

## **El Dibujo que conviene al Ingeniero/Arquitecto**

REVISTA DE  
EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA EDIFICACIÓN

# EGE

# 4

Conclusiones VII Congreso  
APEGA,  
Guadalajara 2003

La EUAT de Madrid  
sede del VIII Congreso  
APEGA y EDIGRÁFICA  
2006

El profesorado universitario  
ante los retos de la  
convergencia con europa.  
La LOU y su reforma

Las nuevas Tecnologías en  
la enseñanza de la  
enseñanza de la  
arquitectura Técnica

La Topografía en la  
edificación ante los nuevos  
planes de estudios y el  
espacio europeo de  
educación superior

## **Año 2006**

### **Artículos**

- ▶ Arquitecto Técnico «versus» Ingeniero de Edificación.

#### **Joaquín Passolas Colmenero**

- ▶ El profesorado universitario ante los retos de la convergencia con Europa, la LOU y su reforma.

#### **David Marín García**

- ▶ Geometría descriptiva. Persistencia y cambio.

#### **Manuel Pastor Barrera**

- ▶ Las nuevas tecnologías en la enseñanza de la Arquitectura Técnica.

#### **Eduardo Martínez Borrel, Ignacio Anta Fernández y Mercedes Valiente López**

- ▶ La topografía en la edificación ante los nuevos planes de estudios y el Espacio Europeo de Educación Superior..

#### **Francisco Ramón Lozano Martínez y Gabriel Granado Castro**

- ▶ Ordenación del territorio en el medio litoral. Aplicación en el litoral Atlántico de Andalucía: Zahara de los Atunes.

#### **Juan Manuel Santiago y Miguel Ángel Losada**

- ▶ El papel de la geometría como herramienta de diseño arquitectónico.

#### **Ángel José Fernández Álvarez**

- ▶ La arquitectura de Flash Gordon. Aspectos gráficos de la arquitectura de un cómic.

#### **Teófilo Pérez Carda**

- ▶ Los quioscos de música como ejercicios de representación gráfica..

#### **José Ramón Osanz Díaz**

- ▶ Control del suelo en cimentaciones y estructuras arquitectónicas por técnicas geofísicas (Sistema Georadar GPR). Modelos Gráficos.

#### **Jorge Martín Gutiérrez y Norena Dorta Martín**

- ▶ Una cúpula sin nudos.

#### **Luis Sánchez-Cuenca**

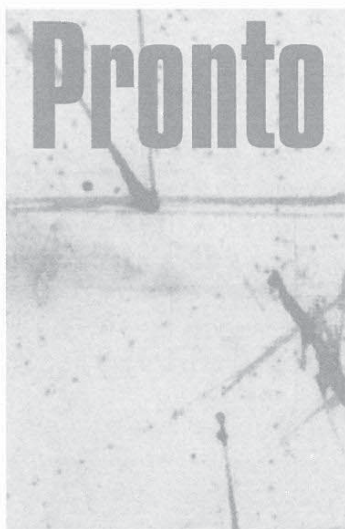
- ▶ Dibujo Técnico Siglo XX- Siglo XXI.

#### **Joaquín Aguilar Camacho.**

# ARQUITECTO TÉCNICO "versus" INGENIERO DE EDIFICACIÓN

*Joaquín Passolas Colmenero*

Coordinador Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniero de Edificación  
E.U. de Arquitectura Técnica. Universidad de Granada

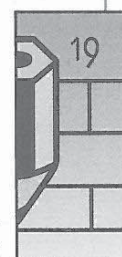


se cumplirá un año de la publicación (abril de 2005), por parte de la Agencia Nacional de Evaluación, Calidad y Acreditación (ANECA), del Libro Blanco de la Titulación de Grado en Ingeniero de Edificación.

([http://www.aneca.es/modal\\_eval/docs/libroblanco\\_edificacion\\_definitivo.pdf](http://www.aneca.es/modal_eval/docs/libroblanco_edificacion_definitivo.pdf))

Dicho documento, elaborado por las 28 Universidades que imparten el actual título de Arquitecto Técnico y con la participación del Consejo General de la Arquitectura Técnica, se estructura en 240 créditos ECTS, y establece las bases de una titulación generalista, -como marca la Declaración de Bolonia para los Títulos de Grado-, con el objetivo general de proporcionar una formación adecuada de perfil europeo sobre las bases teórico-técnicas y las tecnologías propias del sector de la edificación, enmarcada en una capacidad de mejora continua y de transmisión del conocimiento; estableciendo las destrezas, habilidades y competencias de los contenidos formativos mínimos de las materias que conforman la nueva titulación, bajo el criterio de legibilidad y comparabilidad internacional.

MATERIAS	CONTENIDOS FORMATIVOS MÍNIMOS
<b>FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS</b>	Álgebra Lineal. Cálculo. Geometría. Estadística Descriptiva y Correlación. Probabilidad. Variables Aleatorias. Inferencia Estadística. Estática del Sólido Rígido y Elementos Estructurales. Mecánica de Fluidos. Acústica. Calorimetría y Transmisión del Calor. Higrometría. Transporte y Distribución de Energía Eléctrica.
<b>EXPRESIÓN GRÁFICA</b>	Sistemas de Representación. Procedimientos de Expresión Gráfica. Procedimientos Avanzados de Comunicación Gráfica. Levantamiento de planos y Documento Gráfico. Técnicas y Equipos para la Toma de Datos. Procesamiento. Representación. Replanteos. Planimetría y Altimetría.
<b>TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS DE LA EDIFICACIÓN</b>	Geología. Química Aplicada. Tecnología de los Materiales. Ensayos. Control de Calidad de los Materiales y de los Sistemas Constructivos. Impacto Medioambiental. Historia de la Construcción. Tecnología y Sistemas Constructivos. Control de la Ejecución. Mantenimiento. Patología, Restauración y Rehabilitación. Equipos de Obra. Construcción Sostenible. Análisis Energéticos de los Edificios.
<b>ESTRUCTURAS E INSTALACIONES DE LA EDIFICACIÓN</b>	Elasticidad y Plasticidad. Resistencia de Materiales. Mecánica del Suelo y Cimentaciones. Tipologías Estructurales: Diseño, Cálculo y Comprobación. Diseño, Cálculo, Ejecución y Comprobación de las Instalaciones.
<b>GESTIÓN DEL PROCESO</b>	Técnicas de Planificación, Programación y Organización de la Edificación. Optimización de Recursos. Prevención de Riesgos Laborales. Seguridad en el Trabajo. Gestión, Aseguramiento y Control de la Calidad.
<b>DERECHO Y ECONOMÍA APLICADOS</b>	Derecho de la Construcción. Gestión Medioambiental. Planificación, Gestión y Control Urbanísticos. Economía General. Economía de Empresa. Gestión de Recursos. Análisis de Inversiones. Análisis de Costes. Técnicas de Medición. Elaboración del presupuesto del proceso constructivo. Valoraciones, Tasaciones y Peritaciones. Estudios de Viabilidad.
<b>PROYECTOS TÉCNICOS</b>	Redacción, Análisis, Auditoría, Control, Gestión y Desarrollo de Proyectos Técnicos.
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Desarrollo de un Proyecto o Trabajo Fin de Carrera.



El Libro Blanco supone el primer paso, dado por la *Red de Arquitectura Técnica*, para contribuir a la conformación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), y aunque el mismo no se conciba como documento vinculante para el Ministerio de Educación, es indudable que el respaldo unánime dado por las universidades y por la profesión hacen de él un documento difícil de rebatir.

Esto ha sido, no obstante, solo el primer paso que nos ha puesto en el camino para transformar y adecuar la actual titulación de Arquitecto Técnico al EEES, camino que tendremos que recorrer unidos y con el mayor grado de consenso posible, que considero, -y la experiencia del Libro Blanco así lo ha demostrado-, la mejor forma para conseguir los objetivos últimos en un proceso de Convergencia Europea que no se presenta fácil, debido tanto a la envergadura de los cambios en el sistema universitario español que se proponen, como a resistencias que pueden emerger a nivel académico y a nivel profesional.

Dichos cambios no solo requerirán de un proceso de reconversión mental por parte del profesorado que debemos de *"enseñar a aprender"* y por parte del alumnado que debe de *"aprender a aprender"*, sino que tendrán que venir también acompañados por una mayor financiación de la educación superior. Dos factores, el cambio de mentalidad y la financiación, que son complementarios y que difícilmente cumplirían sus fines por sí solos. Una financiación a todas luces necesaria que posibilite, entre otros, un sistema de becas suficiente de apoyo a la *movilidad*, porque sin ella no se estará cumpliendo uno de los objetivos del EEES.

Así, para la implantación de los ECTS (Sistema de Transferencia de Créditos Europeos) será necesaria la aplicación de nuevas metodologías docentes que permitan el seguimiento, control y evaluación del *aprendizaje* del alumno, la unidad de medida ya no se basará en el trabajo del profesor sino en el trabajo del alumno, este a su vez también tendrá que concienciarse que deja de ser un mero espectador para convertirse en el actor principal de la obra, que no va a escuchar para ver lo que le enseñan sino que va a trabajar para ver lo que aprende. En definitiva la adopción del sistema ECTS supone un cambio en el sistema y metodología de la enseñanza que deberá fomentar el aprendizaje y el autoaprendizaje; y en este sentido creo que aun sigue teniendo vigencia el pensamiento de Ortega y Gasset, bajo su perspectiva, *"no se debe enseñar todo lo que se sabe sino todo lo que se puede aprender"*.

Los conceptos de *"saber hacer"*, *"aprender a aprender"* y la adquisición de *"capacidades"*, *"destrezas"*, *"habilidades"* y *"competencias transversales"*, cobran valor en el nuevo sistema metodológico que se requiere para el desarrollo del Título de Grado. Conceptos estos que para algunos podrán parecer, en algunos casos simplemente filosóficos, en otros avanzados y en otros hasta anacrónicos, pero que en su conjunto pueden sintetizarse con el pensamiento de Aristóteles cuando propugnaba *".....solo aprendemos las cosas mientras las hacemos..... lo importante no es saber, sino mantener la capacidad de aprender siempre"*.

Y ese *".....mantener la capacidad de aprender siempre"*, sigue teniendo vigencia en una sociedad del siglo XXI cada vez más globalizada y cambiante, en donde los procesos de cambio se producen con más frecuencia y a un ritmo más acelerado.

La elaboración de *Guías Docentes* y la implantación de *Acciones Tutoriales*, son elementos que sin duda contribuirán al desarrollo de otras metodologías docentes, que deben tener visión de futuro y estar acordes con procesos de aprendizaje interdisciplinares; y para ello habrá que plantearse, en esta nueva concepción, que no podemos seguir manteniendo una estructura de asignaturas estancas e independientes en su totalidad, teniendo que buscar formulas que permitan la interconexión entre materias afines, con independencia al área de conocimiento a la que pertenezcan o estén asignadas, soy consciente que no es fácil, pero ese es el reto que se nos presenta.

Evidentemente, el cambio de mentalidad necesario, no está relacionado ni es directamente proporcional a la edad que se tiene, ni tampoco al conocimiento adquirido, sino que depende de la actitud con la que nos enfrentemos al problema, en este punto encontraremos dificultades, porque por un lado estaremos los que nos autodefinimos como *"euroconvencidos"* y por otro estarán aquellos que sin definirse son simplemente *"escépticos"* o *"inmovilistas"*, o como decía Maquiavelo, *".....porque la innovación tiene como enemigo a todos aquellos que se beneficiaron de las condiciones antiguas....., y no creen en las nuevas ideas hasta que tienen una larga experiencia con ellas....."*.

Por supuesto que no estoy propugnando el dar un salto al vacío, ni tampoco cambiar drásticamente de un día para otro, sino de comenzar a mentalizarnos y desarrollar acciones que nos permitan intercambiar experiencias para poder afrontar el futuro inmediato con ciertas garantías de éxito,

tanto para adaptar nuestra titulación de Arquitecto Técnico al nuevo Título de Grado en Ingeniero de Edificación, como para alcanzar los niveles de calidad que el nuevo EEES nos va a exigir.

Porque aunque ya es conocido por todos, que la frontera esta establecida en el 2010, no es menos cierto que para implantar nuevas formas en el enfoque y la organización de las actividades aplicadas a la estructura de la nueva Titulación de Grado, es deseable realizar pasos intermedios que permitan una adaptación progresiva. Y la oportunidad de comenzar antes de esa fecha límite de 2010 será factible y deberíamos aprovecharla conjuntamente.

El Ministerio de Educación y Ciencia remitió recientemente al Consejo de Coordinación Universitaria (CCU) la Propuesta de Directrices Generales Propias de los Estudios de Grado, en donde con carácter general se establece la "estructura" del Grado en 180 créditos de formación académica básica, incluyendo los contenidos formativos comunes, y hasta 60 créditos de formación adicional, en donde se incluye la realización de un trabajo o proyecto fin de carrera o la realización de prácticas específicas, según las distintas disciplinas; esta estructura propuesta permitirá realizar el postgrado con un master de 60 créditos o bien tras haber cursado los 180 créditos de formación académica básica, -en donde las Universidades podrán otorgar una Certificación Académica o un Título Propio-, realizar un master de 120 créditos. En definitiva lo que se pretende es hacer compatible la estructura de 3+1+1 con la estructura mayoritaria del resto de países europeos de 3+2.

Igualmente se establece en dicha Propuesta de Directrices Generales Propias, las especificaciones que debe contener la Ficha Técnica de la titulación, la descripción de los contenidos formativos comunes, las materias afines, el trabajo o proyecto fin de carrera y las prácticas tuteladas, así como algunas recomendaciones para la redacción de los Planes de Estudios.

En definitiva, una propuesta que intenta flexibilizar en todo lo posible los estudios de grado, eliminando la rigidez de los actuales planes de estudio, propugnando la transversalidad y dándole mayor autonomía a las universidades a la hora de elaborar su oferta formativa.

Actualmente, del nuevo "Catálogo de Títulos de Grado" se han dado a conocer 44 titulaciones que abarcan enseñanzas de todos los ámbitos de conocimiento, de ellas 9 corresponden a enseñanzas técnicas; en este ámbito y mas concretamente

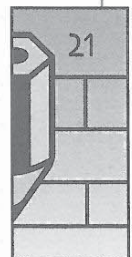
en el campo de estudio que nos afecta, la Subcomisión de Enseñanzas Técnicas encargada del estudio de las nuevas titulaciones de Grado en el campo de la Arquitectura y la Ingeniería Civil elevó su informe a la Comisión de Enseñanzas Técnicas, incluyendo "Ingeniero de Edificación" como el Título de Grado que sustituirá al actual título de Arquitecto Técnico.

Durante la elaboración de las directrices generales propias de cada titulación oficial de Grado y la determinación de las atribuciones profesionales que confiera, existirá la posibilidad de poder modificar la duración de una titulación en función de las directrices propias que se establezcan de la misma, así como de forma excepcional, se deja abierta la posibilidad de que se incorporen, o decaigan, nuevos títulos respecto de los inicialmente previstos.

En las Fichas Técnicas de las titulaciones se establecerán:

- La denominación de las enseñanzas y el título, la estructura de los estudios y, en su caso, las condiciones especiales que sean de aplicación.
- La justificación del título por su aportación al conocimiento, la empleabilidad de los titulados, sus conexiones con titulaciones afines y sus referencias europeas.
- Los objetivos del título y las capacidades, competencias y destrezas generales que con él se obtienen.
- Los contenidos formativos comunes, descritos por bloques de materias y, en cada una, los conocimientos, capacidades y destrezas que deben adquirirse.
- Las condiciones para la realización del trabajo o proyecto fin de carrera o las prácticas tuteladas.
- Las recomendaciones para la elaboración por las universidades de los correspondientes planes de estudios.
- La relación de las nuevas enseñanzas con las del anterior catálogo y, en su caso, las titulaciones que se extinguen y las condiciones de adaptación de los estudios anteriores a los nuevos.
- Los efectos académicos y las competencias profesionales que otorga y, en su caso, las normas que regulan la profesión.

Es fácilmente constatable que las especificaciones de los puntos anteriores están incluidas y desarrolladas en el Libro Blanco, por tanto la defensa de su contenido debe ser contundente y hasta sus últimas consecuencias.



# GEOMETRÍA DESCRIPTIVA. 1795-2005

## PERSISTENCIA Y CAMBIO

*Un profesor particular me explicó Euclides, y recuerdo claramente la intensa satisfacción que me proporcionaban las claras demostraciones geométricas.*

CHARLES DARWIN (1809-1882)<sup>1</sup>

**Pastor Barrera, Manuel.** Departamento de Ingeniería Gráfica. EUAT de Sevilla

### Estrategia política y perversión semántica



Con el nombre de Geometría Descriptiva bautizó Gaspar Monge la materia de las Lecciones que impartió en la Escuela Normal de París en el año 1795.

Estas Lecciones trataban, en primer lugar, de cómo representar con exactitud sobre los diseños de dos dimensiones (dibujos) los objetos que tienen tres, y que son susceptibles de una determinación segura (matemática), y en segundo lugar, de deducir de la descripción exacta de los cuerpos todo cuanto se sigue necesariamente de sus formas y de sus posiciones respectivas.<sup>2</sup>

Las Lecciones comienzan con la declaración solemne de su programa:

*"Para librar a la Nación Francesa de la dependencia que hasta hoy ha vivido de la industria extranjera necesitamos en primer lugar dirigir la educación nacional..."<sup>3</sup>*

y son un estudio pormenorizado y metódico de temas geométricos en la doble proyección ortogonal ya conocida, pero las ínfulas de grandeza de Sr. Monge hacen que las denomine Geometría Descriptiva y de ahí se han derivado equívocos, malentendidos e infortunios varios.

El título de Geometría Descriptiva es en principio, una perversión semántica y en definitiva el producto de una estrategia política.

La perversión semántica consiste en presentar como una Nueva Geometría algo que no lo es.

Las Lecciones son la aplicación de conceptos de geometría (euclidiana y proyectiva) a la doble representación (en planta y alzado) mediante proyecciones cilíndricas ortogonales.

Monge llama ciencia (geometría) a lo que es una tecnología, una ciencia aplicada. Llama "descriptiva" a las expresiones gráficas y presenta el resultado como un producto nuevo.

La estrategia política es la propaganda: presentar una ciencia nueva como bandera de una educación nueva para una nación nueva.

La labor de Monge es parte de un programa que pretende (nada menos) dar una dirección nueva a la educación nacional. Programa que se verá después plasmado en las directrices del Código Napoleónico.

La educación nacional que pretende este Código tiene por objeto la formación de los futuros líderes de la sociedad francesa.

En Gaspar Monge conviven el hombre de ciencia y el político con desigual concierto.

<sup>1</sup> DARWIN, Charles, *Autobiografía*, Alianza Editorial, Madrid, 1993.

<sup>2</sup> MONGE, Gaspar, *Geometría Descriptiva*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección de Ciencias, Humanidades e Ingeniería, Nº 52 Madrid, 1996.

<sup>3</sup> MONGE, Gaspar, Op. Cit.

Por un lado, el ingeniero de tantos trabajos, el profesor y moralista que intenta vencer la repugnancia que en general tienen los hombres a la meditación intensa y que hallen placer en el ejercicio de su inteligencia, que casi todos miran como penoso y fatigoso.<sup>4</sup>

Por otro, el servil colaborador de Napoleón Bonaparte y director de la infame operación de expolio de obras de arte de las Repúblicas Italianas por parte de Francia. Botín que sirvió para formar el grueso de los fondos del Museo del Louvre.<sup>5</sup>

El triunfo de Bonaparte lleva a la realidad muchos de los proyectos de Gaspar Monge y la influencia de Francia y de su revolución se extiende por Europa gracias a las campañas militares y a la obra de intelectuales y artistas.

Pero el camino de modernidad y progreso que Monge y sus conmlitones pretendían para Francia, lo había iniciado ya un siglo antes Inglaterra. Y sin la ayuda de la guillotina, ni de guerras de invasión.

Darwin estudió a Euclides, no a Monge.

La expresión Geometría Descriptiva hizo fortuna a partir de los discípulos y seguidores de Monge y ha llegado hasta nosotros envuelta en pros y contras que se ponen de manifiesto en ocasiones puntuales como los Nuevos Planes de Estudio o la integración de la Universidad española en el Espacio Europeo de Educación Superior.

Es por ello que nos vamos a ocupar de su vigencia y su futuro en el resto de este trabajo.

Los aspectos ideológicos de la obra y la biografía de Monge no tienen otro interés hoy día para nosotros que el meramente histórico. Sus intenciones, sus propósitos, no significan gran cosa para nosotros pero sí su obra técnica y científica y lo que de ella se ha derivado.

En especial nos interesa aclarar equívocos y malentendidos y separar aspectos circunstanciales de otros contenidos que puedan seguir siendo útiles para la Educación en general y las Escuelas de Aparejadores en particular.

Por supuesto que los objetivos de la Educación Pública han cambiado.

La formación de líderes no puede ser hoy el fin de una enseñanza estatal.

El estado no debe, bajo ningún concepto, discriminar a los individuos por razón de su extracción social o por su capacidad física o intelectual.

Hoy, el objetivo más general de la Educación Pública, no puede ser otro que la igualdad de oportunidades para la plena integración en la sociedad de todos los ciudadanos.



La Virgen de las Cuevas. Francisco de Zurbarán.  
Museo de Bellas Artes de Sevilla

## La Virgen de las Cuevas

Los equívocos y malentendidos ocasionados desde la aparición de la expresión Geometría Descriptiva, son múltiples y mayores conforme pasa el tiempo.

La obra de Monge propició (seguramente como producto del chauvinismo francés) que se le atribuyera la invención del Sistema Diédrico, al punto que se ha unido su nombre a él con la repetida muletilla de: Sistema Diédrico o "de Monge".

Este equívoco está ya suficientemente aclarado.

<sup>4</sup> MONGE, Gaspar, Op. Cit.

<sup>5</sup> HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, Antonio, *Monge*, Nívola, Libros y Ediciones S.L., Madrid 2002.

Maestro del pleonasma, Monge, con el título de su obra, ha dado lugar a la aparición de otras denominaciones aún más rebuscadas, como las de "Geometría Descriptiva Superior" y "Geometría Descriptiva Aplicada".

Encontramos estos títulos en textos que estudian aplicaciones prácticas concretas de los Sistemas de Representación y también en otros cuyos contenidos son básicos o elementales. Por redundar que no quede.

El uso de la expresión acuñada por Monge se ha extendido más allá de las aplicaciones que le dio su autor.

La Geometría Descriptiva ha llegado a alojar en su campo de contenidos a todos los Sistemas de Representación Técnicos.

Como una ilustrada y revolucionaria Virgen de las Cuevas que en lugar de proteger con su manto a los monjes cartujos del monasterio sevillano (como en el cuadro de Zurbarán) acogiera bajo él a un grupo de sujetos racionalistas e impíos.

Los infortunios de la virtud, que diría el Divino Marqués contemporáneo de Monge.

Sin saber geometría métrica no se pueden estudiar los Sistemas de Representación. Incluso añadiríamos que la geometría (del plano y del espacio) es fundamental e imprescindible (como el estudio de la filosofía) para la formación del intelectual en general y del técnico en particular o al menos lo ha sido hasta ahora en la cultura occidental, de la que el razonamiento lógico deductivo es un signo de identidad.

El testimonio de Darwin nos parece revelador.

Pero en nuestro país hay otros problemas de los que ni Gaspar Monge ni sus discípulos y seguidores son culpables en absoluto.

Durante años, durante décadas, en nuestro país se ha abandonado el estudio de la geometría, del trazado geométrico y del Dibujo Técnico en general.

Los profesores de dibujo de la Enseñanza Secundaria (antes Enseñanza Media) eran licenciados universitarios de cualquier especialidad (no importaba cual) generalmente de letras o humanidades a los que no se les exigía ningún estudio sobre dibujo artístico o dibujo técnico y que en los Institutos tenían que impartir... ¡las dos cosas al mismo tiempo!



La Parábola de los Ciegos. Pieter Bruegel.  
Pinacoteca de CapodiMonte. Nápoles

## La Parábola de los Ciegos

El poder manipula el lenguaje y al imposible acto de la creación lo sustituye el de la denominación.

Confundir la aplicación (Geometría Descriptiva) con lo aplicado (la ciencia pura) era más que un error una estrategia interesada.

Pero sin conocer la geometría clásica, la ciencia pura, no se puede aprender su aplicación.

Después, estas plazas de profesores las han cubierto mayoritariamente los profesores de Dibujo de las Escuelas de Bellas Artes y finalmente los licenciados de las Facultades de Bellas Artes que ante la imposibilidad de realizar carrera como artistas, buscan un lugar en el sol de la función pública, pero que suelen tener una especial animadversión a todo lo que tenga alguna relación con lo técnico o geométrico.

Nadie puede dar lo que no tiene y estos profesores (los nuevos y los antiguos) han transmitido a los alumnos cualquier cosa menos amor o conocimiento por aquello que desconocen o detestan.

De esos polvos, estos lodos.

Un ciego guía a otro ciego y este a su vez a un tercero... y así, al final, ¡todos al arroyo!

Hoy la mayoría de los titulados universitarios, incluidos los técnicos, desprecian el dibujo, o mejor dicho, lo desconocen.

El dibujo (todo tipo de dibujo) fue y sigue siendo una "maría" en la enseñanza pública española preuniversitaria.



Ocurre también, que cada vez se le dedica menos tiempo a su estudio y enseñanza, aunque este fenómeno lo comparten países de referencia para nosotros, tanto de Europa como de América.

Las pruebas de acceso a la Universidad se pasan sin conocer nada de Dibujo Técnico y hasta alguna titulación de Ingeniería como Telecomunicaciones lo ha eliminado de sus programas.

Cuando el estudiante llega a una Escuela Técnica se da de bruces con el problema de tener que estudiar los Sistemas de Representación sin tener la base mínima para lograrlo con éxito.

Los profesores de la Universidad se encuentran impotentes para resolver sin, tiempo ni medios, los fallos del sistema en las enseñanzas previas a la universitaria.

Y el fracaso de la enseñanza de esta materia es una firme realidad.

## Persistencia y cambio

En la actualidad, con el nombre de Geometría Descriptiva, se imparten en las Escuelas de Arquitectura y de Aparejadores unas asignaturas que versan sobre los Sistemas de Representación Técnicos.

En cambio, en las Escuelas de Ingeniería Técnica y Superior y tomando siempre como referencia la Universidad de Sevilla, el estudio de los Sistemas de Representación se realiza (por lo general) en la asignatura Dibujo Técnico, título con el que se conoce el lenguaje universal de los técnicos y que ha venido a englobar tres contenidos característicos: el Trazado Geométrico, los Sistemas de Representación y las Normas Técnicas.

Se concreta así una tendencia o postura de las Escuelas de Arquitectura que consideran que el Dibujo Técnico no resuelve suficientemente las necesidades expresivas de la Arquitectura (técnica y arte) y hace que se encuentren más identificadas con lo que ha venido a llamarse Expresión Gráfica Arquitectónica.

La asignatura Geometría Descriptiva comparte Plan de Estudios con otras (Análisis Gráfico Arquitectónico, Dibujo Asistido, Levantamiento y Análisis de Edificios, ...) que completan la formación del arquitecto en el campo de la expresión plástica.

En las Escuelas de Aparejadores se mantiene en general el modelo tradicional de repartir la docencia gráfica entre las asignaturas de Geometría Descriptiva (1 curso) y Dibujo (dos cursos) en un esquema que imita a las Escuelas de Arquitectura, aunque con menos asignaturas y variedad de contenidos.

En las Escuelas de Ingeniería, tanto Técnicas como Superiores, se ha impuesto el Sistema Diédrico Directo por el empleo generalizado del mismo en la actividad profesional en razón a su eficacia y economía de medios.

Las Escuelas de Arquitectura y Aparejadores siguen fieles al modelo de Gaspar Monge, aunque sólo sea por motivos de inercia ante la tradición pues no ofrece ninguna ventaja objetiva sobre el diédrico directo y sí muchos inconvenientes como la rígida definición del espacio de la representación, con la característica línea de tierra que el sistema directo elimina y los métodos o procedimiento de resolver problemas y hallar verdaderas magnitudes (abatimientos, cambios de planos y giros) que las actuales herramientas informáticas (ordenadores) sustituyen por otras metodologías.

Hoy, ante los nuevos Planes de Estudio de las Escuelas de Aparejadores para integrarse en el Espacio Europeo de Educación Superior, ante la titulación de Grado a la que los aparejadores aspiran como es la de Ingeniero de Edificación, tenemos que plantearnos las alternativas entre persistencia y cambio de la Geometría Descriptiva y el Dibujo Técnico en general.

Hay otro factor que nos obliga poderosamente a este análisis y a tomar decisiones al respecto y es la irrupción en los últimos años de los ordenadores en la vida profesional y académica.

Las herramientas informáticas, con sus programas y metodologías propias, han venido a influir y modificar la confección o realización del plano, al punto que han revolucionado el sistema productivo de la Expresión Gráfica.

Este fenómeno que ya se ha impuesto en la vida profesional de despachos y oficinas técnicas, tiene su correspondencia inevitablemente en el campo universitario y se configura como la nueva y preponderante técnica de expresión gráfica del presente y del inmediato futuro.

Hoy el plano es un producto nuevo y diferente al que conocimos en el siglo XX. Su enseñanza y su estudio, han de ser también, nuevos y diferentes.

El cambio es ya una realidad en la vida profesional y en la Universidad es ya, también, un proceso irreversible.

## Descenso a los infiernos

La asignatura Geometría Descriptiva de las Escuelas de Aparejadores vive una situación de crisis y contestación.

Este problema no es nuevo, pero se agudiza en los momentos de cambio.

Es en el estricto sentido etimológico del término una **agonía**, una lucha.

Una lucha con todo lo que la rodea: alumnos, titulados, instituciones académicas, profesores, etc., etc....

Los alumnos detestan la asignatura por su falta de preparación para abordarla, la abandonan masivamente y vuelven a ella en los últimos años de su estancia en la Escuela, cuando la asignatura ya poco puede ayudarles para el estudio del resto de la carrera.

Una vez titulados, su valoración de la asignatura no mejora (naturalmente) y es muy común la opinión de que sólo sirve para hacer más dura y penosa la vida del estudiante.

Esto opinan en sectores ajenos al profesorado, pero entre los profesores (de otras asignaturas) de la Escuela hay un gran porcentaje que no tienen sobre la asignatura una opinión mejor que la de los propios alumnos.

A los unos y los otros les frena, para decir lo que realmente piensan, el temor de que les tachen de borriquitos y terminan cargando sobre los métodos pedagógicos o los criterios de evaluación.

Pero lo que supera todas las previsiones es el caso de los que no son profesores de Geometría Descriptiva pero sí de otras asignaturas del área gráfica: Dibujo, Oficina Técnica, Topografía, etc., etc.,...

Una mayoría de estos profesores manifiestan abiertamente su escaso entusiasmo por ejercitar

la docencia de la Geometría Descriptiva y muestran hacia la misma una actitud que recuerda peligrosamente a las anteriormente comentadas.

Y para terminar el cuadro están las diferentes posturas de los profesores de la asignatura.

Algunos hacen de ella un vehículo de su creatividad, un medio de expresión que potencian con su vocación de análisis y representación del espacio.

Intentan, a través de la Geometría Descriptiva, incentivar en el alumno el razonamiento lógico deductivo que no ha desarrollado por la falta de estudio de la geometría métrica del plano y del espacio.

