

METODOLOGÍA DE DIGITALIZACIÓN DE PLANOS POR COMPUTADOR PARA LA ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA CORPORATIVA

Rodrigo García Alvarado / Fernando Goycoolea Pardo

Carlos Otárola / Sergio Hernández

INTRODUCCIÓN

La infraestructura de una empresa o institución la constituyen sus propiedades, edificios, instalaciones, equipos y mobiliarios, todos los recursos físicos utilizados en sus operaciones. Estos recursos son indispensables para desarrollar las actividades propias de la corporación y constituyen habitualmente más de un tercio de sus activos. Involucran personal permanente en manutención, vigilancia, aseo, adquisiciones, coordinación de construcciones, etc., además de voluminosos gastos fijos y frecuentes inversiones.

A pesar de la magnitud de la infraestructura, normalmente es criticada como insuficiente e inadecuada para las actividades que se realizan, y su administración está dispersa, escasamente sistematizada y carente de información necesaria. Mejorar la gestión de la infraestructura significa optimizar los recursos físicos de la institución, contribuir a su desarrollo estratégico y racionalizar gastos. Por ejemplo, distribuyendo equipos o espacios más racionalmente, reduciendo las inversiones solicitadas, optimizando los consumos, aprovechando instalaciones subutilizadas, mejorando el ambiente para la productividad de la corporación, etc.

Esta tarea requiere coordinación administrativa e información detallada de la planta física de la entidad. Sin embargo, normalmente se dispone de planos incompletos, anticuados o deteriorados, y desvinculados de los sistemas de inventarios o bases de datos corporativas. Disponer de los planos de la infraestructura en medios digitales permite su mejor manutención, almacenamiento, consulta y actualización permanente. Pero además, constituyen un componente fundamental en la informatización y racionalización de la infraestructura, permitiendo montar sistemas de gestión de la planta física con información gráfica detallada y completa.

RESUMEN

Primeramente, el trabajo presenta el problema de administración de las grandes infraestructuras de las corporaciones públicas y privadas, y las nuevas técnicas de gestión computarizada basadas en planos digitalizados. Luego se expone el desarrollo de una metodología de trabajo al respecto, que plantea inicialmente el análisis de las actividades y planta física de la corporación para detectar su infraestructura más relevante. Posteriormente se indican las alternativas de desarrollo técnico de la digitalización de planos y, finalmente, se formulan estrategias de implementación en la entidad y evaluación de la infraestructura corporativa.

ABSTRACT PLANS

ELECTRONIC SCANNING FOR CORPORATE FACILITIES ADMINISTRATION

The article begins the management problem of huge facilities in public and private corporations, and new techniques for automated management based on digitized plans. Then, it exposes the development of a work-methodology, beginning with analysis of corporate activities and physical resources to detect more important facilities. After that, it mentions alternatives for technical development of digitized plans. Finally, deals strategies to implement it in the entity and to evaluate corporate facilities.

DESCRIPTORES:

Computación, Dibujo, Digitalización, Planos, Tecnología.

En los países desarrollados ya existe una amplia conciencia empresarial sobre la gestión de la infraestructura (denominado "FACILITIES MANAGEMENT"), y que ha impulsado nuevas organizaciones administrativas y mayor eficiencia de los recursos físicos. Las grandes instituciones han montado completos sistemas computacionales sobre la infraestructura (denominados CAFM: computer-aided facilities management) que trabajan sobre planos digitalizados de los edificios e instalaciones.

Nuestro desarrollo económico e institucional exige también un mejor aprovechamiento de los recursos y debemos avanzar progresivamente en la informatización de la planta física, con prioridades económicas y aplicaciones técnicas adecuadas a nuestra realidad. Por tanto es relevante estudiar una metodología de digitalización de planos por computador, destinada a apoyar la administración de infraestructura de entidades locales, para optimizar el manejo de su planta física. Este fue el objetivo central del proyecto PD-9501 que en adelante se expone, llevado a cabo en el "Centro de Desarrollo en Arquitectura y Construcción" de la Universidad del Bío-Bío, Chile, y experimentado sobre la infraestructura del propio Campus Concepción de la Universidad.

La metodología formulada contempló tres etapas principales: análisis preliminares, desarrollo de la digitalización de planos, y su implementación en la entidad.

