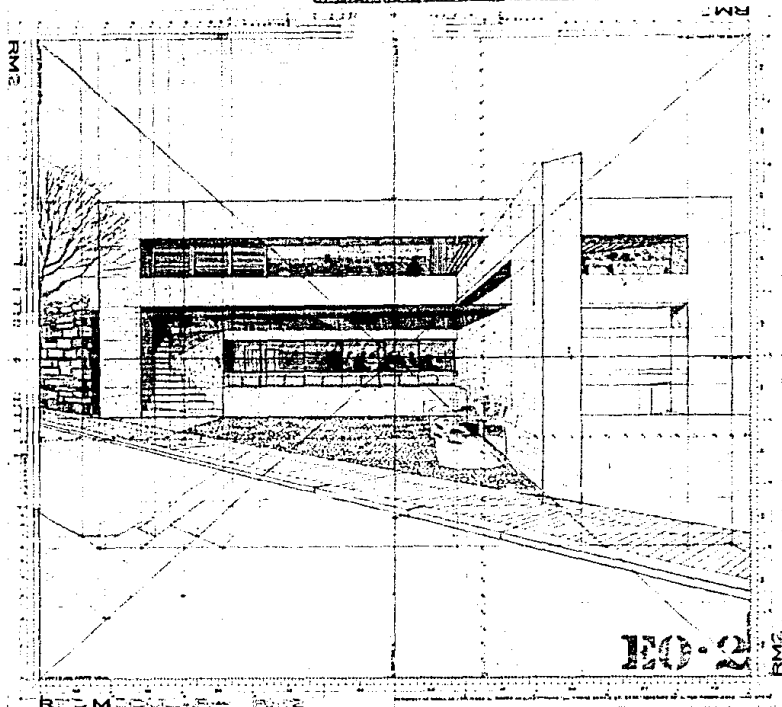
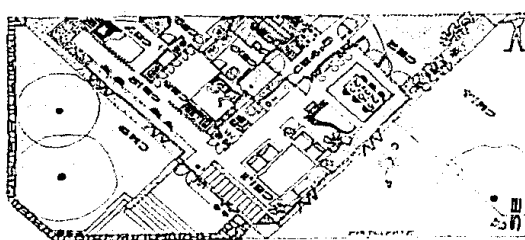