Otros se enrocan en las rutinas de sus métodos y procedimientos y hacen de ella un arma letal. Huérfanos de vocación y exentos de imaginación plástica, no saben que hacer con un lenguaje que en lugar de acercarlos a los alumnos, les aleja de ellos.

El escaso rendimiento académico, la baja relación entre aprobados y matriculados (no con respecto a los presentados al examen) le crean continuos conflictos con las instituciones y autoridades académicas, desde los Departamentos propios, al mismísimo rectorado.

Insatisfacción y presión.

La asignatura, por otro lado, parece tener vida propia. Se nos antoja una Vieja Dama distante y posesiva a un tiempo.

A poco que al profesor deje de renovar su repertorio, la asignatura se acartonada y se vuelve arqueología.

Ajena, como es por naturaleza, a novedades y modas, amenaza con sacar de la realidad y la actualidad al profesor que la imparte y lanzarlo al túnel del tiempo de la abstracción.

Llevados por la inercia de la especulación abstracta, los profesores de Geometría Descriptiva corren el gravísimo riesgo de dejar de tener los pies en el suelo de la realidad profesional y caer en la tentación de pretender que los alumnos adquieran conocimientos muy por encima de los que les exige el ejercicio de su profesión.

Los aparejadores no tienen por qué ser geómetras y sólo una ínfima parte de ellos serán en el futuro profesores de Geometría Descriptiva.



Alumnos, departamentos, autoridades académicas, titulados, profesores,... entre todos la están matando un poco cada día.

Es difícil encontrar otra asignatura (tal vez Dibujo, si acaso) tan escasamente valorada y apreciada.

El estado de la contestación es fuerte (en las escuelas de Arquitectura también existen problemas) pero el fenómeno no es nuevo y no traspasa el ámbito de la asignatura y la Escuela.

La posición de muchos profesionales, miembros de la Junta de Centro, miembros de Comisiones, etc.... es asignar a los Sistemas de Representación una mera función instrumental, y reducir la enseñanza de los mismos al mínimo necesario para tal fin.

Despojar a la Geometría Descriptiva de su función especulativa a través del razonamiento lógico deductivo, que le ha sustraído (en parte) a la geometría clásica.

Abandonar el objetivo de desarrollar el pensamiento tridimensional que siempre ha llevado aparejado y relegar el estudio de los Sistemas de Representación a un recetario de uso rápido para las representaciones de los objetos del trabajo profesional.

La dinámica del cambio creemos que es imparable. Y, o se cambia desde dentro o nos cambiarán desde fuera. En ese sentido se está trabajando desde dentro de la asignatura aunque con criterios dispares y desigual acierto.

La primera reacción de los profesores de la asignatura es sentirse culpables de la situación y pretender (mezcla de soberbia e ingenuidad) arreglar con una solución particular lo que es una situación general, un fallo del sistema educativo.

La primera tentación es bajar el nivel de exigencia y pretender hacer fácil lo que no lo es.

Los profesores no pueden, por más que quieran, resolver los problemas ajenos a su docencia.

No pueden corregir los fallos del sistema ni realizar el trabajo que corresponde al alumno.

Cada sector ha de asumir su responsabilidad.

En este sentido el voluntarismo ingenuo es un empeño nefasto e ineficaz.

Otra tentación recurrente es culpar del fallo de la

enseñanza de los Sistemas de Representación a los métodos de estudio tradicionales empleados en los mismos.

Nos referimos a la opción de algunos profesores que llevados por su afición a la informática, pretenden sustituir el estudio de los Sistemas de Representación por el estudio de la nueva herramienta que se nos ofrece para dibujar.

En el primer caso se trata de una ingenuidad y en el segundo caso se trata de un error nada ingenuo: sustituir la ortografía por la caligrafía (obligación por afición) aprovechando la coartada de la actualidad. Es confundir los fines con los medios.

Es una fórmula tan tentadora como equivocada, parcial y coyuntural.

Y finalmente, volvamos a señalar la posición de aquellos que pretenden mantener inmóvil el mundo que conocieron e impartir la misma enseñanza que ellos recibieron.

Con todo esto ya es hora de presentar algunas propuestas o conclusiones.

## Conclusiones o propuestas

Cumplido el sueño de Gaspar Monge más allá de los más optimistas vaticinios, doscientos años después de lo que para él fue un empeño menor, una anécdota en su impresionante biografía, la expresión Geometría Descriptiva aún nos ocupa y preocupa.

Despojada ya de su función de manto de la Virgen de las Cuevas, agradezcámosle los servicios prestados tanto al término Geometría Descriptiva como al Sistema Diédrico organizado por Monge y adoptemos la postura de las Escuelas de Ingeniería con un realista y eficaz sentido de acercar y vincular la vida académica con la profesional.

- Llamémosle al pan, pan y al vino, vino y dejemos los eufemismos y pleonasmos para políticos y poetas al uso.
- Aceptemos, como las demás ingenierías, el concepto de Dibujo Técnico, sin reservas y dejemos de tener a la Escuela de Arquitectura como una referencia obligada.

El mejor servicio que pueden hacerle a la Universidad y a la sociedad en general, las

Escuelas de Arquitectura y de Aparejadores es asumir cada una su propia identidad y sus propios cometidos, sin complejos ni interferencias. Son dos profesiones diferentes con todas sus ventajas e inconvenientes.

Las Escuelas de Arquitectura tienen otros objetivos y otros afanes.

Tienen más asignaturas donde desarrollar los lenguajes plásticos que consideren apropiados.

Tienen también sus propias contradicciones, pues si el término Dibujo Técnico les viene estrecho, no terminan en cambio de conectar y colaborar con las Facultades de Bellas Artes con las que, sin duda, tienen muchos temas que compartir.

A las tres titulaciones: Arquitectura, Bellas Artes y Aparejadores les convendría potenciar entre ellas el sistema de libre configuración de créditos para completar aspectos puntuales de sus campos de actuación profesional.

- Adoptemos el Sistema Diédrico Directo y no pretendamos hacer con el resto de los Sistemas de Representación más de lo que hacen en las Escuelas de Ingeniería (Sistema Axonométrico), en las de Arquitectura (Sombras, etc.) y en las de Bellas Artes (Perspectiva Cónica, etc.).
- Unamos las asignaturas de Geometría Descriptiva y de Dibujo de las Escuelas de Aparejadores y formemos una de Dibujo Técnico para impartir en dos cursos. En el primer curso de la nueva carrera de Ingeniero de Edificación, la asignatura de Dibujo Técnico se ocuparía de la realización del croquis y en el segundo curso de la realización del plano.
- Combínense la utilización del ordenador con la ejecución manual de los diversos ejercicios y plantéense ante las autoridades académicas las inversiones (importantes inversiones) necesarias para las instalaciones y servicios que permitan desarrollar el grueso de la asignatura por medios informáticos.

Pero no se pueden enseñar, ni aprender, dos cosas al mismo tiempo.

El estudiante de los Sistemas de Representación ha de conocer previamente el manejo del ordenador y de los programas ad hoc.

A tal fin, es necesario llevar de forma clara e inequívoca al ánimo de las autoridades académicas y políticas la necesidad imperiosa de que en la enseñanza secundaria se forme a los alumnos en el manejo de las herramientas informáticas.

Hacer que esta condición previa sea clave para superar las pruebas de acceso a la universidad a los futuros estudiantes de las Escuelas de Ingeniería.

- Crear la asignatura obligatoria de Fundamentos de Dibujo Técnico y que recoja todo aquello que no se estudia (por razones que ya hemos dicho) en la enseñanza secundaria y resulta imprescindible en la formación del técnico.
- En la redacción del nuevo Plan de Estudios del Ingeniero de Edificación, los profesores de Geometría Descriptiva (y los de Dibujo que les triplican en número) deberían tener la humildad y la generosidad de ceder el protagonismo de las decisiones a aquellas personas o instituciones que mejor conocen la vida profesional del actual Arquitecto Técnico.
- Dosificar todos estos elementos de la formación del técnico y establecer los objetivos de la docencia del futuro Ingeniero de Edificación de acuerdo con la figura del profesional que se pretende crear.

Y esa es la más importante y perentoria de las tareas para las actuales Escuelas de Aparejadores: establecer el perfil, conducta y conocimientos que han de definir al nuevo Ingeniero de Edificación.



# LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

## EN LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA TÉCNICA

### AUTORES:

**EDUARDO MARTÍNEZ BORRELL** ARQUITECTO TÍC. PROFESOR TEU DE DIBUJO ARQUITECTÓNICO  
EN LA EUAT DE MADRID

Departamento de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación

**IGNACIO ANTA FERNÁNDEZ** LCO. EN CC. EXACTAS

PROFESOR TEU EN LA EUAT DE MADRID

Departamento de Matemática Aplicada a la Arquitectura Técnica

**MERCEDES VALIENTE LÓPEZ.** Dr. ARQUITECTO CEU DE DIBUJO ARQUITECTÓNICO  
EN LA EUAT DE MADRID

Departamento de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación

## INTRODUCCIÓN

“Tenemos que preparar a los jóvenes para afrontar su futuro, no nuestro pasado”. (A.Clark)

# Es

tan difícil adivinar el futuro. Podemos suponer, basándonos en nuestra experiencia, que será muy diferente del presente y que los conocimientos vigentes actualmente pronto

estarán obsoletos. Al principio de nuestro siglo XX, era habitual que un joven aprendiese una serie de habilidades que con seguridad le servirían para desenvolverse durante toda su vida. En este momento todo se desconoce.

Es importante preparar a los jóvenes actuales para una época de cambios. En el futuro, veremos un mundo, donde la mayoría de los profesionales realizan trabajos que ni siquiera existían cuando nacieron. Cuando el mundo cambiaba a un ritmo

lento, los colegios y universidades no tenían problemas para formar licenciados perfectamente capaces de desempeñar trabajos en aquellos campos relacionadas con lo que habían estudiado. Hasta hace muy poco, era normal nacer, vivir y morir en una misma casa, tener un trabajo que durase toda la vida, que la relación de pareja (esposo o esposa) fuese para siempre (hasta que la muerte nos separe) e incluso quien nacía de sexo masculino, moría hombre. Como dice el poeta ahora todo cambia.

En este momento la sociedad demanda licenciados que sepan actuar laboralmente en campos que NO han aprendido, en profesiones, que no existían cuando estudiaban. Lo que debe hacer la educación es prepararlos para enfrentarse con un mundo que va a ser diferente al que conocieron en el colegio y en el que van a tener que desenvolverse. Será un mundo en el que se premie mas, el saber ser innovadores y emprendedores, que el de tener muchos conocimientos. ¿Cuántos trabajos de hoy se corresponden con carreras universitarias? ¿Dónde se aprende a ser consultor? ¿Y a ser vendedor? ¿Dónde están los profesores que pueden “enseñar” estas materias, en la universidad



tradicional? ¿Alguien tuvo la posibilidad de especializarse en e-learning en la universidad hace 10 años?

Este es un mundo en continua transformación donde los "supervivientes" son los más capaces de adaptarse, es decir, los que aprenden a cambiar. El conocimiento lleva fecha de caducidad y hay que renovarlo constantemente. La tecnología hace ya tiempo que juega un papel preponderante y, en el futuro, su presencia y relevancia sólo va a aumentar. Hubo una época donde la misión de la enseñanza era básicamente proveer información. Hoy ya no le podemos pedir que se enseñe a memorizar y recordar sino a encontrar, usar y aplicar información, pensar críticamente, razonar, decidir y en definitiva innovar.

Toda ha cambiado. Se debe enseñar en las Universidades a razonar, decidir e innovar. La escuela tiene que preparar gente adecuada para este nuevo entorno. Antes existía una carestía de información y quien disponía de ella tenía una ventaja incomparable. Hoy la información es excesiva, abundante, de rápida caducidad, nos abruma, ya no es una ventaja. Ahora la falta de conocimiento viene más por la sobredosis de información que por su ausencia.

Antiguamente importaba recopilar el máximo de información, hoy importa procesarla adecuadamente. En épocas anteriores una carrera universitaria significaba trabajo para toda la vida. Hoy sabemos que el aprendizaje tiene que ser permanente. En la antigüedad había una edad para estudiar y otra para trabajar. Ahora sabemos que no dejaremos de estudiar durante toda nuestra vida.

¿Estamos de acuerdo en lo que entendemos por ciudadano educado para el Siglo XXI? Parece obvio que NO. Si en el colegio los niños debieran aprender cosas que les serán de utilidad en la vida adulta, entonces el currículum del año 2006 no puede ser el mismo que el de hace 100 años. Sin embargo basta con echar un vistazo a lo que tienen que aprender nuestros hijos en el colegio: Literatura, química, filosofía, historia, matemáticas, ... y se ve que no ha cambiado mucho.

En nuestra sociedad consideramos intelectuales a aquellos especialmente ilustrados en humanidades que mantienen la reputación de cultos. Se titulan miles de licenciados en geografía e histo-

ria, filosofía, arte o filología porque seguimos pensando que en eso consiste formar ciudadanos bien educados. Decidimos que en los colegios se aprenda álgebra y trigonometría en lugar de nociones básicas de negocio/empresa, medicina/salud/nutrición o inteligencia emocional.

En los planes de estudio se hace más hincapié en aspectos intelectuales (latín, física, gramática) en lugar de aspectos humanos como relaciones interpersonales (pareja, hijos, amigos, compañeros), comunicación, gestión de sí mismo, pensamiento crítico o creatividad es porque seguimos arrastrando la visión de la educación de remotas épocas elitistas. ¿Alguien piensa que es importante saber mecanografía a día de hoy? Por un lado, la mayoría de las personas son incapaces de expresar por escrito y con claridad sus pensamientos. Por el otro, el ordenador, el e-mail y en cierta medida el e-learning han traído consigo que la gente haya tenido que volver a escribir cuando habían pasado años sin apenas hacerlo.

## ¿HACIA DÓNDE VA LA UNIVERSIDAD?

La declaración de Bolonia firmada en 1999 por los 29 estados de la UE y que ha sido ratificada en la reunión de Berlín en el 2003 por 40 estados. En ellas todos los estados se comprometen a coordinar sus políticas educativas para conseguir a corto plazo antes del 2010 la creación del Espacio Europeo de Educación Superior y la Promoción mundial de un sistema Europeo de Educación Superior.

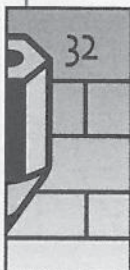
Pero esto ¿Qué significa para nosotros? ¿En que tenemos que cambiar para adecuarnos a este marco que nos marcan?

Se nos dice que entre los objetivos que se señala en Bolonia está:

Crear un sistema fácilmente comprensible y comparable de titulaciones.

Este sistema está basado en dos niveles y tres ciclos. Grado y Postgrado (Master y Doctorado) Por una parte el establecimiento de un sistema de créditos europeos los famosos ECTS para promover la movilidad de los estudiantes.

Por otra parte la adopción de una arquitectura común de los títulos de forma que puedan ser



comparables. Asimismo se implantará el Suplemento Europeo al Título (Diploma Supplement) Impulso de la movilidad de los estudiantes y demás miembros del claustro universitario y de la universidad.

¿Cuál es el objetivo de todo esto? Hacer una reorganización conceptual de los sistemas educativos. La utilización de un sistema de calificaciones común permitirá una comparación entre los diversos países. Y se supone que la implantación el Suplemento Europeo al Título (Diploma Supplement) facilitará la lectura inmediata del expediente del alumno.

¿Pero que es todo esto? Veamos algunos puntos que nos aclaren estos conceptos.

El Suplemento Europeo al Título (Diploma Supplement) es un documento personal para cada titulado que añade información al título mediante una descripción de su naturaleza, nivel, contexto y contenido.

Su objetivo es incrementar la transparencia de las diversas titulaciones impartidas en Europa y facilitar su reconocimiento académico y profesional por las instituciones.

Los ECTS es un sistema que permite medir el trabajo que deben realizar los estudiantes para la adquisición de los conocimientos, capacidades y destrezas necesarias para superar las diferentes materias de su plan de estudios.

La actividad de estudio (entre 25 y 39 horas por crédito) incluye el tiempo dedicado a clases lectivas, horas de estudio, tutorías, seminarios, trabajos, prácticas o proyectos, así como las exigidas para la preparación y realización de exámenes y evaluaciones.

Los Estudios de Grado son las enseñanzas universitarias de primer ciclo, para lograr una formación académica y profesional de los estudiantes que les capacite tanto para incorporarse al ámbito laboral europeo como para proseguir su formación en el postgrado.

El número total de créditos para obtener el grado estarán comprendidos entre 180 y 240 créditos

El Postgrado es el segundo nivel de los estudios Universitarios. Comprende dos ciclos:

Formación avanzada para la obtención del título de MASTER ( 60 a 120 créditos)

Formación investigadora para la obtención del título de DOCTOR

Para acceder al Doctorado se requiere al menos 300 créditos de Grado y Postgrado (Master)

Todo esto supone un gran cambio. Hay algunas consideraciones al respecto:

Suplemento Europeo al Título es un punto que puede crear controversia. Este sistema ya se venía realizando por algunas Universidades Privadas. Las Universidades privadas, llevan años vendiendo sus servicios, y corremos el peligro que estas Universidades enmascaren sus "servicios" y las Universidades Públicas no sepamos vender nuestras magníficas enseñanzas, instalaciones, en definitiva nuestras excelentes aportaciones, y nos quedemos atrás.

Pensaréis que estamos equivocados pero no es así, tenemos que concienciarnos que tenemos unas espléndidas universidades con unas extraordinarias enseñanzas que avalan años de aceptación por la empresa y la sociedad. Prueba de ello son como demandan a nuestros titulados las empresas del sector. En las ESCUELAS DE ARQUITECTURA TÉCNICA de España no existe paro. Los titulados son contratados incluso antes de presentar su fin de carrera. En las obras son ampliamente reconocidos, tienen conocimientos técnicos en todos los campos y lo que es más importantes están preparados para seguir formándose, adaptarse al entorno y trabajar en equipo. Así que tenemos unas soberbias universidades.

¿Quiero eso decir que tenemos que anquilosarnos en el pasado?, No. hay que mirar hacia el futuro, pero con la conciencia clara que hemos hecho un buen trabajo. Que tenemos que mejorarlo por supuesto, pero convencidos que estábamos en el buen camino.

Podemos modificar nuestras enseñanzas con las nuevas tecnologías. O empleando métodos tradicionales con otros enfoques. Muchos de nosotros ya veníamos haciéndolo de forma reglada o a modo de trabajo complementario pero ahora es el momento de implantarlo en la enseñanza Obligatoria, como resultado de todos nuestros esfuerzos. No debemos olvidar que el medio sólo es un instrumento para la concreción del fin, pero, de ninguna manera es el objetivo de nuestro trabajo.

Se nos anima a dar nuevos enfoques metodológicos que transformen nuestro sistema educativo basado en la *enseñanza*, a otro basado en el *aprendizaje*.

Se nos dice que este proceso de aprendizaje debe ser interactivo y se debe sustentar en tres principios:

- Mayor implicación y autonomía del estudiante
- Utilización de metodologías más activas casos prácticos, trabajos en equipos, tutorías, seminarios, tecnología multimedia
- Papel del profesor como agente creador de entornos de aprendizaje que estimulen a los alumnos.

Como vemos la mayoría de estas actuaciones ya se estaban utilizando.

En todas nuestras Universidades se impartía docencia con casos prácticos, trabajos en equipos, tutorías, seminarios.

Muchos de nosotros trabajábamos ya con tecnología multimedia. Veamos estos campos mas detenidamente para ver su posible actuación, si no lo estábamos ya realizando. Veremos algunos de los ejemplos que hemos venido estudiando en nuestro Departamento.

Existen numerosos sistemas que veníamos trabajando y que ahora tenemos oportunidad de realizarlos. Enumeraremos algunas posibles actuaciones.

Una de las nuevas tecnologías aplicadas a la educación o tecnologías multimedia es la tele-educación. Consiste en una enseñanza a distancia, abierta, flexible e interactiva, basada en el manejo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones y, sobre todo, aprovechando los medios que ofrece Internet. Dicho de otra manera, se trata de una modalidad de educación no presencial que utiliza los medios telemáticos como herramienta fundamental para el desarrollo y uso del material docente. Parece que se tiende a que la enseñanza avance hacia un modelo que se aleje de la clase magistral en la que la figura del profesor es el centro del sistema y se dirige hacia un modelo que fomenta la participación como medio fundamental del aprendizaje, en el que el profesor aparece de guía de los conocimientos. No sé si esto dará el resultado esperado.

Los **pasos** por los que ha atravesado la educación multimedia han sido:

Enseñanza a distancia; a través de correo y libros. Enseñanza asistida por ordenador; con un ordenador y un programa tutorial. El inconveniente era la falta de ayuda.

Educación por Internet; plataformas... etc. En ella hay ayuda del profesor por e-mail, chat, telefonía IP o videoconferencia.

Entre las ventajas e inconvenientes de la tele-educación nos encontramos las siguientes:

Como **ventajas** caben destacarse:

- acceso a la información de personas aisladas geográficamente o con dificultades físicas
- posibilidad de personalizar el aprendizaje, atendiendo a las distintas capacidades, conocimientos e intereses del alumno
- El aprendizaje se realiza a la velocidad necesaria para la perfecta asimilación por el usuario
- Con la tutorización personalizada cada persona puede resolver sus dudas cuando desee y como desee
- opciones a la hora de elegir el momento del año en que se quiere comenzar el curso
- actualización constante de materias y contenidos que permite el sistema.

Entre los **inconvenientes** pueden citarse:

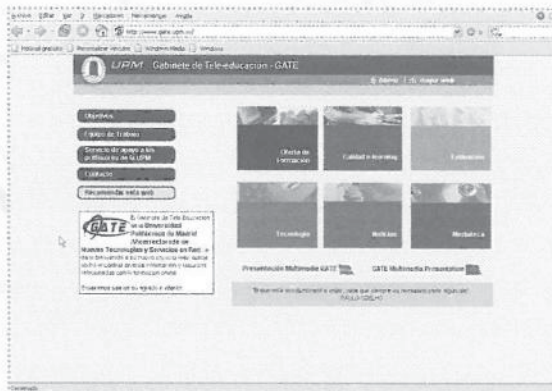
- falta de contacto humano entre los diferentes actores (alumnos y profesores)
- cierta falta de confianza por parte de algunos profesores en utilizar las nuevas tecnologías para impartir clases.

Cada vez mas, se habla de reuniones por videoconferencia, de reducir el correo por e-mails... etc. es por ello que las enseñanzas dirigidas, a través de Internet, están siendo mas utilizadas. No solo por la mejora en la reducción de tiempos en el transporte, sino por los excelentes resultados que obtienen los alumnos por estos medios, dominando la tecnología que estos métodos conllevan.

Uno de los mayores problemas de las enseñanzas a través de la RED son las plataformas que soportan los cursos. La rigidez de estas plataformas y su escasa versatilidad hacen que cada vez mas el medio sea un obstáculo y no un aliado en sí mismo. El coste que implica el diseño de una plataforma hace imposible que se diseñe una acorde con nuestras necesidades es por ello que es el profesor el que debe de adaptarse a la plataforma y no al contrario como debería de ser.







Existen numerosas plataformas en el mercado en la página:

Perteneciente al GATE (Gabinete de Tele Educación) de la UPM podemos ver el análisis de algunas de ellas.

Pero sin embargo estas plataformas facilitan otros campos difíciles de gestionar con otros métodos como son: La corrección automatizada de text, encuestas, cuestiones..., asimismo la comunicación entre los profesores y los alumnos y la comunicación de los alumnos entre sí se ve potenciada por acciones como: Los foros de opinión, canales privados de Chat, salas de presentación, salas de tutorías... que hacen más amenas las enseñanzas y facilitan el aprendizaje.

Ningún sistema multimedia constituye todavía una verdadera alternativa a los métodos pedagógicos convencionales. Sin embargo, las técnicas de la realidad virtual están ya dando lugar al desarrollo de nuevas formas de aprendizaje basadas en la participación activa de los alumnos -viendo, oyendo, haciendo las cosas que aprenden.

## METODOLOGÍA MULTIMEDIA: CURSOS A DISTANCIA POR INTERNET

Es un error pensar que una persona aprenderá automáticamente por el hecho de exponerla a determinada información, colocándola frente a un profesor o, en su lugar, ante unos contenidos digitalizados. **Las personas no aprenden escuchando o leyendo.**

Lo que se memoriza se nos olvida (pensemos en cuantos exámenes de los que hicimos durante la carrera seríamos capaces de aprobar a día de hoy) y lo que recordamos no somos capaces de aplicarlo.

En la enseñanza e-learning, se asume que los alumnos aprenderán leyendo y evaluamos lo que recuerdan a través de las encuestas.

La experiencia y el sentido común nos dice algo totalmente diferente.

Las personas aprenden:

- Haciendo (learn by doing).
- Persiguiendo objetivos que les importan a ellos (motivación).
- Equivocándose y reflexionando sobre cómo resolver los problemas, por lo general con la ayuda de alguien más experimentado.
- En un entorno seguro, libre de riesgos y con apariencia de trabajo real que alienta la experimentación, el razonamiento, la toma de decisiones y vivir las consecuencias de esas decisiones.

*Educare in latín significa sacar hacia fuera lo mejor de uno mismo, y eso es lo que pretendemos con nuestra docencia.*

Actualmente en nuestros Departamentos se están impartiendo numerosos cursos a distancia, con diferentes metodologías.

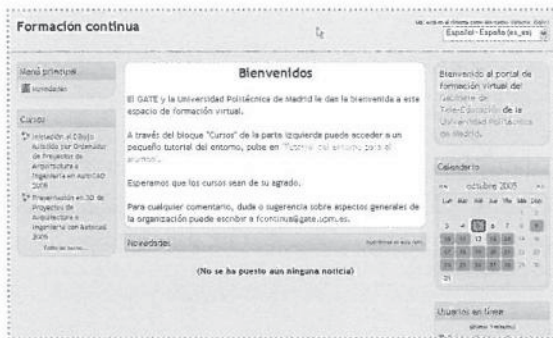
Existen diversas opciones, en función del tipo de alumnos.

Hay cursos que no necesitan de enseñanza presencial y que el contacto con el alumno es siempre a través de la RED. (e-learning)

Otros que el alumno necesita ver al profesor para ello lo realizamos con enseñanzas mixtas. (b-learning)

En nuestro Departamento existen cursos que se imparten a través de la RED de Internet con apoyo de plataformas diseñadas para este fin.

Son cursos desarrollados enteramente por el profesorado de nuestra escuela, con el apoyo técnico del GATE, que nos proporciona una plataforma para Internet así como personal técnico.



El objetivo general de estos cursos es el de iniciar y desarrollar las presentaciones de proyectos en el campo de la Arquitectura y la Ingeniería a través de los medios informáticos.

Los temas teóricos se colgarán de la red, en la plataforma, por un tiempo determinado. Una vez estudiados, el alumno podrá realizar auto evaluaciones y prácticas tutorizadas de aplicación del tema.

Estas auto evaluaciones y prácticas tutorizadas no tendrán que ser remitidas al profesorado. Ya que la plataforma las corrige automáticamente. Cuando el alumno considere que tienen conocimientos suficientes del tema, realizará las prácticas evaluables, que serán remitidas al profesorado y que este le devolverá corregidas y comentadas.



Asimismo se realizarán controles cada vez que se concluya un tema y el profesor lo considere necesario.

Al finalizar el seminario se realizará un control final como síntesis de los conocimientos adquiridos.

Para realizar estos seminarios de enseñanza a distancia por Internet serán necesarios conocimientos básicos de manejo de Windows y del correo electrónico

Podemos ver estos cursos en la página de la UPM-SERVICIOS-GATE-SEMINARIOS A DISTANCIA

Así existen otros tipos de cursos que se imparten con un libro virtual y apoyo presencial en este caso las prácticas se entregan vía email.

En estos cursos, nuestro objetivo es que el alumno a través de las prácticas realizadas, sintetice los conocimientos que se le han impartido.

El Curso comienza con tres días de clases presenciales, al objeto de explicar y poner en práctica el funcionamiento del mismo. Una vez por semana, los alumnos asistirán a una clase presencial, en la medida que se vayan necesitando, por parte del profesor-tutor.

A partir de este momento, el alumno en su domicilio, lugar de trabajo, etc. con los conocimientos adquiridos en las clases presenciales, repasa con la ayuda del CD Rom estos conocimientos y realiza las prácticas designadas por el profesor-tutor, para el día de la fecha.

Las prácticas realizadas por los alumnos deben ser enviadas al profesor-tutor diariamente y que el profesor le devolverá corregidas en 24 horas empleando el correo electrónico sin plataforma que lo soporte.

Además de los tres primeros días del inicio del curso impartidos con enseñanza presencial hay otros cuatro días al final del curso donde se realizará la evaluación final.

La ventaja del sistema (b-learning) tanto para el alumno como para el profesor, es el no-desplazamiento con el consiguiente ahorro económico y de tiempo empleado.

Otra ventaja tanto para uno como para otro, es que el tiempo de dedicación diario pueden repartirlo a lo largo del día según le convenga.

Asimismo es importante destacar el seguimiento exhaustivo que se hace del alumno, con la consiguiente motivación que ello conlleva.

La experiencia que tenemos en estos cursos, con mas de diez años impartidos, hace que ten-

gamos la certeza de que el alumno concluye el curso con un buen nivel de conocimientos y con una alta satisfacción por el sistema de trabajo.

Es este tipo de enseñanzas las que se pueden importar a ese nuevo sistema Docente que pretenden impartir. No como base de la enseñanza obligatoria sino como complemento para las labores docentes.

Como complemento a las clases presenciales cogiendo de las Plataformas Los temas teóricos, las prácticas, las prácticas resueltas. Bibliografía, Exámenes, Solución a los Exámenes... etc.

Asimismo puede ser un buen complemento para las tutorías, para difundir un mensaje a todos los alumnos, para dar una respuesta común, para que los alumnos realicen sus preguntas en tiempo real, sin tener que pasar por el despacho,...etc.

Pero entiendo que este tipo de enseñanza es un complemento nunca un objetivo en sí mismo.

Este tipo de enseñanza no se puede realizar sin un apoyo humano y Bibliográfico importante. Veamos algunos ejemplos.

## LOS LIBROS ELECTRÓNICOS

Un e-book o libro electrónico es un archivo digital que al ejecutarse en un ordenador, en una agenda tipo PDA o en un aparato específico para la lectura de libros electrónicos, permite leer el contenido de una obra en una pantalla.

### Ventajas e inconvenientes

La primera ventaja de un libro electrónico es que en un solo dispositivo se pueden almacenar varias obras, con lo que se puede ir de un lado para otro con una "biblioteca a cuestas".

Otra ventaja es que el lector puede buscar el significado de las palabras que no conozca de forma muy sencilla, gracias a los diccionarios que poseen los programas, así como actualizar de forma periódica el contenido de las obras, lo cual en los libros técnicos resulta ser de especial interés.

Otro punto a favor es el precio ya que al desaparecer el papel, la tinta y todo el complejo proceso de impresión, los costes se abaratan.

### Inconvenientes :

La resolución de las páginas. Si un libro en formato papel tiene resolución de 1.200 puntos por pulgada, los formatos electrónicos se mueven actualmente por debajo de los 100 puntos por pulgada.

El resultado de la lectura resulta más cansada.

Otro problema es que la gente está acostumbrada a poder llevarse la lectura a cualquier parte y también resulta algo incómodo llevarse un ordenador a la cama para leer.