FIGURA 1



1. ANÁLISIS PRELIMINARES

La digitalización de los planos de la corporación es un esfuerzo significativo que debe ser eficazmente aprovechado, tanto para documentar la planta física, como para la gestión administrativa, dirigiéndolo hacia los aspectos que produzcan mayores beneficios. Esta focalización del trabajo requiere un análisis previo de la entidad y su infraestructura, que además es un antecedente fundamental para racionalizar la ocupación de los recursos físicos.

Se definieron cinco análisis preliminares, en general destinados a caracterizar la entidad y su infraestructura, y en particular, dirigidos a identificar los aspectos más prioritarios a digitalizar y evaluar posteriormente. Cada análisis constituye una recopilación selectiva de información (habitualmente dentro de la misma entidad) y su síntesis y análisis breve.

1.1. Análisis de actividad

Se refiere a aclarar la **función** de la corporación, basado en lo que dicen sus estatutos y su definición

de mercado, pero también precisando cuáles son las actividades que efectivamente producen los mayores ingresos o funciones sociales relevantes (que mantienen realmente la entidad). Además, revisar sus expectativas de crecimiento (hacia qué zona o actividad espera desarrollarse a futuro). La infraestructura que está directamente dedicada a las funciones principales o sostenedoras de la entidad (salas de ventas, áreas de servicios, líneas de producción, etc.), debería ser considerada inicialmente como más prioritaria.

También este análisis pretende identificar la **cuantificación general** de la entidad (en personal, movimiento, etc.) y su infraestructura (número de locales, superficie en m²) para identificar la magnitud global de la planta física y, por ende, la magnitud de los esfuerzos de digitalización.

Además, se pretende recopilar los **gastos** generales de la corporación, específicamente los relacionados con la infraestructura (cuánto se gasta anualmente en personal de mantenimientos y administración física, en nuevas construcciones, en las cuentas fijas, etc.). Determinar los gastos más voluminosos permite una segunda identificación de aspectos relevantes, los que su racionalización lograría mayores beneficios.

La **correlación** entre actividades principales y los gastos en infraestructura, indica los aspectos más importantes de administrar y la eficiencia de la infraestructura para el desarrollo de la corporación (¿Están los mayores gastos físicos destinados a las funciones más rentables?). Habitualmente los gastos se distribuyen sin prestar mayor atención a las actividades críticas de la entidad. Por ejemplo, en una empresa de venta al detalle, se debe atender prioritariamente las áreas públicas y exhibidores (las bodegas, oficinas y muebles son también necesarios e indispensables, pero no prioritarios).

FIGURA 2



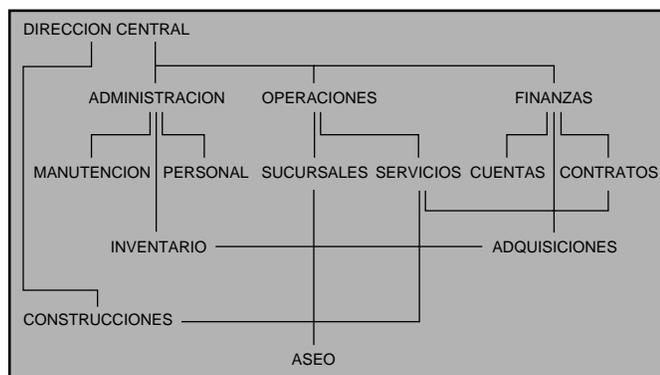
1.2. Análisis de gestión

Se refiere a presentar sucintamente la organización administrativa de la corporación (organigrama), en particular la relacionada con la infraestructura; indicando brevemente atribuciones, delegaciones, líneas de mando y contratos de servicios.

Esto revelará en principio el grado de fragmentación o coordinación de la gestión, la duplicidad o desatención de actividades y la precisión de los contratos. Detectando de manera preliminar aspectos débiles de la gestión que requieren información detallada.

Habitualmente no existe una dirección coordinada de la infraestructura, hay escasa relación con el desarrollo estratégico de la corporación (con las decisiones principales) y muchos aspectos relevantes de la infraestructura (como las adquisiciones de inmuebles, nuevas construcciones y mantenimientos importantes) son enfrentadas de una manera ocasional, recargándole tareas a personal no-especializado.