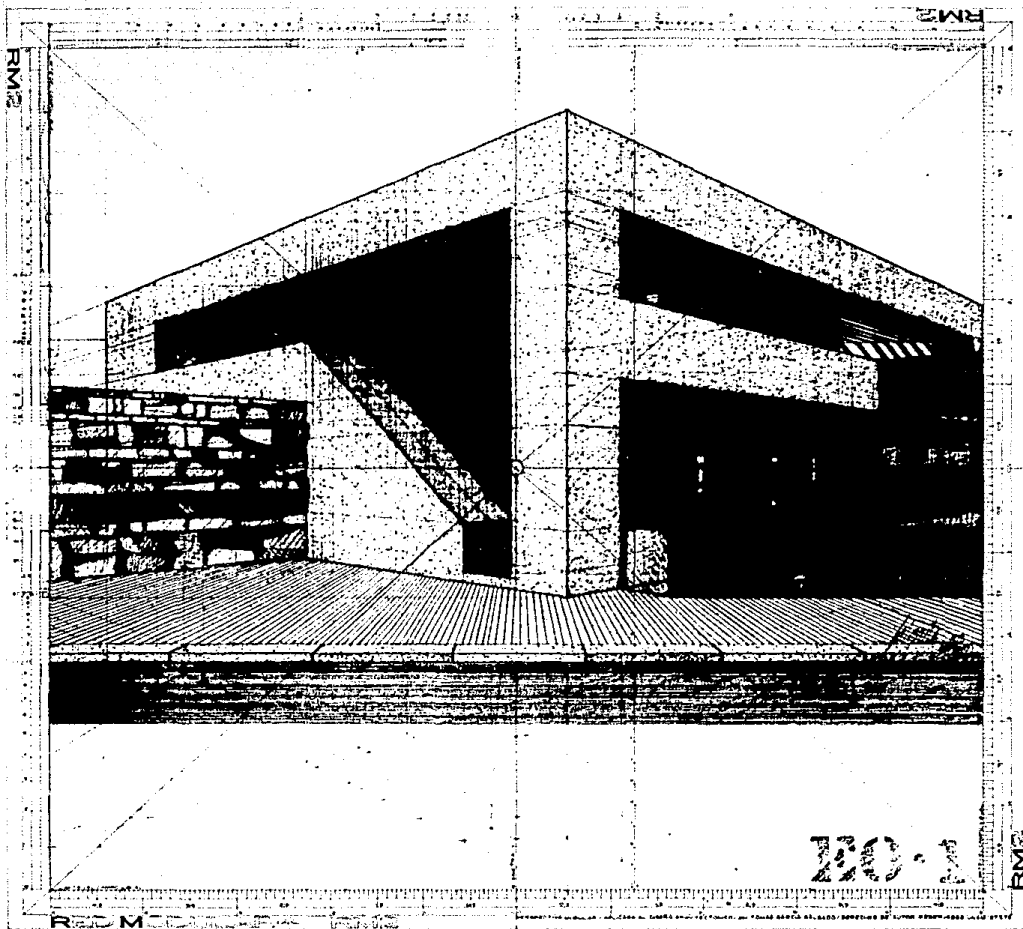
EO-3

El método RM es versátil en su aplicación, permite al ejecutante adaptar sus conocimientos de geometría a la RM1, RM2 y a las reglas RM25-50. En más de 15 personas entrenadas en RM1, se pudo observar que no seguían en rigor un mismo proceso de deducción geométrica, lo cual no hace que el resultado buscado sea distinto. En EO2 se ilustran dos trazos de un mismo CG en construcción simétrica respecto de RSY, ejecutados independientemente.

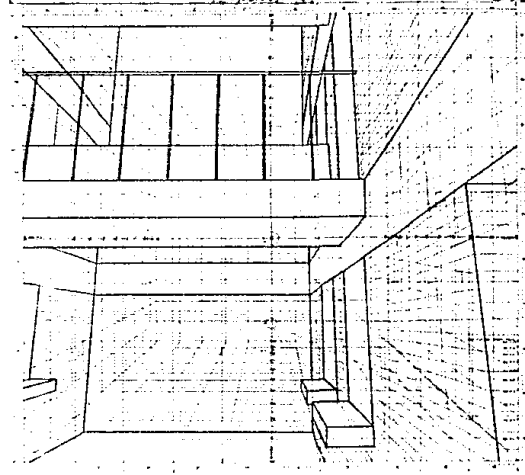
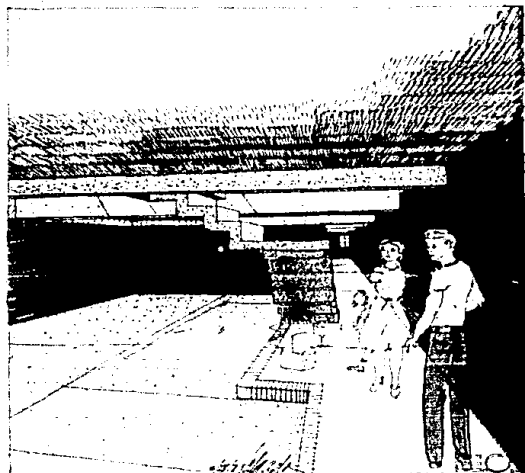
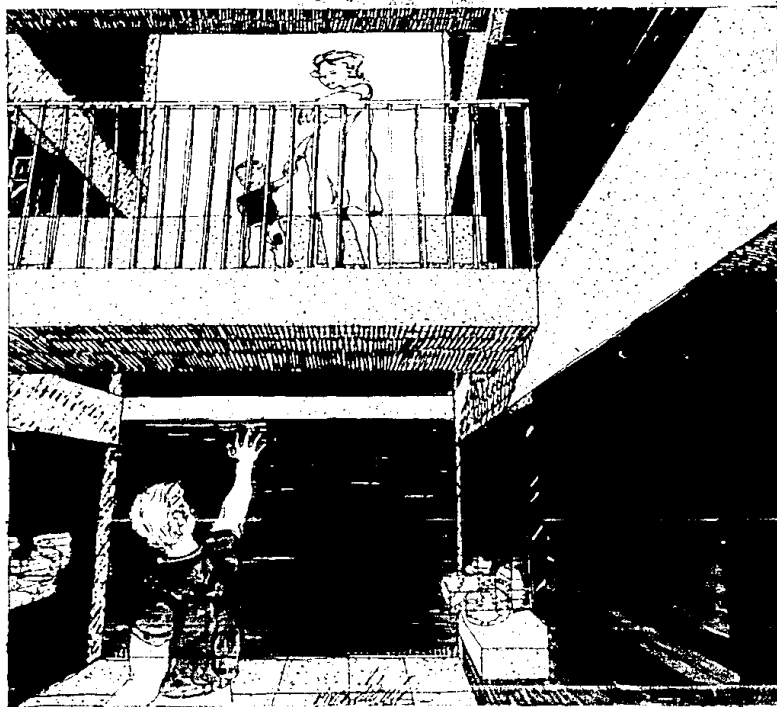
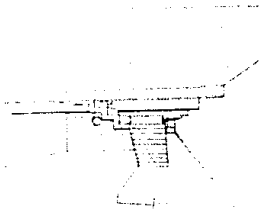
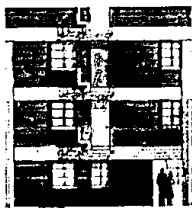


Obra:
Casa Habitación (proyecto)
Autor:
Arq. Tomás García Salgado
Ubicación:
San Jerónimo, México, D.F.





Obras:
Edificio para Vivienda (proyecto)
Autor:
Arq. Tomás García Salgado
Ubicación:
Col. Morelos, México, D.F.



Obra
Edificio para Laboratorio Oceanográfico
(proyecto)
Autor
Arq. Tomás García Salgado
Ubicación
Tulum, Quintana Roo.