Otra cuestión será vencer el tabú de las generaciones menos jóvenes a abandonar la comodidad del formato papel. O como a mí que me gusta tocar el papel del libro saborear su lectura.

En nuestro departamento para la impartición de los cursos que se desarrollan, se ha formado un equipo de profesores, que redactan los temas, publican los apoyos bibliográficos y evalúan el curso. Existen diversos apoyos bibliográficos elaborados por el equipo docente tanto en soporte de papel como en soporte informático.

Cada volumen está constituido por varios temas, cada tema está confeccionado por un profesor del equipo y consta de: Teoría, Prácticas guiadas, prácticas (sin guiar) Auto evaluación (con preguntas y respuestas).

El Libro, no pretende sustituir las enseñanzas impartidas por el profesor, sino ser una herramienta de consulta en caso de duda, en la realización de prácticas, ejercicios y análisis de los conocimientos adquiridos.

## LOS MÉTODOS DE ENSEÑANZAS CONVENCIONALES Y SU POSIBLE APORTACIÓN

Estos nuevos métodos de enseñanza no tiene por que ser necesariamente convenientes en el contexto educacional. Su utilización en la docencia debe estar altamente justificada. Ya que su inadecuada utilización puede empobrecer la educación, mas que los métodos tradicionales. No se debe admitir que la utilización de las nuevas tecnologías mejoren automáticamente la educación. Deben de utilizarse en el momento adecuado y de la forma precisa.

Como se nos ha dicho el proceso de aprendizaje debe ser interactivo y se debe sustentar en tres principios:

- Mayor implicación y autonomía del estudiante
- Utilización de metodologías mas activas casos prácticos, trabajos en equipos, tutorías, seminarios, tecnología multimedia



- Papel del profesor como agente creador de entornos de aprendizaje que estimulen a los alumnos.

Pero la mayoría de estos principios ya se venían desarrollando en la enseñanza convencional. ¿Cómo podíamos darle un mayor énfasis?

- casos prácticos,
- trabajos en equipos,
- tutorías,
- seminarios,
- Utilización del *Portafolio*

## CONCLUSIONES

Nos encontramos en el inicio del establecimiento de un mapa de titulaciones que serán elaboradas y concluidas en el 2007. Una vez terminada esta fase se tendrá tres años para implantar los nuevos planes de estudios que deberán estar en vigor para el 2010.

A mi modo de ver, la conclusión es bastante obvia: La educación tal y como la conocemos está herida de muerte y el e-learning forma parte de este escenario. La irrupción de una generación nueva (digital) y la necesidad de aprendizaje permanente converge en un vértice común: la tecnología. Así como la era de desplazarse durante largas distancias a pie o a caballo o fabricar productos artesanalmente quedaron arrinconadas hace ya mucho tiempo, la era de la educación tradicional también está agonizando. Necesita del complemento de la educación Multimedia. Lo que ocurre es que para empezar, hay tres problemas que hace falta abordar:

El primero es que en la educación faltan oportunidades de practicar las habilidades que se tratan de enseñar.

El segundo es que tenemos serios problemas para mantener la motivación durante el tiempo necesario para lograr competencia en esas habilidades. Los alumnos salen, en ocasiones, entusiasmados del curso pero al cabo de pocos días la llama y la energía se apagan.

El tercero es que e-learning no tiene mucho futuro si no es capaz de ofrecer valor y para ello debe vincularse a los objetivos de negocio de la empresa. Pocos directivos consideran todavía que

aprender es trabajar. Nadie hace formación por hacer formación. **La formación es un medio, nunca un fin.**

Hemos expuesto las diferentes metodologías docentes en las que en estos momentos nos movemos. Se ha analizado, como cuando se enseñan disciplinas con ordenador, hay que cuidar que el alumno no solo entienda el programa que utiliza, sino que comprenda la filosofía del sistema y se cree un espíritu crítico de los medios empleados. Hay que enseñarle a analizar los trabajos que en ese medio existan, de forma que se pueda crear, una conciencia cierta del trabajo a desarrollar.

Este criterio de selección es más importante que el que se le enseñe una aplicación de un programa determinado, ya que eso puede aprenderlo por muchos medios, pero sin embargo, el que el profesional sepa lo que quiere expresar y lo haga con los medios adecuados es lo más importante.

Estamos presenciando el principio de una gran revolución en el campo del aprendizaje. Desde la invención de la imprenta no ha habido una innovación tecnológica de tanta trascendencia para el sistema educativo como la enseñanza a distancia. Es evidente que la situación actual de la enseñanza a distancia, no es definitiva. Los actuales medios son relativamente primarios comparados con los que existirán dentro de unos años.

En el e-learning tengo la sensación de que estamos en plena crisis de innovación. No parece haber mucho de nuevo en la Web. El e-learning aparenta estancamiento. Casi todos los cursos se parecen entre sí y actúan del mismo modo. Tenemos por delante un panorama con unas enormes posibilidades de explorar y que se ha mantenido inmóvil durante muchísimos años. Este es un momento de Innovación y los sistemas b-learning como complemento a la enseñanza tradicional puede ser un buen comienzo. Necesitamos hacer una investigación más exhaustiva en el campo de la educación por Internet, profundizando en el proceso de aprendizaje. Tan simple, tan claro pero al mismo tiempo tan infrecuente, tan poco habitual.

Es importante el material didáctico desarrollado para que la información llegue de manera coherente y adecuada al alumno. La dificultad estriba en que tenemos mucho que aprender y en muy poco tiempo. Se nos están imponiendo tiempos muy cortos controlados por intereses comerciales u otros intereses ajenos al sector docente.



La enseñanza de la Expresión Gráfica en las Escuelas Universitarias de Arquitectura Técnica se encuentra en un momento muy delicado. Es necesaria una mejor planificación de aprendizaje para que la educación sea más eficaz. Necesitamos una nueva gama de planes de estudio, cursos... etc. que estén basados en una completa formación. Y esto implica la utilización de las nuevas tecnologías y la adaptación de los sistemas de docencia a la evolución de los medios.

Las nuevas tecnologías no tienen por que ser necesariamente convenientes en el contexto educacional. Su utilización en la docencia debe estar altamente justificada. Ya que su inadecuada utilización puede empobrecer la educación, mas que los métodos tradicionales. No se debe admitir que la utilización de las nuevas tecnologías mejoran automáticamente la educación.

La educación e-learning como único objetivo en el contesto educacional es absurda. ¿Cuántos de nosotros haríamos un MBA online teniendo el mismo MBA presencial al lado de casa? Pero a su vez existen otros problemas en la Educación pública como la masificación, que este tipo de enseñanzas como complemento a las tradicionales podría paliar.

Nos queda mucho que aprender, sobre el proceso del aprendizaje, y en especial con la utilización de las nuevas tecnologías. Por tanto es necesario un análisis profundo del sistema docente, para darnos cuenta si nuestras estrategias y técnicas actuales incluso las más avanzadas, son las mas adecuadas para la sociedad del futuro. Debemos estar preparados para los cambios que la sociedad nos demande. Esto crearán un Profesional adecuado a las exigencias de la sociedad del futuro.

Es importante en una época de grandes cambios que tengamos claros nuestros objetivos. No podemos trabajar por etapas, reaccionando precipitadamente ante cada desarrollo cuando aparece. Por el contrario tenemos que tener claros los fines, para después escoger los medios mas adecuados. Las decisiones que se tomen en los próximos años, afectarán a nuestro sistema educativo en varias décadas. Es por ello que si pretendemos tomar decisiones correctas debemos tener ideas claras y firmes.

**Creemos firmemente que el futuro de la sociedad depende de la calidad de la educación.**

## BLOGRAFÍA GENERAL

AAW, (1996) *Cultura es creatividad Forum, la cultura en el mundo que viene*, Oficina de Candidatura Barcelona 2001, 1996 Barcelona.

LÉVY, Pierre, (1999) *¿Qué es lo virtual?* Paidós multimedia. Ed. Paidós. Barcelona.

MIRABITO, M.A. (1998) *Las nuevas tecnologías de la comunicación*, Ed. Gedisa. Barcelona

PRENSKY, Marc *Digital Game-Based Learning* (Mc Graw Hill 2000).

SCHANK, Roger, *Designing World-Class E-Learning: How IBM, GE, Harvard Business School, And Columbia University Are Succeeding At E-Learning* (McGraw-Hill 2001).

## BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

JOSÉ MANUEL CALCEDO SIERRA. SOFÍA HERRE-RO DEL CURA.

PABLO MAYOR LOBO. EDUARDO MARTÍNEZ BORRELL.

JOSÉ RAMÓN OSANZ DÍAZ. CARMEN SANZ MERCEDES VALIENTE LÓPEZ

"UNA HERRAMIENTA PARA EL DIBUJO TÉCNICO: AUTOCAD 2002"

"PERFECCIONAMIENTO DEL DIBUJO ASISTIDO POR ORDENADOR DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CON AUTOCAD 2002"

"PRESENTACIONES EN 3D DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CON AUTOCAD 2002 Editorial Bellido. Madrid 2002.

## REFERENCIAS PÁGINAS WEB

Engines for education  
<http://www.engines4ed.org/hyperbook/>  
Seymour Papert  
<http://papert.org/works.html>  
John Seely Brown  
<http://www.johnseelybrown.com/>



# La Topografía en la edificación ante los nuevos planes de estudios y el espacio europeo de educación superior



*Francisco Ramón Lozano Martínez  
Gabriel Granado Castro  
Departamento de Ingeniería Gráfica  
Universidad de Sevilla*

**T**odavía no se han cumplido cuatro años de la aprobación de la L.O.U., cuando, inmersos en el proceso de adaptación a la misma, nos preparamos para incorporarnos al Espacio Europeo de Educación Superior.

Probablemente nos encontremos, en los últimos 25 años, en el periodo de tiempo más corto donde se están produciendo los mayores cambios en las universidades españolas.

Los cambios son siempre traumáticos. No podemos negar que en general nos gusta poco cambiar, agravándose esta situación en el ámbito de la enseñanza, tan presto al acomodamiento.

No obstante, realizando un somero análisis a la posición de la Universidad Española en el contexto europeo, sobre todo en el ámbito de la investigación, es lícito pensar que un cambio es necesario y que es muy probable que mejoremos considerablemente. Eso esperamos.

En este escenario de cambios, los profesores de las actuales Escuelas Universitarias de Arquitectura Técnica nos encontramos ante dos retos cruciales para el futuro de nuestra docencia. Por un lado la adaptación al nuevo concepto de enseñanza que propone el antes referido Espacio Europeo de Educación Superior y por otro lado el diseño de nuestra materia en el marco de una nueva titulación, toda que vez que la de Arquitectura Técnica desaparece.

Como ya sabemos la entrada en el Espacio Europeo de Educación Superior supondrá no sólo un importante cambio en la organización de la enseñanza en las distintas titulaciones (consecuencia de la adaptación a las nuevas estrategias docentes establecidas

“ También estamos presente en el campo profesional a través de cursos organizados por el Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla. Cursos que, años tras años, son de los más demandados por los profesionales

ya desde la declaración de Bolonia), sino que además implicará importantes cambios en el cuadro de titulaciones. En este sentido se extinguirán algunas y aparecerán otras nuevas, con una declarada intención de reducir el número de ellas.

En esta última situación nos encontramos en las Escuelas Universitarias de Arquitectura Técnica. Pese a que todavía no se ha publicado el cuadro de titulaciones (en principio se preveía sería público en junio de 2005) somos conscientes que en él, la titulación de Arquitectura Técnica no estará, pero sí aparecerá con otra "cara", probablemente con el nombre de Ingeniería de Edificación.

Hay que recordar que ya ha sido aprobado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) el libro blanco del Título de Grado de Ingeniería de Edificación, en el que la redacción del mismo (contenidos y distribución de créditos) ha sido realizada por la Arquitectura Técnica, tanto en el ámbito de la enseñanza como en el de la profesión.

Esto significa que para los profesores de las escuelas de Arquitectura Técnica la situación que se avecina plantea una doble necesidad. Por un lado clarificar cuál es el perfil del futuro técnico al que hay que formar y por otro lado organizar la enseñanza de nuestras áreas acorde al tipo de técnico que pretendemos colocar en el mercado laboral, mercado que, por otra parte, es previsible sea el más competitivo de las últimas épocas ante la libertad de movilidad que existirá en el ámbito europeo y la fuerte competencia que conlleva.

Conscientes, por tanto, de la situación en la que nos encontramos, nos centraremos a continuación en analizar la posición de la asignatura "Topografía y Replanteos" de la EUAT de Sevilla de cara a los nuevos tiempos y frente al doble reto que, tal como hemos expuesto al inicio del texto, debemos afrontar.

Prepararnos ante un nuevo plan de estudios, con las características tan especiales que tendrá, tal como hemos comentado anteriormente, es una tarea muy importante en cualquier materia o área de conocimiento. Esta tarea necesita de una profunda reflexión por parte de los profesores de cada materia en cuestión. Reflexión que permita obtener la base sobre la que cimentar nuestra docencia: "qué conocimientos, destrezas y habilidades creemos que deben adquirir nuestros alumnos y cómo pueden hacerlo de la manera más eficaz posible".

Y esto, repito, debe ser nuestro gran cometido. Para que el proceso sea lo más exitoso posible, tendremos que dejar a un lado intereses de departamentos, grupos, etc., que como todos conocemos han estado siempre presente en los procesos de diseño de los anteriores planes de estudio.

En la asignatura "Topografía y Replanteos" de la EUAT de Sevilla pensamos que este nuevo plan de estudios debe ser crucial para realizarla como materia plenamente integrada en el campo de las nuevas demandas profesionales del siglo XXI.

Si echamos rápidamente un vistazo atrás, en el año 1999 se iniciaba en la EUAT de Sevilla un nuevo plan de estudios que sustituía al anterior, vigente desde 1977.

En el plan de 1977 la asignatura "Topografía y Replanteos" disponía de 3 horas semanales (2 horas prácticas y 1 hora teórica) distribuidas a lo largo de todo el curso académico. Motivado por la reducción que supuso el actual plan de 1999, esta asignatura paso a tener 4 horas semanales de docencia en un cuatrimestre. Esta situación supuso, respecto al anterior plan, una reducción de carga lectiva de 9 a 6 créditos anuales, es decir un 33%.

Lejos de organizar la misma materia en menor espacio temporal, comprimiendo el temario y reduciendo los ejercicios prácticos en clase, el equipo de profesores de la asignatura "Topografía y Replanteos" optó por aplicar las recomendaciones que el Consejo de Universidades dio a los Centros para la elaboración de los nuevos planes de estudios.

Estas recomendaciones se fundamentaban en dos pilares básicos:

reducción de la carga teórica, orientando la exposición teórica a dirigir y clarificar el aprendizaje del alumno.

incorporar nuevas actividades prácticas que permitan más tiempo de estudio y trabajo personal del alumno.

Como vemos estas recomendaciones se encuentran alineadas con las directrices marcadas en Bolonia para la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior y que toman como eje central del proceso educativo el aprendizaje del alumno, valorando el tiempo de dedicación del mismo en todos sus ámbitos.

De esta manera a la asignatura "Topografía y Replanteos" no le afectó negativamente el nuevo



plan de estudios, pese a que la reducción de carga lectiva podría indicar lo contrario. Esto fue así porque se reestructuraron los contenidos de la asignatura y se apostó por nuevas estrategias docentes, en las que sobre todo se potenciaba el trabajo en grupo, que a nuestro juicio debe ser una de las claves de la enseñanza en el futuro.

De esta manera iniciamos en nuestra docencia un camino que posteriormente hemos comprobado que comulga con las directrices del nuevo Espacio Europeo, disponiendo, por tanto, de una experiencia muy importante para afrontar los nuevos retos.

También en este proceso de diseño de la asignatura que nos exigió el nuevo plan de estudios, pudimos concienciarnos de la importancia de la implantación y utilización de las nuevas tecnologías. En este sentido comentar que se renovaron casi en su totalidad los instrumentos topográficos (niveles, estaciones totales, cámaras fotográficas, etc...), incorporándolos a la docencia desde el primer día de clase.

En esa línea hemos ido avanzando en los últimos años. En cada curso académico el alumno de Topografía maneja estaciones totales actuales, fruto de convenios y colaboraciones de la Universidad con distintas casas comerciales.

Además ponemos a disposición del alumno a través de otras actividades organizadas en el seno de la propia Universidad (Actividades de Libre Configuración, Cursos de Extensión Universitaria, etc...) la posibilidad de tomar contacto y aprender distintas aplicaciones informáticas de Topografía, utilización de GPS y otras tecnologías actuales, tales como escáner láser 3D, etc...

También estamos presente en el campo profesional a través de cursos organizados por el Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla. Cursos que, años tras años, son de los más demandados por los profesionales.

Fruto de todo este trabajo y como consecuencia de las necesidades evidentes que existen en el mercado laboral, para el curso académico 2006-07 en la EUAT de Sevilla ha sido aprobado la implantación de una nueva asignatura optativa denominada "Nuevas tecnologías en los levantamientos topográficos".

Pensamos, por tanto, que hemos recorrido un camino que nos pone en buena posición de cara a la entrada en el Espacio Europeo de Educación Superior.

Pero este proceso que estamos describiendo, que tiene su origen en la creación del plan de 1999, se encuentra en la actualidad con un reto todavía más excitante; su incorporación en una nueva titulación.

Y ahora es cuando todos debemos ser conscientes que nuestro papel en este proceso es muy importante. Debemos organizar una asignatura que dé un paso más en el empleo y utilización de las nuevas tecnologías en el ámbito de la Topografía. No podemos olvidar que la nueva titulación será de grado, equiparable y al mismo nivel que el resto de las ingenierías. Por tanto nuestros titulados tienen derecho a recibir una formación de máximo nivel.

En el Libro Blanco de la titulación de Ingeniero de Edificación observamos que dentro de la expresión gráfica los conocimientos de Topografía tienen una presencia importante. Casi el 50% de los objetivos (destrezas, habilidades y conocimientos) asignados a la expresión gráfica pertenecen a la materia de Topografía.

Además, como hemos comentado anteriormente, el mercado laboral precisa que el técnico esté familiarizado con los instrumentos topográficos más actuales y pueda abordar cualquier trabajo con las mejores garantías de éxito posibles.

Pero esta situación en la que nos encontramos la debemos aprovechar para definitivamente definir una asignatura que tenga una participación activa en la formación del técnico de acuerdo con las nuevas estrategias docentes y las nuevas necesidades laborales.

En definitiva tenemos la oportunidad de crear una asignatura de Topografía para la nueva titulación, que disponiendo de los créditos necesarios para ello, incorpore a la docencia reglada y obligatoria todos los contenidos que el futuro profesional necesita para incorporarse al mercado laboral con las mayores garantías y capacidades para competir en un campo donde tiene atribuciones legales. Todos los cursos, seminarios y actividades de formación permanente que ahora se realizan (por falta de créditos) fuera de la titulación se realizarían, por fin, dentro.

Esta reflexión debemos, además, transmitirla a los demás compañeros de distintas áreas de conocimiento para que entre todos construyamos una nueva titulación a la cabeza de Europa tanto en el ámbito educativo como en el ámbito profesional.





# ORDENACIÓN DEL TERRITORIO EN EL MEDIO LITORAL

## Aplicación en el litoral Atlántico de Andalucía: Zahara de los Atunes

**Santiago J. M., Losada M. A.**

*Universidad de Granada, Grupo de Puertos y Costas de la Universidad de Granada.*

### RESUMEN

Cuando el hombre coloniza la costa, el sistema natural se distorsiona, en un grado que puede ir de prácticamente imperceptible a catastrófico. Un objetivo de vital importancia de la gestión costera es idear un marco dentro del cual pueda el hombre vivir en armonía con el medio. Tres son las áreas que gobiernan la sostenibilidad de una región, estas son la política, el planeamiento y la cultura ambiental. La política y la cultura ambiental varían de forma importante en períodos de tiempo cortos en relación al horizonte temporal del planeamiento, que suele ser un orden de magnitud superior a los anteriores. Estas variaciones son debidas a un

gran número de factores que hacen imposible su predicción, sin embargo todas siguen una tendencia cuyo hilo conductor son la calidad de vida y la sostenibilidad. La retroalimentación en los planes de uso y gestión recoge estas fluctuaciones, sin embargo no dan información acerca del efecto sobre la calidad de vida y sostenibilidad. En este trabajo se propone un procedimiento de trabajo, que permite seleccionar un paquete de acciones sobre el planeamiento tal que optimicen la calidad de vida y la sostenibilidad teniendo en cuenta las fluctuaciones en las otras dos áreas, durante al menos el horizonte temporal del plan.

### INTRODUCCIÓN



La ordenación del territorio incide directamente sobre la calidad de vida de las personas. Un uso racional del suelo y de los recursos permite un adecuado desarrollo social y económico compatible con la sostenibilidad general del sistema. Barragán (2003) interpreta la ordenación a través de dos subprocesos diferenciados e interdependientes: el que se ocupa de la planificación (intelectual) y el responsable de la gestión (ejecutivo). En este trabajo se propone una metodología para que los gestores del medio litoral (ejecutivos) cuenten con herramientas con las que tomar decisiones con bases objetivas (intelectuales).

La función a través de la cual se desarrolla la propuesta, tiene como objetivo en primer lugar

el desarrollo sostenible del litoral y en segundo el mantenimiento o incremento de la calidad del mismo. La gestión de un sistema se considera sostenible con continuidad espacio temporal indefinida, cuando no se agotan los recursos renovables que se precisen para su funcionamiento. El término calidad representa el conjunto de condiciones inherentes a un sistema que permiten juzgar su valor. Concretando en la interacción entre el ser humano y el medio, calidad de vida es el conjunto de condiciones que contribuyen a alcanzar el objetivo de hacer agradable y valiosa la vida. Se trata en definitiva de establecer como objetivos la sostenibilidad del sistema y el incremento o mantenimiento de la calidad de vida. Los planes ya recogen lo que en su momento fue un concepto innovador: la retroalimentación como herramienta estática de análisis de las desviaciones con respecto a los objetivos. Sin embargo, desde una óptima dinámica, se ve limitada a no tener en cuenta la posible evolución y variabilidad de los objetivos. Por lo que respecta a la elección de las variables, Arhonditsis et al (2003) plantean un método de integración matemática y métodos multi-

critero para la evaluación del cambio medioambiental en zonas costeras en desarrollo, pero encuentran dificultades en lo relativo a cómo puede ser utilizado en la toma de decisiones, proponiéndolo como herramienta exploratoria.

Para resolver las limitaciones anteriores se propone plantear el problema de optimización de las actividades que pueden desarrollarse en el litoral, restringidas por las capacidades económicas y naturales del medio, a través de los objetivos definidos tomando como hilo conductor la calidad de vida y la sostenibilidad. La caracterización y análisis de la información determinan los elementos más alterables del sistema, las acciones que provocan dichas alteraciones y el sentido de las mismas, sus fluctuaciones y efectos sobre la calidad de vida y la sostenibilidad. Aplicando métodos para diagnosis y prognosis, se diseñan diferentes tipos de acciones. Algunas de ellas se simulan y, si la simulación produce resultados positivos se procederá a la toma de decisiones y a la evaluación de costes y beneficios. El proceso se retroalimenta mediante la comparación entre acciones y objetivos perseguidos y las previsible evoluciones de unas y otros.

Este trabajo se organiza como sigue: en primer lugar se plantea el problema de optimización de la función objetivo de actividades y sus restricciones: económicas y ambientales, en el marco por supuesto de la actuación administrativa en sus distintos niveles, y la generación de simulaciones para validarlas. Para ello a continuación se caracteriza el medio en función de su sensibilidad frente a las alteraciones, y se definen las medidas que se pueden adoptar. Para el análisis de sus interrelaciones se escoge una variable como es el incremento de población. Por último el modelo definido se aplica en el litoral gaditano. La unidad de estudio, implementación, seguimiento y control será el municipio de Zahara de los Atunes.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema consiste en optimizar una función objetivo, que se define a través de las distintas actividades que se van a implantar en el territorio, sometiéndola a dos tipos de restricciones: Económicas: aquellas que vienen impuestas por el mercado y definen un dominio económico en el que el medio natural tiene una importancia relativa y

Ambientales: las que se establecen a través de los agentes que lo caracterizan y definen un dominio del medio natural, en el que las restricciones económicas apenas se perciben (Fig 1).

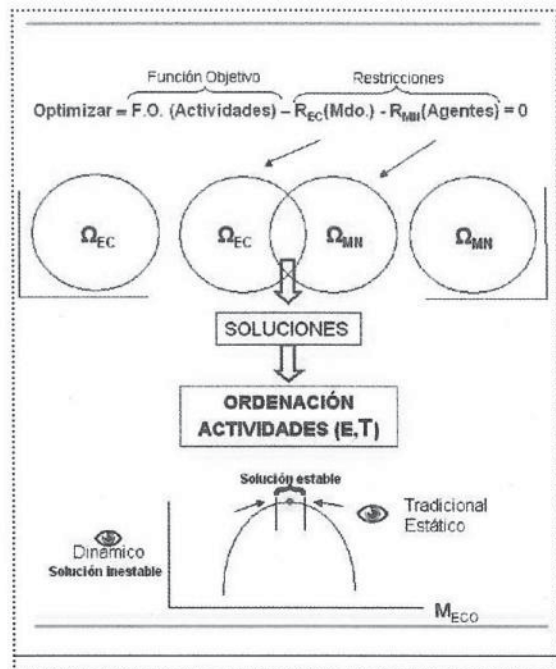


Figura 1.- Planteamiento del Problema

Entre ambos extremos, se considera que el dominio económico se ve mediatizado, condiciona y es condicionado, por el dominio del medio natural y a la inversa, esto es, intersecan, definiendo una zona en la que es posible el cumplimiento de las restricciones Económicas y del Medio Natural. De esta forma se puede obtener un campo o dominio de soluciones para las que se cumplen las restricciones de ambos tipos, incluyendo los elementos necesarios para la ordenación de actividades. Cabe hacer en esta fase especial hincapié en que los dominios y las restricciones que los definen, son variables dependientes del espacio y del tiempo. De ahí la variabilidad del sistema de gestión integrada y de sus elementos, y la necesidad de utilizar un análisis dinámico de las soluciones, más adecuado, en vez del tradicional punto de vista estático.

La generación de simulaciones (Fig. 2) que permitan validar la función objetivo y sus restricciones, utiliza modelos Morfodinámicos para el medio Físico-Ambiental, y Econométricos y de Valoración Social para el Económico-Social. La existencia de abundante bibliografía especializada en otros aspectos del conocimiento del medio Físico-Ambiental justifica la opción que se hace por

aspectos concretos relacionados con la evolución de la línea de costa.

El campo de soluciones que se obtiene se analiza en función de su contribución a la sostenibilidad del sistema y a mantener o incrementar la calidad de vida. De ser positiva la respuesta el conjunto de soluciones coincidiría con la función estimada, y las restricciones pueden ser integradas como herramientas de gestión.

De no ser positiva, la simulación obliga en primer lugar a la revisión de las restricciones y, en su caso, a la propuesta de cambio del conjunto de actividades que caracterizan la función objetivo.



Figura 2.- Simulaciones

Validadas tanto la función objetivo, como las restricciones, se procede a la toma de decisiones mediante el establecimiento de opciones estratégicas, que implican la adopción de un paquete de acciones y la posibilidad de su valoración y comparación de costes, entendiendo estos desde una óptica más amplia que la estrictamente económica.

## CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOSTENIBLE

El sistema diseñado permite obtener información detallada de la zona en estudio, para facilitar la toma de decisiones reduciendo la incertidumbre. Se identifican y definen unidades distintas dentro de cada uno de los medios: Para el medio Físico

ambiental; Unidades de Gestión características del sistema que le otorgan "personalidad ambiental". Para el medio Económico-Ambiental; Unidades Económicas. Sectores económicos e infraestructuras. Y Para el Medio Social; Unidades Sociales. Unidades tradicionales (Nativos), y Nuevas unidades. Además se definen e identifican, en función de su sensibilidad frente a las alteraciones, dentro del sistema espacio-temporal, Elementos Esenciales, que son altamente alterables y derivan con facilidad hacia lo irreversible y Elementos vulnerables, cuya alterabilidad es menor sin dejar de ser sensibles. Se definen los primeros como aquellos que definen de forma inequívoca la personalidad de un territorio. Elementos vulnerables son los que condicionan inicialmente las actividades humanas, pero que inmediatamente son estas actividades las que interfieren con ellos.

Queda pendiente cómo se valora lo agradable y valioso de la vida. Para ello se propone caracterizar lo sostenible desde el enfoque de la calidad, a través de una doble óptica: de control de los elementos vulnerables del sistema y de mantenimiento de los elementos esenciales. (Fig. 3)

**1.- Control de los elementos vulnerables del sistema,** entendiendo éstos como aquellos que condicionan la actividad humana inicialmente, aún cuando inmediatamente esta actividad interfiere con ellos. Para un sistema litoral se puede considerar:

a) La limitación de la superficie, ya que las zonas costeras han visto incrementada su densidad demográfica en los últimos años sin planificación ni control, generando algunas ventajas y muchos efectos negativos.

b) El retroceso costero. La playa y los acantilados, como recurso fundamental para el uso turístico y los problemas que se generan como consecuencia de la acción del hombre.

c) La fragilidad del sistema hídrico. El tercer elemento vertebral es el constituido por el sistema hídrico, formado por las aguas continentales superficiales y subterráneas de la zona litoral, las lagunas costeras, los estuarios y las aguas marinas. La escasez y el incremento de la demanda estacional son sus principales problemas asociados.

**2.- Mantenimiento de los elementos esenciales,** esto es, aquellos que resultan vitales para definir la personalidad del territorio. Mantenimiento es conservación, pero eliminando el componente estático, es decir, respetando la evolución. Un

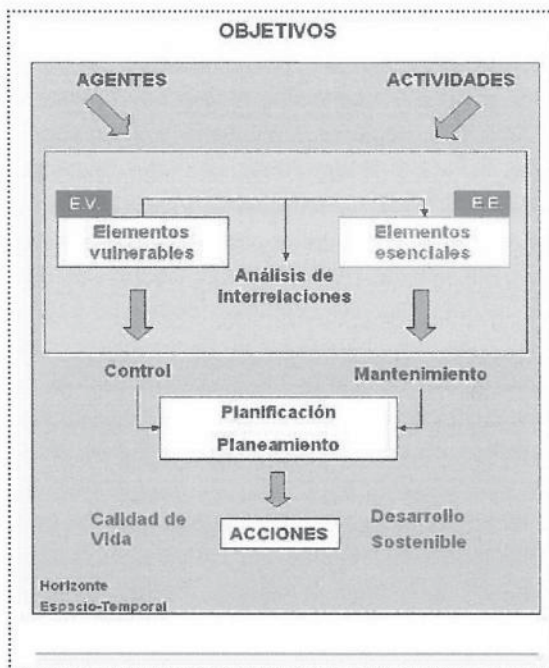


Figura 3.- Objetivos

ejemplo es el tratamiento de la evolución de las dunas, en el que se ha pasado de actuaciones contundentes de forestación, a la introducción de vegetación natural o al tablestacado. Se introduce un nuevo concepto: el de irreversibilidad, como gradiente de variación de cualquiera de los elementos que implique su agotamiento sin posibilidad de recuperación, como la drástica pérdida de equilibrio de aquellas zonas litorales, en las que las lagunas han sido colmatadas y urbanizadas. De la gran variedad de elementos para caracterizar el medio litoral se consideran esenciales: a) La personalidad ambiental, definida a través de los atributos del territorio que lo hacen único. b) La Calidad del sistema costero: tierra mar por la contribución que tiene el medio, la calidad ambiental, en la calidad de vida y que viene representada por la calidad del ambiente atmosférico, el ruido, la calidad del agua, etc. Y de entre ellos se ha de resaltar la evolución / dinámica natural de los ecosistemas e interfaces tierra-mar, como sistemas relacionados y dependientes. Por último las capacidades Socio-Económicas. Las tendencias actuales indican espacios litorales como grandes "atractores" de personas y actividades, en definitiva se ha convertido en uno de los espacios más codiciados para el desarrollo de usos y actividades económicas, lo que los convierten en espacios - problema de difícil gestión y ordenación.