FIGURA 3



1.3. Análisis de competencia

Se refiere a identificar las entidades cercanas dedicadas a actividades similares y recopilar indicadores globales de magnitud, infraestructura y gastos específicos. Esta información es naturalmente difícil de obtener, pero existen algunas fuentes corporativas o estatales disponibles e incluso, colaboración gremial. Aunque también las entidades difieren significativamente y los parámetros de medición suelen ser distintos, por tanto, la información tampoco es del todo confiable.

Efectuar una comparación general con otras instituciones permite obtener promedios generales, definidos en unidades comparables (por ejemplo, superficie x personal, gastos en manutención por volumen de ventas, construcciones anuales, etc.). Desarrollando los mismos indicadores para la corporación analizada se puede obtener una visión **comparativa** de la infraestructura para la actividad realizada. En la medida en que la recopilación de información sea más detallada, se podrá precisar mejor las diferencias específicas.

FIGURA 4

	A	B	C	PROMEDIO	ENTIDAD
LOCALES					
SUPERFICIES					
SERVICIOS					
PERSONAL					
GASTOS					
INVERSIONES ANUALES					

1.4. Análisis de estándares

Se refiere a sintetizar requisitos de la infraestructura. Por ejemplo, lo establecido en la Ordenanza General de Construcciones, las normas correspondientes de las compañías eléctricas, empresas sanitarias, servicio de salud, educacionales, deportivos, empresas de distribución, cadenas comerciales y otras entidades públicas o privadas que regulen a la corporación. Así como lo recomendado en publicaciones generales (Neufert u otros) e indicaciones de los proveedores de equipos, instalaciones y mobiliarios. Esta recopilación naturalmente debe ser priorizada y resumida a los aspectos ya definidos como relevantes y de mayor magnitud.

Aunque estos estándares suelen ser mínimos y parciales, efectuar una tabulación general para la propia corporación permite identificar algunos ítems especialmente deficitarios. Habitualmente gran parte de éstos estarán cumplidos (ya que son requisitos de iniciación de actividades o inferiores a un trabajo confortable), pero eventualmente se pueden detectar problemas particulares (por ejemplo, carencias sanitarias o instalaciones inadecuadas).

1.5. Análisis de requerimientos de infraestructura

Se refiere a efectuar una tabulación teórica y general de la dotación adecuada de infraestructura, especialmente en los aspectos ya definidos como relevantes. Con base en los estándares previos, pero generalizados entre las distintas fuentes, corregidos a niveles confortables, y discutido (de la manera más amplia posible) con los directivos y/o usuarios, para determinar requerimientos adecuados según la experiencia específica (por ejemplo: cuánta superficie y equipamiento se requiere por persona).

Esto permite obtener una tabla general, cuyos resultados pueden ser comparables con los indicadores globales de infraestructura, para evaluar preliminarmente ésta. También los valores específicos se pueden comparar con los indicadores que se obtengan posteriormente a la digitalización. La experiencia y conocimiento de la entidad puede obviar estos análisis preliminares, pero es importante realizar alguna reflexión sobre las actividades realizadas y su infraestructura.

FIGURA 5

	SUPERFICIES	INSTALACIONES	EQUIPOS
DIRECCIÓN			
DEPTO. A			
DEPTO. B			
SUCURSAL			
BODEGA			
PLANTA			

2. DIGITALIZACIÓN

La digitalización de los planos de infraestructura implica diversas tareas: recopilación de antecedentes, definición de estrategias técnicas y pautas de digitalización, y naturalmente el desarrollo del trabajo y su revisión final.

2.1. Antecedentes

Definidos los aspectos relevantes de la infraestructura, ya sea ciertos edificios, operaciones, gastos o sucursales, se deben obtener los antecedentes necesarios para digitalizar la planta física. En primer lugar, recopilar planos originales en el estado y lugar que se encuentren, dentro de la institución, en las oficinas profesionales que realizaron los proyectos o en los servicios públicos que normalmente quedan con copias (direcciones de obras municipales, empresas sanitarias, servicios eléctricos, etc.). Reuniendo también inventarios o informes internos, en el caso de equipos y muebles. Naturalmente todos los antecedentes deben ser verificados en terreno y a veces completados.

En algunos casos que definitivamente no se dispone de antecedentes, deberán realizarse levantamientos con mediciones en las propiedades (incluyendo los viajes necesarios), correlación de los datos tomados y habitualmente retorno a terreno para resolver discrepancias. Esta situación debe estar meridianamente aclarada previo a la contratación o planificación de la digitalización, porque redundaría significativamente en su duración y costo de personal. Para esto no se requiere equipamiento muy especializado, pero sí personal medianamente experimentado en levantamientos (excepto cuando implica recopilación topográfica o aérea, que naturalmente exige equipos y personal bien especializado).