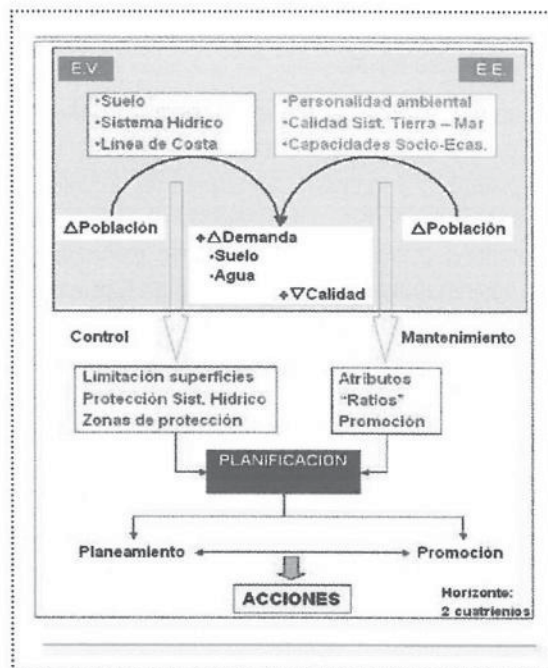


Figura 4.- Análisis de interrelaciones

La caracterización del sistema sostenible, por medio del control de los elementos que se consideran vulnerables y el mantenimiento de los que se consideran esenciales, se produce a través del análisis de interrelaciones. El elemento elegido para la realización de este análisis (Fig. 4) es El incremento de la población. Esta tendencia general se ha acentuado a partir de los años 70 hacia con el desplazamiento estacional de la población, relacionando nivel económico general, tiempo de ocio y espacios litorales. Sus consecuencias inmediatas son: demanda de suelo, demanda de agua y aumento de residuos y pérdida de calidad general del sistema.

Medidas. Serán los elementos que permitan llevar a efecto el "sostenimiento" de la calidad, en un horizonte espacio-temporal, a través de la adopción de decisiones y la ejecución de acciones:

Para los elementos vulnerables las medidas a adoptar son de control. Las que se proponen en relación con los elementos vulnerables estudiados son: la limitación de superficies, la protección del sistema hídrico y el establecimiento de zonas de protección

Para los elementos esenciales las medidas son de mantenimiento. Las medidas que se proponen en relación con los elementos esenciales estudiados son: El establecimiento de atributos, la definición de "ratios" y la promoción.

## APLICACIÓN DEL MODELO: ZAHARA DE LOS ATUNES

### INTRODUCCIÓN

En la comarca de la Janda, provincia de Cádiz, perteneciente al término municipal de Barbate, se encuentra un pequeño pueblo denominado Zahara de los Atunes, en la desembocadura del río Cachón (fig. 6). El resto de elementos topográficos significativos que la caracterizan son: La Sierra del Retín al norte cuyo uso está ligado a la Defensa Nacional, un conjunto de pequeñas lomas y cerros, al este, sobre una planicie dominante y un sistema dunar de reciente formación, en el resto, que lo separa de la línea de costa del Atlántico andaluz.

Como estructura del asentamiento destacan la Laguna Litoral, colmatada a consecuencia de la acción natural y del ser humano, la playa del Retín, al sur de la contraflecha de la ensenada de Barbate, las playa de Zahara y Atlanterra, tramo que se extiende desde Zahara hasta el cabo de la Plata y el asentamiento urbano, en la zona más elevada, cuyo origen fue la pesca del atún a través del sistema de almadrabas.



Fig. 5 Zahara de los Atunes

El crecimiento urbano del pueblo, casi totalmente orientado al alojamiento de segunda residencia para el turismo de playa se encuentra constreñido por su emplazamiento. Los límites naturales constituidos por la desembocadura del río Cachón, que lo separa de la Sierra del Retín y los terrenos ganados a la laguna litoral oponen resistencia al crecimiento urbano y condicionan la evolución del sistema natural interactuando en sentido negativo.

## LOS MEDIOS FÍSICO, ECONÓMICO Y SOCIAL

**Medio Físico-Ambiental.** En un período relativamente corto se ha producido una importante modificación de las playas de Zahara. El retroceso litoral ha provocado que los límites posteriores de estas playas estén constituidos por escarpes producidos en las antiguas terrazas marinas, perdiéndose todo vestigio de acumulación dunar, excepto en la desembocadura del río Cachón. A partir de la desembocadura y hacia el Sur, se desarrolla un cordón litoral que ha individualizado una zona de marismas actualmente muy colmatadas, todo lo que constituía la primitiva laguna litoral.

**Medio Económico-Ambiental.** Por lo que a Productividad se refiere, las capacidades en las que Zahara de los Atunes disfruta de ventajas competitivas son las ligadas al turismo, a la pesca, y al viento. El primero tiene fuerte interacción con los otros elementos, la pesca del atún y la tradición de las almadrabas. El viento en tercer lugar es una ventaja competitiva por los deportes ligados a su acción y a la producción de energía. En cuanto a Biodiversidad, la fauna marina que puebla estas aguas ha sido siempre muy variada. Sin duda alguna, entre las distintas especies captura-

das han destacado tradicionalmente por su interés económico el bonito y, sobre todas ellas, el atún (Sarriá A. 1990). Las marismas de Barbate representan un área idónea de invernada y estiaje de especies limícolas. Con respecto a la fauna marina esta zona es muy importante para su reproducción. El pinar de la Breña incluye una rica fauna de córvidos y rapaces,

reptiles, anfibios y aves muy valiosa.

**Medio Social.** Está muy mediatizado por el sistema económico de la zona. Al ser muy deprimida la falta de promoción económica hace que cualquier actividad que proporcione una salida es aceptable, de ahí los problemas últimos relacionados con el contrabando, o la pesca ilegal.

Los conflictos de intereses que se dan en Zahara son consecuencia del incremento masivo de la urbanización. La calidad y cantidad de las aguas ha menguado, y a ello se suman problemas de erosión y con las pesquerías.

## CARACTERIZACIÓN

### Unidades de Gestión

Como unidad de gestión se considera el núcleo urbano y los alrededores de Zahara de los Atunes. Está mediatizada por la existencia de los municipios de Barbate, del que depende y Tarifa, que le sirve de límite por el este. La unidad de gestión físico-ambiental contendría los siguientes elementos: El núcleo urbano, la Sierra del Retín y la zona marítima limítrofe.

### Unidades Económicas

**Sectores.** Los principales sectores o unidades económicas de Zahara son: la pesca y el turismo, si bien el sector de la construcción está teniendo un apogeo, que, aún cuando sea circunstancial, no puede soslayarse. En menor medida la agricultura y la ganadería. Debido a la presencia de fuertes vientos, la producción de energía eléctrica a través de parques de aerogeneradores es un sector en desarrollo. **Infraestructuras.** Las principales infraestructuras son: Viarias, entorno a la carretera nacional Cádiz-Málaga, (N-340), Hidráulicas, no suficientemente desarrolladas y en muchos casos con titularidad de los acuíferos privada, de Energía Eléctrica a través de una línea eléctrica de alta tensión y líneas de baja tensión de distribución, de propiedad particular. Por último los Equipamientos que son deficitarios, concretamente los equipamientos: deportivo, cultural, sanitario y las zonas verdes y espacios libres.

**Unidades Sociales.** Durante el siglo XX, con los términos municipales consolidados se asiste a un cambio en los tejidos urbanos y características socioeconómicas con la pesca como primer motor y, a partir de los años 50 el turismo

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este trabajo se propone una clasificación de las mayores esferas de la actividad humana en la costa basada en: Usos del suelo, Usos de los recursos, Desarrollo económico y Progreso Social.

En cuanto a las restricciones, las relacionadas con el medio físico están muy condicionadas por el enclave en que se encuentra Zahara, con el río Cachón que lo separa de la Sierra del Retín por el norte, el término municipal de Tarifa al este y el Atlántico en dirección sur-oeste. Sus posibilidades

de crecimiento están muy limitadas, por lo que las restricciones propuestas son el establecimiento de tasas de crecimiento en cuanto a ocupación de suelo y consumo de agua y la recuperación del prisma mareal. Por otra parte como restricciones relacionadas con el medio económico se pueden considerar: el desarrollo de inversiones sostenibles, las infraestructuras y la diversificación del modelo económico, hacia el turismo de calidad, la explotación del viento, y la acuicultura.

El modelo que se sigue por el contrario es el de crecimiento al límite de sus posibilidades, ocupación intensiva del suelo, incremento del consumo de agua y turismo masivo. La economía, cada vez más gira entorno a este sector. La zona de crecimiento y expansión está constituida fundamentalmente por los terrenos que se han ido colmatando de la antigua laguna mareal. El funcionamiento del río es de tipo rambla, lo que implica avenidas súbitas en época de lluvias y largos periodos de sequía, en que se producen estancamientos, debido a que la dinámica del litoral produce el cierre de la desembocadura, dando lugar a inundaciones.

**Aplicación de modelos morfodinámicos.** La solución a estas posibles avenidas pueden ser: el drenado continuo de arena para abrir la desembocadura, el tendido de una tubería de drenaje desde el río al mar y la construcción espigones de encauzamiento. Las dos primeras ofrecen serios problemas de mantenimiento continuado sin llegar realmente a ofrecer una solución. La última, de mayor impacto, provocará de acuerdo con el modelo morfodinámico de Una Línea (Payo, et al 2003) una zona de depósito en la margen norte del río y una de erosión que puede llegar a afectar seriamente al asentamiento en la margen sur (fig. 6).

**Aplicación de modelos econométricos y de valoración social.** El peso específico de los distintos elementos que constituyen la función de densidad del modelo económico de la zona se está decantando hacia el turismo de masas, mediante la ocupación intensiva del territorio, lo que producirá un desequilibrio, hacia una economía casi exclusiva-



Limite té de Tarifa



Fig. 6 Esquema de aplicación del modelo morfodinámico

mente dependiente del sector servicios, con el peligro que ello conlleva de fluctuación en función del ciclo económico y de las variaciones del propio sector turístico. La carencia de un tejido económico propio que permita afrontar posibles oscilaciones al margen de agentes externos, mantiene la situación de debilidad que tradicionalmente ha padecido. El sistema se torna insostenible.

En el modelo social y económico se pretende conocer cual es la capacidad máxima de carga basada en los elementos vulnerables y en los elementos esenciales.

Se parte de una situación general en la que aproximadamente un 40% de la edificación existente es de segunda residencia. A ello se añade que la demanda de terreno para nueva urbanización, es de entre 40 y un 60% del territorio actual, destinada además en un porcentaje todavía mayor a segunda residencia. Como consecuencia de ello la

demanda de agua es creciente, con picos muy altos en la escala temporal de muy corta duración.

El precio de la vivienda ha multiplicado por 2'50 en el quinquenio 95/00 mientras que la renta media declarada sigue una línea estable, levemente descendente.

La demanda de agua es muy localizada, con picos durante el verano que multiplican por 4 el consumo invernal, con lo que las infraestructuras que han de dotarse deben absorber estos picos. El propio Ayuntamiento hace una proyección a 2017 de unos 3500 m<sup>3</sup>/día para una población de 5000 hab.

La población ocupada en la agricultura ha sufrido un descenso de un 10'3% en el bienio 2001 / 2002. Y de la dedicada a la pesca, qué decir si la flota de Barbate es de las más afectadas.

Tan sólo el turismo, tiene una cierta demanda, pero muy asociada al riesgo que supone concentrar dicha demanda en apenas mes y medio, sujeto además a vaivenes de carácter internacional.

El modelo que viene siendo aplicado provoca:

Con respecto a los elementos vulnerables:

- Fuerte demanda de suelo; alrededor del 50% del actualmente existente.
- Fuerte demanda de agua en una zona sin posibilidades de crecimiento.
- Invasión de la zona costera y posibilidad de alteración de la línea de playa.

Con respecto a los elementos esenciales:

- Pérdida de la Laguna Litoral, y sus consecuencias medioambientales.
- Pérdida de parte de su personalidad basada en las almadrabas
- Pérdida de la calidad de vida con carácter general.
- Tendencia hacia un turismo masivo muy concentrado y de alto riesgo.

## CONCLUSIONES Y ESTRATEGIAS

De la aplicación de los modelos anteriores la conclusión es la no sostenibilidad del sistema en sus actuales parámetros, físico-ambientales y económico-sociales.

**Capacidad de uso** = F (tendencia en el tiempo de las variables que caracterizan el medio), p.ej. valores más restrictivos o valores medios. Se propone como estrategias:

### 1. Limitación de actividades

Uso

Turísticas

### 2. Fomento de la recuperación ambiental

Recuperación del prisma de marea de la Laguna Litoral integrándola en la villa

### 3. Limitación al desarrollo urbano

Desarrollo en su caso hacia el interior

**Dimensión económica** = F (aleatoriedad de las variables que caracterizan el medio), p.ej. nº de fallos por año, duración del fallo.

El desarrollo de estas propuestas puede anticipar una clarificación en materia medioambiental y posibilitar la evaluación de los diferentes escenarios económicos del área de estudio tales como pesca, turismo diversificado o industria ligada al viento. Finalmente el estudio no establece una dirección única en cuanto a cómo puede ser utilizado en la toma de decisiones, o quien debe decidir las prioridades a seguir (intervención de la población en la toma de decisiones) y en cómo las propuestas pueden ser utilizadas como herramientas exploratorias para la consecución de acuerdos entre los distintos intereses enfrentados. Esos temas probablemente dan resultados distintos aún aplicando la presente metodología, lo que justifica la continuación de los trabajos de investigación.

## REFERENCIAS

- Arhonditsis, G. et al, 2002. Integration of Matematical Modeling and Multicriteria Methods in Assesing Environmental Changein Developing Areas: A Case Study of a Coastal System.
- Barragán, J.M., 2003. Medio Ambiente y Desarrollo en Áreas Litorales. Introducción a la Planificación y Gestión Integradas. Servicio de Publicaciones. Universidad de Cádiz.
- Carter, R. W. G., 1991. Coastal Environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines, London, Academic Press.
- French, Peter W., 1997. Coastal and estuarine management, London Routledge.
- ICLEI, Consejo Internacional de Iniciativas Ambientales Locales, 2000. World Congres of Local Governments. Transformations for a Sustainable Future. Global Cities 21.
- Ketchum, B.H., 1972. The Water.s Edge, M.I.T. Press, Boston.
- Ocaña Ocaña, C. 2002. Un Modelo de Aplicación de SIG y Evaluación Multicriterio, al Análisis de las Capacidades del Territorio en Relación a Funciones Turísticas. IV Congreso "Turismo y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones" TuriTec 2002.
- Payo García, A., 2003. Predicción de la evolución de sistemas costeros a gran escala, basado en soluciones analíticas del modelo de una línea. Universidad de Granada.
- Sarriá Muñoz, A., 1995. Tarifa a comienzos del siglo XVIII. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- UICN, Unión Mundial para la Naturaleza, 1991. Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas y el Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza.
- UN Departement of Economic and Social Affairs. Division for Sustainable Development, 1992. Agenda 21.
- UNEP, United Nations Environment Program, 1992. Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de Río de 1992).
- Williams, A.T., Alveirinho-Dias, J., García Novo, F., García-Mora, M.R., Curr R., Pereira, A., (2001), Integrated coastal dune management: checklist. Continental Shelf Research 21 1937-1960.





# EL PAPEL DE LA GEOMETRÍA COMO HERRAMIENTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Ángel José Fernández Álvarez

Departamento de Tecnología y Ciencia de la Representación Gráfica  
Universidad de A Coruña

## 1. INTRODUCCIÓN

*“... ha de ser muy práctico en medir, sabiendo para ésto la parte que toca de la Aritmética y Geometría, para medir las obras y reducir los cuerpos según su calidad, por la mucha diferencia que se ofrece en las fábricas, pues no sabiendo ésto con gran inteligencia no puede saber lo preciso para ajustar la verdad...”*

(Juan Gómez de Mora, Maestro Mayor y Trazador de las obras reales en un escrito dirigido a la junta con motivo de producirse la vacante de Aparejador Mayor de las obras del Alcázar de Madrid, siglo XVII) (1)

La geometría es una herramienta que permite operaciones gráficas bidimensionales a través de las cuales se pueden construir y controlar las formas tridimensionales espaciales.

Desempeña un papel de relevancia en la definición de la forma en el ámbito de la arquitectura en las distintas fases del proceso proyectual, desde la ideación hasta la construcción.

Desde el punto de vista de la ideación arquitectónica pueden señalarse distintos objetivos (2):

Servir de principio generador y marco de referencia, instrumento de apoyo y control de la idea proyectual;

Servir de sustrato ordenado o pauta de organización general de la configuración global del objeto arquitectónico dentro de un sistema de elementos y relaciones en las que la geometría garantiza, sostiene y evidencia el nivel de orden con base en pautas dimensionales (trazados reguladores, retículas, sistema de proporciones, etc.) y articuladoras (simetrías, ritmos, etc.) (3).

Existe un amplio bagaje de esquemas formales extensamente utilizados y versátiles desde el punto de vista geométrico que ponen en marcha mecanismos compositivos y establecen o se apoyan en diferentes sistemas proporcionales concretos. (4)

Señala Ludovico Quaroni en sus ya clásicas “*lecciones de arquitectura*” la necesidad de poseer un instrumento gráfico de proyección que, en su conjunto, afirma, se puede reconducir a la geometría y que puede denominarse *geometría*: una geometría del “diseño arquitectónico”, en la doble vertiente de invención-proyección (ideación) y de operación gráfica (análisis) para la construcción-comunicación de la propia invención. (5)

(1) Citado en: GARCÍA MORALES, M<sup>a</sup> Victoria, *El oficio de construir: origen de profesiones. El aparejador en el siglo XVII*. Comisión de Cultura del COAAT de Madrid, 1990, p. 170.

(2) OTXOTORENA, Juan M., *La construcción de la forma*, ETSA Universidad de Navarra, Pamplona, 1999, p. 65.

(3) ARAUJO, Ignacio, *La forma arquitectónica*, Ediciones Universidad de Navarra, Pamplona, 1976, pp. 95 y ss.

(4) OTXOTORENA, Juan M., *Ibidem*, p. 65

(5) QUARONI, Ludovico, *Proyectar un edificio. Ocho lecciones de arquitectura*, Xarait, Barcelona, 1980, p. 134.



La *geometría* sería pues para este autor el “instrumento que nos sirve para delimitar, cortar, precisar y dar forma al espacio, material base de la arquitectura”.

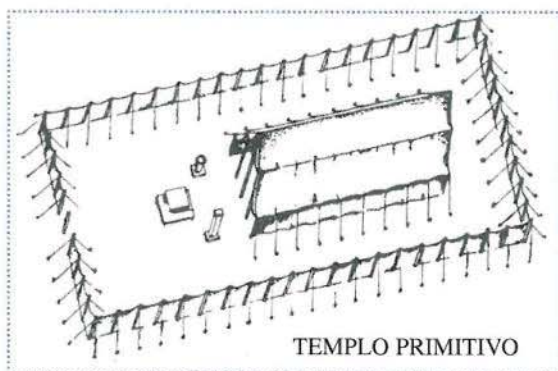
Realizaremos un breve análisis de las relaciones existentes entre geometría y arquitectura y del papel de ésta última como instrumento de proyección y de configuración de un orden sobre el que estructurar el proyecto de arquitectura.

## 2. GEOMETRÍA Y DISEÑO ARQUITECTÓNICO

*“El hombre primitivo ha detenido su carro, decide que éste será su suelo. Elige un claro, abate los árboles demasiado cercanos, allana el terreno de los alrededores, abre el camino que le unirá con el río o con la tribu que acaba de dejar. Planta las estacas que han de sostener su tienda y la rodea de una empalizada, en la cual pone una puerta. El camino es todo lo rectilíneo que le permiten sus herramientas, sus brazos y su tiempo. Los postes de su tienda forman un cuadrado, un hexágono o un octágono. La empalizada forma un rectángulo cuyos cuatro ángulos son iguales y rectos. La puerta de la choza se abre en el eje del cercado y la puerta de éste se halla frente a la puerta de la choza. [...] No hay hombre primitivo, hay medios primitivos. La idea es constante y poderosa desde el principio mismo.”*

Le Corbusier, *Hacia una Arquitectura*, Poseidón, 1997, p. 53.

El texto citado de Le Corbusier nos revela como un hecho evidente la percepción de la importancia que la geometría desempeña en la arquitectura desde sus inicios más remotos hasta la actualidad.



El profesor Simón Unwin en su didáctica obra “Análisis de la arquitectura” dedica un capítulo de la misma a las relaciones entre geometría y arquitectura (6) y en él señala que el análisis de la utilización de la geometría en la arquitectura puede ser realizado en base a los criterios de voluntad de cambio y control (dominación) o de actitud de aceptación y receptividad (sumisión), que son las distintas posturas de interacción con el mundo que puede adoptar el diseñador frente a los diferentes aspectos que intervienen en el proyecto.

Así tendríamos maneras de usar la geometría que surgen de las condiciones del ser (geometrías “del ser”), y otras que se imponen o sobreponen al mundo (geometrías “ideales”).

## 3. LAS GEOMETRÍAS DE LA REALIDAD O DEL “SER”

En primer lugar la palabra geometría sugiere la presencia de conceptos abstractos (círculos, cuadrados, triángulos, pirámides, conos, esferas, diámetros, radios, etc.) que desempeñan un papel importante en la arquitectura y pertenecen a la categoría de las geometrías ideales, de tal manera que su “perfección” puede ser impuesta sobre el tejido físico del mundo como medio de identificación del lugar.

Pero no se puede olvidar que la geometría también puede surgir de nuestra relación con el mundo, de tal modo que las geometrías “del ser” son inherentes a la identificación de lugares.

En este sentido resulta interesante el concepto acuñado por Unwin de “círculo de presencia” (7) que consiste en la interrelación que se produce entre los distintos cuerpos por el mero hecho de existir y que contribuye a su propia identificación del lugar.

El más amplio de esos círculos sería el visual (distancia desde la que es visible un objeto), pudiendo ensancharse hasta el horizonte o quedar limitado por un elemento determinado como por ejemplo un bosque o por un muro.

(6) UNWIN, Simon, *Análisis de la arquitectura*, Gustavo Gili, 2003, pp. 99-127.

(7) UNWIN, Simon, *Ibidem*, p. 99.

Otra variable que definiría estos círculos de presencia sería el sonido y también cualquier factor relacionado con la percepción del mismo a través de los distintos sentidos (esta "sensorialidad" definiría los denominados elementos *soft* de la arquitectura), siendo el círculo menor el relacionado con los aspectos táctiles (círculo íntimo).

El círculo de presencia intermedio entre lo visual y lo táctil sería el más difícil de determinar y es el que delimita el lugar del cuerpo, el que hace manifiesta su "presencia" (círculo de lugar).

La tarea de la arquitectura tradicionalmente ha sido la de afirmar, definir, ensanchar, moldear o controlar las características de estos círculos. (8)

Una característica interesante a destacar es que estos círculos raramente son perfectos, estando condicionados por las referencias del lugar y la topografía, y por la superposición e interferencias de los círculos de presencia de los diversos cuerpos y objetos que se relacionan entre sí.

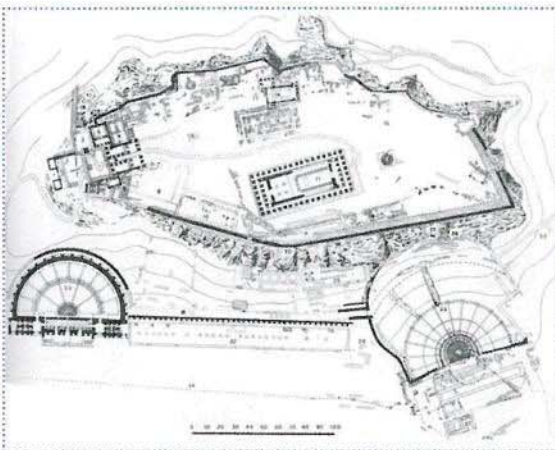


Fig. 2.- Plano de la Acrópolis de Atenas

La manipulación de los círculos de lugar por la arquitectura ha sido realizada desde la Antigüedad por diversos métodos. La concepción del espacio en la Atenas clásica con el ejemplo del conjunto de la Acrópolis y las relaciones que se establecen entre el sitio sagrado y la topografía de la colina, así como las relaciones que se generan entre las dos importantes estatuas de la diosa Atenea, ilustran los medios utilizados para articular el papel de los círculos de presencia en la arquitectura.



Fig. 3.- Vista reconstruida de la Acrópolis

Un segundo concepto a considerar dentro de las geometrías "del ser" sería el de ejes visuales, que parte de la fascinación que experimenta el ser humano por el hecho de ver en línea recta. Esto se traduce en una fascinación por los ejes visuales que resulta evidente en arquitectura.



Fig. 4.- Parque de esculturas de la Torre de Hércules, A Coruña

Cualquier alineación de tres o más objetos (siendo uno de ellos nuestro propio ojo) adquiere un significado peculiar. Las alineaciones otorgan significado, tanto al objeto lejano como al observador e implican una línea de contacto —un eje— entre el observador y el objeto distante, que provoca un sentimiento de reconocimiento del vínculo.

Si se considera la arquitectura como identificación del lugar, un eje visual establece un contacto entre lugares, siendo un instrumento para conectar los lugares con el entorno, definiéndolos como elementos de una matriz centrada en determinados elementos singulares, por ejemplo los lugares sagrados.

El concepto de recorrido pertenece también a este ámbito de la geometría "del ser". Los recorridos

se consideran rectos a menos que exista la presencia de alguna "fuerza" que los desvíe. La arquitectura, al organizar el mundo en lugares, establece itinerarios que se integran en una experiencia secuencial.

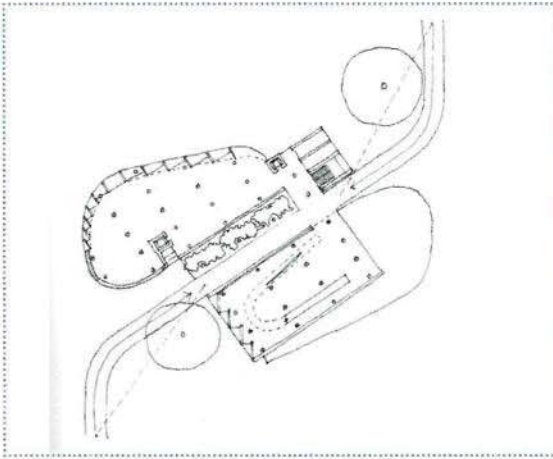


Fig. 5.- LE CORBUSIER, Centro de Artes Visuales, Cambridge, (Mass.), EEUU (1961)

Los ejes de circulación acostumbran a estar relacionados, aunque no siempre, con los ejes visuales. Así, un recorrido puede consolidar o reforzar un eje mediante la alineación de itinerario y eje visual (ejemplo, la nave de una iglesia), pero en otros casos el recorrido se desvía del eje visual apartándose de la línea recta.

Otras veces, los ejes visuales carecen de un objetivo evidente, produciéndose debido a la interrelación entre ejes visuales y de paso, sensaciones de misterio que ayudan a incrementar el interés de la experiencia arquitectónica.

Otro elemento inherente a nuestra relación con el mundo que nos rodea es la necesidad imperiosa de comparar la información recibida por los sentidos con un determinado elemento de referencia.

La medida, que está en el propio origen del término geometría (*geo*: tierra, *metron*: medida), es un aspecto esencial para el desarrollo de la vida. Medimos el mundo que nos rodea constantemente, siendo nuestro propio cuerpo la herramienta de medición más inmediata.

Establecemos la escala de una arquitectura comparándola con la de los seres humanos y en relación con sus cuerpos en movimiento. Establecemos la medida de los edificios que usamos pero a su vez los edificios condicionan la medida (escala) de la vida que se desarrolla en su interior.

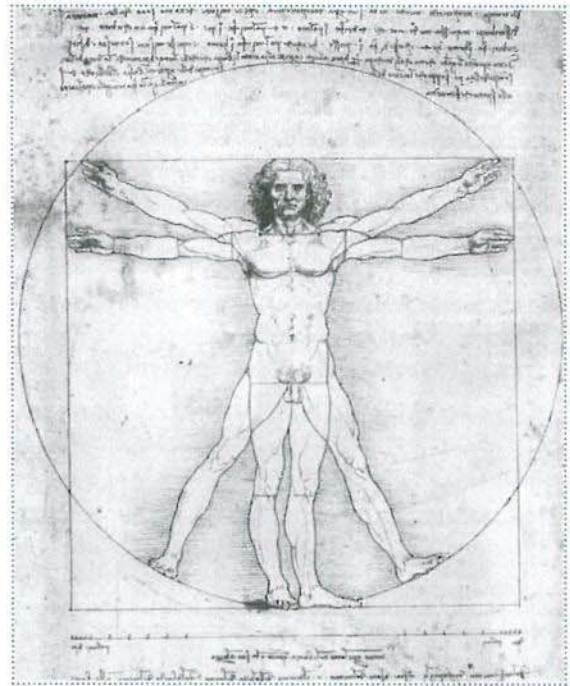


Fig. 6.- Hombre Vitrubiano. Leonardo da Vinci

El esquema del hombre de Vitrubio, elaborado por Leonardo a finales del siglo XV para describir el sistema de proporciones del cuerpo humano ideal, sugiere que se ajusta a proporciones geométricas así como la vinculación de las medidas del cuerpo humano a las de la naturaleza y del universo.

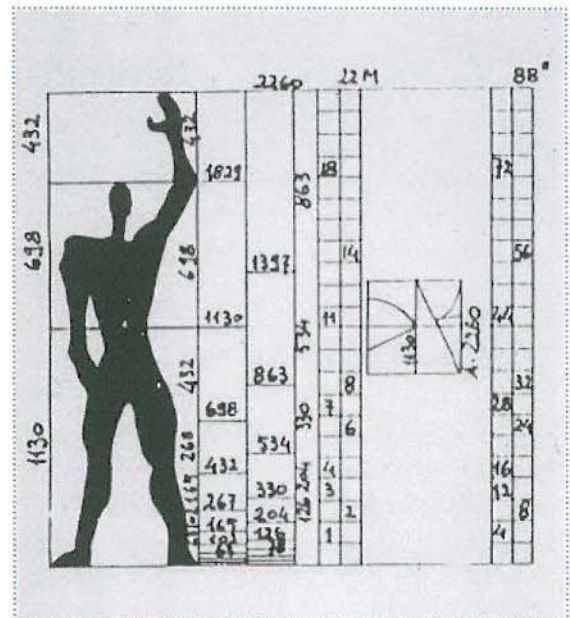


Fig. 7.- Le Corbusier. Modulor

En época más reciente los desarrollos de Le Corbusier que dieron lugar al sistema del Modulor o las experiencias de Oskar Schlemmer en la Bauhaus, en las que el cuerpo humano en movimiento mide el mundo y proyecta su medida al

espacio que le rodea serían ejemplos de esta visión geométrica del hombre en su relación con el espacio.

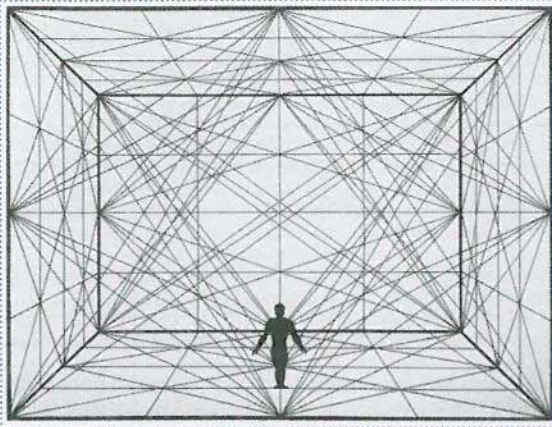


Fig. 8.- Oskar SCHLEMMER, Delineación espacial y figura (1924)

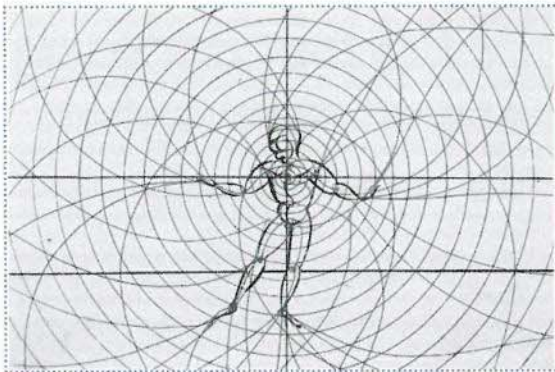


Fig. 9.- Oskar SCHLEMMER, Delineación espacial egocéntrica (1924)

Otra consideración importante en la relación del hombre con su entorno es la existencia de un conjunto de seis direcciones definidas por el cuerpo humano que, básicamente, coincidirían con las direcciones de proyección de los sistemas de representación convencionales.

Estas seis direcciones (arriba, abajo, delante, atrás, izquierda y derecha) condicionan nuestra relación con el mundo y condicionan nuestra percepción de la arquitectura interviniendo además en el proyecto al que proporcionan una matriz (caja).

Cuando nos enfrentamos a un espacio la concordancia entre los dos conjuntos de ejes y centros (el del usuario y el del espacio en el que este se encuentra) puede convertirse en un poderoso elemento identificador del lugar sobre todo cuando la arquitectura establece un "centro" que la persona (o un elemento significativo) puede ocupar.

Aparece así el predominio de una de las direcciones (direccionalidad) que puede ser reforzada mediante la combinación de itinerarios, ejes visuales, etc.

Las seis direcciones están presentes en el mundo natural como expresión de la realidad física (cielo, tierra, puntos cardinales) y de los ciclos de los movimientos de los astros.

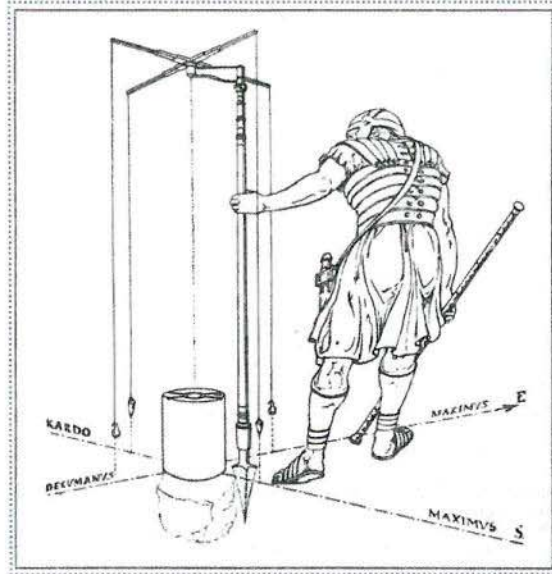


Fig. 10.- Fundación de la ciudad romana, elección de origen, punto de cruce entre cardo y decumanos

Aparece así una dualidad de ejes que influyen en la orientación de las arquitecturas construidas por el hombre: ejes terrestres y ejes antropomórficos, haciendo la geometría de las edificaciones de intermedia entre los seres humanos y su situación en el mundo. La geometría se convierte así en una especie de *interface* primario que permite al hombre realizar su función de habitar el mundo ("...poéticamente, habita el hombre..." diría Hölderlin).

Esta geometría de ejes y centros puede apreciarse en tres niveles:

- un primer nivel antropológico, del ser humano
- un segundo nivel arquitectónico
- un tercer nivel natural o del entorno

El segundo nivel, los lugares creados a través de la arquitectura actúa como mediadora entre los otros dos. La arquitectura se convierte así también en un *interface* secundario que nos permite la relación con el entorno natural y cultural.

Hay que considerar además la geometría de la interacción social entre las personas o geometría social. Se trata de una geometría que se sobrepone al espacio en el que se encuentra. Como mecanismo de identificación del lugar se trataría de arquitectura pero al tratarse de interacción entre personas su existencia es efímera. No obstante, la arquitectura puede responder a las geometrías sociales, ordenarlas, y conseguir que su definición física sea permanente (*interface terciario*).

Otro aspecto a considerar, de gran relevancia en el ámbito de la edificación, sería la denominada geometría de fabricación o constructiva, que es aquella que se deriva del modo de fabricación de los objetos. Así la forma circular de un jarrón depende de haber sido moldeada en un torno de alfarero y sería el resultado de un movimiento circular de rotación.

En la construcción los materiales y la manera cómo están ensamblados pueden imponer o sugerir una geometría. Esta geometría de fabricación o constructiva y la geometría social pueden tener a su vez, una influencia recíproca.

La geometría social condiciona las medidas y la distribución de los espacios, pero las formas de estos espacios también se ven condicionadas por los materiales disponibles y por sus cualidades intrínsecas o las tecnologías constructivas disponibles. Esto se aprecia claramente en el caso de la arquitectura tradicional o vernácula, la denominada "arquitectura anónima" o "arquitectura sin arquitectos" de la que tantas enseñanzas contemporáneas podemos extraer desde el punto de vista de la racionalidad constructiva y ecológica.

#### 4. LAS GEOMETRÍAS IDEALES

El círculo y el cuadrado pueden surgir de la geometría social (reunión de individuos) o de la geometría constructiva (construcción en ladrillo) pero además son figuras abstractas que responden a conceptos geométricos elementales. Se les atribuyen además componentes estéticos o simbólicos (o ambos), siendo empleados en algunos casos para dotar a la obra arquitectónica de una disciplina independiente de las diversas geometrías de la realidad.

Esta geometría ideal comprende además de las formas elementales y sus derivados tridimensionales, proporciones especiales, como las relacio-

nes simples 1:2, 1:3, 2:3, u otras más complejas como 1:, o la denominada sección áurea  $\phi = 1:1,618$ . (9)

Rudolf Wittkower en su obra *La arquitectura en la edad del humanismo* (1952) explora los usos que hicieron los arquitectos renacentistas de las figuras y relaciones geométricas ideales y analiza las razones que les indujeron a creer en el poder de tales figuras y proporciones.

Uno de los argumentos fundamentales consistía en que, para ellos las creaciones naturales —como las proporciones del cuerpo humano, las relaciones entre los planetas o los intervalos de la armonía musical— obedecían a relaciones geométricas, y por tanto las obras de arquitectura debían ser proyectadas utilizando figuras perfectas y proporciones matemáticas armónicas.

El uso de la geometría se convierte así en el medio idóneo para conseguir el grado de perfección al que aspiraban los teóricos del humanismo renacentista.

A través de esta geometría ideal como medio de imponer orden en el mundo, los arquitectos renacentistas hicieron uso de las figuras "perfectas" y de las proporciones geométricas en sus edificios.

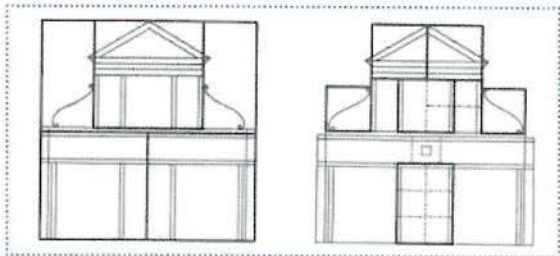


Fig. 11.- Esquema de la fachada de S. María Novella, Florencia

Los diagramas de Wittkower sobre la composición geométrica de la fachada de la iglesia de Santa María Novella en Florencia, proyectada por Leon Battista Alberti y construida en el siglo XV, son un buen ejemplo de ello. La composición de la fachada del edificio está modulada a partir del cuadrado, independientemente de la geometría de fabricación del edificio, apareciendo esta geometría sobrepuesta a la fachada principal como un filtro.

(8) UNWIN, Simon, *Ibidem*, p. 100.

(9) Para una visión más completa de la teoría de la proporción en el ámbito arquitectónico véase: SCHOLFIELD, P. H., *Teoría de la proporción en arquitectura*, Editorial Labor, Barcelona, 1971. Mas reciente véase: PADOVAN, Richard, *Proportion*, Spon Press, London, 1999.



Muchos arquitectos han ideado edificios cuyas plantas se inscribían en cuadrados perfectos. Este tipo de distribución en planta difiere conceptualmente de la composición de una fachada como matriz bidimensional de cuadrados, en que interviene la tercera dimensión e, incluso, la cuarta: el tiempo.

El diseñador busca ideas que le ayuden a dar una forma a su obra y una orientación a su proyecto, y entre ellas, las geométricas figuran entre las más seductoras.

Desde este punto de vista la idea de proyectar dentro de un cuadrado es fácil de captar y aunque se presenta inicialmente como una restricción es susceptible de variaciones infinitas. Esta solución, poco frecuente en la arquitectura antigua (salvo el ejemplo de la pirámide egipcia) y medieval (más inclinada hacia la construcción "ad triangulum"), forma parte en cambio del repertorio de la arquitectura renacentista.

Como ejemplo de la elección del cuadrado como figura generadora de la planta se presenta como paradigmática la famosa Villa Rotonda, proyectada por el arquitecto italiano Andrea Palladio. En ella las cuatro direcciones principales convergen en un punto, el centro del vestíbulo circular que ocupa el núcleo de la planta y a cuya forma debe la villa su nombre.

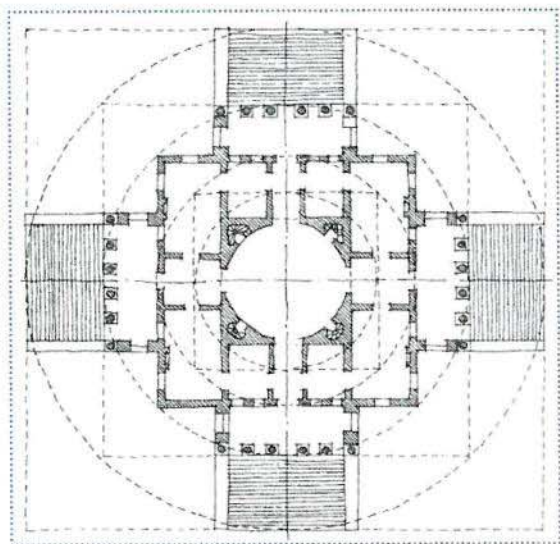


Fig. 12. Andrea Palladio, Villa Rotonda

La planta no está formada por un sólo cuadrado, sino que está constituida por cinco cuadrados concéntricos cuyo tamaño viene determinado por

el radio del círculo circunscrito al cuadrado inmediatamente inferior. El círculo más pequeño es el de la propia rotonda y cada cuadrado (excepto el segundo más pequeño) determina la posición de algún elemento importante del edificio.

El cuadrado mayor fija la posición del arranque de las escalinatas que ascienden a los cuatro pórticos de las fachadas, mientras que la longitud de las mismas viene determinada por el cuadrado inmediatamente inferior y el cuadrado intermedio define la posición de las cuatro fachadas de la villa.

En cuanto a la consideración de la tridimensionalidad, la sección de la Villa Rotonda también se obtiene de la combinación de diversos círculos y cuadrados, aunque de una forma no tan clara como en el caso de la planta.

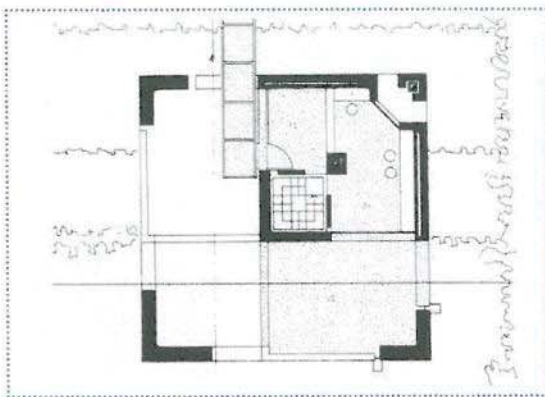


Fig. 13.- Mario BOTTA, Vivienda unifamiliar en Riva San Vitale, Suiza (1972-73)

Son innumerables los ejemplos de utilización de figuras geométricas simples como base del diseño arquitectónico. Arquitectos como Mario Botta basan la mayoría de sus proyectos en la composición de cuadrados y círculos, cubos y cilindros.

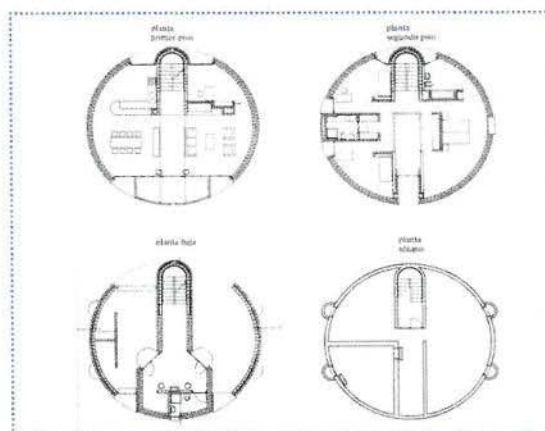


Fig. 14.- Mario BOTTA, Vivienda unifamiliar en Stabio, Suiza (1980)

Este tipo de actuaciones se combina con el empleo del rectángulo basado en la sección áurea para decidir y organizar la distribución del organismo arquitectónico en planta.

Recoge así la herencia moderna de Le Corbusier que utilizó la regla áurea para dotar de coherencia geométrica a sus obras. Ya en su obra *Hacia una arquitectura* (1927) ilustra sus análisis geométricos de edificios conocidos y los trazados geométricos reguladores en los que había basado alguno de sus proyectos. No sólo empleó la sección áurea, y en ocasiones sus "trazados reguladores" (*tracés regulateurs*), sino que también se valió de complicadas tramas de líneas en las que la geometría se superpone al alzado de la casa como un filtro, recogiendo la herencia renacentista estudiada por Wittkower.

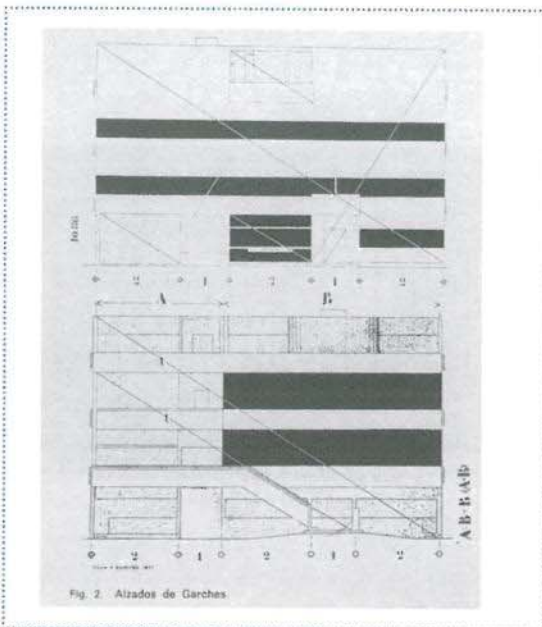


Fig. 15.- LE CORBUSIER, Villa Stein, Garches (1927)

Finalmente habría que señalar los procesos contemporáneos que (con la ayuda inestimable de la tecnología digital) llevan a la utilización de geometrías complejas y superpuestas.

La utilización de geometrías ideales para conferir racionalidad o coherencia a las plantas en la arquitectura del siglo XX ha llevado a la experimentación con organizaciones complejas en las que se producen fenómenos de superposición de geometrías.

Algunos de los proyectos de casas del arquitecto norteamericano Richard Meier responden a una compleja interrelación de geometrías ortogonales

que determinan los espacios de la vivienda, mediante giros y operaciones geométricas basadas en las diagonales y las complejas matrices de líneas creadas por la geometría de los rectángulos.

Estaríamos ante un uso de la geometría como estructura del proyecto, un híbrido de lo que hicieron Alberti y Palladio. Se utiliza la geometría para sugerir identidad formal y, quizás estética. Con sus geometrías superpuestas, Meier añade una dimensión adicional, la complejidad, a la cualidad de los espacios que se crean.

Llegaríamos en este proceso a las experimentaciones de la denominada neovanguardia arquitectónica en la que Peter Eisenman sería el iniciador de esta vía en la que será importante el proceso de creación en el que la forma explicará como se ha desarrollado, lo cual sólo se podrá expresar plenamente a través de la representación (¿geometría "explicativa" versus geometría "descriptiva")?

La línea seguirá con una serie de posiciones arquitectónicas más audaces que irrumpirán en los años setenta, representadas por arquitectos como Bernard Tschumi, Rem Koolhaas y Zaha Hadid, a los que habría que añadir las propuestas más contemporáneas de Frank Gehry, Daniel Libeskind y Coop Himmel(l)au.

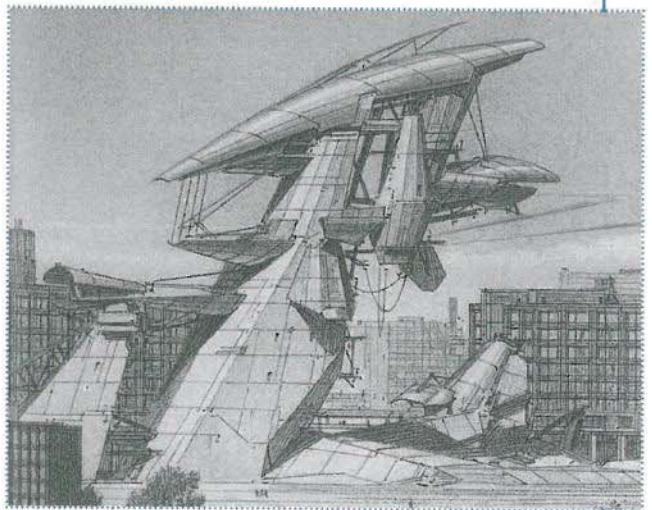


Fig. 16.- LEBBEUS WOODS, "The Zagreb Free Zone", Dibujo, 1991

Una característica del momento actual es la particular atención que se presta a la complejidad formal basada en la definición topológica de superficies curvilíneas o quebradas frente a la definición geométrica de la retícula ortogonal o la repetición de pórticos uniformes.



Estas topologías se dominan fácilmente a través de superficies NURBS (curvas Splines de tipo B No Uniformes), de polisuperficies isomórficas, hiper-superficies, etc, cuyos impulsores son, entre otros, Greg Lynn, Marcos Novak, Kas Oosterhuis, Mark Goulthorpe, Bernard Cache, etc. (10)

Ante esta nueva fascinación tecnológica por la complejidad formal tal vez habría que recordar aquí la sabia reflexión de Ludovico Quaroni que señala en sus "lecciones" los peligros y los riesgos de la geometría en la actividad de ideación arquitectónica:

"Durante la elaboración proyectual la investigación tiende a la construcción de los "espacios", que representan el *goal* del trabajo; pero inevitablemente, durante las a menudo complejas operaciones gráficas necesarias al logro de aquel objetivo final, se puede comprobar, como a menudo se comprueba, que el *medio geométrico* del diseño se mezcla y se confunde, hasta llegar a sustituirlo, con el *fin geométrico* del proceso proyectual. Hay que tener mucho cuidado de que esto no ocurra y es necesario que el arquitecto se guarde muy mucho de dejarse esclavizar por la profunda fascinación de la geometría en sí misma, que es algo distinto de la arquitectura." (11)

## 5. LAS NUEVAS HERRAMIENTAS: LA GEOMETRÍA FRACTAL

"¿Por qué a menudo se describe la geometría como algo "frío" y "seco"? Una de las razones es su incapacidad de describir la forma de una nube, una montaña, una costa o un árbol. Ni las nubes son esféricas, ni las montañas cónicas, ni las costas circulares, ni la corteza es suave, ni tampoco el rayo es rectilíneo." (12)

(10) SARRABLO, Vicente, "La construcción de formas complejas" en Revista *TECTÓNICA*, nº 17, *Geometrías Complejas*, septiembre de 2004, p. 18.

(11) QUARONI, Ludovico, *Ibidem*, p. 139.

(12) MANDELBROT, Benoît: *La Geometría Fractal de la naturaleza*, Barcelona, 1997, p. 15.

Véase también del mismo autor: *Los objetos fractales*, Barcelona, 1996.

Entre los años 50 y 70 Benoît Mandelbrot (Varsovia, 1924) desarrolla un nuevo tipo de geometría, la geometría fractal, que valida la descripción y el análisis de la irregularidad estructurada del mundo natural atribuyendo el nombre de fractales (del latín "*fractus*" que significa roto, irregular) a las nuevas formas geométricas desarrolladas.

Aplica el término de fractal a un objeto matemático poseedor de una estructura detallada y constante cualquiera que sea su escala de ampliación. En la multiplicidad de partes que constituyen el todo de un fractal se observa un patrón repetitivo explícitamente definidor de la dimensión fractal de la estructura.

Los fractales permiten un nuevo lenguaje para la descripción del caos, constituyendo un potencial creativo para el desarrollo de experimentaciones plásticas. Resultantes del álgebra, demuestran la idea de que Aleyes@ matemáticas pueden dotar a la imagen/objeto de belleza y diversidad.

Las formas fractales revelan una gran fuerza plástica. Su observación constituye un acto de estímulo visual, sin que esta actúe como mero registro mecánico, sino como mecanismo de aprehensión de patrones estructurales significativos.

Estas nuevas teorías tienen una gran importancia en el campo de la representación gráfica pues permiten describir con realismo objetos naturales (montañas, nubes, vegetales) de características irregulares y fragmentadas que impiden su modelado con los métodos euclidianos. Aquí tienen más importancia los procedimientos que las ecuaciones que se utilizan para modelar objetos.

Las representaciones de geometría fractal para los objetos se aplican por lo general para describir y explicar las características de los fenómenos naturales, elementos vegetales, terrenos, etc., teniendo una gran aplicación en el ámbito de la representación arquitectónica de carácter fotorrealista, simulación y visualización de proyectos, etc.

Los fractales son entidades matemáticas que tienen el atributo de contener infinitos grados de orden. Los ejemplos más simples expuestos por Mandelbrot, construyen un orden generativo a partir de unas figuras sencillas formadas por partes a las que se aplica un *generador*, que puede ser la misma figura a escala más reducida. El fractal resultante de estos procesos de iteración, tiene, a cualquier escala, la misma forma.



La noción de orden generativo, implícita en la geometría fractal, puede explicar algunas propiedades de los lenguajes arquitectónicos recientes más radicales que funcionan como sistemas generadores de formas coherentes y, por otra, permite entender algunos ejemplos concretos de arquitecturas recientes basadas en la recursividad a distintas escalas (procesos de *scaling*).

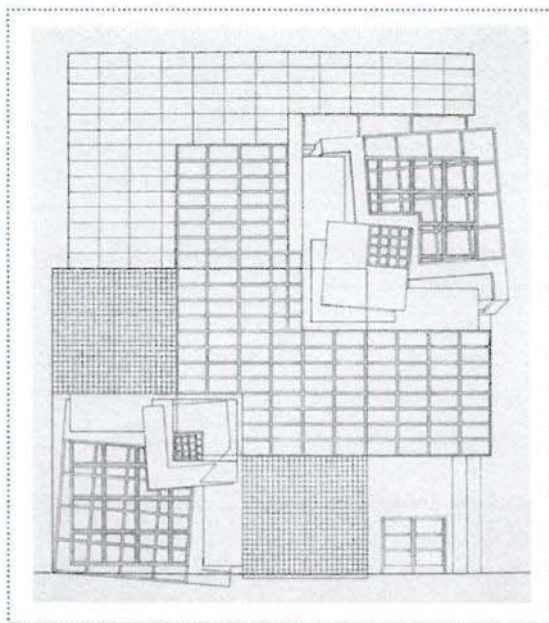


Fig 17.- Peter EISENMAN. Ejemplo de *scaling* en el edificio Koizumi Sangyo, Tokio

## 6. EL CONTROL DE LA FORMA

“La geometría es una música inmóvil.”

Goethe

La recepción del mensaje arquitectónico se basa en la reconocibilidad de las formas, que serán tanto más perceptibles y reconocibles cuanto más características y no confundibles con otras sean, es decir, cuanto más simples y regulares. Además las figuras geométricas generan en el hombre referencias simbólicas instintivas e inmediatas.



Fig. 18.- Dibujo caligráfico zen japonés

El cuadrado (y su extensión tridimensional, el cubo) da idea de estabilidad; el círculo (esfera) nos lleva a la idea de continuidad, de movimiento, de eternidad, de perfección; el triángulo equilátero (tetraedro) se vincula a la idea de energía, inestabilidad, aunque puede tener otros significados asociados como veremos más adelante.

Las deformaciones “regulares” de las figuras base (rectángulos, elipses, triángulos no equiláteros) representan variaciones con los que se configuran los sistemas arquitectónicos complejos en los que intervienen simultáneamente, varias de estas figuras.

Frank Lloyd Wright realizó un uso frecuente de combinaciones de sistemas geométricos y de dobles geometrías en sus composiciones: cuadrado y círculo, rectángulo y triángulo rectángulo con 60° y 30° (cartabón), cuadrado y hexágono, rectángulo y triángulo equilátero, etc.

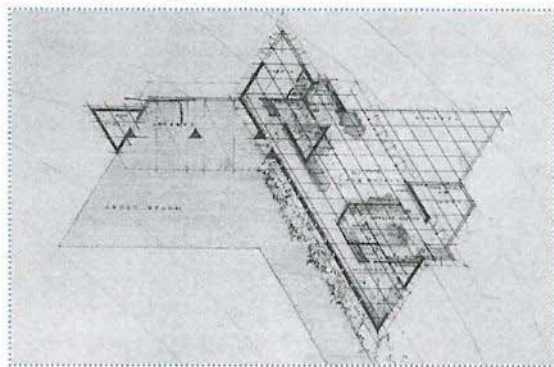


Fig. 19.- Frank Lloyd WRIGHT, Russell Krauss House, Kirkwood, Missouri.

El hexágono había sido aplicado a la arquitectura en escasos ejemplos, y siempre en edificios emblemáticos levantados sobre un muro que seguía la forma de un único polígono hexagonal regular. El uso que de éste hace Wright es muy distinto, ya que el módulo es una unidad pequeña que permite plantas abiertas y flexibles, donde se pierde la rigidez del polígono para conservar tan sólo los ángulos de 60° y 120°.

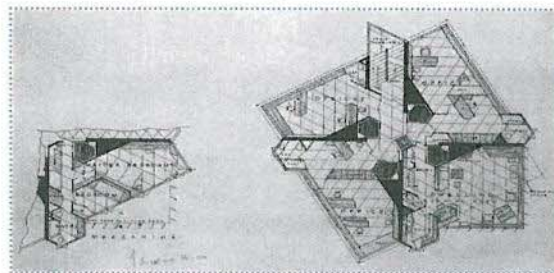


Fig. 20.- Frank Lloyd WRIGHT, HC Price Company Tower, Bartlesville, Oklahoma

La geometría del hexágono –por cierto, una geometría de la materia inerte y no de la materia orgánica, como señala el profesor Joaquín ESPAÑOL en su reciente trabajo *El orden frágil de la arquitectura*–, a pesar de sus posibilidades de formar redes planas, es notablemente más rígida que la del ángulo recto, y tiende a ser excluyente y no inclusiva. (13)

En ocasiones para ciertas arquitecturas se ha querido elegir una forma “pura” con la que dar fuerza a una realidad-mito como por ejemplo, la muerte. Surge así una arquitectura funeraria de túmulos cónicos, pirámides, etc.

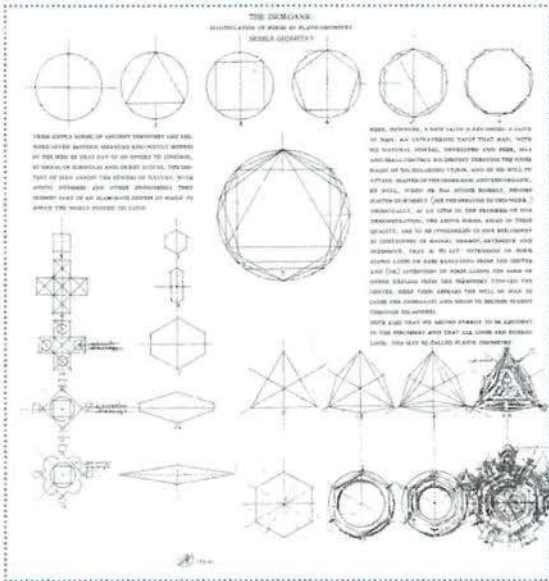


Fig. 21.- Louis SULLIVAN, ilustración de *A System of Architectural Ornament*, 1924

El caso es que, salvo raras excepciones, siempre es posible leer una arquitectura bajo el código de las formas geométricas elementales de la geometría clásica euclidiana.

Además la geometría interesa al arquitecto como ciencia-base para el estudio y la construcción de las estructuras formales, siendo una ciencia que se ocupa de la economía del espacio, entendiendo economía como relación entre cantidad y calidad.

## 7. CONCLUSIÓN

Finalizaremos esta breve reflexión sobre el papel de la geometría citando nuevamente las palabras de Ludovico Quaroni (14) cuando resume la función de la misma afirmando que ésta constituye para el

(13) ESPAÑOL, Joaquín, *El orden frágil de la arquitectura*, Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona, 2001, pp. 161-162.  
 (14) QUARONI, Ludovico, *Ibidem*, p. 139.

arquitecto una base y un medio disciplinar, un instrumento indispensable en el “tratamiento” de las formas que entran en la “composición” de los espacios. Esta relación entre geometría y arquitectura se estructura desde tres puntos de vista:

- como un sistema de formas reales resultantes de los espacios y configuraciones del edificio, dotadas de significados simbólicos y psicológicos
- como un complejo sistema gráfico-matemático empleado para materializar sobre el papel (hoy en día soporte de cualquier tipo, mayoritariamente digital) la geometría definidora de los espacios y configuraciones del edificio así como la autocomunicación necesaria para el control continuo del proyecto por parte del arquitecto
- como un medio gráfico para transmitir y comunicar la idea proyectual y la estructura arquitectónica del edificio en cualquiera de las fases del proceso desde la ideación hasta la construcción definitiva.