A veces, se dispone ya de algunos planos por computador que han sido provistos por un profesional externo o desarrollados internamente, que puedan incorporarse directamente al archivo digital previsto. Sin embargo, como se expondrá más adelante, éstos deben estar en una estructura determinada para servir adecuadamente a la gestión, por lo tanto se requerirá necesariamente alguna labor de modificación, completación o en algunos casos resultará más eficiente realizarlos de nuevo.

2.2. Estrategias técnicas

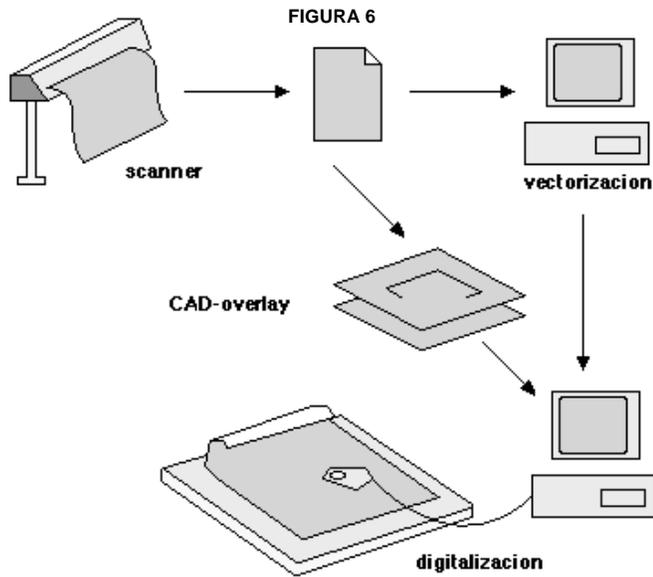
El objetivo básico de la digitalización es disponer los planos en programas CAD de dibujo computacional como AutoCad, DesignCad, MiniCad u otro, para aprovechar su archivo reducido (en disquetes), la ordenación y manejo electrónico, y especialmente sus facilidades de modificación para mantenerlos actualizados. Además, los planos en CAD constituyen la parte central de sistemas mayores de gestión de la infraestructura (CAFM).

Para digitalizar planos existen dos estrategias técnicas principales:

- **Por Scanner.** El *scanner* es un dispositivo para la lectura óptica de fotografías o dibujos, que automáticamente produce un archivo computacional de la imagen gráfica. Existen *scanners* de formato pequeño, mediano o grande, de lectura en blanco/negro o color. Los *scanners* blanco/negro de formato grande, que permiten leer planos, son de un costo importante (aprox. US\$ 4.000), demoran unos 20 minutos en leer un plano promedio y convertirlo en un archivo computacional. Sin embargo, reciben una imagen de puntos, que no reconoce las figuras geométricas y como tal no pueden manipularlos los programas CAD. Esto se puede resolver con *software* adicional de "vectorización" que traduce automáticamente la imagen en figuras geométricas, con un error normal del 50 por ciento (interpretan una mancha como figura, etc.), lo que obliga a corregir varios detalles a mano en el programa CAD. Por la naturaleza de la inversión y la necesaria completación manual, la utilización del *scanner* y vectorización, sólo se justifica en grandes volúmenes de planos similares bien mantenidos y codificados (como el archivo de una empresa eléctrica).

- **Re-dibujo.** La estrategia más habitual es redibujar los planos existentes, incluso aunque ya estén realizados en CAD, porque se van organizando y codificando de una manera apropiada para la infraestructura. Una ayuda eficiente son las grandes tabletas digitalizadoras que permiten ir calcando directamente los planos, o también se puede utilizar la imagen de *scanner* como base en la pantalla (*overlay*). Normalmente entonces basta digitalizar directamente con un programa CAD.