Durante este proceso a menudo el *medio geométrico* del diseño se mezcla y se confunde, hasta llegar a sustituirlo, con el *fin geométrico* del proceso proyectual. Señala Quaroni la necesidad de evitar caer en las redes de la profunda fascinación que ejerce la geometría en sí misma pero que se configura como algo distinto a la propia arquitectura.

Las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías digitales a la hora de representar y materializar las geometrías complejas a las que nos hemos referido en otro apartado de este artículo, confirman la vigencia de estas consideraciones que invitan al técnico a una reflexión serena alejada de meros alardes tecno-digitales en los que la geometría se convierte en un medio y no en un fin.

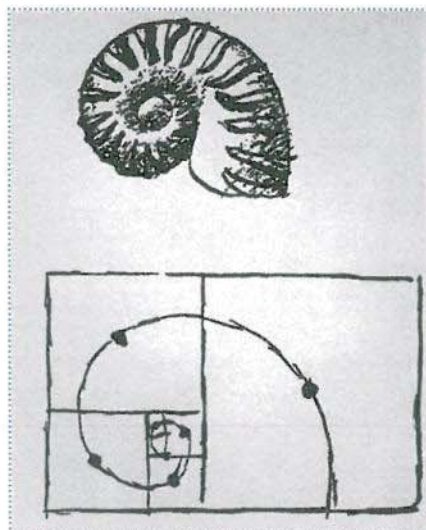


Fig. 22.- LE CORBUSIER, Esquema de crecimiento del Museo de Arte Contemporáneo, París (1931)

# LA ARQUITECTURA DE FLASH GORDON

Aspectos gráficos de la arquitectura de un cómic

*Pérez Carda, Teófilo*

Departamento de Expresión Gráfica y Cartografía

Universidad de Alicante

*"... el cómic nos permite ver la historia desde ángulos diferentes a los ofrecidos por el texto escrito. Gracias a su antiacademicismo, el soporte cómic desenclausura de alguna manera la información que nos ofrece. No en vano la regla de oro del cómic es la de ser entretenido."*

GREGORI LURI (3), 1999, 34.



Con este espíritu y desde los aspectos gráficos de un cómic concreto, la serie de Flash Gordon del dibujante Alex Raymond, vamos a pretender analizar el inconsciente colectivo de una cultura, la norteamericana, sobre la arquitectura y la concepción de la Ciudad del Futuro y su relación con la que era su arquitectura y ciudad contemporánea, cuyo reflejo en dicho medio trataremos de ver, y cuyo origen real, académico y culto vamos ahora a rastrear a través de diferentes fuentes, que nos permitan ver las concomitancias que pueda haber.

Como resultado se pretende clarificar cómo el subconsciente culto de la idea de la ciudad americana trasciende desde unas simples viñetas a una masa media de lectores americanos en casi toda su evolución y variedad: desde la "City Beautiful" de Burham hasta el esquema dominante de la Nueva York de Hugh Ferriss, epílogo para la irrupción europea del prisma puro de Gropius y Mies Van Der Rohe.

## 1. El Cómic: concepto

Brevemente y señalándolo como medio de comunicación de masas de neto carácter norteamericano podemos definir al cómic como estructura narrativa formada por la secuencia progresiva de pictogramas, en los cuales pueden integrarse elementos de escritura fonética.

Además, una estructura narrativa puede formarse mediante una concatenación de palabras, lenguaje oral o

escrito, o de gestos, lenguaje de sordomudos. En el caso del cómic, son pictogramas los elementos o células que componen la estructura narrativa, mencionada antes.

## 2. La serie de Flash Gordon

La idea de Flash Gordon surge a partir de una propuesta del dibujante Alex Raymond al King Features Syndicate. Basado en los pulps, series de revistas o libros por fascículos periódicos, de consumo inmediato y bajísimo precio, que toman su nombre de la baja calidad del papel con el que se imprimen; partiría de la novela de cierto éxito *When Worlds Collide* ("Cuando los mundos chocan"), de Philip Wylie y Edwin Balmer, publicada en 1932, convenientemente reconducida por el Syndicate.

La rápida aceptación de la propuesta se origina en la competencia que el King pretende hacer a un personaje del cómic de una agencia rival: Buck Rogers.

Nos encontramos pues, en plena década de los años treinta, donde el ideal de escape no es precisamente la aventura científica sino la evasión a mundos y países idealizados, exóticos y llenos de tópicos y prejuicios de todo tipo; perfectamente reflejado en las películas contemporáneas como "El ladrón de Bagdad" entre otras. La caracterización de los personajes es sencilla: el Héroe, Flash Gordon, licenciado universitario y reconocido atleta; la Bella, Dale Arden, de quien sólo conocemos su belleza y devoto amor por Flash; y el Genio, Hans Zarkov, persona cuyo nombre de raíz eslava le proporciona más presencia y exotismo y cuyo único interés es la ciencia y su aplicación para auxiliar al héroe.

A partir de aquí veremos a un Flash Gordon erigido en adalid de las libertades y de los diferentes pueblos de Mongo, en perpetua lucha contra Ming el Cruel como exponente máximo de una dictadura despótica y militar, que representaba todo lo ideológicamente detestable de su público americano. Interpretaciones posteriores intentaron relacionar con sucesos contemporáneos: nazismo y Segunda Guerra Mundial.

### 3. Aspectos gráficos de la arquitectura en el CÓMIC

En el breve espacio de este artículo vamos a valorar la presencia de la arquitectura en la vida cotidiana, a través de los medios de comunicación de masas y averiguar cómo es tratada desde el periodismo en la imagen de uno de sus productos más característicos y florecientes en su época: el producto gráfico o cómic. Se trata de indagar

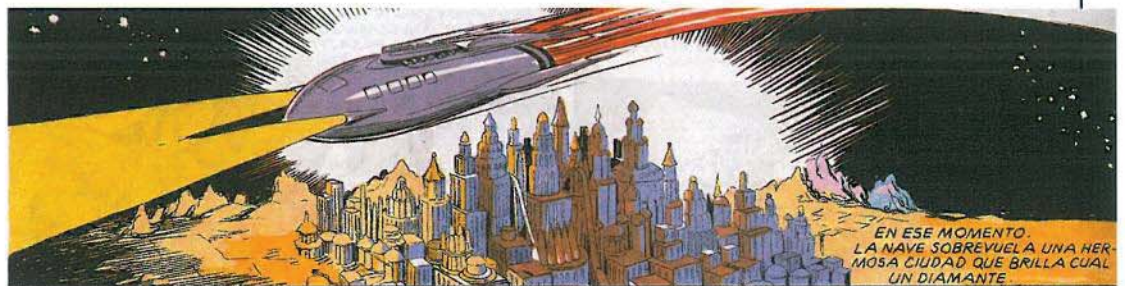
como producto gráfico ¿Qué mensaje aporta a la cultura? ¿Es un medio difusor de cultura? ¿De qué cultura?, determinar, de forma definitiva, el papel ocupado por la arquitectura en el Cómic: protagonismo o mero decorado. Apoyándonos desde sus paralelismos con el cine y situar a qué estilo arquitectónico se adscribe.

En este sentido cómic y cine nacen prácticamente juntos, presentando en un principio caminos paralelos, así como técnicas y recursos. De ahí que la arquitectura en el Cómic se base en una concepción análoga a la del cine, la de considerarla como escenografía en dos vertientes: como mero fondo que apoye al argumento o como auténtica protagonista, en ocasiones, en torno a la cual gire la acción o participe, al menos, como estática actriz secundaria. La arquitectura no se entiende como un fin, sino como un medio: puro maquillaje, pura cosmética, y por ello usada a veces de forma composicionalmente efectista, pero estilísticamente arbitraria.

Qué decir, a ese respecto, que lo que buscaba el autor de cómics era más desarrollar la acción, así como el estudio del lenguaje de la comunicación visual y del encuadre compositivo, que el desarrollar un estilo arquitectónico propio o investigador. Cabe recordar que a ello también colaboraba el ambiente ecléctico estilístico-arquitectónico que prevalecía en la cultura norteamericana, que no llegaba a asumir a sus arquitectos contemporáneos de tendencias más desarrolladas, y en ese sentido, el eclecticismo americano en Wright. En ambos medios, y en concreto en los cómics, vemos

una caterva de estilos diversos, a veces chocantes e incluso contradictorios entre sí, en la yuxtaposición viñeta con viñeta y dentro de una misma viñeta, pudiendo haber sido un catálogo excepcional, sino fuera por la tendencia al tópico, al arquetipo, a fundir todas las tendencias de un mismo estilo, proporcionando un producto estereotipado, cuyos rasgos tópicos fueran fácilmente asimilables por el lector, del cual ya hablan su nivel cultural y adquisitivo y sus intereses personales; es la verdadera razón de génesis tanto del cómic como del cine. En resumen, eclecticismo a dos niveles: por una parte uso indiscriminado de estilos y, por la otra, mezcolanza y fusión en rasgos generales más tópicos, a partir de las diferentes variantes conocidas de un mismo estilo.

En ese sentido actuaron en una bipolaridad: por un lado



ayudaron a enriquecer el panorama cultural arquitectónico de la gente ordinaria y, por el otro, lo empobrecieron en cuanto a rigor por la tendencia a fundir los estilos afines, creando unas categorías arquitectónicas generalistas y poco sensibles con su realidad histórica. Su función es primordialmente dramática, la arquitectura como actriz y no expresiva, salvo quizá en muy contadas ocasiones, y por ello se codifican a partir de la tradición estilística y la caracterización emotiva de los géneros establecidos.

Ya centrándonos en los aspectos gráficos de la arquitectura de Flash Gordon y más concretamente en su representación de la Ciudad, cabe señalar cómo, ya desde un principio, las ciudades van a aparecer visualizadas como un verdadero Manhattan en el que prevalece el rascacielos como modelo único de edificio, sin existir otro alternativo. La ciudad surge como un extraño aglomerado de rascacielos organizados, desde un centro más alto a una periferia más baja, tal como se aprecia en la lámina 1: no existen elementos suburbanos que indiquen cómo la ciudad se apodera del paisaje ni en qué consiste su transición a éste, ya que el límite entre ambos es abrupto y rocoso. No existe, en suma, un modelo viario ni urbanístico, organizador o configurador de la ciudad.

El autor no entra en el debate de la ciudad sólo se limita a esbozar la arquitectura urbana a través de sus edificios. Comenzará con volúmenes prismáticos y ciertos remates cupulados, en ocasiones de formas absurdas,

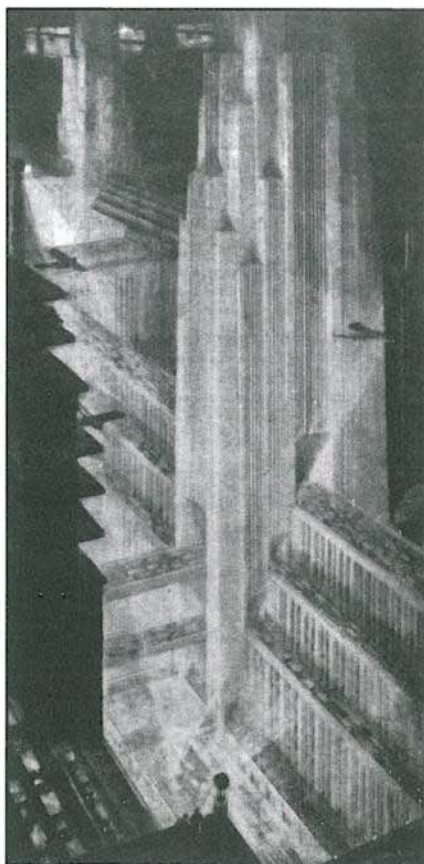


para ir derivando con posterioridad a una arquitectura de rasgos y remates más racionalista y verosímiles, en una operación modernizadora de estilos. Los rascacielos parecen sacados de edificios de principios de siglo de Chicago o Manhattan, con unos rasgos que les proporcionarán el toque exótico requerido por sus lectores, que supone una evolución a modelos más irreales, dentro ya del art decó y evolucionando al estilo aerodinámico, que será el característico más adelante.

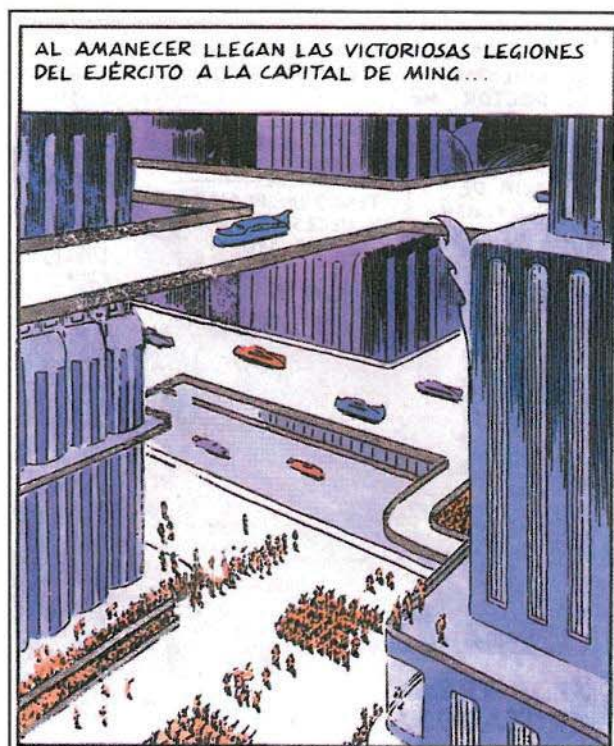
Por ello recurre a la suma de volúmenes, no la analiza, no se plantea el problema del tratamiento del borde de la ciudad con su entorno, ni del límite del edificio con la calle. Recurre a las formas primigenias que tiene todo el mundo en mente, la del vacío o la de unos límites abruptos, sin buscar transiciones. En un segundo término ocasional, parece recurrir también a la disposición urbana del edificio manzana en retícula, como se insinúa en la lámina 1. Por ello los bordes se plasman como murallas o elementos naturales que siempre rodean las ciudades; y así será tanto si son ciudades terrestres, submarinas o incluso aéreas, es decir, con independencia del medio que las rodea y caracteriza y sea cuál sea su naturaleza particularizadora. Para terminar en un borde ameboideo como sublimación final. Sin embargo, el autor toma el rascacielos como constante elemento fundamental de la ciudad, que nace por la adición de ellos; la edificación en altura supone un

alarde tecnológico, por tanto, el progreso, y esa es, en base al valor connotativo que su cultura contemporánea le da, la razón de su elección y uso como personaje urbano principal. No obstante, las causas que provocan la implantación de los rascacielos en lugares como Manhattan y Chicago, tales como la escasez de suelo en un determinado punto urbano central o neurálgico o, en el caso particular de Manhattan, con un crecimiento limitado a una isla por unos límites físicos determinados, y la especulación debida a la capitalización comercial del suelo, no parecen existir en estas ciudades fantásticas. Por tanto, el rascacielos sólo es un mero símbolo de progreso tecnológico y sobre todo, de poder.

Junto con el rascacielos se tomarán otros rasgos como aspecto exótico estereotipado, achacable a su concepción contemporánea de lo que va a pretender representar la Moderna Ciudad del Futuro, como son las circulaciones por autopistas aéreas y a diferentes niveles organizando el tráfico como ideas con toda probabilidad prestadas de películas tan arquetípicas como la película "Metrópolis" de Fritz Lang, de 1926. Recursos que muestran tal nivel de falta de reflexión se lleva de una manera tan superficial que, el autor del cómic, establece en la ciudad una mezcla casi barroca de estilos, con formas imposibles que incluso hacen difícil el distinguir entre naves cohete y los mismos edificios, al hacerlos tan semejantes que llegan a fusionarse.



La ciudad de  
Hugh Ferriss



La ciudad de  
Alex Raymond

Desde estos inicios en los que las ciudades son en realidad verdaderas tartas de difícil digestión, en las que cada estilo representa un sabor y es de una crema diferente se va a evolucionar, poco a poco, a su uniformización, ganando en homogeneidad y coherencia hacia formas con curvas más suaves y esbeltas, llagándose a olvidar de los antaño volúmenes prismáticos y de las siempre molestas e incomprensibles autopistas aéreas para incorporarse a hacia un estilo a mitad camino entre lo aerodinámico y lo art decó: un estilo de consumo, que entronca con la naturaleza comercial misma del cómic y la idea popular de la Moderna Ciudad del Mañana.

Así pues, molestas cuestiones tales como ¿Para qué sirven unas pasarelas en una ciudad cuyos moradores son hombres voladores? Son resueltas mediante caracterizaciones de edificios dentro del marco general del estilo aerodinámico y a nivel particular tomando prestados a nivel edilicio elementos anecdóticos, de gran impacto, imágenes sugeridas ya por las ilustraciones del arquitecto futurista italiano Antonio Sant'Elia en los años veinte, y el gran ilustrador de la moderna ciudad americana Hugh Ferriss

En su evolución, como línea estilística oficial, se asume el denominado estilo aerodinámico o stream line, que se convierte en un arquetipo. Así, dentro de la idea de



Metrópolis

un futuro maquinista, las máquinas proporcionan una imaginería particular, adaptada a la línea estilizada que sugiere el movimiento del estilo aerodinámico, cuya simple imitación tiene el sentido fetichista de poseer la modernidad, vía paralela por la cual, también, caminaba el Movimiento Moderno. A este respecto, conviene recordar que el mito de la máquina y de la tecnología industrial fue obsesivo y tema de especial inspiración, tanto para las vanguardias europeas de principio de siglo como, particularmente, en la escuela alemana de diseño y arquitectura de la Bauhaus.

En contraposición, y volviendo la mirada

hacia el público y la cultura popular, el autor recurrirá a estilos historicistas, convenientemente simplificados y vulgarizados a la dimensión de un público general y amplio, para crear ciertos ambientes, en aventuras concretas, que sugieran lugares exóticos y alejados de la cultura americana, pero en todo caso extrañamente reconocibles y evocadores.

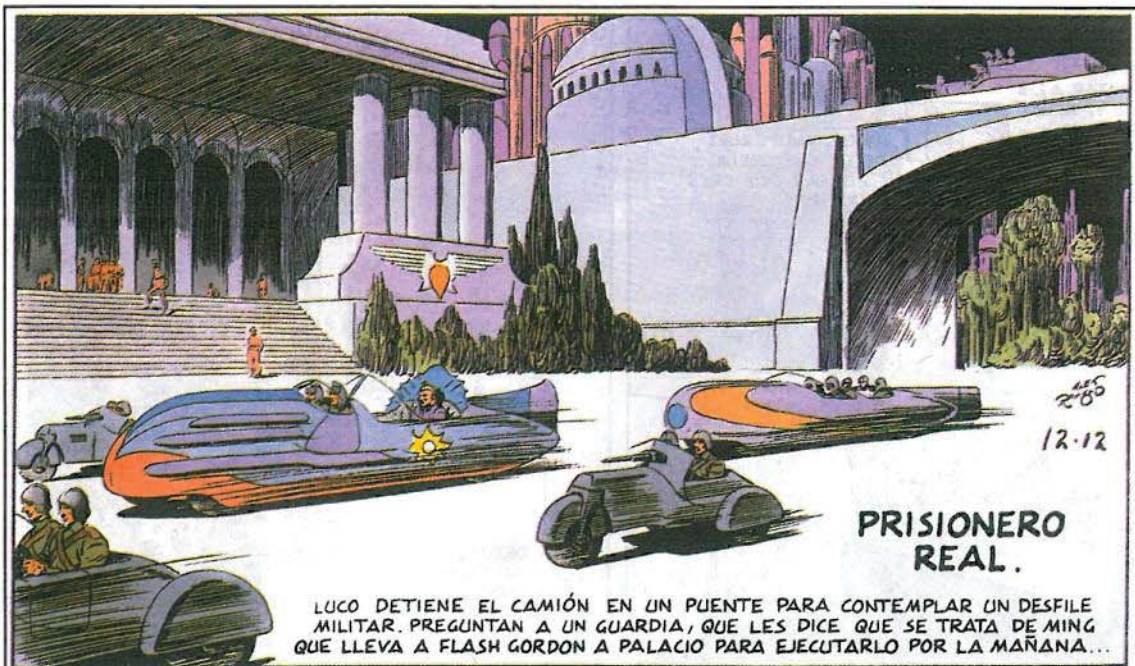
Al final, el prototipo de ciudad que prevalecerá a lo largo de la serie es el ejemplarizado en la pequeña lámina 7: el de una ciudad centripeta, donde los edificios se ordenan de mayor a menor altura desde un centro a una periferia, apelotonándose unos con otros sin establecerse separación viaria, ni estructura urbana definida, más allá de la sugerida por un centro subyugador. Es la ciudad reducida a la city anglosajona, la del poder burocrático, sin saberse muy bien dónde vive su población, dónde disfruta o dónde muere. Presenta una frontera con su entorno, neta y sin resolver en la mayoría de las ocasiones, si no es con una muralla o con el mencionado, ecléctico y poco satisfactorio, contorno ameboso, que funciona más como elemento de marco.

Tras este breve análisis estilístico, se puede establecer ya un modelo de ciudad, que va a ser en suma, el correspondiente a la ciudad de Mingo, como aplicable a toda ciudad por excelencia. A este modelo se llega partiendo de ensayos previos, como son los casos de la Ciudad Estratosférica de los Hombres Halcón ya vista, o el de Coralia, la Ciudad Sumergida.

Se llega en ocasiones a la estilización máxima, aerodinámica, donde edificios y cohetes se confunden, o con soluciones sorprendentemente modernas, planteando cuestiones como: la relación entre la forma del edificio y la de la máquina, como expresión de la ciudad verdaderamente moderna: la Moderna Ciudad del Futuro, la representación de sistemas viarios definidos a diferentes niveles, la presencia de grandes edificios de escala suprahumana, con indicación expresa del carácter alienante de la Moderna Ciudad del Futuro, en contacto con la preocupación expresada en películas



Sant'ella.  
Central Energética



## PRISIONERO REAL.

LUCO DETIENE EL CAMIÓN EN UN PUNTE PARA CONTEMPLAR UN DESFILE MILITAR. PREGUNTAN A UN GUARDIA, QUE LES DICE QUE SE TRATA DE MING QUE LLEVA A FLASH GORDON A PALACIO PARA EJECUTARLO POR LA MAÑANA...

Una calle de Mingo según Alex Raymond

como "Metrópolis" de Fritz Lang y "El Mundo del Mañana" de William Kameron Menzies, y la siempre irresoluta relación con el medio ambiente, que se resume en el corte brusco, sin solución de continuidad o diálogo.

Por tanto, de Mingo, su origen o causa del nacimiento como ciudad se desconoce, más allá de poderlo presumir en el egocentrismo de su tiránico emperador, que le da nombre. No se sabe cuál era el modelo anterior o si es fruto de una evolución y desde dónde evolucionó, en ese caso. Sólo conocemos que es la ciudad más importante y avanzada, que su arquitectura se utiliza como medio de opresión o dominio de la ciudadanía, y por ello, quizás nazca o guarde cierta relación con las imágenes de ciudades y megalómanos proyectos de la época fascista, alemana e italiana, por ser éstos su contemporaneidad. El autor establece, de modo casi inconsciente, paralelismos con el momento histórico que vive, paralelismos que traslada a la arquitectura y al urbanismo convenientemente simplificados y sin duda, al servicio revalorizador y acentuador del protagonismo del Héroe, con marcada caracterización propagandista del libertador americano, con lo que se aprecia las siguientes características: el Dictador Fascista, como al Emperador Ming: no sólo el nombre resulta oriental, incluso sus rasgos lo son. Personifica al terror amarillo, tan popular en la prensa y las novelas de principios del siglo XX; la Ciudad de Mingo, frente a los-Proyectos para Berlín: con la utilización de escala no gigante, sino aún mayor, suprahumana, en busca de subyugar, de empequeñecer al hombre como individuo frente al poder social. El Hombre es una pequeña pieza de un gran engranaje; la imagen de Tecnología, progreso y modernidad: era la imagen seduc-

tora de estos regímenes. Eran países que habían sufrido una profunda regeneración y que tras una Gran Guerra, seguida de una profunda depresión, surgían de sus cenizas. Era el caso de una Alemania, en la que sus líderes políticos eran elogiados por sus homólogos europeos y estadounidenses, en una primera etapa, hasta que se convirtieron en una amenaza por sus ansias expansionistas a nivel ideológico y físico. Es por tanto el caso de Ming, un dictador enfebrecido con el ansia de dominio sobre Mongo, su planeta. Y, por último, el individualismo, que motiva la oposición al absolutismo tiránico de aquél: éste no es más que Flash Gordon, héroe típicamente americano atlético y deportista, portador de sus principales valores raciales, culturales e incluso políticos. Viene a ser la proyección subconsciente cultural del papel deseado para unos E.E.U.U. activamente intervencionistas en su entorno próximo, aunque todo esto ya sea materia de otra índole.

Es la propuesta raymondiana de la Moderna Ciudad del Futuro, directamente vertida de su contexto cotidiano, de su época, cuyo rasgo más distintivo con unos rasgos fijos tales como el uso del estilo aerodinámico estilizado, la presencia siempre apelotonada y sin orden de unos edificios cuya materialización se realiza acudiendo a un único tipo de rascacielo: verticalísimo con apoyo de huecos, molduras verticales y remates, siempre siguiendo la estética de la nave cohete.

En suma, toda una imagen de consumo sin más estudios o complicación, pero sin duda, de una gran magnificencia e impacto visual.

Así pues, la Moderna Ciudad del Futuro propuesta se convierte en telón de fondo,





La moderna Ciudad del Mañana de Alex Raymond

## 4. Conclusión

Por fin, llegados aquí, ya sólo queda concluir señalando de forma definitiva cómo el cómic de Flash Gordon ha sido perfecto receptor de unas ideas, entre las que cabe citar la que nos ha interesado: la de la arquitectura de la Ciudad Americana que, además, a lo largo de su trama ha ido evolucionando en los aspectos tan básicos como su organización y morfología, en relación directa con la tipología del rascacielo americano.

Es decir, como medio de comunicación ha permitido que ciertas ideas, procedentes de un estamento culto, hayan podido trascender desde unas simples viñetas al subconsciente del lector medio americano, e incluso ir más allá de su entorno geográfico. Y ello, en casi toda su evolución y variedad, desde la City Beautiful de Burnham hasta el esquema dominante de la Nueva York de Hugh Ferriss, para acabar incluso, asumiendo ideas de un nuevo diseño de modernidad y, quizás, ligeramente europeizante donde la línea vertical del rascacielos aterrazado y estiloso deja paso a la horizontal de planos abstractos superpuestos en formas ya curvas, ya prismática, pero siempre puras, para influencias posteriores.

Y para concluir, se puede decir que, analizando las imágenes de un cómic que es representativo de una época, hasta el punto de atravesar un océano y conocerlo en su lejana Europa, hemos podido ver:

– Cómo ha ido evolucionando, en una cierta época y un cierto periodo de tiempo, la ciudad americana en los aspectos tan básicos como su organización, su morfología y su relación con una tipología tan americana como es la del rascacielos.

– Cómo el subconsciente culto, de la idea de ciudad americana, ha trascendido desde unas simples viñetas a la masa media de lectores americanos, e incluso por extensión europeos, en casi toda su evolución y variedad, para acabar en un nuevo diseño ligeramente europeizante, por el que el grafismo vertical del rascacielos aterrazados y estiloso deja paso a la horizontal superpuesta del rascacielos prismático y puro.

## 5. Bibliografía y Créditos

Lamina 1, 3, 6 y 7: Copyright de 1988 de Ediciones B S.A. Grupo Z y King Features Syndicate Inc.

Lámina 2: Fritz Lang, Película "Metrópolis", 1926.

Lámina 4: Hugh Ferriss.

Lámina 5: Antonio Sant'Elia

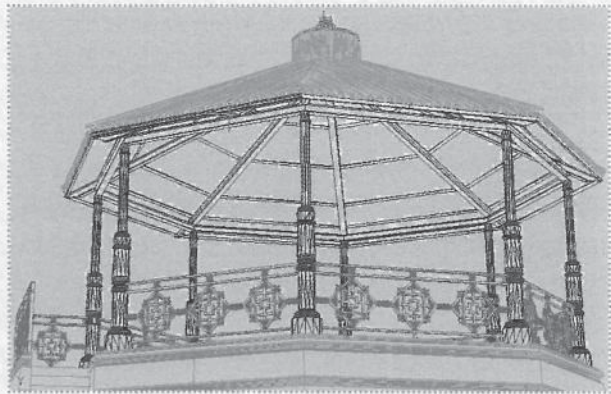
1. CAMEL, Luciano; LONGATTI, Alberto. Antonio Sant'Elia. The Complete Works. Rizzoli New York. 1988. pp. 312.

2. FERRIS, Hugh, The Metrópolis of Tomorrow. Ives Washburn, Publisher. Published by Princeton Architectural Press. New York .1929, Reedición de 1988. pp.199.

3. GREGORI LURI, M; SEGALES, Antonia. "El Cómic histórico" en Cuadernos de Pedagogía número 199 de enero. Madrid. 1992. Páginas 32 a 35 incluidas.

4. RAYMOND, Alex. "Flash Gordon" en Colección Edición Histórica de Flash Gordon,. Ediciones B. Tebeos S.A. Grupo Z. Reedición. Barcelona. 1988. Números 1 al 18 inclusive, cada ejemplar 32 páginas.

# LOS QUIOSCOS DE MÚSICA COMO EJERCICIOS DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA



JOSÉ RAMÓN OSANZ DÍAZ  
PROFESOR TITULAR  
EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN  
ESCUELA UNIVERSITARIA ARQUITECTURA TÉCNICA DE MADRID

## 1. INTRODUCCIÓN



**E**l planteamiento, (durante mis 22 años de docencia como profesor titular en la disciplina de Dibujo Arquitectónico de primer curso en la Escuela de Arquitectura Técnica de Madrid), de búsqueda de objetos arquitectónicos que sirvieran a los alumnos para realizar sobre ellos, tanto toma de datos, (los llamados levantamientos de planos), como representaciones y presentaciones gráficas, como complemento a un curso de aprendizaje del Dibujo Arquitectónico, llevaron a elaborar listas con distintos y variados objetos de arquitectura, (bancos, fuentes, portales de edificios, miradores, bocas de metro, elementos decorativos en fachadas etc. dentro de la ciudad o en otros lugares, en los espacios públicos o privados, tanto fueran de piedra como de madera, metáli-

cos, de pvc etc., ), con las ventajas e inconvenientes propios de cada objeto y del lugar donde se encontraban estos.

De entre todos los objetos que se han usado para este fin, sobresale por idóneo: "el Quiosco de Música" por ser un objeto asequible, al estar en un lugar de acceso libre, con unas dimensiones controlables por los alumnos que comienzan a utilizar el Dibujo Arquitectónico como medio de expresión, con unos espacios definidos y fácilmente asimilables, por los materiales usados en su construcción, por existir un gran número de ellos y en los lugares de las distintas residencias de los estudiantes, lo que les facilita su estudio durante las épocas del curso en que disponen de tiempo fuera de los días lectivos, porque en casi todos los casos se añade un componente de elemento reconocible y nostálgico, dentro de los espacios donde cada uno se ha desarrollado, y sobre todo porque permite utilizar para su definición gráfica los distintos sistemas de representación y de presentación aprendidos durante el curso, lo que hace que sirva como una excelente referencia a la hora de la evaluación.

Uno de los condicionantes es que a pesar del gran número existente de ellos, son más los alumnos matriculados en Dibujo Arquitectónico, por lo que se produce una repetición de trabajos sobre los mismos quioscos, con el consiguiente problema de dilucidar quien es el alumno que realmente ha realizado el trabajo, y quien se ha aprovechado, problema que intentamos solucionar con la admisión de trabajos realizados sobre quioscos de

otras comunidades con las que los alumnos tienen relación por su procedencia o residencia, aumentando así su número.

Aparte de esto en muchos Ayuntamientos les facilitan planos de los que tienen, por lo que se pierde en parte tanto la toma de datos como la de representación del quiosco, pero ganando en el aprendizaje de relación con distintos organismos, y del entendimiento/lectura de los planos que les facilitan, por lo que el resultado final es extraordinario Académicamente, ya que aportan también memorias Arquitectónicas de materiales, de su función//uso, estudios fotográficos etc. entendiendo así como se debe definir arquitectónicamente y en su totalidad un objeto edificado.

Otra de las deficiencias encontradas es la falta de información y nula bibliografía existente sobre esta materia, que suplen con charlas/conversaciones con los técnicos municipales o personas que tienen alguna relación con ellos, como los conservadores/jardineros/vecinos/mayores etc., y en algunos casos con búsqueda de información en Internet, que les facilita la elaboración de la memoria.

Toda esta situación de falta de datos e información sobre los Quioscos en general, me ha provocado a realizar este estudio de búsqueda e inventario, con el fin de hacer una investigación que aporte lo que ahora falta, y que cree las bases de futuros trabajos de investigación que amplíen los conocimientos sobre esta materia y lo relacionado con ella.

## 2. LOS COMIENZOS

Entre los entretenimientos preferidos de las clases sociales urbanas en la segunda mitad del siglo XIX, estaba el de oír los conciertos de música en las plazas, y espacios públicos, con la consiguiente proliferación de las bandas municipales, lo que requería un espacio adecuado desde donde las bandas interpretaran repertorios de calidad con comodidad y que los ciudadanos pudieran escucharlos en las mejores condiciones, con características distintas a los espacios cerrados, es decir en espacios abiertos, con todos los condicionantes que implica de ruidos externos y climatología variante. Ya eran conocidos los templetos o quioscos orientales, que cumplían una función similar,

y los diseños de quioscos en los parques londinenses de mediados del XIX, los adaptaron con connotaciones occidentales manteniendo el espíritu musical del quiosco, añadiéndoles colgantes de campanillas.

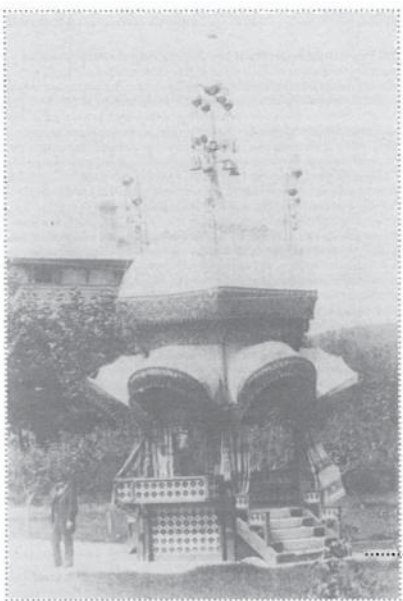
La necesidad de cumplir la función de emisión sonora y visualización, para oír y ver desde cualquier posición exterior, se soluciona con una basa elevada, columnas de poca sección, de fundición, que permiten estructuras diáfanas, sin ángulos muertos, con rapidez de ejecución, que ahora se pueden fabricar y en grandes cantidades por la ventaja de la industrialización, y cubiertas que protejan de las inclemencias del tiempo a los primeros protagonistas, (los músicos), así como conseguir una caja de resonancia que permita la emisión del sonido hacia el exterior, aplicando en todo ello los sistemas de la arquitectura del hierro, que ya se habían empleado en edificios como Price Madrid 1880, plaza toros Madrid 1874, Palacio de Cristal Retiro 1887 etc.

Todo ello coincide con las reformas urbanas, creación y ampliación de espacios públicos, en donde los organismos públicos vuelcan sus ansias de agrandar y cuidar el espacio de uso de los ciudadanos, creando el mobiliario urbano, encontrando los Quioscos de Música, donde Ayuntamientos quieren expresar su nivel social, económico y cultural.

Las casas-fábricas de fundición establecieron catálogos de sus productos, (básicamente las francesas), consiguiendo inundar el mercado con sus productos, proliferando los quioscos, pero también en intento de distinguirse y crear objetos adecuados al entorno particular, se diseñan quioscos por los arquitectos municipales, siendo estos los que presentan mayor variedad, calidad, e interés pues incorporan diseños, formas y gustos autóctonos. Son ejemplo de ellos los de: Juan Miguel de la Guardia en el paseo del Bombé de Oviedo de 1888, Federico Ureña para Avilés 1894, Daniel García Vaamonde en Alameda de Santiago de Compostela en 1896, Martínez Ruiz para el Espolón de Burgos en 1897, en plaza mayor de Briviesca 1909 (Burgos), y con influencias modernistas en el siglo XX, el del Bulevar de San Sebastián de Ricardo Magdalena, construido en talleres de Pascual González de Zaragoza vidrieras de Maumejean, el de hermanos Martínez Ubago en Zaragoza 1908.



### 3. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA



Quiosco de Gaudí-Comillas 1881



Quiosco de Coruña 1885



Quiosco de Bombé-Oviedo 1888



Quiosco de Avilés-Asturias-1894



Quiosco de Zaragoza 1908



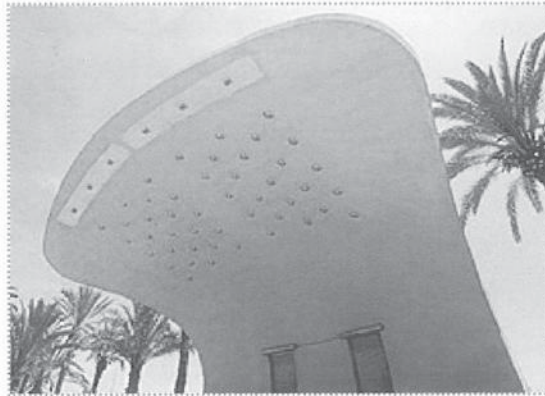
Quiosco de Briviesca-Burgos 1909



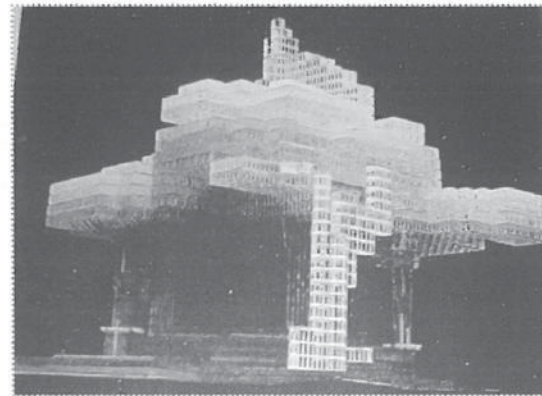
Quosco del Retiro-Madrid 1925



Quosco Talavera de la Reina-Restaurado 1942



Quosco de Alicante- 1954



Quosco de Fullaondo-Premio Nac.Arq.1968



Quosco de la Vaguada-Madrid-1988



Quosco Magallanes-Alcala H. 1989

## 4. ESTUDIO TIPOLOGICO

La necesidad de cumplir la función de emisión sonora y visualización, para oír y ver desde cualquier posición exterior, se soluciona con una basa elevada, columnas de poca sección, de fundición, que permiten estructuras diáfnas, sin ángulos muertos, con rapidez de ejecución, que ahora se pueden fabricar y en grandes cantidades por la ventaja de la industrialización, y cubiertas que protejan de las inclemencias del tiempo a los primeros protagonistas, (los músicos), así como conseguir una caja de resonancia que permita la emisión del sonido hacia el exterior, aplicando en todo ello los sistemas de la arquitectura del hierro, que ya se habían empleado en edificios como el Price de Madrid de 1880, la plaza de toros de Madrid de 1874, el palacio de cristal del parque del Retiro de Madrid de 1887, o otros sistemas constructivos más acordes con el tiempo que le corresponde a cada ejecución de los quioscos.

Se ha dividido el estudio de las Tipologías en tres partes, que se corresponden con las tres partes más significativas de los quioscos, como son las *basas*, el *cuerpo-soporte* que sustenta la cubierta, y la propia *cubierta*, por ser los más comunes en los diseños en general, independientemente de la ausencia de alguna de estas partes, o de la Época de construcción del quiosco, o donde se ha realizado.

Tipología de basas:

Basa cuadrada: Trubia-Asturias.

C/ Magallanes de Alcalá de Henares-Madrid

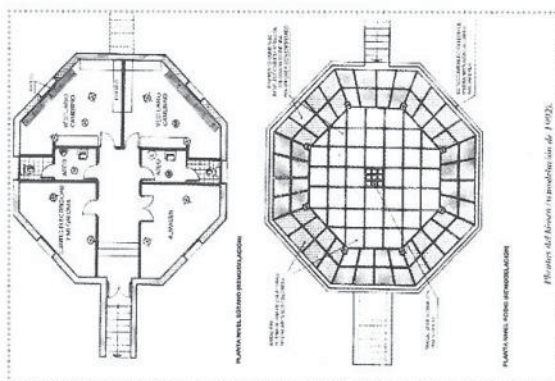
Basa rectangular Plaza de la Remonta-Madrid

La Vaguada-Madrid

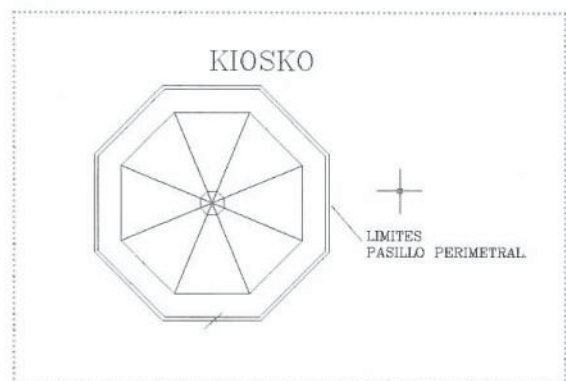
Basa: hexagonal Comillas-Cantabria.

Quiosco de Gaudí.

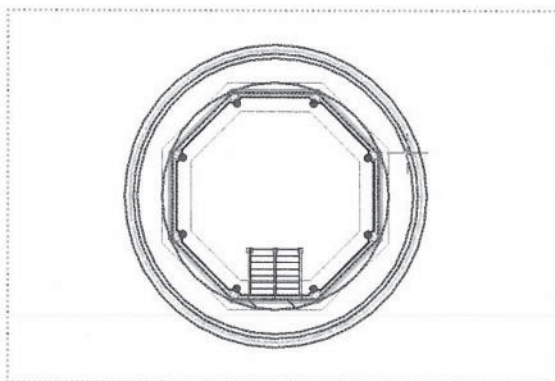
Basa octogonal: *La generalidad de los quioscos*



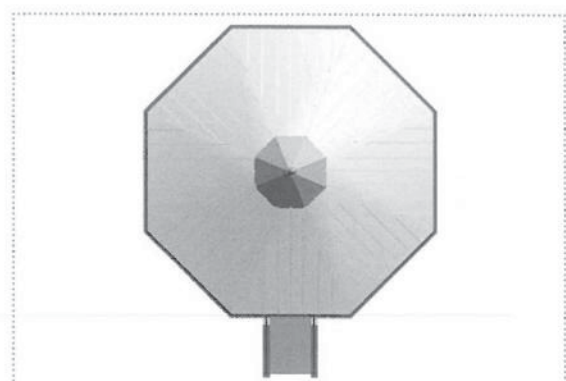
Plantas Quiosco de Zaragoza de 1908



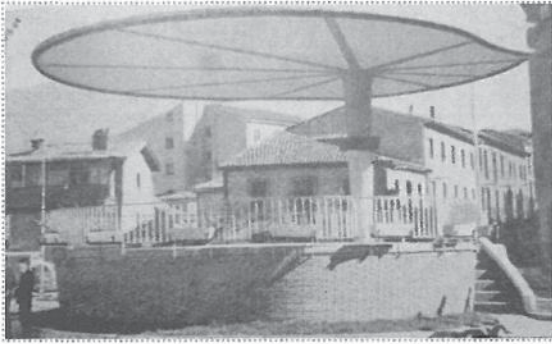
Basa octogonal Quiosco Calatayud (Zaragoza)



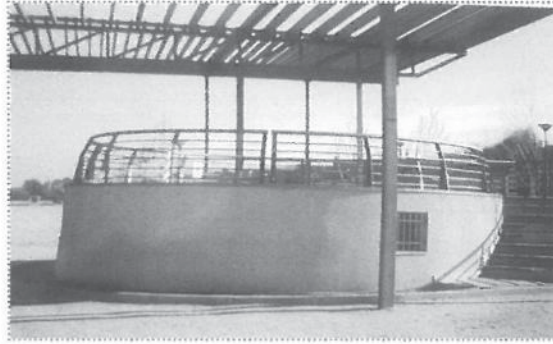
Quiosco de Chamberí (Madrid)



Quiosco de Alcobendas (Madrid)



Basa circular  
El de Cíaño de Langreo (Asturias)



Quiosco de Valdemoro (Madrid)

Basa irregular  
J.I. Fullaondo premio Nacional de Arquitectura 1968

Tipología de cubiertas

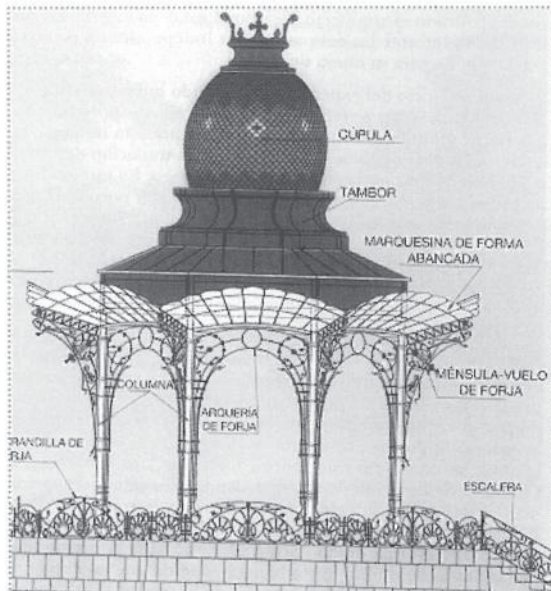
- Sin cubrir
- Cubierta a cuatro aguas
- Cubierta a seis aguas
- Cubierta a ocho aguas
- Cubierta con cúpulas
- Cubierta esférica
- Cubierta extendida
- Cubierta irregular

Tipología de cuerpos-soportes

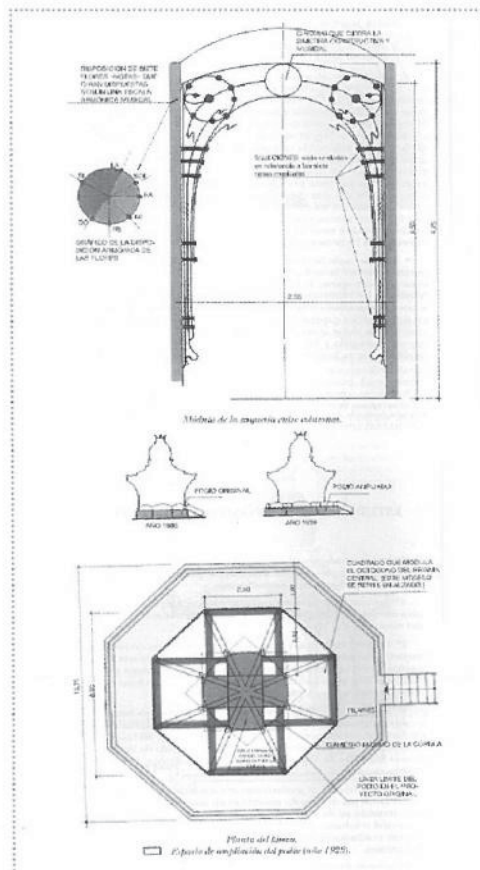
- Cuerpo central-soportes cuadrados metálicos
- Cuerpo central-soportes circulares lisos metálicos
- Cuerpo central-soportes circulares metálicos con formas
- Cuerpo central-soportes de fábrica-muros
- Cuerpo central-soportes de hormigón
- Cuerpo central-soportes de madera
- Sin cuerpo central-soporte lateral de hormigón

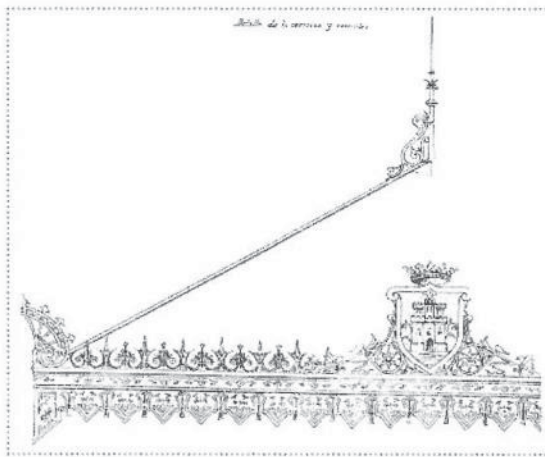
## 5. REPRESENTACIONES GRÁFICAS

### 5.1. Dibujos a mano En Monografías



Quiosco de los hermanos Ubago en Zaragoza 1908.- Modernismo Aragonés ("1")



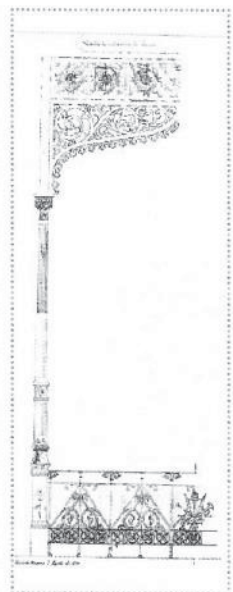


Quiosco de Alcalá de Henares-Madrid 1898 ("2")

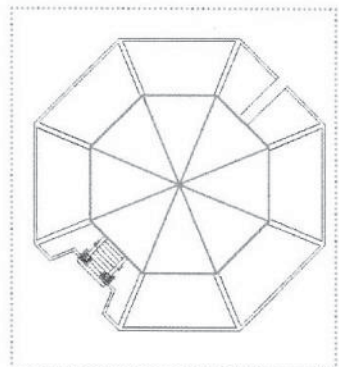
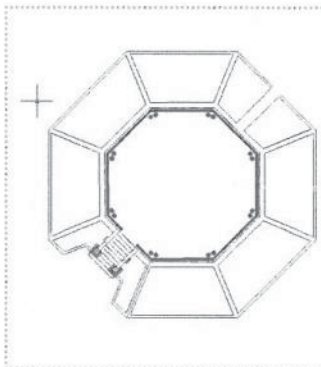
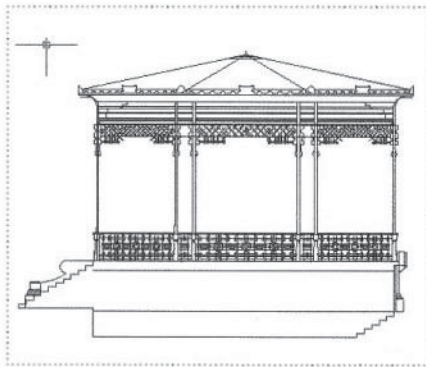
CENTENARIO  
QUIOSCO DE LA  
MÚSICA



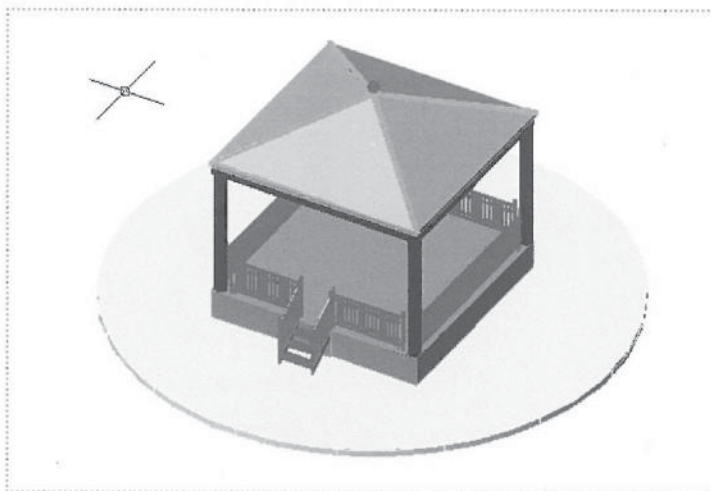
25 DE ABRIL DE 1998  
ALCALÁ DE HENARES  
A.A.F. Dibujo: Gustavo Chamorro



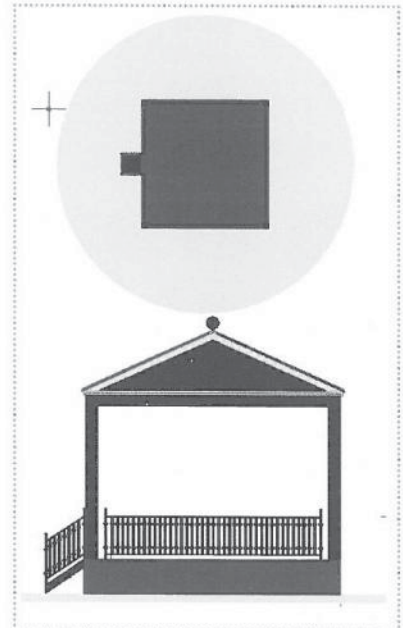
## 5.2. Representación gráfica en Cad:



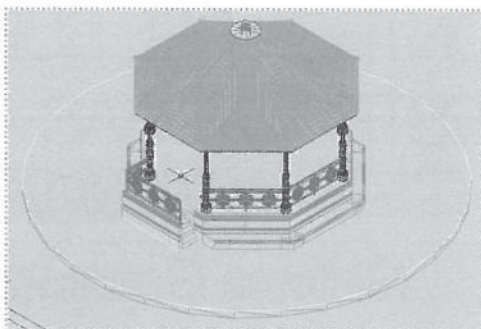
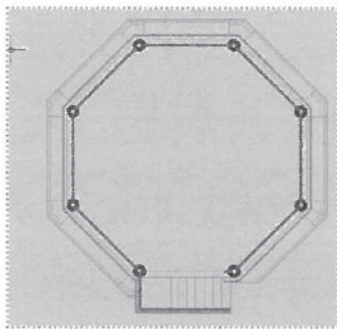
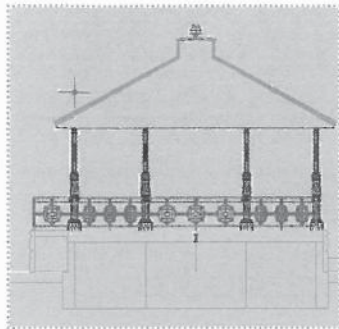
Quiosco del Retiro-Madrid-Sección-Plantas



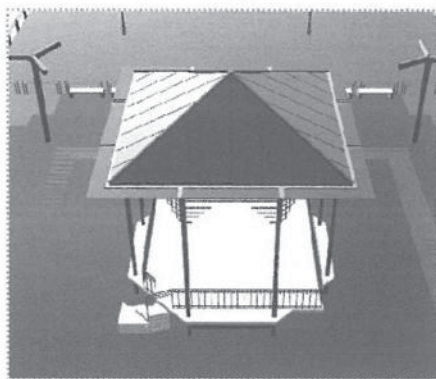
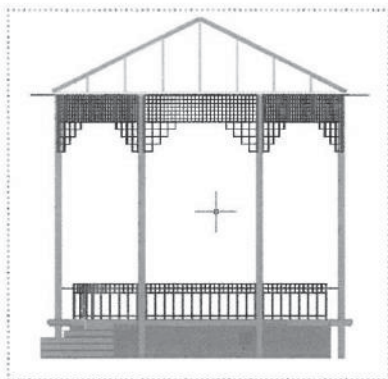
Quiosco de Trubia-Asturias-Planta-Sección-Isométrica







Quiosco de Las Rozas-Madrid-Planta-Sección-Perspectiva

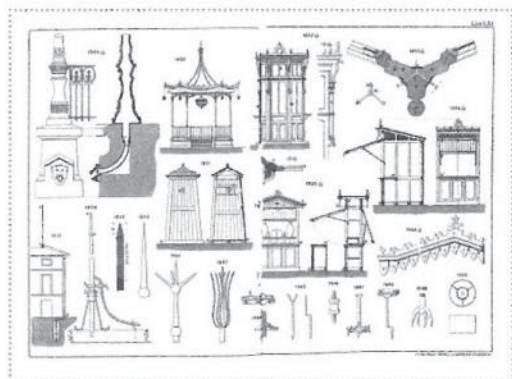


Quiosco en C/Magallanes  
Alcalá de Henares-Madrid-  
Alzado- Render

## 6. TRATADOS DE ARQUITECTURA Y CARTELES

(“3”)

(“4”)



## 7. CONCLUSIONES:

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Existe un gran número de Quioscos, sobre todo en Comunidades del Noroeste.
2. Hay gran calidad de diseño y construcción con numerosas Tipologías, sobre todo en sus comienzos (1880-1910), y en la Época Democrática, (1975-2005).
3. Nuevas vías de trabajo-posibles temas futuros:  
Representación gráfica de los sistemas constructivo-estructurales en los quioscos de música  
El levantamiento de planos-Croquización de los Quioscos de música.
4. Nuevas aportaciones en todos los campos:  
El quiosco de música como símbolo del espíritu concorde con las voces de la ciudad.

- (1) José Luis Pino y José Carlos Marco, *El kiosco de la música de Zaragoza (1908-1999)*, Institución “Fernando el Católico” (C.S.I.C.) Excma. Diputación de Zaragoza, Zaragoza 2002.
- (2) M. Vicente Sánchez Moltó, *EL QUIOSCO DE LA MÚSICA DE ALCALÁ DE HENARES*, Fundación Colegio del Rey, Organismo Autónomo de Cultura, Maquetación y diseño: Oficina de Comunicación, Primera Tenencia de Alcaldía, ISBN: 84-95011-47-6, Dep. Leg.: M-37838-2001, Imprime: Gráficas Alcorán.
- (3) Tratado de Construcción Civil  
*Florencio Ger y Lobej*, Badajoz, 1905
- (4) Portada del disco editado por RTVE.- 2005
- (5) Ejercicios de Cad por este autor y alumnos de la EUATM.

# CONTROL DEL SUELO EN CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS ARQUITECTÓNICAS POR TÉCNICAS GEOFÍSICAS

(Sistema Georadar GPR). Modelos Gráficos

**Jorge Martín Gutiérrez<sup>(1)</sup>** [jmargu@ull.es](mailto:jmargu@ull.es)

**Norena Dorta Martín<sup>(2)</sup>** [nmartin@ull.es](mailto:nmartin@ull.es)

<sup>(1)</sup> Ingeniero en Geodesia y Cartografía. Ing. Técnico en Topografía.

<sup>(2)</sup> Licenciada en Documentación. Arquitecto técnico.

Dto Expresión Gráfica en Arquitectura e Ingeniería. Universidad de La Laguna.

## RESUMEN

*En este artículo se describen las técnica GPR (Ground Penetrating Radar). Un sistema basado en la emisión y recepción de ondas electromagnéticas en el suelo (u otro elemento vertical) y capaz de producir una imagen de los elementos que hay bajo el mismo, así como la posibilidad de deducir el tipo de material que tenemos bajo nuestros pies. Se trata de una técnica de aplicación en estudios geofísicos, geológicos, ingenieriles y por supuesto en la construcción y control de edificaciones.*

## 1. INTRODUCCIÓN



Ground Penetrating Radar (GPR) es empleado como una técnica no destructiva en las investigaciones poco profundas del subsuelo, y con muy buenos resultados para la detección de objetos enterrados, y cartografía del subsuelo.

La alta precisión de los estudios con GPR, requieren un conocimiento en el campo de las ondas electromagnéticas. En este trabajo hemos realizado un análisis de los resultados obtenidos por GPR, de una zona que hemos preparado a conciencia. Hemos creado un banco de pruebas, en el que se han enterrado objetos a profundidad conocida y cubiertos por un material también conocido, de esta forma se controla el comportamiento del sistema, analizando la precisión de los resultados que se pueden llegar a obtener.

## 2. FUNDAMENTO DEL SISTEMA GPR

El "georadar", consiste básicamente en una unidad emisora de ondas electromagnéticas y otra unidad receptora, junto con un sistema de registro digital. A partir de los tiempos de retardo de las ondas reflejadas y de la velocidad de propagación de las ondas en el material por el que se deslizan las antenas, se deduce la profundidad a la que se encuentra el cuerpo reflector y el material que atraviesa.

La prospección con georadar detecta los cambios que sufren las propiedades electromagnéticas de los materiales que atraviesan las ondas, estas propiedades son definidas por una serie de parámetros que juntamente con las características de la onda emitida, determinan la propagación de la energía por el medio.

El objetivo del método de prospección con georadar es el conocimiento de estructuras superficiales y la detección de objetos enterrados, siendo un método de alta resolución y no destructivo.

El georadar genera una imagen del subsuelo con altísima resolución lateral y vertical permitiendo no solamente la identificación de objetos singulares, sino caracterizar el entorno. Este el método, moderno, tiene su éxito en aplicaciones e investigaciones del subsuelo de forma no invasiva, es decir, sin necesidad de realizar excavaciones o algún otro tipo de intervención destructiva. Por esto es un método que no afecta el medio ambiente y es excelente para las fases de planificación y desarrollo de proyectos de ingeniería y edificación. Esta tecnología no necesita establecer contacto físico de ningún tipo (electrodos) con el material a investigar (suelo o estructuras), es rápido y de fácil aplicación en todos los ambientes.

La profundidad de penetración y la resolución observada depende del tipo de antena usada para una adquisición en particular. En aplicaciones de tipo geológico, las antenas usadas son antenas no blindadas o no apantalladas, del ingles un-shielded, que permiten investigar hasta profundidades de 30-60 m. También permite investigar áreas urbanas y de alta resolución (con antenas blindadas o apantalladas, de su nombre en ingles Shielded), estas antenas permiten un mejor control del ruido y de las reflexiones desde el aire y una alta calidad en la imagen radar con un alcance en la profundidad de 5-10 m.

### 3. EQUIPOS Y MÉTODOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

El equipo que presentamos en este artículo, y con el que hemos realizado nuestros trabajos ha sido el Georadar RAMAC/GPR de la casa Mala Geoscience.

#### 4.1. Características físicas del equipo

Este modelo de equipo georadar es dedicado principalmente para aplicaciones en ingeniería y está formado por:

1. Unidad Central. CU I
2. Ordenador portátil, con el software informático "Ramac" instalado, que junto con la pantalla del ordenador permite la visualización de los registros durante la adquisición de datos. Incorpora disco duro para el almacenamiento de los registros.
3. Antena. Monoestática\* (Montaje foto 1) y Biestática\* (Montaje foto 2).
4. Cable de conexión de la antena con la unidad de control. (Fibra óptica)
5. Odómetro. Rueda conectada a la antena (Montaje foto 1). Carrete de Bobina de hilo (Montaje foto 2).
6. Cable puerto paralelo, de conexión entre ordenador portátil y unidad central.