La elección del programa CAD es importante porque establece la utilidad futura de la información (si el programa se queda obsoleto o si después se utiliza otro programa, los planos digitalizados pueden no servir porterior-



mente). A su vez, los sistemas computacionales CAFM de gestión de infraestructura, están conformados por una base de datos asociada a un cierto programa CAD (AutoCad-Archibus, Arris-FM o MiniCad-FileMaker). En general, es recomendable que el programa elegido pueda guardar los planos en "formatos de intercambio", que permitan trasladarlos a otros programas. En este sentido, el formato DXF (archivo de intercambio de AutoCad) es el más utilizado, lo producen y reconocen la mayoría de los programas CAD, y se utiliza mucho entre las oficinas profesionales (aunque hay que considerar que los próximos años se pretende imponer STEP).

2.3. Pautas de digitalización

La realización de cualquier dibujo en CAD implica tomar algunas decisiones de organización del documento gráfico, por lo cual es indispensable definir pautas comunes para toda la digitalización de planos de la corporación, dejando estas pautas establecidas para la continuación y actualización de los planos. Además, frecuentemente estas pautas son remitidas a los proyectistas de futuras infraestructuras de la corporación (oficinas de arquitectura, ingeniería, instaladores o diseñadores de interiores), con el fin de que entreguen los planos de proyecto en disquetes de acuerdo con la estructura de archivo establecida, para poder ser incorporados luego en el archivo de la planta física.

Solicitar los planos de proyecto en disquetes es especialmente conveniente porque son una fuente "económica" de planos digitalizados. Igualmente, los proyectistas tienen que dibujar los proyectos y la mayoría utiliza programas CAD (aunque en los países desarrollados existe una discusión acerca del sobre costo y responsabilidad profesional por la entrega de los proyectos en disquetes). También, las nuevas obras suelen ser más prioritarias o fáciles de incorporar a nuevos sistemas administrativos (muchas empresas han redefinido su gestión de infraestructura cuando se

trasladan a un nuevo edificio o se abre una nueva planta).

Las **pautas** generales consisten en: el formato computacional (usualmente DXF), la denominación de los documentos (codificación por edificio, por sede, etc.), escala, unidades de medida y características típicas de presentación como distribución de las vistas (plantas, elevaciones, etc.), espesores de línea, tipografías, tamaño de las láminas, márgenes y viñetas.

Unas pautas específicas en CAD son las **capas (layers)**, que es una subdivisión de la información como planos transparentes superpuestos (por ejemplo, en muros, muebles, cotas, nombres, etc.) con ciertos colores y tipos de líneas. Permiten manejar mejor documentos complejos porque cada capa puede ser visualizada o modificada independientemente. Normalmente cada oficina técnica establece la lista de capas con que organiza sus planos en el computador. En algunos casos, relacionados con una codificación administrativa o especificación técnica, distribución de especialidades o atribuciones. También, a veces se repiten las capas por cada piso, se establecen algunas capas auxiliares de dibujo y en algunos programas se puede establecer una organización jerárquica de capas.

Las **librerías de símbolos** son otro recurso gráfico de los CAD que es extensivamente utilizado en planos de infraestructura donde muchos elementos se repiten (muebles, accesorios, equipos, etc.). Se puede preparar una librería o desarrollarla durante la propia digitalización. Usualmente se utilizan los elementos gráficos normalizados del dibujo de especialidad o se definen algunos nuevos.

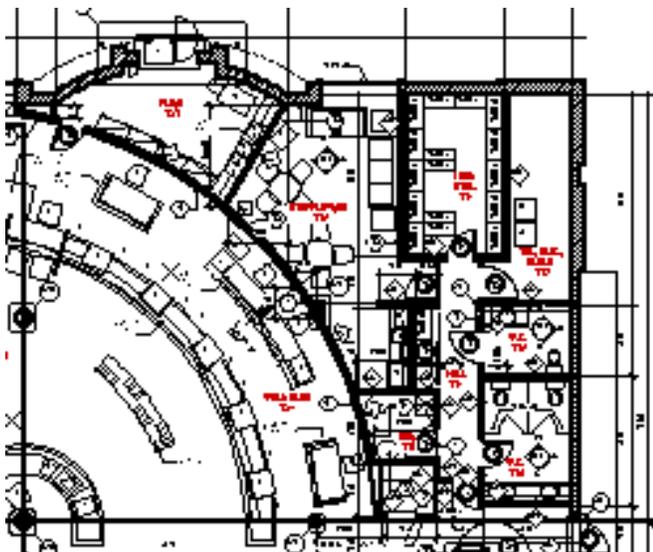
Estas pautas (simplificadas de acuerdo con la mayor eficiencia del trabajo), deben ser previamente discutidas y publicadas, y naturalmente durante el proceso de digitalización son revisadas y modificadas. También se pueden preparar y distribuir dibujos en blanco o plantillas (**template**) con las condiciones y librerías definidas. Normalmente cada plano utiliza o modifica específicamente la estructura de capas o símbolos y es recomendable dejar esto consignado en las viñetas y/o en **fichas** asociadas (donde indicar además su contenido, fecha, autor, dimensión, etc.).

2.4. Desarrollo

La digitalización de planos requiere computadores normales, de preferencia dotados para gráfica (con memoria RAM sobre 4Mb, disco duro amplio, monitor SVGA de 17", tableta digitalizadora, etc.) y el programa CAD seleccionado. Por la relevancia del trabajo es importante comprar legalmente el programa con sus manuales de operación, considerando alternativas económicas como licencias para redes o programas sencillos (como AutoCad LT, DataCad, DrafixCad, MacDrawPro, etc.). A su vez, los operadores o dibujantes deben estar básicamente experimentados en el programa.

A su vez, los operadores o dibujantes deben estar básicamente experimentados en el programa. Esto requiere un entrenamiento previo, pero más que nada experiencia en dibujo computacional, ya que está comprobado que más allá de la capacitación formal en el uso de *software* (o adicionalmente a esto), lo revelante es el tiempo de trabajo personal en el programa. Lo cual, indudablemente, al principio por el desconocimiento técnico, es frustrante e improductivo, pero prontamente eficaz al alcanzar sus propios logros y métodos de trabajo. Por tanto, la corporación o el consultor externo debe considerar tanto la especialización de su personal como valorar la iniciativa individual y el tiempo de práctica en nuevas tecnologías de trabajo.

FIGURA 7



La digitalización de planos consume una importante magnitud de tiempo (aprox. 5 a 6 horas por documento) que redunda en aprox. el 50 por ciento del costo total de esta actividad. La mayor complejidad, diversidad y densidad de información implica naturalmente mayor demora y costo. La estandarización de símbolos y rutinas de dibujo permitirá un mejor rendimiento de los operadores. Naturalmente, los primeros planos demoran más tiempo y frecuencia de errores, adecuando las pautas establecidas.

Habitualmente, los planos son *plantas* de los edificios que resumen mejor la localización y cantidad de espacios, instalaciones, mobiliarios y equipos. Se pueden utilizar capas para trazar ejes principales de dibujo (que luego se ocultan) y definir símbolos o insertarlos de librerías (puertas y ventanas de distintos tamaños, muebles, etc.). A veces se requieren detalles o tablas propias de alguna instalación o maquinaria; éstos se pueden incorporar en una capa propia o como un dibujo asociado (Xref en AutoCad) que se relaciona automáticamente con el plano principal. Lo mismo se puede realizar cuando la planta general involucra va-

rios edificios; éstos pueden dibujarse aparte y reunirse de manera automática en un plano "maestro" que los referencia directamente. Información de cotas, niveles topográficos, rótulos y mensajes deben ser incorporados en capas específicas y sintetizados para las utilidades específicas de la gestión de infraestructura.

El trabajo de digitalización debe ser concentrado en la información gráfica indispensable para la gestión de infraestructura. Además se debe revisar ocasionalmente la fidelidad de los antecedentes y algunos dibujos específicos para comprobar la digitalización. Considerar el tamaño de los archivos computacionales producidos es importante para seleccionar algunos criterios gráficos (por ejemplo, la complejidad de la tipografía o los símbolos pueden incrementar tanto un dibujo que se hace muy lento para trabajar).

3. IMPLEMENTACIÓN

La digitalización de planos nos permite tener estos documentos en medios electrónicos, pero deben ser incorporados en el trabajo corporativo para que contribuyan efectivamente a la optimización de la infraestructura. Lo que justifica finalmente el esfuerzo de digitalización es obtener beneficios concretos en la gestión de la planta física. Para esto, primeramente se debe montar un archivo gráfico de los planos, de preferencia integrados en un sistema administrativo y realizando una evaluación, a lo menos, preliminar de la infraestructura.