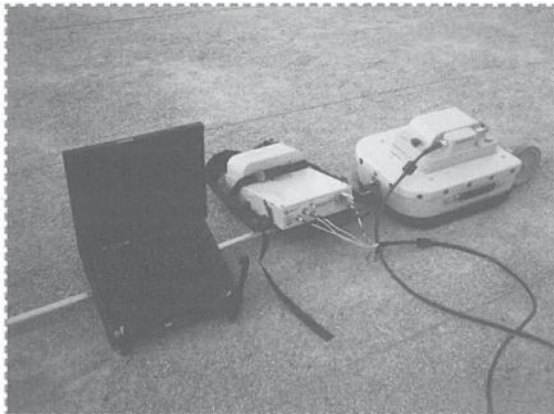


Foto 1. Montaje con antena de 500MHz.

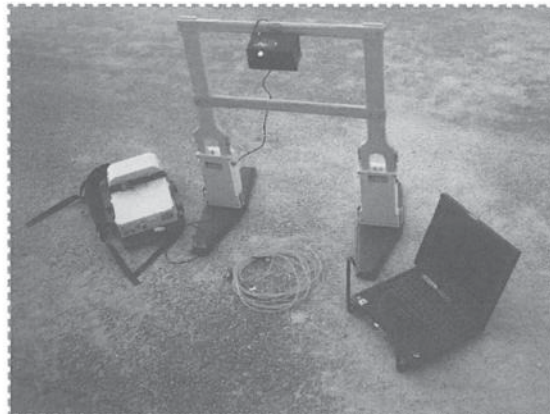


Foto 2. Montaje con antena 200MHz

\* Modo Monoestático: En este tipo de antena se emite y recibe una onda electromagnética de una frecuencia dada

\* Modo Biestático: En este tipo de antena, la transmisora es separada de la unidad receptora.

**La Unidad Central.**

La unidad central es la parte fundamental del sistema RAMAC/GPR. Esta unidad de control opera con el software informático GPR.exe, para controlar los tiempos de envío de señales eléctricas que la antena convierte en ondas electromagnéticas y recibir las señales reflejadas, en forma de registros de radargramas

**Antenas.**

Las antenas, son si cabe la parte más importante del equipo. Estas actúan como un traductor electromagnético que transforma los impulsos eléctricos que recibe de la unidad central en una serie de pulsos u ondas electromagnéticas de corta duración que se emiten en el medio a estudiar. Otra función de las antenas es captar la energía reflejada y transformada en pulsos eléctricos que envía a la unidad central.

Dos tipos de antenas, apantalladas y no apantalladas, también denominadas blindadas o no blindadas.

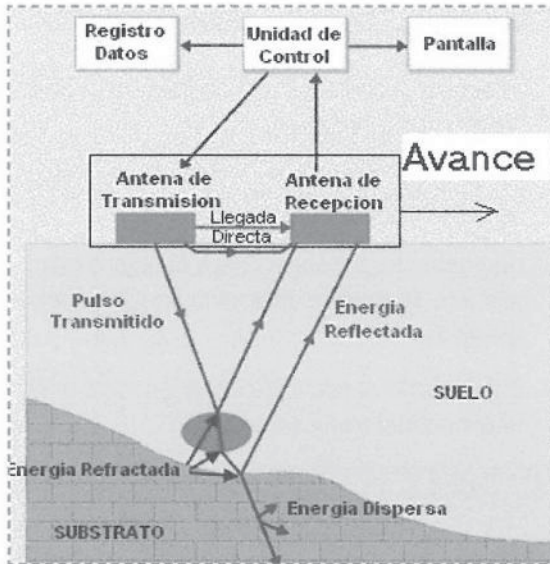


Fig 2. Esquema básico funcionamiento georadar con antena monoestática

**4.2. Algunos métodos de Adquisición de los datos**

**Adquisición de perfiles.**

Para efectuar un perfil se desplaza la antena (monoestática) o las dos antenas sin variar la separación existente entre ellas (biestáticas) a lo largo de una línea. Al realizar este levantamiento, se le puede acoplar al sistema un GPS de forma que se realiza a la vez el trabajo georeferenciado.



Foto 6 y 7. Toma de perfiles con antena monoestática. apantallada. 500MHz. y antena biestática. no apantallada. 200MHz

NOTA: Pueden obtenerse registros largos de forma rápida colocando, por ejemplo, las antenas sujetas a un coche que se desplaza a una velocidad constante (los equipos de última generación permiten una exhaustiva adquisición de datos a una velocidad de 80 Km/h).

**Punto medio común "Common Mid Point".**

Desplazando la emisora y la receptora en direcciones opuestas, respecto a un punto central entre ambas. Las dos antenas deben quedar siempre equidistantes a dicho punto, y al realizarse la adquisición de datos se obtiene un registro que, representado en una gráfica distancia-tiempo, tiene la forma de una hipérbola si únicamente tenemos un reflector bajo las antenas.

A partir de la ecuación de esta hipérbola, es posible obtener los parámetros del medio (velocidad efectiva de propagación y profundidad del reflector). En el caso de tener más de una superficie reflectora bajo las antenas, el resultado en la gráfica distancia-tiempo es una hipérbola por cada una de las superficies reflectoras.

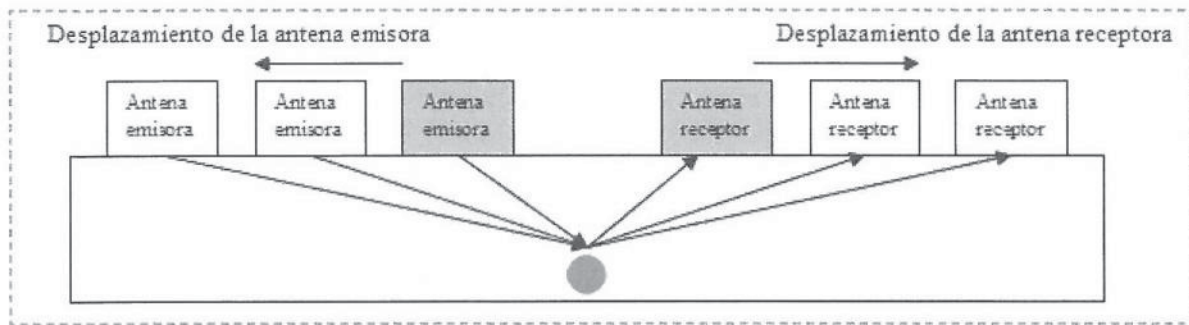


Figura 3. Obtención de datos con CMP.

### Transiluminación v tomografía.

Estos métodos de estudio se aplican a muros y medios que tienen dos superficies paralelas en las que se puedan situar las antenas. Suele aplicarse, con antenas de alta frecuencia, a elementos constructivos: muros, columnas, etc.; y con antenas de baja frecuencia a túneles y minas.

Una de las antenas permanece fija sobre una de las superficies mientras que la otra se desplaza a lo largo de la superficie opuesta. La antena receptora capta la onda que se propaga de forma directa por el medio. Las variaciones en la velocidad de propagación dan información de los cambios laterales. Este método permite realizar tomografías con GPR. Las variaciones de velocidad se corresponden con cambios o variaciones suaves de la Permitividad dieléctrica efectiva, que a su vez se relaciona con cambios de material o variaciones en las condiciones de éste (humedad, zonas de fractura, compactación, etc.).

etc. Por esto, antes de interpretar cualquier tipo de datos de georadar es necesario realizar un procesamiento de los datos, con el objeto de mejorar la imagen, aumentar la resolución y la relación señal-ruido. Los ruidos y las interferencias que se registran en el radargrama pueden producirse por:

- 1) Objetos presentes en la superficie del terreno, sobre los cuales la antena tiene que pasar.
- 2) cables aéreos de alta tensión, postes de luz o semáforos, árboles, edificaciones, etc.
- 3) señales electromagnéticas de alta frecuencia, generadas por transmisores externos como antenas microondas, teléfonos móviles, etc.

Algunas de estas fuentes pueden ser eliminadas o minimizadas con ayuda del procesamiento de los datos, pero para poder hacer un buen procesado se tienen que tomar notas en campo sobre la presencia de cualquiera de estos elementos generadores de ruido para luego saber a qué corresponden y posteriormente eliminarlos.

El procesamiento de los datos involucra una serie de pasos a seguir: Pre-procesamiento, Ganancia, Filtrado.

#### Pre-procesamiento

El primer paso a aplicar a unos datos crudos (Radargrama) es el llamado filtro DC-Removal. Se aplica porque gran parte de la energía de la señal de la onda de aire y de la

onda terrestre recibida está saturada, es decir, contiene bajas frecuencias. En esta fase también hay que realizar el Cálculo de la Velocidad de propagación de las ondas en el terreno. El conocimiento de la velocidad permite realizar la transformación de los datos de tiempo a profundidad y definir la profundidad de los objetos investigados.

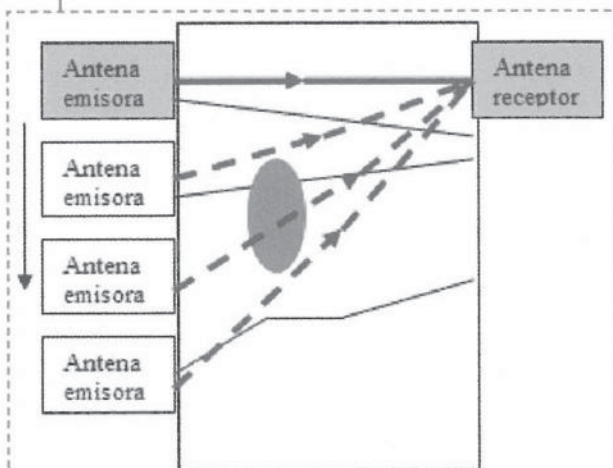
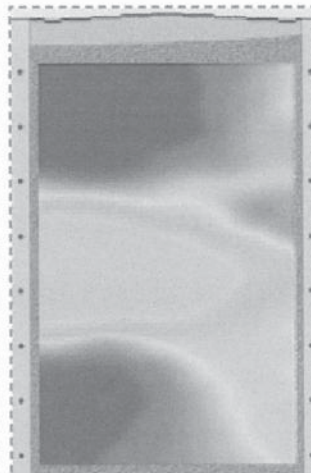


Fig 4. Adquisición de datos. Método transiluminación

### 4.3. Procesamiento de Datos.

Algunos factores limitan el desempeño del Georadar, como por ejemplo, la atenuación de las ondas irradiadas, ruidos externos, ruidos instrumentales,



Existen muchas técnicas matemáticas para hacer este cálculo, pero la más común es a partir de las hipérbolas de reflexión presentes en el radargrama. La forma de una hipérbola de reflexión va a

estar definida por la velocidad de la onda, así que adaptando hipérbolas sintéticas a los datos, se puede obtener información de la velocidad de propagación de las ondas en el subsuelo.

$v$ , es la velocidad de propagación

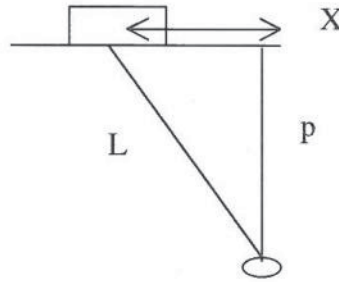
$p$ , la profundidad del objeto reflector

$\Delta t$ , es el tiempo que tarda la onda desde que sale del emisor, se refleja en el objeto y llega al receptor, es decir el tiempo que tarda en recorrer dos veces la distancia entre antena y objeto enterrado.

incremento

$\Delta X$ , la distancia horizontal entre un punto de la hipérbola y su punto máximo, tenemos entonces:

$$l = \sqrt{p^2 + \Delta x^2}$$



Ecuación de la velocidad:  $V = \text{espacio} / \text{tiempo}$

$$V = \frac{2l}{\Delta t} \longrightarrow V = \frac{2\sqrt{p^2 + \Delta x^2}}{\Delta t}$$

Simplificando:  $V^2 = \frac{4 * (p^2 + \Delta x^2)}{\Delta t^2} \longrightarrow \frac{V^2 * \Delta t^2}{4} = (p^2 + \Delta x^2)$

Despejamos:  $\Delta x^2 = \frac{1}{4} V^2 \Delta t^2 - p^2$

Expresión que adopta la forma de ecuación de una recta:

$$\Delta x^2 = a(\Delta t)^2 - p^2 \longrightarrow \begin{aligned} a &= \frac{1}{4} V^2 \\ b &= -p^2 \end{aligned}$$

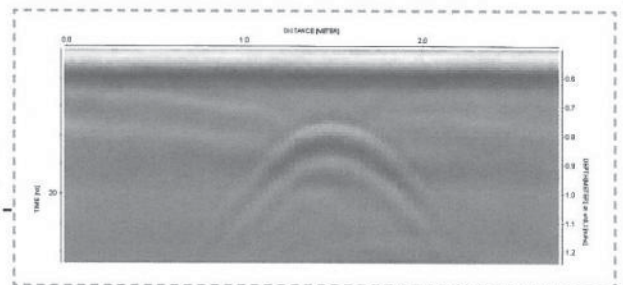
Los parámetros a y b son conocidos por cálculo de la recta de ajuste.

La velocidad y la profundidad de los objetos se puede calcular a partir de la siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} a &= \frac{1}{4} V^2 \\ b &= -p^2 \end{aligned} \longrightarrow \begin{aligned} V &= 2\sqrt{a} \\ p &= \sqrt{-b} \end{aligned}$$

### Cálculo de velocidad y profundidad

Fig 10. Marcas (distancia/tiempo) para obtener un ajuste lineal a la semi-hipérbola



Tiempo ns	x
3,746	0
4,163	0,10044
4,995	0,20089
6,244	0,47712
7,493	0,64035
9,575	0,87892
11,24	1,09237

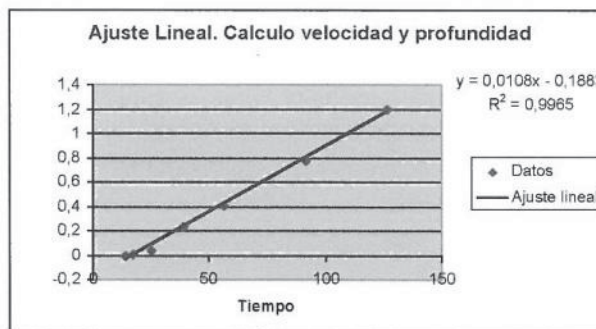
t^2	x^2
14,032516	0
17,330569	0,01008819
24,950025	0,04035679
38,987536	0,22764349
56,145049	0,41004812
91,680625	0,77250037
126,3376	1,19327222

**a = 0.0108**  
**b = -0.1883**

$$V = 2\sqrt{a}$$

$$p = \sqrt{-b}$$

**V = 0.20 m/ns**  
**P = 0.43 m**



La velocidad de la onda en este material es de 20 m/ns y la profundidad a que se encuentra el objeto es de 43 cm. (El material es Arenisca, pues es la velocidad a que se propagan las ondas por ese material)

### Ganancia

A medida que la señal de radar penetra en el suelo, se produce una atenuación de la misma. Esta puede ser corregida aplicando ajustes de ganancia a cada una de las trazas. Existen muchos modelos para calcular este tipo de ajuste, entre estos la Ganancia Lineal y Exponencial AGC, direccional (X,Y). Todas ellas tienen el mismo objetivo pero diferentes aplicaciones, dependiendo del caso de estudio.

### Filtraje

La aplicación de Filtros a la información intenta eliminar o reducir aquellas señales que no corresponden a eventos relacionados con la geología y que son considerados ruido. Este proceso es extremadamente importante y no puede ser completamente automatizado, siendo muy importante la experiencia del interprete para optimizar y resaltar la información contenida en los datos.

1. Tubo metálico.
2. Muro piedras
3. Bobina cable eléctrico.
4. Tubo de PVC 110 mm
5. Bidón metálico
6. Separación de capa material 1 y material 2.

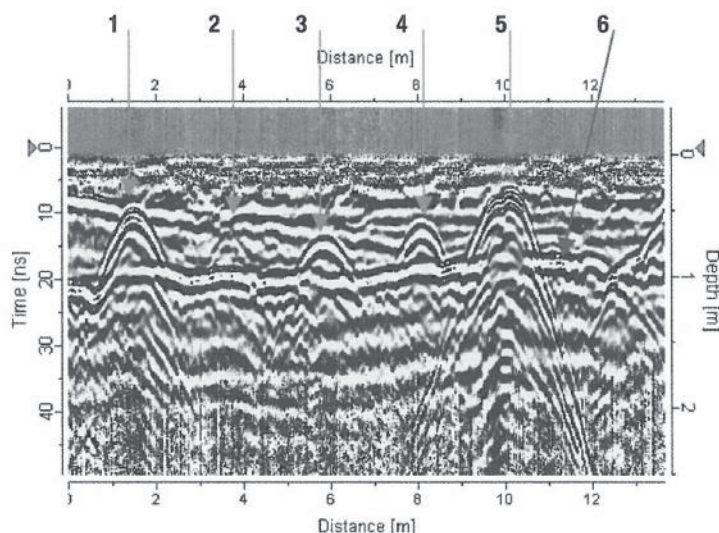


Fig 11. Radargrama, con filtros aplicados (DC removal, subtrac Mean Trace, AutomaticGainControl)

## 5. APLICACIONES

El GPR es aplicado en la ingeniería civil (estructural-vial), en estudios del medio ambiente, así como aplicaciones geológicas, exploración minera, geotecnia, estructuras de edificación y arqueología entre otras. En particular, algunas de las aplicaciones son:

- Detección de elementos metálicos y no-metálicos (tuberías, cables, etc.).
- Identificación de cavidades y estructuras enterradas (Huecos o cuevas, objetos militares, túneles, etc.).
- Inspección de suelos industriales y urbanos. Para posterior obras de cimentación y realizar excavaciones controladas.
- Inspección de construcciones (puentes, muros, etc).
- Inspección del pavimento de autopistas, pistas de aeropuertos y ferroviarias.
- Clasificación del substrato (estratificación, profundidad substrato, etc.) y condiciones de facturación del subsuelo
- Determinación de espesores en zonas de relleno o aluvional
- Mapeo de aguas subterráneas (acuíferos, etc.)
- Medio Ambiente (mapeo y delineación de terrenos y fluidos contaminados)
- Inspección de sitios arqueológicos y estudios forenses/seguridad policiales

## 6. CONCLUSIONES

El georadar representa una excelente herramienta para investigaciones no invasivas y no destructivas. Algunos factores, relacionados al entorno geológico y estructural a investigar no son controlados por el usuario y limitan fuertemente el uso del georadar. Otros factores, instrumentales y la modalidad de adquisición de datos pueden ser controlados.

Con relación al ambiente del entorno de trabajo, el georadar tiene sus mejores aplicaciones en ambientes secos con limitada presencia de agua y arcillas.

Las características óptimas de una unidad georadar son:

- Tener una alta resolución por medio de una alta capacidad de escaneo por segundo (>500 muestras / segundo) y antenas de alta sensibilidad.
- Tener una amplia gama de antenas para garantizar el uso del sensor apropiado en la condición apropiada.
- Usar un georadar multicanal para:

- reducir el tiempo de adquisición con mayor cobertura espacial.
- aumentar la capacidad de resolución de objetos enterrados usando contemporáneamente antenas de diferentes frecuencias y arreglos diferentes que garantizan por un lado explorar a diferentes profundidades, y por otro optimizar la caracterización del subsuelo.
- Usar una unidad que permita el procesamiento y el uso de software especializado por el mejoramiento de la señal e interpretación espacial y geo-referenciada de los datos (GPS).

En relación con la adquisición y procesamiento:

- Se necesita definir el objetivo de estudio en función del ambiente donde se necesita investigar (urbano, sub urbano y campo), esto para la decisión sobre el tipo de instrumentación a usar y el diseño de los parámetros de adquisición (orientación de la líneas y su espaciamiento).
- Usar personal especializado en las diferentes fases del proyecto (diseño, ejecución y procesamiento de los datos). El georadar es conceptualmente como una sísmica a reflexión, una Laparoscopia o Ultrasonido medico, a pesar de su aparente facilidad de uso, el éxito de un estudio es condicionado a la comprensión de todos los factores involucrados en la investigación y no puede ser simplificado al solo marcar una anomalía en el piso por parte de personal no cualificado.
- El producto de la investigación georadar tiene que ser un documento gráfico del estudio ejecutado y una cartografía sintética de los resultados.

## 7. REFERENCIAS

Paniagua, J, del Río, M and Rufo, M. "Test site for the analysis of subsoil GPR signal propagation". X international conference on Ground penetrating Radar. June 2004. Delf. The Netherlands.

Davis, J. L., and Annan, A. P., 1986. "High resolution sounding using ground probing radar". Geoscience Canada, Vol. 13(3), p. 205-208.

Davis, J. L., and Annan, A. P., 1989. "Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy". Geophysical prospecting, Vol. 37, p. 531-551.

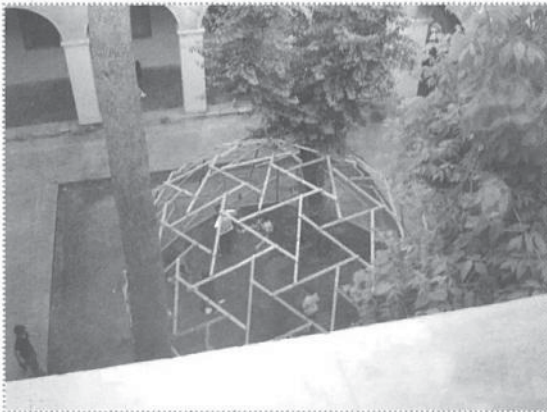
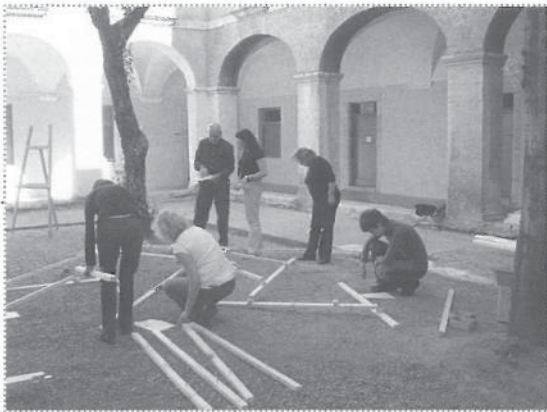
Mellett, J. S. (1995). "Ground penetrating radar applications in engineering, environmental management, and geology." J. of Applied Geophysics, 33(1-3), 157-166.





# UNA CÚPULA SIN NUDOS

*Luis Sánchez-Cuenca,*  
Arquitecto Departamento de Arquitectura e  
Ingeniería de la Construcción Escola  
Politecnica Superior. Universidad de Girona



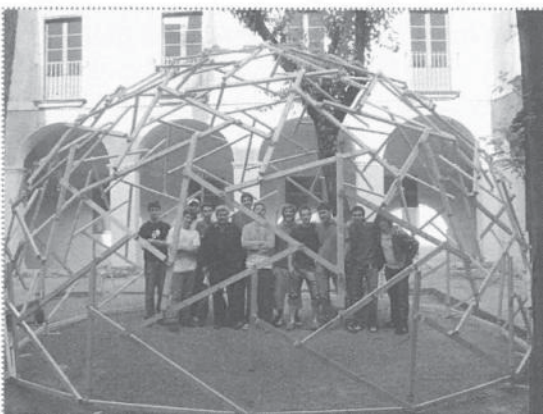
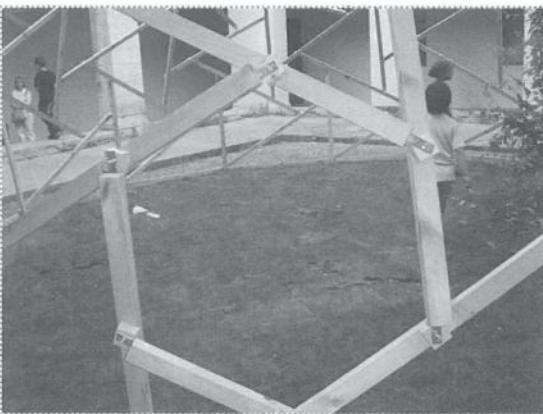
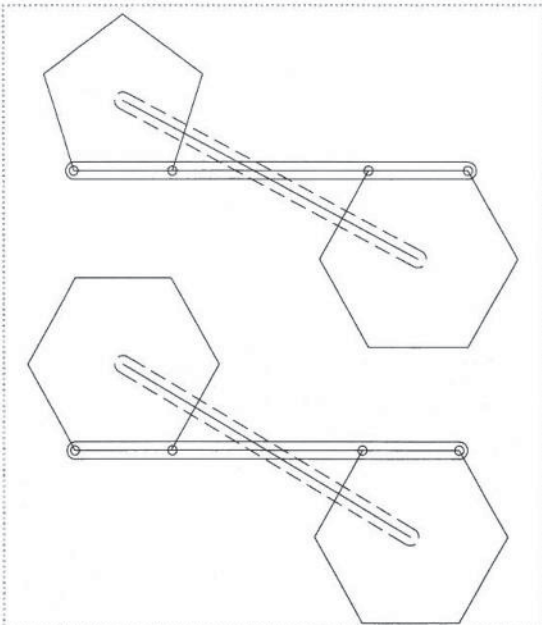
Esta pequeña construcción que presento tiene la particularidad de que está resuelta sin nudos, es decir, que las aristas no se agrupan en vértices sino que se van uniendo una a una mediante empalmes.

Si tenemos en cuenta que el nudo es por lo general un elemento muy característico en una estructura (puestos a patentar, lo que se patenta habitualmente es el nudo) se puede decir que esta es una estructura atípica.

La propuesta que aquí se presenta tiene algunas ventajas. Por ejemplo, este sistema de empalmes en lugar de nudos permite una solución constructiva con materiales no habituales. En nuestro caso, esta construcción se ha podido resolver con madera, porque si bien un nudo en madera sería muy complejo, empalmar en cambio una madera a otra resulta muy sencillo. A la simplicidad del procedimiento se une entonces ahorro en el costo del material, poco peso de los elementos, facilidad de montaje, etc.

Estas características, simplicidad, facilidad, poco coste, fueron las que aconsejaron la solución propuesta. Lo que se nos pedía era un elemento geométrico-constructivo que sirviera de soporte visual en una exposición floral que se hace anualmente en la ciudad de Girona. Para ello se utilizan los diferentes patios del casco histórico, con un resultado ciertamente espectacular que atrae un considerable número de visitantes.

En nuestro caso teníamos el patio de "La Mercé", que es una especie de Escuela de Artes y Oficios. Y la cúpula debía realizarse por los propios alumnos.



## GEOMETRÍA

- Se ha partido de una cúpula geodésica de base un icosaedro y de frecuencia 3. (Es decir, que la arista del icosaedro queda subdividida en tres partes).
- El desarrollo corresponde a 2/3 de la esfera completa con lo que:
  - Núm. de vértices 76
  - Núm. de barras 210 (de sólo tres medidas diferentes)
  - Núm. de caras 135
- El diámetro de la esfera fue de 6.50 metros
- Cada uno de los vértices se descompone en tantos empalmes como barras tiene el vértice, con lo que hay "nudos" de 5 empalmes y de 6 empalmes.
- Cada barra se gira alrededor de un eje que pasa por el centro de la esfera y el punto medio de la barra. (El procedimiento se describe en un artículo mío que se puede ver en el libro de actas de nuestro Congreso de Tenerife de 1993).
- El cálculo del ángulo de giro para que cada barra quede subdividida por los empalmes en cuatro partes iguales (en nuestro caso), es complejo incluso utilizando el ordenador. De manera que este cálculo se sustituyó por un procedimiento que pasa por suponer el problema resuelto y calcular simplemente la relación entre las dos medidas de la barra antes y después del giro. Ver la figura.
- La sección de las barras de madera era de 5 x 2.5 cm.
- Las dimensiones finales de las barras fueron 128, 146 y 149 cms.
- En cuanto al empalme la curvatura final requiere una taco intermedio que se calcula por la distancia entre el arco geodésico y su cuerda en el punto del empalme, es decir, en un cuarto de la barra.
- El montaje se realizó en unas 5 horas.

# DIBUJO TÉCNICO SIGLO XX - SIGLO XXI

Joaquín Aguilar Camacho  
Dpto. de Ingeniería Gráfica / E.U.A.T. SEVILLA

# EI

Dibujo Técnico ha sido generalmente definido como el lenguaje universal de los técnicos.

Es un lenguaje gráfico y como toda expresión plástica está condicionado por el instrumento o herramienta con la que se realiza (el stilo) y por el soporte material en el que se ejecuta.

Durante casi todo el siglo XX se ha dibujado a mano sobre papel y con los instrumentos que les han sido propios tradicionalmente.

Pero la aparición de los ordenadores ha cambiado en los últimos años esta realidad.

El Dibujo Técnico ha sido un elemento característico del progreso de la civilización occidental y ha conformado los procesos de gestación y realización de las actividades industriales y constructivas mediante sus dos expresiones más genuinas: el croquis y el plano.

El croquis como génesis y materialización visual de una idea y el plano como documento fundamental de un proyecto o de una obra o trabajo ya ejecutado.

Pero el plano es en la realidad profesional de hoy día, un producto informático y su soporte, en muchos casos, también lo es.

El ordenador realiza el plano de forma diferente a la manual y tradicionalmente utilizada.

Los sistemas informáticos tienen una metodología propia y aunque utilizan la geometría para sus fines métricos y formales, lo hacen de forma diferente y con procedimientos que no son los clásicos de los trazados geométricos y los sistemas de representación realizados con regla y compás.

La enseñanza del Dibujo Técnico tiene que asumir esta nueva situación, pues las innovaciones informáticas han cambiado la función del Delineante que conocimos en el siglo XX y ponen en cuestión el aparato académico de su formación.

En la práctica laboral actual, la función del deli-

neante clásico (el que solamente dibujaba el plano) ha sido asumida por el diseñador.

En los despachos de ingeniería, los estudios de arquitectura, los gabinetes de topografía, etc..., el autor de una idea (del diseño) se basta hoy para, con la ayuda del ordenador, obtener el plano acabado de su proyecto o de su trabajo.

La realidad académica, la formación de los técnicos, va tras los pasos de la realidad profesional y la universidad se va adaptando difícilmente (por la falta de medios materiales y humanos) a estos cambios tan sustanciales.

Todas estas circunstancias (cambios, adaptaciones, deseos y realidades) son las que se manifiestan en la bibliografía de la materia y que vamos a analizar sucintamente a continuación.

Antes de nada, vamos a recordar y a tener presente en los análisis bibliográficos siguientes, que el Dibujo Técnico es un corpus de conocimientos, técnicas y procedimientos en los que las Ingenierías ocupan la mayor parte de sus contenidos (no menos del 75%) y la Arquitectura, incluida la Construcción, una pequeña parte (no más del 25%).

En el Dibujo Técnico se incluyen una serie de conceptos y materias como las calidades superficiales, sistemas de ajustes, tolerancias, sistemas de cierre, elementos de transmisión, redes y elementos de distribución, engranajes, electricidad, electrónica, etc., etc... así como unos tipos de planos y acotaciones de despieces y componentes de los mecanismos, que la construcción no utiliza. Al punto que en la universidad española existen dos ramas académicas que se corresponden con esa realidad de contenidos: la Expresión Gráfica en la Ingeniería y la Expresión Gráfica Arquitectónica.

De todas formas el Dibujo Técnico en su conjunto es de extraordinario interés para cualquier profesional de la expresión gráfica, y por eso realizamos este trabajo.