3.1. Archivo gráfico

Luego de la digitalización se dispone de los planos en un programa CAD o en DXF, debidamente grabados en disquetes (o en cintas o disco compacto). Cada documento suele tener de 200 a 2.000 KB y normalmente son de 20 a 100 documentos. Lamentablemente, el gran tamaño e información geométrica de los planos digitalizados impide que sean visualizados en computador con programas generales (como TeachText o Acrobat) o en bases de datos corrientes (Dbase, Clipper, etc.). Es decir, normalmente los planos digitalizados no se pueden ver directamente en los computadores de la empresa, ni tampoco integrarlos en los programas administrativos existentes.

Sin embargo, se pueden utilizar fácilmente *programas de visualización de planos*. Estos programas son baratos (aprox. US\$ 200), sencillos de usar y funcionan en redes de trabajo. Se componen de una ficha por plano que cualquier usuario de computador puede completar, con un ágil sistema de búsqueda, vista reducidas de los planos, permiten imprimir, consultar información, fechas de actualización, tamaño, etc., pero normalmente no permiten realizar modificaciones. Por lo cual es una alternativa práctica

como archivo gráfico para la consulta de la infraestructura, disponible para todo el personal de la corporación.

En la oficina de administración de la planta física usualmente se consultan detalles y se estudian modificaciones, que requieren manejar los planos directamente, dibujar alternativas y actualizar los cambios. Para esto se puede utilizar el *programa CAD* con que se digitalizaron los planos o algún programa que reciba los formatos de intercambio, lo cual exige conocimiento de operación de estos programas, lo que es crecientemente frecuente en los profesionales y técnicos de infraestructura, que además utilizan (o deben comenzar a utilizar) estos programas para desarrollar los trabajos internos. Por lo cual ésta es la alternativa principal de manejo de los planos digitalizados en la oficina técnica.

Pero, normalmente, los programas CAD no están preparados para manejar conjuntos de dibujos y presentan muchas instrucciones innecesarias para modificaciones específicas, lo cual puede ser optimizado *adaptando el programa* al trabajo propio de la corporación (lo que se denomina personalización o *customization* del programa). Consiste fundamentalmente en la definición de menús específicos (por ejemplo modificando el archivo ACAD.MNU de AutoCad), para incorporar un listado de los planos digitalizados e invocarlos eligiendo su nombre, y presentar además la lista de capas para seleccionar directamente la información necesaria. También normalmente se definen algunas instrucciones en español para consultar los planos (ampliar o reducir la vista, tomar medidas, etc.) y realizar algunas modificaciones sencillas (como cambiar muros o trasladar partes), incluyendo la utilización de la librería de símbolos de digitalización, para colocar o cambiar elementos fácilmente. Esta adaptación requiere algún conocimiento avanzado del programa y una programación sencilla, pero mejora significativamente la utilización de la información gráfica.

Esto representa distintos grados de conocimiento técnico del personal de la corporación. En general, todos los que tengan que consultar planos (incluyendo directivos y capataces de producción) deben contar con charlas demostrativas del programa de visualización y alguna asistencia directa en sus primeras consultas. El personal de desarrollo técnico de la infraestructura debe contar a su vez con un conocimiento específico en los programas CAD de diseño computacional y en las pautas de gestión de la infraestructura, a través de cursos de capacitación y el tiempo de práctica correspondiente. Finalmente la adaptación del programa o la implementación de un sistema de información de la infraestructura, aunque se realice con profesionales externos, debe contar con un «especialista interno» que disponga del conocimiento más detallado de la operación, posibilidades y limitaciones del sistema, para administrar la gestión técnica y otorgar un soporte inmediato a sus cole-

gas, definiendo el tiempo y los procedimientos necesarios para asumir esta responsabilidad.

3.2. Sistemas de administración de la infraestructura

Como se mencionó previamente, existen programas completos para la gestión de la planta física (CAFM) que están basados en los planos digitalizados. Estos programas están constituidos básicamente por un CAD y una base de datos asociada. Una implementación de esta magnitud debe estar adecuadamente integrada a la realidad de la empresa y a su gestión informática, porque será un sistema que debe ser mantenido permanentemente y vinculado a los sistemas corporativos, por lo cual es recomendable que sea desarrollado o implementado por el mismo personal informático de la entidad, en sus propios planes y estrategias informáticas.

Sin embargo, caben algunos desarrollos iniciales que permiten producir progresivamente este sistema administrativo y evaluar preliminarmente aspectos críticos de la infraestructura. Agregar algunos datos a elementos del plano, por ejemplo, el código de inventario a los muebles, el área a un recinto, la fecha de instalación a una maquinaria, etc. Esto se realiza en los programas CAD asignando *atributos* a los elementos gráficos definidos como símbolos, o a figuras "invisibles" (como el área de un recinto definido por un polígono interior). Los atributos se establecen permanentemente para el símbolo o figura-tipo, en AutoCad; con un nombre (*tag*), una pregunta (*prompt*) y un valor base (*default*), en otros programas CAD con distintos registros y campos alfanuméricos (como se define habitualmente una base de datos). Naturalmente la escritura o "digitación" de estos atributos es una labor extensa y adicional a la digitalización y debe ser precisamente concentrada en aspectos productivos. Los atributos se pueden presentar en el plano, pero su función principal es ser "extraídos", produciendo un archivo de texto en un formato (CDF o SDF) legible por los programas de bases de datos. Con lo cual se puede montar una base de datos que reciba esta información para realizar conteos o consultas; sin embargo, la información no puede "retornar" al CAD, por lo tanto, la actualización debe realizarse en el plano y efectuar la extracción completa de datos cada vez. En este sentido, la función usual de los atributos es listar en una base de datos los componentes del plano (por ejemplo, el inventario de un edificio).

Algunos *módulos adicionales* para programas CAD (como el ADE: AutoCad-Data-Extension) permiten manejar de una manera más completa la información de los planos. Por ejemplo, ADE en AutoCad es un menú para visualizar zonas y capas específicas en varios planos a la vez (como el ver el mobiliario de las oficinas de todos los edificios), permite efectuar consultas o *queries* a los atributos,

combinando condiciones (todas las máquinas compradas antes de una fecha determinada) o producir tablas de los atributos en formato SQL para integrarse a bases de datos relacionales (actualizándose simultáneamente en ambos programas). Por otro lado, en el programa MiniCad para Macintosh, se dispone de una planilla de cálculo interna que permite listar elementos y atributos, y efectuar operaciones entre éstos (presupuestos, resúmenes, valores máximos, etc.), que se actualizan automáticamente con el dibujo o se extraen hacia bases administrativas. En el programa ARRIS para computadores UNIX, el módulo FM permite efectuar completos "reportes" de los elementos y atributos, que se definen permanentemente para distintos tipos de usuarios en una red de trabajo.

3.3. Evaluación preliminar de la infraestructura

Dentro del trabajo de implementación de los planos digitalizados de la planta física se puede realizar una evaluación de los aspectos detectados como relevantes (como la distribución de consumos eléctricos o los planes de nuevas construcciones), porque dirige adecuadamente la implementación y contribuye a su utilización práctica. Considerando (especialmente si es realizada por personal externo a la entidad) que deberá ser interpretada dentro de la situación de la corporación. Es sólo por tanto una contribución *preliminar* a la toma de decisiones internas.

Se deben *tabular* indicadores clave, en lo posible utilizando la implementación de atributos y bases de datos asociadas a los planos, lo que permitirá sistematizar

esta evaluación. Por ejemplo, para calcular la ocupación de espacios por departamentos (lo que presenta frecuentes cambios y nuevas inversiones), se puede medir y sumar automáticamente las áreas utilizadas por función y por unidad operativa. Definiendo condiciones generales (medir por los ejes de los muros, descontar circulaciones y servicios comunes) y tabular un resumen general. Esta información permitirá efectuar algunas comparaciones con promedios internos ($m^2/persona$) o con estándares externos (aportados por los análisis previos). Detectando desviaciones relevantes, que probablemente tengan una justificación, pero que contribuyen a las futuras decisiones en estos aspectos.

Estas evaluaciones permiten determinar progresivamente ciertos parámetros internos o lineamientos administrativos. La optimización de la infraestructura debe ser establecida como procedimientos de *gestión* ampliamente conocidos y discutidos por las distintas unidades (por ejemplo, requisitos y costos de abrir una nueva sucursal, niveles adecuados de consumos por departamento, asignación temporal de equipos, etc.).

Finalmente, mantener los planos actualizados en el computador, incorporando regularmente todas las modificaciones y adquisiciones, es importante para una administración eficaz de la infraestructura. Esto exige una tarea permanente, con personal dedicado y rigurosos procedimientos internos. Pero permite alcanzar racionalizaciones significativas en el largo plazo y apoyar una gestión coordinada de la infraestructura dirigida al desarrollo estratégico de la corporación.